



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 1. С. 63–76  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 1, pp. 63–76  
<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-63-76>

Научная статья  
УДК 56.074.6+565.33:551.763.12(477.9)



## Результаты палеоэкологического анализа остракод из разреза верхнего берриаса у с. Алексеевка (Белогорский район, Республика Крым)

Ю. Н. Савельева

Апрелевское отделение федерального государственного бюджетного учреждения «ВНИГНИ», Россия, 143363, г. Апрелевка, Московская область, 1-я ул. Кетрица, д. 1

Савельева Юлия Николаевна, кандидат геолого-минералогических наук, заведующий сектором палеонтологических коллекций, [ju.saveljeva@vnigni.ru](mailto:ju.saveljeva@vnigni.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1064-4734>

**Аннотация.** Представлены результаты палеоэкологического анализа остракод верхней части султановской свиты (зона Boissieri) в разрезе у с. Алексеевка Белогорского района (Республика Крым). Выделено пять остракодовых сообществ, смена которых отражает изменение условий в палеобассейне. Установлено, что осадконакопление в позднеберриасское время проходило в условиях тепловодного, нормально-соленого со спокойным гидродинамическим режимом бассейна, главным образом в насыщенных кислородом водах.

**Ключевые слова:** палеоэкология, остракоды, берриас, Горный Крым

**Благодарности.** Автор выражает благодарность А. Ю. Гужикову (Саратовский государственный университет, Саратов) – за проведенный корреляционный анализ петромагнитных и остракодовых данных, А. А. Федоровой (ФГБУ «ВНИГНИ», Санкт-Петербург), О. В. Шурековой (ФГБУ «ВСЕГЕИ», Санкт-Петербург) – за обсуждение результатов, Л. А. Карцевой (БИН РАН, Санкт-Петербург) – за фотографирование остракод, Е. С. Очкасовой (ФГБУ «ВНИГНИ», Санкт-Петербург) – за техническую обработку образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 16-35-00339-мол\_а) и Минобрнауки России в рамках базовой части (№ государственной регистрации 1140304447, код проекта 1582), госзадания в сфере научной деятельности (задание № 1757).

**Для цитирования:** Савельева Ю. Н. Результаты палеоэкологического анализа остракод из разреза верхнего берриаса у с. Алексеевка (Белогорский район, Республика Крым) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2022. Т. 22, вып. 1. С. 63–76. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-63-76>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY 4.0)

Article

**Conditions for the formation of deposits in the upper part of the Berriasian section near v. Alekseevka, Belogorsk region, Republic of Crimea**

Ju. N. Savelieva

FGBU "VNIGNI", 1 1-ya Ketrica St., Aprelevka 143360, Moscow oblast, Russia

Julia N. Savelieva, [ju.saveljeva@vnigni.ru](mailto:ju.saveljeva@vnigni.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1064-4734>

**Abstract.** The results of the paleoecological analysis on ostracods of the upper part of Sultanovskaya Formation (Boissieri zone) in the section near v. Alekseevka are presented. Five ostracod assemblages reflecting changing conditions in the paleobasin are defined. It was established that the sedimentation in the Late Berriasian time occurred under conditions of a warm normally salty with a calm hydrodynamic regime of the basin, mainly in oxygen waters.

**Keywords:** paleoecology, Ostracods, Berriasian, Mountainous Crimea

**Acknowledgments.** The author would like to thank Andrey Guzhikov (Saratov State University, Saratov) for the correlation analysis of petromagnetic and ostracod data, Anna Feodorova (FGBU "VNIGNI", St. Petersburg), Olga Shurekova (FGBU VSEGEI, St. Petersburg) for discussion of the results, Lydmila Kartseva (BIN RAS, St. Petersburg) for photographing ostracods, Elena Ochkasova (FGBU VNIGNI, St. Petersburg) for the technical processing of the samples.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 16-35-00339-mol\_a) and the Ministry of Education and Science of Russia within the framework of the basic part (state registration № 1140304447, project code 1582), state assignments in the field of scientific activity (task № 1757).

**For citation:** Savelieva Ju. N. Conditions for the formation of deposits in the upper part of the Berriasian section near v. Alekseevka, Belogorsk region, Republic of Crimea. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2022, vol. 22, iss. 1, pp. 63–76 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2022-22-1-63-76>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC0-BY 4.0)



## Введение

Разрез расположен на южной окраине села Алексеевка (Белогорский район), в правом борту ручья Сартана, являющегося правым притоком реки Тонас. Здесь в высоких (до 70 м), крутых, частично залесенных склонах обнажаются султановская свита и зеленогорская толща [1] (рис. 1). Опробование разреза начато в одной из промоин, примерно в 10 м выше тальвега ручья Сартана (т. н. 3061, координаты: 44°56'56.1" N, 34°39'49.5" E). Мощность отложений в т. н. 3061 около 3 м. В 200 м восточнее расположена т. н. 3059 (44°56'56.1" N, 34°39'49.5" E), в которой вскрыты примерно 40 м отложений. Возможный перерыв в опробовании между двумя обнажениями не превышает 5 м. В султановской свите и в зеленогорской толще выделено по одной пачке.

В разрезе изучены верхняя часть султановской свиты, представленная серыми глинами видимой мощностью 40 м, и зеленогорская толща, сложенная преимущественно глинистыми песками видимой мощностью 10 м.

Разрез у с. Алексеевка изучен хорошо, результаты опубликованы в двух статьях. В первой статье приведены описание разреза, данные о фактическом материале, методах работы, итоги макрофаунистических, магнито- и циклостратиграфических и литолого-минералогических исследований [1]. Благодаря находкам аммонитов и двустворок установлен берриасский возраст султановской свиты, более низкие ее уровни охарактеризованы аммонитами подзоны Euthymi зоны Voissieri. Во второй статье сведены данные микропалеонтологических исследований по фораминиферам, кальпионеллидам, остракодам и палиноморфам, которые обсуждаются преимущественно в стратиграфическом аспекте [2].

В настоящей статье представлены результаты подробного палеоэкологического анализа остракод султановской свиты, дополняющие и детализирующие характеристику условий

ее формирования. Предварительные результаты исследования были опубликованы в тезисной форме [3].

Коллекция остракод № Кр-О-13 хранится в отделе стратиграфии АО «Геологоразведка». Фотографии выполнены Л. А. Карцевой на электронном сканирующем микроскопе JEOL-JSM-6390LA (БИН РАН).

## Палеоэкологический анализ

Остракоды присутствуют во всех образцах султановской свиты. По разрезу они распространены неравномерно, что свидетельствует об изменчивости условий обитания в бассейне. Всего обнаружены представители 27 родов 80 видов, есть новые формы (рис. 2). При определении таксономического состава остракод производился их количественный подсчет. Это позволило выявить доминирующие и субдоминирующие таксоны, определить их изменение по разрезу. Установлено количество раковин, створок (правых, левых) и их обломков; родов, видов и форм неопределенной родовой принадлежности (*Gen. sp.*) (табл. 1). По видовому разнообразию и количественным характеристикам доминируют представители рода *Eucytherura* G. Mueller, 1894 (12 видов, 71 экземпляр), много из подсемейства цитероптерин – *Eocytheropteron* Alexander, 1929 (*Cytheropteron*, *Metacytheropteron*) (65 экз.), а также *Loxoella* Z. Kuznetsova, 1956 (60 экз.) и *Bairdia* M' Coy, 1844 (56 экз.) (фототаблица). Сохранность раковин в основном хорошая, в том числе и тонкостенных форм; отсутствует размерная дифференциация; совместно встречаются взрослые и личиночные формы, что указывает на автохтонное захоронение (*in situ*). Много целых раковин, примерно равное число левых и правых створок свидетельствует об отсутствии придонных течений и о низкой гидродинамике. Это подтверждается и данными о магнитных текстурах, характерных

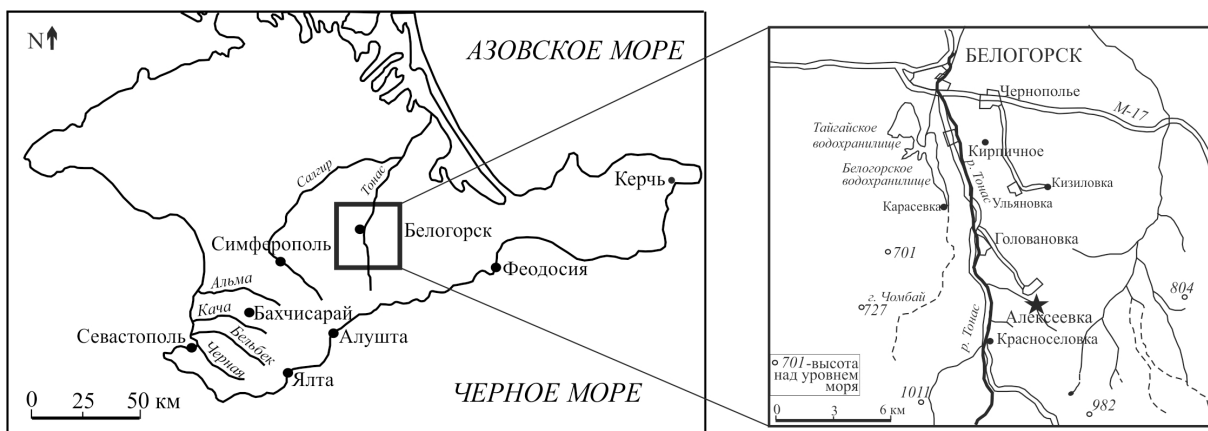


Рис. 1. Расположение изученного разреза верхней части берриаса близ села Алексеевка, Белогорский район; □ – район разреза; «\*» – расположение разреза

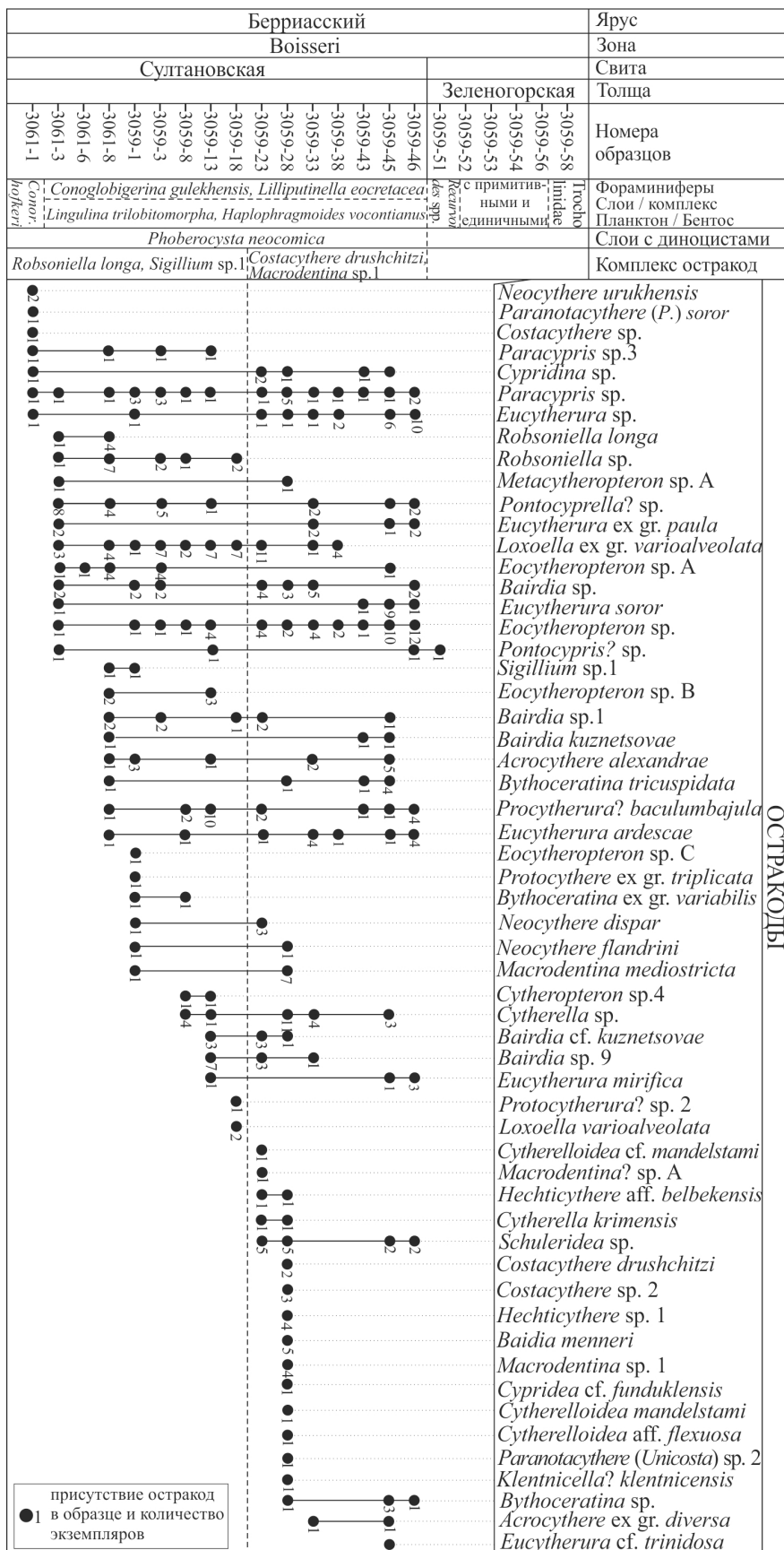


Рис. 2. Распространение остракод в верхней части берриаса по разрезу Алексеевка (Белогорский район) [2]

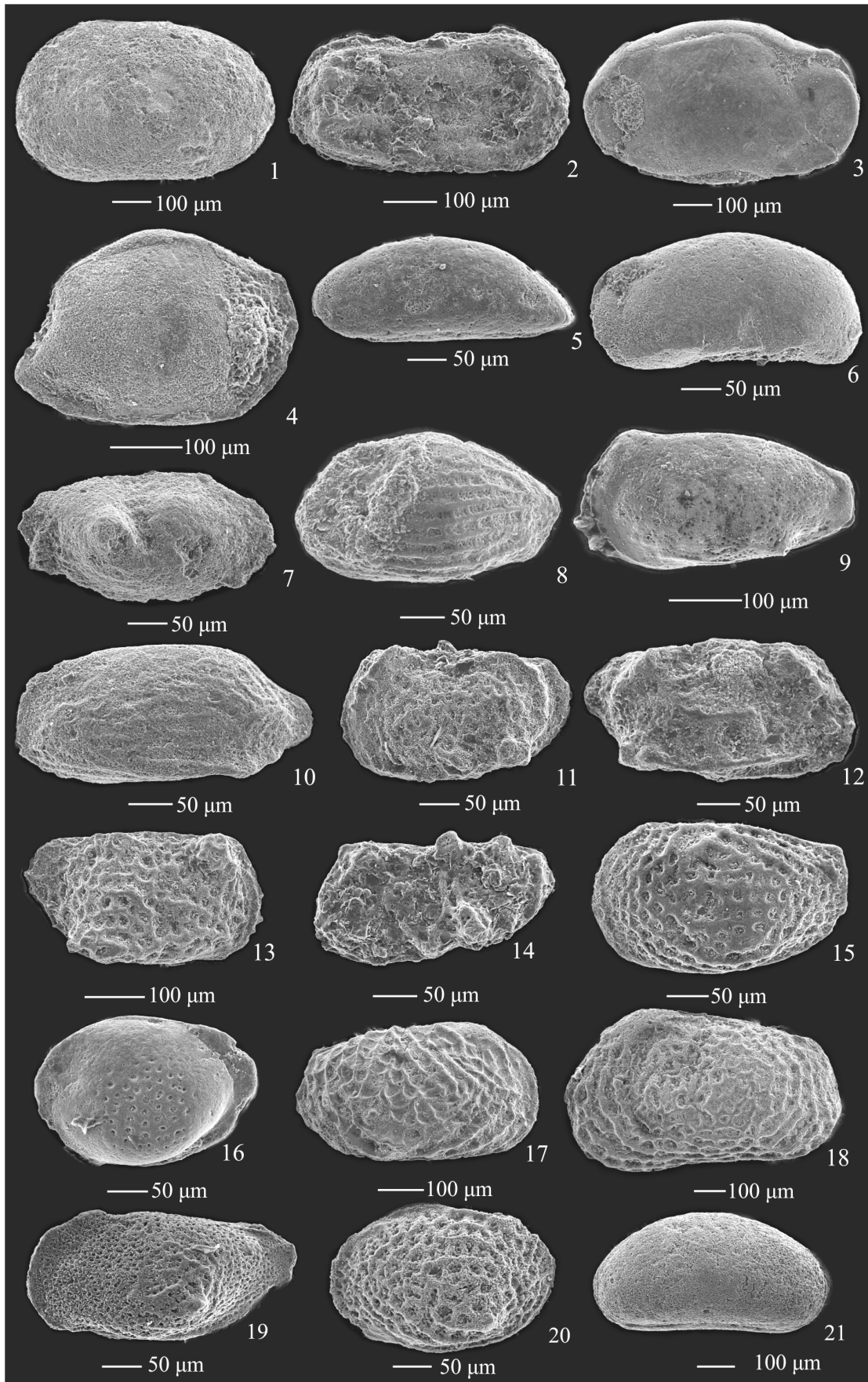
Таблица 1  
Кривые разнообразия и численности остракод в разрезе у с. Алексеевка и результаты корреляционного анализа количественных микрофаунистических показателей и петромагнитных параметров

Свита, толща	Номер образца	Остракоды												К (10 <sup>8</sup> СИ) удельная	dK (10 <sup>8</sup> ед. СИ)	J <sub>rs</sub> (10 <sup>7</sup> А/м)	Показатель												
		Количество экз., шт.	Количество родов, шт.	Количество видов (шт.)	Количество раковин, шт.	Количество правых створок, шт.	Количество левых створок, шт.	Cytherelloidea	Stigillium	Kobsonella	Bairdia	Paracypria	Pontocyprilla					Macrocypris	Bryhoceratina	Proto-, Costa-, Neocythere	Neocythere	Eucytherina	Paranotacythere	Procythereina	Acrocythere	Loxocella	Eo-, Meta-, Cytheropteron	Macroderinitina	Schizidea
Зеленая толща	3059-51	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
	3059-46	69	9	16	10	23	32	23	14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	IV
	3059-45	88	13	26	9	33	42	33	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	III
	3059-43	4	6	8	2	4	3	4	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	II
	3059-38	20	6	8	3	7	6	7	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-33	45	10	15	6	10	18	10	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-28	83	17	26	9	18	34	17	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-23	68	13	23	12	17	17	17	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-18	22	4	5	3	5	7	7	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-13	64	15	19	10	18	15	18	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-8	20	11	12	3	4	7	7	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
	3059-3	42	8	15	7	9	9	9	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I
3059-1	39	15	17	6	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	
3061-8	54	12	18	7	33	12	12	12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	
3061-6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	
3061-3	29	10	15	2	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	
3061-1	12	7	9	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	I	
K (10 <sup>8</sup> СИ) удельная	0,01	0,29	0,10	0,16	0,30	-0,07	-0,15	-0,08	0,02	0,10	0,01	0,24	0,15	-0,20	-0,15	-0,28	-0,13	0,26	-0,30	0,00	0,40	0,07	0,54	-0,05	-0,14	-0,02	-0,19	0,46	0,42
dK (10 <sup>8</sup> ед. СИ)	0,31	0,40	0,30	0,50	0,45	0,25	0,06	-0,08	0,36	-0,07	-0,23	0,56	0,14	-0,09	0,54	-0,20	-0,09	0,17	-0,14	-0,04	0,73	0,04	0,66	0,22	-0,08	0,15	-0,20	0,87	0,53
J <sub>rs</sub> (10 <sup>7</sup> А/м)	-0,51	-0,38	-0,44	-0,58	-0,07	-0,53	-0,54	-0,25	-0,26	0,04	0,21	-0,28	0,25	0,41	0,15	-0,33	-0,09	-0,15	-0,39	0,14	-0,19	-0,30	0,24	-0,39	-0,16	-0,37	-0,07	0,00	-0,23

Примечание. ■ Значимая корреляция при p = 0,01; ■ Значимая корреляция при p = 0,05; K – удельная магнитная восприимчивость; dK – прирост магнитной восприимчивости после нагрева; J<sub>rs</sub> – остаточная намагниченность насыщения



Фототаблица





**Фототаблица. Остракоды султановской свиты**

(раковина – рак.; правая створка – п.с.; левая створка – л.с.)

- Фиг. 1. *Cytherella?* sp., экз. № Кр-О-13/1, обр. 3059-28, л.с. сбоку.  
Фиг. 2. *Cytherelloidea* cf. *mandelstami* Neale, 1966, экз. № Кр-О-13/2, обр. 3059-23, рак. справа.  
Фиг. 3. *Robsoniella* sp., экз. № Кр-О-13/3, обр. 3061-8, рак. справа.  
Фиг. 4. *Bairdia* sp. 9, экз. № Кр-О-13/4, обр. 3059-13, рак. справа.  
Фиг. 5. *Paracypris* sp., экз. № Кр-О-13/5, обр. 3061-3, рак. слева.  
Фиг. 6. *Pontocyprilla?* sp., экз. № Кр-О-13/6, обр. 3061-8, рак. слева.  
Фиг. 7. *Bythoceratina* ex gr. *variabilis* (Donze, 1964), экз. № Кр-О-13/7, обр. 3059-8, п.с.  
Фиг. 8. *Procytherura* sp. 2, экз. № Кр-О-13/8, обр. 3059-18, л.с.  
Фиг. 9. *Procytherura baculumbajula* (Mandelstam, 1955), экз. № Кр-О-13/9, обр. 3061-8, л.с. сбоку.  
Фиг. 10. *Procytherura? delicatula* Pokorný, 1973, экз. № Кр-О-13/10, обр. 3059-45, л.с. сбоку.  
Фиг. 11. *Eucytherura* sp. A, экз. № Кр-О-13/11, обр. 3059-23, л.с. сбоку.  
Фиг. 12. *Eucytherura* ex gr. *soror* Pokorný, 1973, экз. № Кр-О-13/12, обр. 3059-3, п.с. сбоку.  
Фиг. 13. *Eucytherura* ex gr. *ardescae* Donze, 1965, экз. № Кр-О-13/13, обр. 3061-8, п.с. сбоку.  
Фиг. 14. *Paranotacythere* sp. 1, экз. № Кр-О-13/14, обр. 3059-38, л.с. сбоку.  
Фиг. 15. *Loxoella* ex gr. *variealveolata* Kuzn., 1956, экз. № Кр-О-13/15, обр. 3061-3, л.с. сбоку.  
Фиг. 16. *Loxoella?* sp., экз. № Кр-О-13/16, обр. 3061-3, рак. слева.  
Фиг. 17. *Neocythere flandrini* Donze, 1964, экз. № Кр-О-13/17, обр. 3059-28, п.с. сбоку.  
Фиг. 18. *Macrodentina mediostriata* (Sylvester-Bradley, 1958), экз. № Кр-О-13/18, обр. 3059-28, рак. слева.  
Фиг. 19. *Gen.* sp. (*Procytherura* sp.2, Тесакова, Савельева, 2005), экз. № Кр-О-13/19, обр. 3059-13, рак. слева.  
Фиг. 20. *Gen.* sp. (*Procytherura* sp.2, Тесакова, Савельева, 2005), экз. № Кр-О-13/20, обр. 3059-45, л.с. сбоку.  
Фиг. 21. *Gen.* sp., экз. № Кр-О-13/21, обр. 3059-28, рак. справа.

для отложений, формировавшихся в спокойной гидродинамической обстановке [1].

В качестве основной операционной единицы при реконструкции сообществ использовался род. По изменению родового состава, количественным характеристикам с привлечением данных об известных экологических предпочтениях встреченных родов выделены пять (I–V) сообществ остракод (см. табл. 1). Их смена происходит довольно часто, что свойственно мелководным зонам бассейна, где изменения температуры, солености и других факторов среды быстро влияют на придонные сообщества в противоположность более глубоководным зонам, где придонные условия более стабильны [4]. По литературным данным и результатам исследований автора в табл. 2 приведены все встреченные роды и их отношение к основным параметрам среды обитания: температуре, солености, глубине, эвтрофии [4–8]. Построены диаграммы соотношения мелководных, глубоководных и эврибатиальных родов (рис. 3), тепловодных и эвритермных (рис. 4), олиготрофных и эвтрофных (рис. 5). Среди глубоководных родов различают: обязательный компонент глубоководной фауны (эврибионтные представители гладкостенных групп) и индексы-глубоководных обстановок (мелкоразмерные цитеруриды) [8, 9]. Представители рода *Bythoceratina* включены в группу «мелководные», в современных морях они обитают на разных глубинах, но наибольшее видовое разнообразие имеют на мелководье тропических морей [10]. Современные *Cytherelloidea* обитают в тропических и субтропических морях и считаются индикатором мелководных теплых масс [6, 8, 11]. На небольшие глубины указывает

и присутствие рода *Schuleridea* – «сигнал – обмеления», термин, предложенный Е. М. Тесаковой и Л. А. Глинских [12].

Соленость – один из решающих факторов, оказывающих влияние на характер ассоциаций. В условиях морских окраин максимальное количество видов отмечается в интервале солености от 17 до 32‰, с понижением солености резко сокращается число видов, но увеличивается их индивидуальная численность [13]. Представители рода *Bairdia* стеногалинные и не переносят уменьшения солености ниже 31–32‰. По современным данным, большинство видов рода *Cytherella* стеногалинные и обитают при солености морского бассейна 32–37‰ на мелководье и при солености 34–35‰ на глубине, но некоторые виды заходят в воды с более низкой соленостью – до 25‰ (и до 10‰) [11, 14, 15 и др.]. Битоцитериды типично морские, среди них нет ни одного вида, который предпочитал солоноватые воды. Хотя некоторые из них и проникают в опресненные моря. Они обитают на разных глубинах, но на литорали редки, в холодных и умеренных водах они сосредоточены в основном на глубинах от 30–50 до 500 м, а в тропиках довольно обычны на мелководье [10]. Виды рода *Paracypris* могут встречаться в интервале солености 16–35‰ (и ниже 9–16,5‰) [13, 16]. По данным изучения юрских остракод Сирии представители родов *Cytherelloidea*, *Paracypris*, *Cytheropteron*, *Schuleridea* были включены М. Р. Добровой в группу солоноватоводных [15]. Роды *Macrodentina*, *Paranotacythere* и *Hechticythere* известны из фаций пурбека и вельда, где доминируют солоноватоводные и пресноводные формы, в том числе и *Cypridea*



Bosquet, 1852 [13, 17, 18]. В изученном материале присутствуют роды, переносящие изменение солености, но наличие в комплексах большинства морских родов, в том числе и стеногалинных, свидетельствует о нормальной солености бассейна.

Помимо солевого режима на состав и разнообразие сообществ остракод влияет температурный фактор. Современные *Cytherelloidea* существуют от +10°C (для высоких широт) до +30 – 32°C (для тропиков) [15, 11, 19]. Представители рода *Cytherella*, по современным данным, имеют более низкий предел минимальной температуры. Они могут существовать при температуре не ниже 4,9°C (для северных районов) и не выше +32°C (для тропической области). Как видно на рис. 4, в изученном материале много теплолюбивых родов, остальные эвритермные, что говорит о тепловодности палеобассейна и в известной мере определяет таксономическое разнообразие комплексов.

Показателем высокой эвтрофии бассейна считается существенное преобладание представителей родов *Cytherella* и *Eucytherura* на фоне снижения общего разнообразия. Резкое преобладание *Cytherella* или их моновидовые ассоциации («*Cytherella* – сигнал») возникают при дефиците кислорода [8]. Аэрация придонных вод, по-видимому, была нормальной и достаточной для развития бентосной фауны, так как изученные сообщества остракод многочисленны и разнообразны. Но в верхах разреза происходит небольшое снижение разнообразия остракод (до 14 родов). Увеличивается количество представителей глубоководного и эвтрофного рода *Eucytherura* (доминирование), что свидетельствует об увеличении глубины бассейна и, возможно, о повышении его общей биопродуктивности, что могло привести к незначительному нарушению кислородного режима в воде.

В глинах нижней части разреза выделено **I сообщество *Pontocyprrella*** – обедненное в количественном отношении (37 экз.), встречаются

Таблица 2

**Встреченные роды остракод из верхней части берриаса в разрезе у с. Алексеевка и их отношение к температуре, глубине, солености и эвтрофии**

Таксономический состав остракод			Отношение изученных родов к экологическим параметрам												
Отряд	Семейство	Род	температура		соленость			глубина			эвтрофия				
			тепло-водный	эври-термный	мор-ская	соленость, промилле	эврига-линная	мелко-водные	глубоководные		эври-батиа-льные	эвтроф-ные	олиго-трофные		
									обязательный компонент фауны	индекс-глубоков.					
Myodocopida	Cypridinidae	<i>Cypridina</i>													
Cladocopida	Polycopidae	<i>Polycop</i>							Гладкие						
Platycopida	Cytherellidae	<i>Cytherella</i>				10–35									
		<i>Cytherelloidea</i>				16–35									
Metacopida	Sigillidae	<i>Sigillum</i>													
	Robsoniellidae	<i>Robsoniella</i>													
Podocopida	Bairdiidae	<i>Bairdia</i>				До 31–32									
	Macrocypridae	<i>Macrocypris</i>													
	Pontocypridae	<i>Pontocyprrella</i>				28–35									
		<i>Pontocypris</i>													
	Paracypridae	<i>Paracypris</i>				9–35									
	Cyprideidae	<i>Cypridea</i>													
	Bythocytheridae	<i>Bythoceratina</i>													
	Cytheruridae	<i>Eucytherura</i>													
		<i>Procytherura</i>													
		<i>Paranotacythere</i>				28–35									
		<i>Cytheropteron</i>							Гладкие						
		<i>Eocytheropteron</i>													
		<i>Metacytheropteron</i>													
	Loxoconchidae	<i>Loxoella</i>													
	Progonocytheridae	<i>Neocythere</i>				28–35									
		<i>Macrodentina</i>													
	Pleurocytheridae	<i>Acrocythere</i>													
		<i>Klenticella</i>													
	Protocytheridae	<i>Protocythere</i>				28–35									
		<i>Hechticythere</i>													
		<i>Costacythere</i>				28–35									
	Schulerideidae	<i>Schuleridea</i>				7–37									

Сост. по: [4–8, 13].

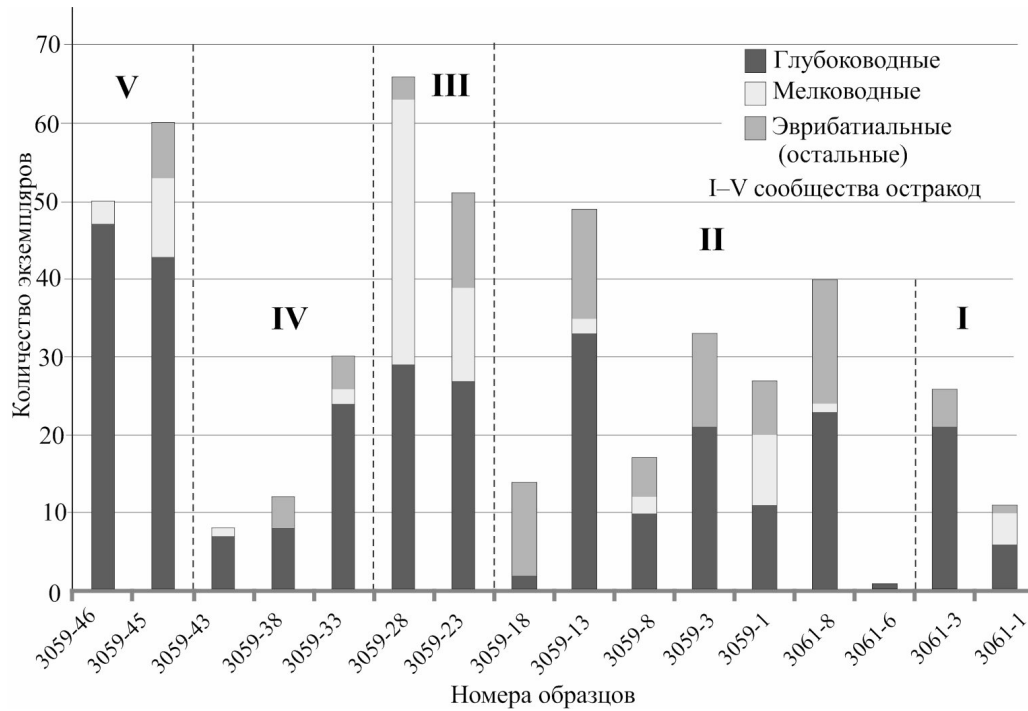


Рис. 3. Диаграмма соотношения мелководных, глубоководных и эврибатиальных родов остракод в разрезе верхней части берриаса у с. Алексеевка

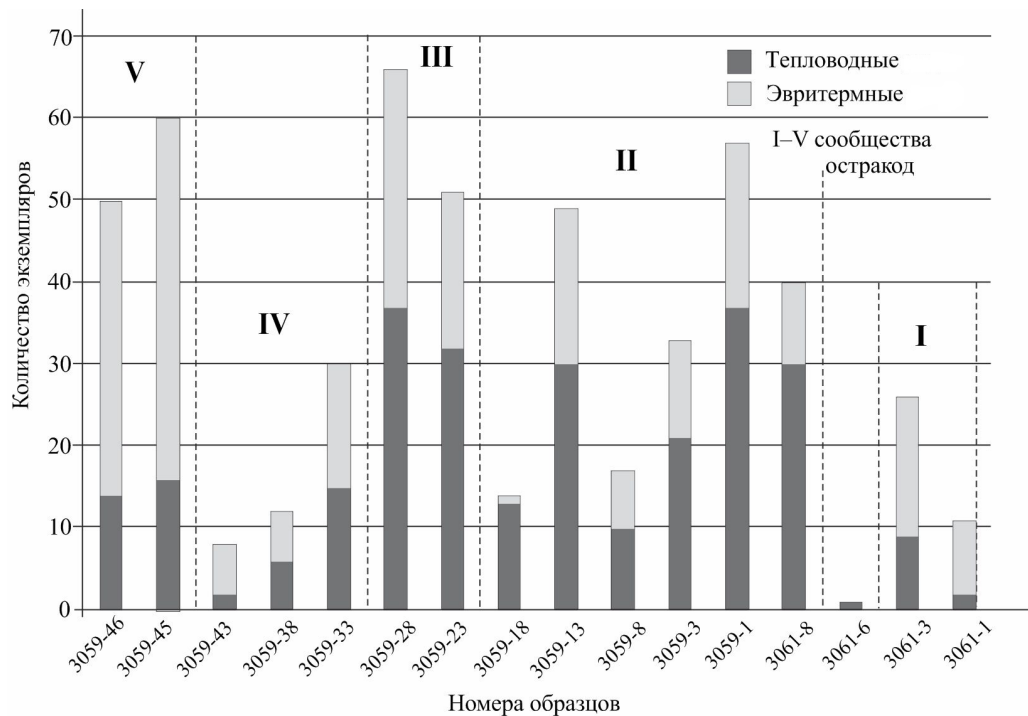


Рис. 4. Диаграмма соотношения тепловодных и эвритермных родов остракод в верхней части берриаса в разрезе у с. Алексеевка

представители 14 родов, большая часть представлена в единичном экземпляре. Доминируют эврибионтные глубоководные гладкостенные *Pontocyrella* (8 экз.) и индексы-глубоководных обстановок скульптурированные мелкоразмер-

ные цитеруриды (8 экз.) (*Eucytherura* (4 экз.) и единичные *Procytherura*, *Paranotacythere*, *Eocytheropteron*, *Metacytheropteron*). Большинство глубоководных родов остракод (73%), немного эврибатиальных (16%) и еще меньше



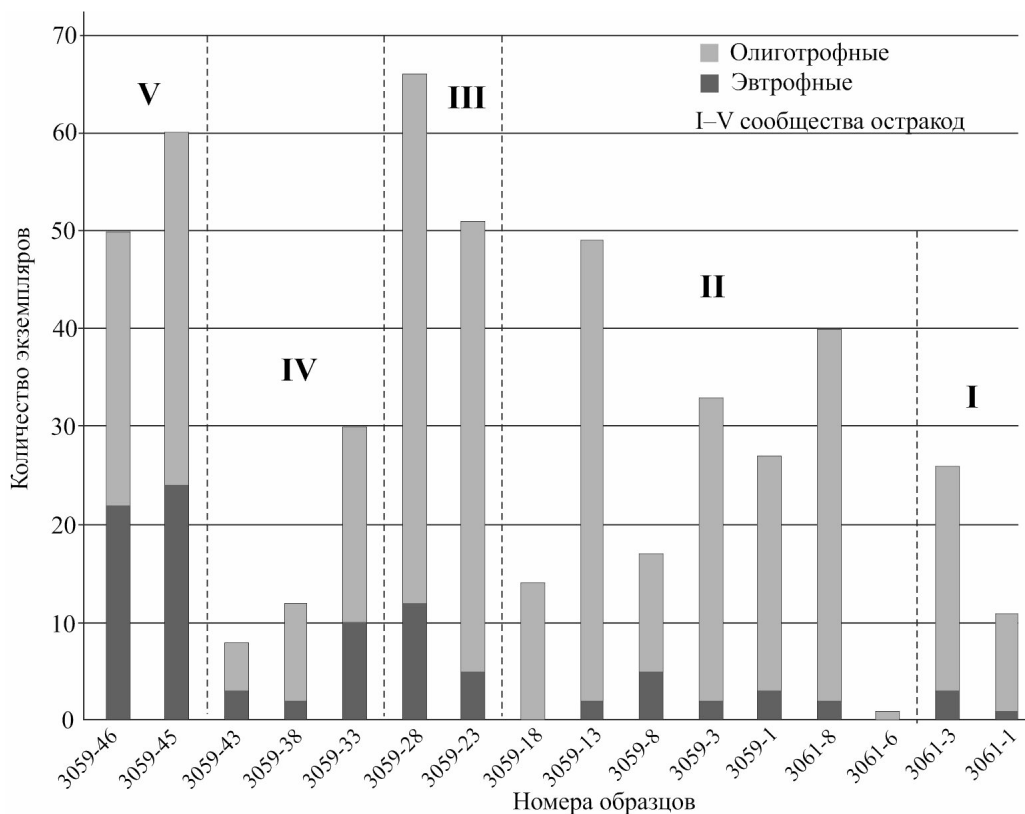


Рис. 5. Диаграмма соотношения олиготрофных и эвтрофных родов остракод в верхней части берриаса в разрезе у с. Алексеевка

мелководных (11%). Встречены обитатели илисто-песчанистого грунта – особи рода *Neocythere* (характерные до глубин 100 м), на раковинах которых развиты продольные и поперечные ребра, это облегчает им ползание по илистому грунту. Присутствуют также малочисленные мелководные *Costacythere* и единичный пелагический *Cypridina*. По отношению к температуре много эвритермных представителей (70%), меньше тепловодных (30%). Большинство родов (89%) олиготрофные. Сообщество формировалось в условиях теплого, относительно глубоководного бассейна с низким уровнем эвтрофии и с нормальным кислородным режимом. О достаточном удалении сообщества от береговой линии свидетельствует и высокий процент диноцист – около 40 % в палиноспектре. Увеличение глубины подтверждают также данные по фораминиферам: доминируют роталииды (65%), много нодзариид (18%), большое количество планктонных форм (6%) [2].

Выше по разряду обнаружены единичные остракоды, одна левая створка *Eocytheropteron* sp. и правая створка неопределенной родовой принадлежности, обломки пород окатанные, вероятно, произошли размыв и разрушение местонахождения.

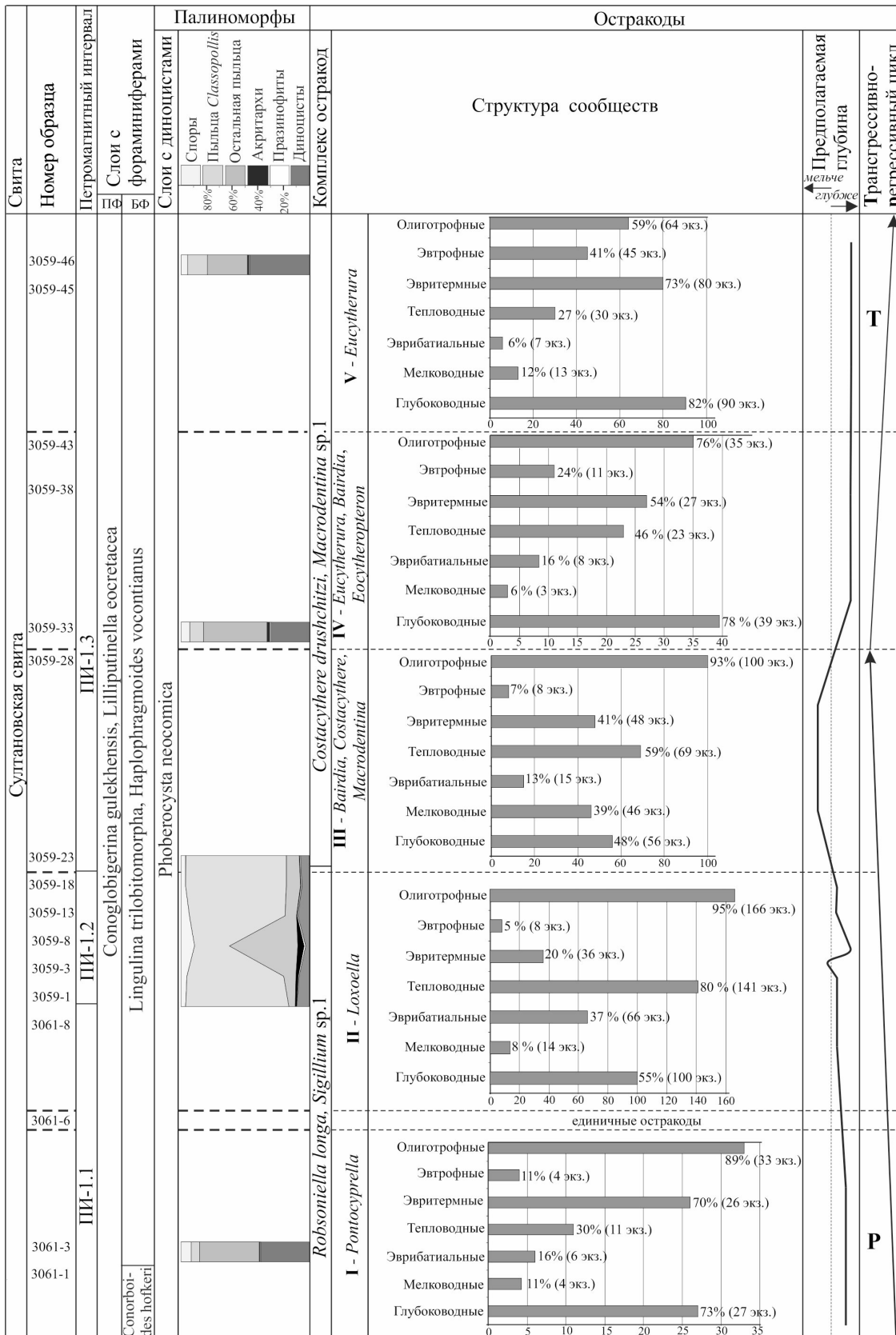
По таксономическому составу самое разнообразное и многочисленное (180 экз.) II со-

общество *Loxoella* – обнаружены представители 23 родов. Интервал разреза, в котором выделено это сообщество, практически совпадает с петромагнитным интервалом ПИ-1.2 [1] (табл. 3). Абсолютное доминирование эврибатиальных *Loxoella*, много эврибионтных глубоководных *Bairdia* и индексов-глубоководных обстановок *Cytheropteron* (*Eocytheropteron*). Существенна доля глубоководных родов (55%), много эврибатиальных (37%) и немного мелководных (8%). Среди выделенных сообществ это самое теплолюбивое (80%). Большинство родов олиготрофные (95%). По-видимому, в бассейне установились самые благоприятные условия для развития бентосной фауны: оптимальные глубина и температура, нормальный кислородный режим. Преобладание глубоководных родов указывает на сравнительно глубоководные условия, как правило, максимальное разнообразие остракод отвечает наиболее стабильным условиям, возникшим при повышении уровня моря, но ряд свидетельств указывает на уменьшение глубины бассейна: высокий процент мелководных форм; присутствие солоноватоводного и пресноводного рода *Cypridea*, косвенно подтверждающего близость береговой линии; большое количество пыльцы *Classopollis*, которая в средней части разреза достигает 80%. Эта пыльца продуцировалась растениями, часто занимавшими



Таблица 3

Структура сообществ остракод в отложениях верхней части берриаса разреза у с. Алексеевка



Сост. по: [3] с дополнениями.



низменности вблизи прибрежных районов. Возможно, они произрастали в солончаках подобно современным мангровым лесам. Обилие пыльцы *Classopollis* свидетельствует еще и об очень теплых палеоклиматических условиях [20 и др.]. В палиноспектрах также встречены споры и иная пыльца, акритархи, прازیнофиты и небольшой процент диноцист (10%). Условия жизни во время существования II сообщества не были стабильными, скорее всего происходили небольшие колебания уровня моря, изменения таксономического разнообразия и количественных характеристик остракод по отдельным образцам (см. табл. 1). То же происходило в комплексах фораминифер (в обр. 3059-1 много теплолюбивых сложнопостроенных *Lituolidae*, предпочитающих малые глубины литорали и верхней сублиторали; в обр. 3059-8 – высокое таксономическое разнообразие, доминирование роталиид и нодазариид, много планктонных форм (8%), все указывает на увеличение глубины). Интересно, что в обр. 3059-8 отмечено максимальное количество пыльцы *Classopollis* (см. табл. 3); в этом же образце происходит увеличение эвтрофных родов и уменьшение численности и видового разнообразия остракод (см. табл. 1, рис. 5). Вспышки биопродуктивности хорошо объясняются с помощью модели поступления в водоем биофильных элементов во время быстрых и относительно непродолжительных трансгрессий, которыми предшествовали регрессивные эпизоды. С развитием аноксидных обстановок в водоеме связано отсутствие или угнетенное состояние бентосной фауны. После завершения трансгрессии и прекращения поступления биофильных элементов интенсивное цветение разнообразных форм планктона заканчивалось и, соответственно, прекращалось обогащение илов органическим веществом и начинали накапливаться фоновые для бассейна осадки [21]. О приближении к береговой линии свидетельствуют и петромагнитные данные. Повышенные значения термометрического показателя (*dK*) фиксируют обогащение интервала ПИ-1.2 тонкодисперсным пиритом, ассоциирующимся, как правило, с органическим веществом (ОВ) (см. табл. 3). Скорее всего, основная масса ОВ во время формирования ПИ-1.2 поступала с суши, потому что именно к ПИ-1.2 приурочены максимальные концентрации обломочных частиц в глинах (до 8–10% от объема образца), по данным шлифового анализа [1].

В III сообществе *Bairdia*, *Costacythere*, *Macrodentina* таксономическое разнообразие и количественные характеристики немного уменьшаются, встречены представители 19 родов (117 экз.). Доминируют эврибионтные, глубоководные *Bairdia*, субдоминируют мелководные *Costacythere* (*Hechticythere*, *Klentnicella*) и *Macrodentina*. Много эврибатиальных родов *Cytherella* и *Loxoella*, а также мелководных

*Schuleridea*. Встречены пелагические *Cypridina*. Почти половина родов глубоководные (48%), очень много мелководных (39%) и немного эврибатиальных (13%). Большинство тепловодных родов (59%), но значительно меньше, чем при формировании второго сообщества, и 41% эвритермных. Количество эвтрофных родов незначительное (7%), подавляющее большинство составляют олиготрофные (93%). Смена комплексов обусловлена прежде всего уменьшением глубины бассейна. На это указывают появление большого количества мелководных родов, в том числе и индикатора мелководья *Cytherelloidea*, присутствие *Schuleridea* – «сигнала – обмеления», а также наличие более толсто-стенных раковин у представителей семейства *Protocytheridae* и снижение доли глубоководных родов почти вдвое. Количество палиноморф примерно такое же, как и при формировании второго сообщества, но без «вспышек» пыльцы *Classopollis*. Несмотря на большое количество мелководных родов, доминируют глубоководные, соответственно глубина бассейна уменьшилась незначительно, возможно, произошли и температурные изменения (небольшое похолодание), кислородный режим сохранился благоприятным для бентосной фауны. Это самое мелководное из изученных сообществ. Небольшие глубины сублиторали подтверждает присутствие большого количества теплолюбивых сложнопостроенных *Lituolidae* (10–20%).

Выше по разрезу происходит уменьшение таксономического разнообразия и сокращение количественных характеристик, всего установлено представители 14 родов (50 экз.).

В IV сообществе *Eucytherura*, *Bairdia*, *Cytheropteron* доминируют мелкогазмерные глубоководные эвтрофные цитеруриды *Eucytherura* (11 экз.), *Eocytheropteron* (7 экз.) и немного глубоководных *Bairdia* (7 экз.). Большинство число родов глубоководные (78%), немного эврибатиальных (16%) и мало мелководных (6%). По отношению к температуре примерно равное количество теплолюбивых (46%) и эвритермных (54%) родов, но тепловодных меньше, чем в третьем сообществе. Увеличился процент родов, толерантных к понижению уровня кислорода (эвтрофных 24%). Смена комплекса, вероятно, обусловлена увеличением глубины бассейна (значительно уменьшилось количество мелководных родов) и повышением эвтрофии (увеличением содержания биогенных элементов). Более глубоководные условия подтверждаются и данными по фораминиферам; хотя их таксономическое разнообразие небольшое и отсутствуют планктонные формы, но доминируют роталииды, субдоминируют нодозарииды [2].

По-видимому, дальнейшее увеличение общей биопродуктивности бассейна приводит к нарастанию дисбаланса между производством и по-



треблением кислорода в придонных слоях и к дефициту кислорода.

В **V сообществе** *Eucytherura* встречены представители 14 родов (110 экз.). Происходит увеличение количества мелкоразмерных цитерурид (индекса-глубоководных обстановок) и абсолютное доминирование *Eucytherura* (44 экз.) и, много *Eocytheropteron* (23 экз.). В целом доля эвтрофных родов составляет 41%. Значительно преобладают глубоководные роды (82%), немного мелководных (12%) и мало эврибатальных (6%). Увеличение количества мелководных произошло за счет представителей рода *Vythoceratina* (7 экз.), в современных морях они обитают на разных глубинах, но в теплых чаще встречаются на мелководье [10]. Встречены единичные представители пелагического рода *Cypridina*. Существенное увеличение количества представителей рода *Eucytherura* свидетельствует о насыщении бассейна биогенными элементами. Присутствие подавляющего количества глубоководных остракод указывает на увеличение глубины бассейна, и данные по фораминиферам подтверждают это: отмечается большое таксономическое разнообразие, много роталиид и нодзариид, встречаются планктонные формы (до 7%). Вероятно, произошло небольшое увеличение глубины бассейна и повышение содержания биогенных элементов в воде, но понижение уровня кислорода было незначительным.

**Выводы**

Проведенный палеоэкологический анализ позволил выделить пять остракодовых сообществ, отражающих смену условий осадконакопления в бассейне при формировании султановской свиты. В целом сообщества формировались в относительно глубоководных условиях (средняя сублитораль, 50–100 м), их

смена обусловлена прежде всего изменениями глубины бассейна и степенью эвтрофии. Самое мелководное **III** сообщество *Bairdia*, *Costacythere*, *Macrodentina*; в максимально благоприятных условиях формировалось **II** сообщество *Loxoella*. **IV** сообщество *Eucytherura*, *Bairdia*, *Eocytheropteron* и главным образом **V** сообщество *Eucytherura* формировались в более глубоководных условиях с повышенной биологической продуктивностью водных масс и с возможным нарушением кислородного режима. В целом условия были благоприятными для существования бентосной фауны, развитие сообществ остракод происходило в условиях теплого, нормально-соленого бассейна со спокойным гидродинамическим режимом, в основном в насыщенных кислородом водах, с достаточным привнесом питательных веществ. Установленные сообщества дополнили модель их распределения в зоне средней сублиторали в берриас-валанжинском палеобассейне Горного Крыма, предложенную ранее [22] (табл. 4).

Корреляционный анализ микрофаунистических и петромагнитных данных показал (см. табл. 1), что сильная прямая связь (на уровне значимости  $p = 0.01$ ) фиксируется только между  $dK$  и количеством экземпляров родов *Procytherura*, *Loxoella* и *Cypridea* (последний единичен). Менее надежно (при  $p = 0.05$ ) устанавливается прямая связь  $dK$  с количеством экземпляров неопределенных форм (*Gen. sp.*) и родом *Polycore*, а также  $K$  с *Loxoella*. Обратные корреляционные связи проявлены только между  $J_{15}$  и общим количеством экземпляров остракод, в том числе с количеством правых и левых створок, *Gen. sp.* Взаимосвязь микрофаунистических показателей с другими петромагнитными параметрами не выявлена.

Результаты корреляционного анализа микрофаунистических и петромагнитных параметров

Таблица 4

**Модель распределения сообществ остракод в берриас-валанжинском палеобассейне Горного Крыма**

Век	Биономические зоны														
	Батиаль	Сублитораль													
	>200 м	внешняя		средняя					внутренняя						
Вал				50 -100 м						<50 м					
Берриасский	поздний	Bairdia- Robsoniella- Eucytherura	Robsoniella- Bairdia- Eucytherura	V Eucytherura	Eucytherura- Bairdia- Eocytheropteron	IV	Pontocyprella	I	Loxoella	II	Bairdia- Costacythere- Macrodentina	III	Cytherella- Reticythere- Hechticythere	Cytherella - Reticythere- Cytherelloidea	
	средний	Paracypris- Bairdia												Costacythere- Cytherella - Schuleridea	Hechticythere - Cytherella - Costacythere
	ранний	Bairdia													

Примечание. Сост. по: [22] с дополнениями; I–V – установленные сообщества остракод в верхней части берриаса (султановская свита) в разрезе у с. Алексеевка.



по с. Алексеевка и по Валам (Самарская Лука) в известной мере сходны [23]. Отмечено, что общее количество остракод уменьшается при повышении концентрации магнетита, который формируется в присутствии достаточного количества кислорода, т. е. в придонных слоях окислительной среды (по крайней мере, в нейтральной среде или слабовосстановительной).

В первой статье по с. Алексеевка [1] были сделаны выводы о том, что максимальные значения  $dK$  фиксируют обогащение осадка тонкодисперсным пиритом в дизоксидной среде вследствие захоронения повышенных концентраций органического вещества (ОВ), а значения  $J_{rs}$  обусловлены магнетитом, формирующимся в присутствии достаточного количества кислорода, т. е. при уменьшении содержания ОВ в придонном слое. Поэтому наблюдаемую обратную корреляцию между  $J_{rs}$  и количеством остракод (створок) можно интерпретировать как взаимосвязь между снижением эвтрофии водоема и уменьшением общего количества остракод. Прямую корреляцию между  $dK$  и количеством представителей родов *Procytherura* и *Loxoella*, вероятно, можно истолковать как толерантность этих видов к дизоксидной обстановке. В то же время прямая корреляция  $K$  с количеством *Loxoella* указывает на то, что и при повышенном содержании кислорода представители этого рода чувствовали себя не менее комфортно.

По результатам исследования можно сделать заключение об экологических предпочтениях некоторых родов. Условия, при которых формировалось сообщество *Loxoella*, видимо, для данного рода были наилучшими – это теплые воды, хорошо аэрируемые на умеренных глубинах, насыщенные кислородом. Интересно, что данные корреляционного анализа микрофаунистических и петромагнитных параметров показывают толерантность этого рода как к понижению, так и к повышению уровня кислорода. Род *Macrodentina* предпочитает теплые, неглубокие, хорошо аэрируемые воды. В выделенном V сообществе общая численность увеличивается за счет эвтрофных *Eucytherura* и в меньшей степени за счет *Eocytheropteron*. Можно предположить, что последний также толерантен к снижению уровня кислорода в воде, возможно, к эвтрофным относятся и представители рода *Procytherura*.

Во время формирования зеленогорской толщи происходит обмеление бассейна до глубин литорали – верхней sublиторали с более активной гидродинамикой среды, что объясняет отсутствие остракод, их раковины были разрушены.

По данным шлифового анализа, содержание обломочных частиц закономерно убывает к кровле свиты, что свидетельствует о развитии трансгрессии [1]. По данным остракодового анализа, по разрезу выделяется регрессивная фаза Т/Р цикла, самое мелководное III сообщество, а затем

идет нарастание глубины – трансгрессивная фаза Т/Р цикла (см. табл. 3). Это подтверждается и выводами, сделанными по результатам изучения фораминифер и диноцист. Формирование отложений происходило в условиях мелководного шельфа, причем верхняя и нижняя часть разреза – в более глубокой части. На небольшие глубины указывают и данные по содержанию пыльцы *Classopollis*, которая в средней части разреза достигает 80%. Эта пыльца продуцировалась растениями, часто занимавшими низменности вблизи прибрежных районов. Обилие пыльцы *Classopollis* свидетельствует и об очень теплых палеоклиматических условиях. В средней части разреза и в комплексах фораминифер присутствует большое количество теплолюбивых сложнопостроенных Lituolidae (10–20%), предпочитающих небольшие глубины [2].

### Библиографический список

1. Грищенко В. А., Аркадьев В. В., Гужиков А. Ю., Маникин А. Г., Платонов Е. С., Савельева Ю. Н., Суринский А. М., Федорова А. А., Шурекова О. В. Био-, магнито- и циклостратиграфия разреза верхнего берриаса у с. Алексеевка (Белогорский район, Республика Крым). Статья 1. Аммониты. Магнитостратиграфия. Циклостратиграфия // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2016. Т. 16, вып. 3. С. 162–172. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2016-16-3-162-172>
2. Савельева Ю. Н., Шурекова О. В., Федорова А. А., Платонов Е. С., Аркадьев В. В., Гужиков А. Ю., Грищенко В. А., Маникин А. Г. Био-, магнито- и циклостратиграфия разреза верхнего берриаса у с. Алексеевка (Белогорский район, Республика Крым). Статья 2. Фораминиферы. Остракоды. Кальпионеллиды. Диноцисты // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2020. Т. 20, вып. 2. С. 127–145. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2020-20-2-127-145>
3. Савельева Ю. Н. Условия формирования берриасских отложений на основе изучения остракод в разрезе у с. Алексеевка (Белогорский район, Крым) // Биогеография и эволюционные процессы : материалы LXVI сессии палеонтологического общества при РАН. Санкт-Петербург : ВСЕГЕИ, 2020. С. 147–149.
4. Тесакова Е. М., Шурупова Я. А. Основы остракодового анализа на примере келловей и нижнего оксфорда разреза Михайловоцемент (Рязанская область) // Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы : труды XVII Всероссийского микропалеонтологического совещания / ответственные редакторы М. С. Афанасьева, А. С. Алексеев. Москва : ПИН РАН, 2018. С. 265–270.
5. Morkhoven F. P. C. M. Post-Paleozoic Ostracoda, I, II. Amsterdam ; London ; New York : Elsevier Publishing Company, 1963. 478 p.
6. Savelieva J. N. Paleocological Analysis of Berriasian Ostracods of the Central Crimea // Volumina Jurassica. 2014. Vol. XII, № 1. P. 163–174.



7. Карпук М. С. Остракоды верхнего баррема – апга Горного Крыма : стратиграфическое значение и палеоэкология : диссертация ... кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 2016. 320 с.
8. Тесакова Е. М. Юрские остракоды Русской плиты : стратиграфическое значение, палеоэкология и палеогеография : диссертация ... доктора геолого-минералогических наук. Москва, 2014. 295 с.
9. Николаева И. А. Глубоководные группы остракод в палеогене юга СССР и их значение для палеогеографии // Стратиграфия кайнозоя северного Причерноморья и Крыма / ответственный редактор М. Ф. Носовский. Днепропетровск : ДГУ, 1984. С. 40–48.
10. Шорников Е. И. Остракоды *Bythocytheridae* дальневосточных морей. Москва : Наука, 1981. 200 с.
11. Sohn I. G. The ostracode genus *Cytherelloidea*, a possible indicator of paleotemperature // Publ. Staz. Zool. Napoli. 1964. Vol. 33 (Suppl.). P. 529–534.
12. Тесакова Е. М., Глинских Л. А. Келловейские остракоды Центрального Дагестана : биостратиграфия, палеоэкология и хронологический анализ // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2020. Т. 28, № 4. С. 96–100.
13. Neale J. W. Ostracods and palaeosalinity reconstruction // Ostracoda in the Earth sciences / ed. P. De Decker [et al.]. Amsterdam ; Oxford ; New York ; Tokyo : Elsevier, 1988. P. 125–155.
14. Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 3 : Остракоды кайнозоя / Николаева И. А. [и др.] ; научный редактор И. А. Николаева. Ленинград : Недра ; ВСЕГЕИ, 1989. 235 с.
15. Доброва М. Р. Остракоды юры Восточного Средиземноморья : палеоэкология, стратиграфия, корреляция // Труды ГИН. 1999. Вып. 510. 80 с.
16. Keen M. C. Ostracod assemblages and the depositional environments of the Headon, Osborne and Bembridge Beds (Upper Eocene) of the Hampshire Basin // Palaeontology. 1977. Vol. 20. P. 405–445.
17. Colin J.-P., Oertli H. J. Purbeckien // Atlas des Ostracodes de France / ed. H. J. Oertli // Bulletin des centres de recherches Exploration-production Elf-Aquitaine. 1985. № 9. P. 148–161.
18. Horne D. J. Purbeck-Wealden // Ostracods in British stratigraphy / ed. J. E. Whittaker, M. B. Hart ; The Geological Society for the Micropalaeontological Society. London : Published by the Geological Society for the Micropalaeontological Society by the Geological Society, 2009. P. 309–344.
19. Neale J. W. The Ostracoda and Uniformitarianism. II. The earlier record : Cretaceous to Cambrian // Proceedings of the Yorkshire Geological Society. 1984. № 4. P. 443–478.
20. Riding J. B., Leng M. J., Kender S., Hesselbo S. P., Feist-Burkhardt S. Isotopic and palynological evidence for a new Early Jurassic environmental perturbation // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2013. Vol. 374. P. 16–27.
21. Щенетова Е. В. Седиментология и геохимия углеродистых толщ верхней юры и нижнего мела Русской плиты : автореферат ... кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 2011. 27 с.
22. Савельева Ю. Н. Палеоэкологический анализ берриас-валанжинских остракод Восточного Крыма // Полевые практики в системе высшего образования : материалы Пятой Всероссийской конференции. Крым / редактор В. В. Аркадьева. Санкт-Петербург : Издательство ВВМ, 2017. С. 173–175.
23. Савельева Ю. Н., Гужиков А. Ю. Кимериджские-волжские остракоды Самарской Луки : палеоэкологический анализ и отражение условий осадконакопления в магнетизме пород // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 118–135. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-2-118-135>

Поступила в редакцию 19.11.2021; одобрена после рецензирования 10.12.2021; принята к публикации 20.12.2021  
The article was submitted 19.11.2021; approved after reviewing 10.12.2021; accepted for publication 20.12.2021