

## Някои *Bivalvia* от Тополската свита (среден Сармат), Североизточна България

Петър Николов

Геологически институт, Българска академия на науките, ул. „Акад. Г. Бончев“, бл. 24, София 1113

## Some *Bivalvia* of the Topola Formation (middle Sarmatian), Northeastern Bulgaria

Petar Nikolov

Geological Institute, Bulgarian Academy of Sciences, Acad. G. Bonchev str., 1113 Sofia, Bulgaria; E-mail: petarn@geology.bas.bg

**Abstract.** The fossil bivalvian fauna established in the Topola Formation, the Zelenka section, Northeastern Bulgaria was studied. Six taxa from the species group are described: *Obsoletiforma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* cf. *balcicense* (Gillet, 1938), *Obsoletiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830), *Obsoletiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977), and *Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* R. Hoernes, 1874). Two of them – *O. centopleura*, and *O. lucinoidea* are announced for the first time in Bulgaria. One taxon is determined at generic level – *Obsoletiforma* sp. The stratigraphic position of the section in the upper part of the middle (Bessarabian) substage of the Sarmatian (s.l.) stage was determined as the upper part of the interval zone *Cryptomactra pseudotellina*-*Cryptomactra pesansensis* and/or lowerest part of the local taxon-range zone *Obsoletiforma balcicense*. The factors of the abiotic environments and their influence on the presence of the bivalvian fauna in the section are clarified.

**Keywords:** middle Sarmatian, *Bivalvia*, Topola Formation, Northeastern Bulgaria.

**Резюме.** Изследвана е фосилната бивалвийна фауна от Тополската свита, установена в разрез Зеленка, Североизточна България. Описани са шест таксона от видовата група: *Obsoletiforma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* cf. *balcicense* (Gillet, 1938), *Obsoletiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830), *Obsoletiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977) и *Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* R. Hoernes, 1874). Два от тях – *O. centopleura*, *O. lucinoidea* се съобщават за първи път от България. Един таксон е определен до род – *Obsoletiforma* sp. Определена е стратиграфската позиция на разреза в горната част на средния (Бесарабски) подетаж на Сарматския (s.l.) етаж като горна част на биointervalната зона *Cryptomactra pseudotellina*-*Cryptomactra pesansensis* и/или най-долна част на локалната таксон-акрозна *Obsoletiforma balcicense*. Изяснени са факторите на абиотичната среда на обитаване и тяхното влияние върху присъствието на бивалвийната фауна в разреза.

**Ключови думи:** среден Сармат, *Bivalvia*, Тополска свита, Североизточна България.

### Въведение

Сарматският етаж в Североизточна България отдавна е обект на изследване от специалисти в различни клонове на геоложките науки. Изяснени в значителна степен са много от въпросите, отнасящи се до фосилното съдържание на отделни разрези (повърхностни и сондажни), както и стратиграфската им позиция (Kojumdgieva, 1969, 1970, 1987; Kojumdgieva, Popov, 1987; Kojumdgieva et al., 1988, 1989 и други). Предвид значителната отдалеченост

във времето на досегашните проучвания, все по-наложителна е ревизия на установената досега фосилна флора и фауна, както и задълбочено изучаване на слабо проучени разрези в региона. Тези дейности биха довели до актуализиране на наличната информация и допълването ѝ с нова.

Настоящата статия има за цел да представи таксономични описания на бивалвийната фауна от един слабо изучен разрез на Тополската свита, да определи стратиграфската му позиция, а също и да изясни факторите на абиотичната среда на

обитаване и тяхното влияние върху присъствието на бивалвийната фауна в разреза. Данните от това изследване ще допълнят съществуващите и ще помогнат за интерпретацията им в светлината на климатичните промени, настъпили в региона към края на средния (Бесарабски) подвек на Сарматския век (Koleva-Rekalova, 1997; Koleva-Rekalova et al., 2020).

## Материал и метод

Тополската свита (Popov, Kojumdzieva, 1987) е изградена от масивни и ламинирани арагонитни седименти, които се проследяват от масивни и ламинирани микритни варовици и арагонитни глини (Koleva-Rekalova, 1994, 1998). Те са слабо разкрити. Относително по-големи и по-добре запазени разкрития се намират по брега на Черно море. Характерна особеност на терена тук е развитието на срутищни и свлачищни процеси. По тази причина е трудно да се намери разрез с добре запазена и по-пълно представена скална последователност.

Разрезът, обект на изследването, се намира в клифа на морския бряг на около 1,5 km западно от рибарската хижа в местността Зеленка, изток-югоизточно от гр. Каварна (фиг. 1). Наблюдава се следната скална последователност (фиг. 2):

Горната част на разреза е обхваната от срутище. Късовете са с различна големина, най-често с валунни размени, предимно сивкави до белезникави.

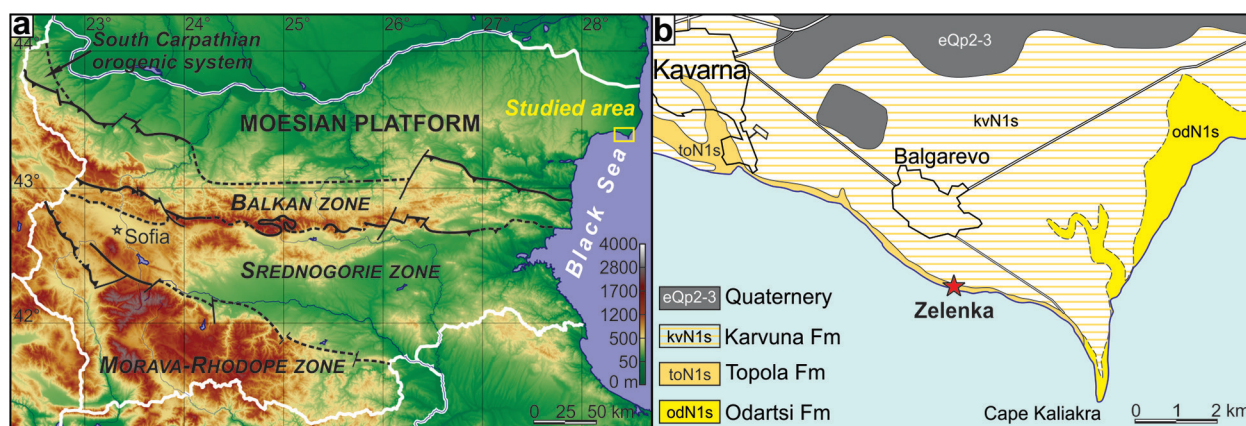
Тополска свита

6. Ламинирани арагонитити със слабо изразен позитивен релеф. Някои от ламелите са с бял цвят (проба Z1-9)..... 0,6 m
5. Ламинирани бледожълти (проба Z1-8) и светлокафеникавосиви арагонитити ..... 1,5 m
4. Глини (проба Z1-7). Три различно оцветени прослойки: долната – сива, средната – светломашиносива, горната – тъмносива..... 0,1 m
3. Неправилно редуващи се тънкослойни бледожълти (проба Z1-5) и светлокафеникавосиви (проба Z1-6) арагонитити..... 1,2 m
2. Светлосив, здрав микритен варовик, на места силно изветрял (проба Z1-4)..... 0,4 m
1. Неправилно редуване на тънкослоести (2–10 cm) арагонитити с бледожълт (проба Z1-1 и Z1-3) и светлокафеникавосив цвят (проба Z1-2). В тях се наблюдават две неголеми серпулидни биохермни тела (проба Z1-S1), силно изветрели, със субсфероидна форма ..... 1,2 m

По-подробно описание на разреза има в работата на Yaneva et al. (2019). Взетите скални проби са изследвани за наличие на молускова фауна. Установени са само представители на клас *Bivalvia*, предимно от род *Obsoletiforma* Paramonova, 1971.

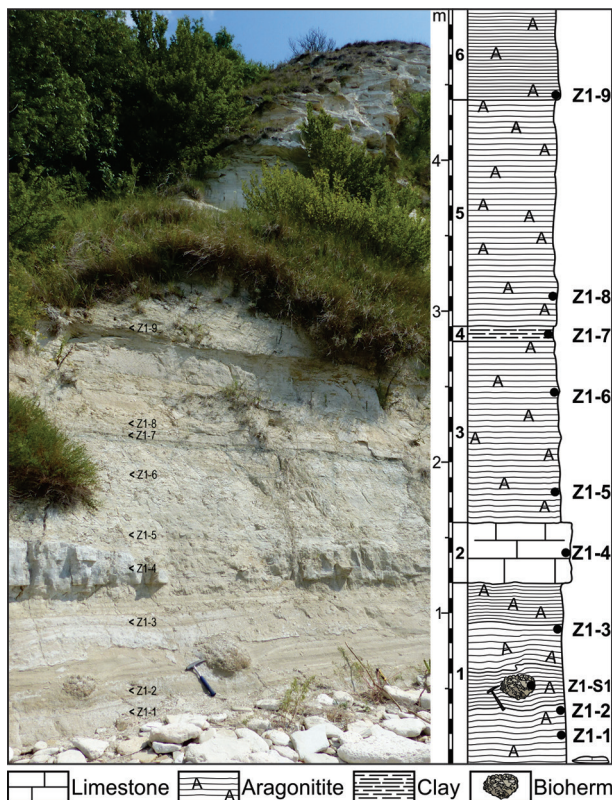
## Резултати

Фосилите имат различна степен на запазеност, обикновено много слаба. По-голямата част от тях са под формата на малки или по-големи



Фиг. 1. а) Алпийска тектонска подялба на България (опростена по Дабовски, Загорчев, 2009) и местоположение на изследваната област; б) геоложка карта на изследваната област (по Чешитев и др., 1991) с местоположението (червена звезда) на разрез Зеленка

Fig. 1. a) Alpine tectonic subdivision of Bulgaria (simplified after Dabovski, Zagorchev, 2009) with the location of the studied area; b) geological map of the studied area (after Cheshitev et al., 1991) with the location (red star) of the Zelenka section



Фиг. 2. Теренна снимка и литоложка колонка на разрез Зеленка, с указани местата на опробване

Fig. 2. Field photograph and lithological log of the Zelenka section, with the location of the sampled levels

фрагменти. Намират се само единични по-добре запазени черупки. Фосилоносни по отношение на бивалвийна фауна са само някои от опробваните пластове. Установени са следните таксони: проба Z1-8 – дребни фрагменти от тънкочерупчести Cardiidae, неопределими до род; проба Z1-7 – фосилоносна е само светломаслинено-сивата литоложка разновидност: *Obsoletiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830), *Obsoletiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977); проба Z1-6 – *Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* R. Hoernes, 1874); проба Z1-5 – *Obsoletiforma* sp.; проба Z1-4 – *Obsoletiforma* sp., *Obsoletiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* sp. (aff. *pseudosemisulcata* Andrussov, 1902), *Obsoletiforma* cf. *balcicensis* (Gillet, 1938).

В останалите четири проби не са установени фосили.

### Таксономични бележки

Описани са шест таксона от видовата група на клас Bivalvia, семейство Cardiidae. Два от тях се

съобщават за първи път от България. Един таксон е определен до род. Систематичното положение на таксоните е в съответствие с работите на Neveeskaya et al. (1993) и Paramonova (1994).

Разред VENEROIDA H. Adams, A. Adams, 1856  
Надсемейство CARDIACEA Lamarck, 1809  
Семейство CARDIIDAE Lamarck, 1809  
Подсемейство LIMNOCARDIINAE Stoliczka, 1871  
Род *Obsoletiforma* Paramonova, 1971

*Obsoletiforma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrussov, 1902)

Fig. 3a

1935. *Cardium pseudosemisulcatum* Andrus.; Kolesnikov, p. 118, pl. 18, figs. 1–6.  
1961 (1902). *Cardium pseudosemisulcatum* Andrus.; Andrussov, p. 275, pl. 2, figs. 20–22.  
1969. *Cardium (Cerastoderma) pseudosemisulcatum* Andrussov; Kojumdgieva, p. 31, pl. 9, figs. 9–12.  
1993. *Obsoletiforma pseudosemisulcata* (Andrussov); Neveeskaya et al., p. 256, pl. 61, figs. 1–4.

*Материал.* Разполагам с един недобре запазен екземпляр.

*Описание.* Черупката е със средни размери, издута, заоблено-триъгълна, тънка и крехка. Килът е заоблен, но явен. На предното и средното поле са разположени 18 радиални ребра. Най-предните от тях носят тясно разположени люспици, докато средните стават много ниски и се заглаждат. Междуребрията са широки почти колкото ребрата, плоски, но се наблюдават нерегулярни следи на нарастването. Задното поле е стръмно, покрито с 5 много слаби гладки ребра.

*Разпространение.* Среден Сарматски подетаж в Молдова, Керченски полуостров, Предкавказието, Турция. В България е отбелязан както в Северозападна, главно в сондажи, така и в Североизточна България – района на гр. Каварна и с. Кранево.

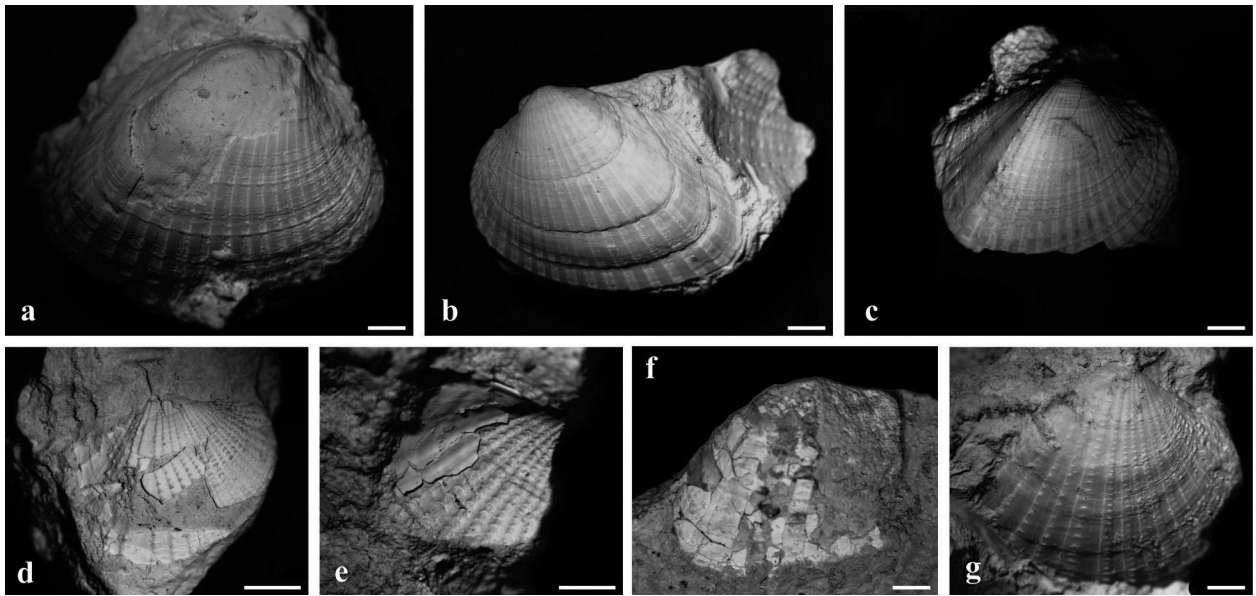
*Obsoletiforma* cf. *balcicensis* (Gillet, 1938)

Fig. 3b

1938. *Limnocardium balcicensis* nov. sp.; Gillet, p. 347, pl. 4, fig. 9a–e.  
1969. *Cardium (Cerastoderma) balcicensis* (Gillet); Kojumdgieva, p. 46, pl. 15, figs. 4–6.

*Материал.* Разполагам с един относително добре запазен екземпляр, множество фрагменти и отпечатъци в скалата.

*Описание.* Черупката е малка, слабо издължено-овална, с криловидно разширено задно поле. Килът е заоблен, но ясен. Апикалният ъгъл е око-



**Фиг. 3. Таксони, установени при изследването:** *a* – *Obsoleitiforma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrussov, 1902); *b* – *Obsoleitiforma* cf. *balcicense* (Gillet, 1938); *c* – *Obsoleitiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902); *d* – *Obsoleitiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830); *e* – *Obsoleitiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977); *f* – *Obsoleitiforma* sp.; *g* – *Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* R. Hoernes, 1874)  
(Мащабна линейка 1 mm)

**Fig. 3. Taxa identified in the study:** *a*, *Obsoleitiforma* cf. *pseudosemisulcata* (Andrussov, 1902); *b*, *Obsoleitiforma* cf. *balcicense* (Gillet, 1938); *c*, *Obsoleitiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902); *d*, *Obsoleitiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830); *e*, *Obsoleitiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977); *f*, *Obsoleitiforma* sp.; *g*, *Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* R. Hoernes, 1874)  
(Scale bar 1 mm)

ло 130°. На предното и средното поле са видни 18 слабо издигнати, плоски и гладки радиални ребра. Те постепенно, но забележимо, се разширяват към вентралния край. Междуребрията са малко по-широки от ребрата. Задното поле е стръмно, слабо вгънато, носи 5 още по-слаби, също така гладки ребра.

**Бележки.** При относително запазения екземпляр от разрез Зеленка радиалните ребра са много ниски и слаби, докато при фигурираните в оригиналната публикация (Gillet, 1938) екземпляри от района на Балчик са по-издигнати и слабо заоблени. Видът се отличава от ранносарматския *Obsoleitiforma lithopodolica* (Dubois) с по-отчетливия си кил и гладките си ребра.

**Разпространение.** Среден Сарматски (Бесарабски) подетаж, най-горна част. Видът е ендемичен, известен единствено от района, ограничен между Кранево-Оброчище-Каварна-Одърци-Ген. Кантарджиево в обхвата на Балчишкия залив на Евксинския басейн през това време.

*Obsoleitiforma* cf. *centopleura* (Andrussov, 1902)  
Fig. 3c

- 1961 (1902). *Cardium centopleurum* nov. sp.; Andrussov, p. 274, pl. 2, fig. 15.  
1935. *Cardium centopleurum* Andrus.; Kolesnikov, p. 111, pl. 16, figs. 7, 8.  
1993. *Obsoleitiforma centopleura* (Andrussov); Neveskaya et al., p. 260, pl. 62, figs. 11–14.

**Материал.** Разполагам с един относително добре запазен екземпляр.

**Описание.** Черупката е неголяма, умерено издута, крехка, със заоблена трапецовидна форма. Килът е рязко изразен чрез килно ребро. Апикалният ъгъл е около 120°. На предното и средното поле се наблюдават 17 радиални ребра. Най-предните 6 от тях са слабо издути, украсени с многобройни гъсто разположени люспици. Останалите са гладки и слабо развити. Междуребрията са гладки, равни или малко по-тесни от ребрата. На задното поле едва се разграничават 5 почти напълно загладени ребра. Килното ребро е украсено с малки шиповидни люспици.

**Разпространение.** Среден Сарматски (Бесарабски) подетаж в Молдова, Керченския полуостров, Централното Предкавказие. От България се съобщава за първи път.

*Obsoletiforma* sp. (aff. *obsoleta* Eichwald, 1830)  
Fig. 3e

1993. *Obsoletiforma obsoleta* (Eichwald); Nevesskaya et al., p. 246.

**Материал.** Един екземпляр, който представлява отпечатък от фрагмент на фосила в скалата с частично запазена черупка, която прикрива част от отпечатъка.

**Описание.** Видни са осем радиални ребра, слабо разширяващи се към вентралния край. Покрити са с относително едри, слабо огънати, разположени на гъсто, но не сбити една в друга, люспици. Междуребрията са по-тесни от ребрата. Килът слабо заоблен към рязък. Задното поле е относително тясно и по-скоро стръмно.

**Бележки.** По запазените морфоложки особености може да се предположи, че този екземпляр е по-близък до подвида *Obsoletiforma obsoleta vindobonensis* (Laskarev, 1903). Отличава се от номинатния подвид по по-яския си кил, малко по-тясното и по-стръмно задно поле.

Според Кожумджиева (1969), това са географски подвидове: *O. obsoleta obsoleta* (Eichw.) се среща в Кримо-Кавказкия и северната част на Предкарпатския басейн, а *O. obsoleta vindobonensis* (Lask.) – във Виено-Панонския и южната част на Предкарпатския басейн. Там където ареалите им се допират (напр. в Североизточна България) се срещат преходни форми, които се отличават от номинатния подвид по значителната си издутост.

**Разпространение.** *O. obsoleta vindobonensis* е известен от горната част на долния и от средния Сармат в Молдова, Западна Украйна, Предкавказието, Грузия, Мангишляк, Румъния, Австрия, Унгария, Турция. В България е съобщен от: Северозападна България, предимно в сондажи; Североизточна България – горната част на долния Сармат при Владиславово и Батова, както и от средния Сармат в крайбрежните участъци във Варненско и Добричко.

*Obsoletiforma* sp. (aff. *lucinoidea* Paramonova, 1977)  
Fig. 3f

1993. *Obsoletiforma lucinoidea* (Paramonova); Nevesskaya et al., p. 256, pl. 60, figs. 20, 21.

**Материал.** Разполагам с два силно излужени екземпляра.

**Описание.** Черупката е малка, заоблена. Кил отсъства. Ребрата са почти неразличими. Само върху запазените части на предното поле се

забелязва отделност по дължината на радиални ребра, разделени от тънки плитки междуребрия.

**Бележки.** Видът се разпознава по изключително характерната липса на релефни морфоложки елементи.

**Разпространение.** Среден Сармат от Керченския полуостров. От България се съобщава за първи път.

*Obsoletiforma* sp.  
Fig. 3g

**Материал.** Един недобре запазен екземпляр.

**Описание.** Черупката е малка, крехка, заоблена. Видни са само 17 радиално ребра върху предното и централното поле. Те са ниски, плътни, носят регулярно разположени, но не сбити, ниски люспици. Върху някои от ребрата люспиците не се разполагат върху цялата ширина на реброто, а са изместени в неговата предна част. Най-предните три ребра са тесни, нишковидни, очертани от по-високо издигащите се люспици. Междуребрията са гладки, със слабо очертани линии на нарастването, приблизително равни или малко по-широки от ребрата, разширяват се към вентралния край.

Род *Inaequicostata* Paramonova, 1971  
*Inaequicostata* sp. (aff. *barboti* Hoernes, 1874)  
Fig. 3d

1935. *Cardium barboti* R. Hoern.; Kolesnikov, p. 117, pl. 17, figs. 19–23.

1938. *Limnocardium barboti* R. Hoernes; Gillet, p. 345, pl. 3, fig. 3.

1969. *Cardium (Cerastoderma) barboti* R. Hoernes; Kojumdjieva, p. 41, pl. 13, figs. 4–8.

1993. *Inaequicostata barboti barboti* (R. Hoernes); Nevesskaya et al., p. 280, pl. 66, figs. 7–10.

**Материал.** Един екземпляр със слаба запазеност, но са видни някои от морфоложките особености на вида.

**Описание.** Черупката е малка, крехка. На предното поле се наблюдават 17 тънки радиални ребра. Те са очертани от малко по-издигнати и слабо огънати люспици. Първите няколко ребра са малко по-високи и заоблени. С приближаване към кила люспиците стават по-тесни до шиповидни. Килното ребро е по-издигнато, носи многобройни шиповидни люспици. На задното поле има 5 ниски, тесни ребра, носещи шиповидни люспици. Ребрата са развити неравномерно. Поделят се на главни и второстепенни, които не достигат до върха. Междуребрията са гладки, само с линии на нарастването, по-широки на задното поле.

*Бележки.* Ребрата, макар и слабо издадени, са развити по цялата повърхност на черупката. Това приближава наличният екземпляр повече до номинатния подвид.

*Разпространение.* Среден (Бесарабски) подетаж на Сарматския етаж в България, Керченски и Тамански полуостров, Предкавказието, Азербайджан.

## Дискусия

### Стратиграфско положение

Според Paramonova (1994), през ранния Сармат в Източния Паратетис са обитавали 10 вида на род *Obsoletiforma* Param., четири от които продължават съществуването си и през средния Сарматски подвек. От тях са се появили около 20 нови вида, а подвидовете са много повече. Към края на средния Сармат почти цялата богата молускова фауна, в т.ч. всички сарматски Cardiidae, измира (Пјина et al., 1976) и през късния Сармат в целия Източен Паратетис обитават и дивергират единствено няколко представителя на род *Maetra* Linné.

Във фосилоносните пластове на разрез Зеленка са установени само миди от семейство Cardiidae и отсъстват представители от семейство Maetridae. Болшинството от тази фауна е от род *Obsoletiforma*. Можем с достатъчна степен на увереност да потвърдим средносарматската (Бесарабска) възраст на разреза до нивото на проба Z1-9.

Според Kojumdjieva & Popov (1987), в Североизточна България отсъства раннобесарабско молусково съобщество от глинестия фациес. Къснобесарабската фауна те групират в две едновременно съществуващи съобщества: 1) *Sarmatimaetra vitaliana pallasi-Plicatiforma fittoni fittoni*, което се среща в грубозърнести отложения (черупчести и детритусни варовици, рядко пясъци и пясъчници). Доминантен е *Sarmatimaetra vitaliana pallasi* (d'Orb.), а поредки са *Plicatiforma fittoni fittoni* (d'Orb.), *O. obsoleta obsoleta* (Eichw.), *O. obsoleta ingrata* (Koles.) и други. То е близък аналог на съобществото с т. нар. „типична бесарабска фауна“ *Raphia ponderosa-Maetra vitaliana palassi* от Северозападна България (Kojumdjieva, 1976); 2) *Obsoletiforma michailowi-Inaequicostata barboti*, характерно за глини и варовити глини. Доминантен е *O. michailowi* (Toula), а често *O. bajarunasi* (Koles.), *O. pseudosemisulcata* (Andrus.), *Plicatiforma fittoni rustovense* (Sult.), *I. barboti* (Hoern.), *I. subfittoni* (Andrus.), *I. suessi*

(Barb.) и някои други. Това съобщество е аналог на т. нар. подсъобщество на „крехките кардииди“ на съобществото *Cryptomaetra pesansensis* от Северозападна България (Kojumdjieva, 1976). Отличава се от него по рядкото присъствие на *C. pesansensis* (May.).

В ограничен район на Добруджанската част на Североизточна България над тях се отбелязват пластове със съобществото *Obsoletiforma balcicense*, което се среща предимно във варовици и много рядко в арагонитни отложения (Kojumdjieva, Popov, 1987; Koleva-Rekalova, 1992, 1997). Фауната е изключително от ендемичните *O. balcicense* (Gollet) и *O. kolesnikovi kavarnense* (Kojumdg.) с многобройни екземпляри. Само в долните части на интервала се срещат рядко *O. pseudosemisulcata* (Andrus.) и *I. vassoevitschi* (Koles.).

Специфичният видов състав на установената от нас фосилна фауна, показва близост със съобществото *Obsoletiforma michailowi-Inaequicostata barboti* и/или със съобществото *Obsoletiforma balcicense*. Наличието на единични екземпляри от неголям брой видове, повечето нехарактерни и със слаба запазеност, затруднява отнасянето на пластовете от изучавания разрез към известните биостратиграфски зони. На основание постоянството на твърде бедния и изключително специфичен видов състав, Kojumdjieva & Popov (1987) предлагат отделянето на локална таксон-акрозона *Obsoletiforma balcicense* в най-горната част на Бесарабския подетаж от региона. Някои от установените от нас таксони (*O. pseudosemisulcata* (Andrus.), *I. barboti* (Hoern.)) са характерни за биоинтервалната зона *Cryptomaetra pseudotellina-Cryptomaetra pesansensis*, отделена от Kojumdjieva et al. (1988) като „интервал-зона *Cryptomaetra pesansensis*“ в схемата за Паратетиса, в т.ч. Дакийски, Евксински и Каспийски басейн. Те разглеждат пластовете с *O. balcicense* (Gollet) като най-горна част на тази биостратиграфска единица като „локална зона *Obsoletiforma balcicense*“ в Североизточна България. Kojumdjieva et al. (1989), обаче, се връщат на идеята за самостоятелност на локалната таксон-акрозона *Obsoletiforma balcicense*, макар да не я дефинират.

Може да се предположи, че пластовете от разрез Зеленка, от които е изолирана фосилната фауна, предмет на това изследване, представят горната част на биоинтервалната зона *Cryptomaetra pseudotellina-Cryptomaetra pesansensis* и/или долната част на локалната таксон-акрозона *Obsoletiforma balcicense*.

## Отношение към факторите на средата

Представителите на родовете *Obsoletiforma* и *Inaequicostata*, които се срещат в изучаваната скална последователност, са сестонофаги с два сифона, заравящи се в субстрата в различна степен. Родовете са с морски произход, еврихалинни. Могат да съществуват при нормална соленост, но могат да понесат и значително опресняване докъм 18‰, някои представители дори до 5‰. Диапазонът на поносимост по отношение солеността на установената фауна е от 20 до 12–10 ‰. Kojumdgieva (1970), Iljina et al. (1976) и Paramonova (1994) предполагат, че солеността на морската вода през Бесарабския подвек тук е била около 15–14‰. Paramonova (1994) счита, че и двата рода обитават на дълбочина от 60 докъм 200 m. Kojumdgieva (1970) е на мнение, че ендемичният *Obsoletiforma balcicense* е плитководен, но не указва по-конкретно предположение в тази посока. Представителите и на двата рода, *Obsoletiforma* и *Inaequicostata*, могат да понесат известен дефицит на кислород. Всички са евритермни. Видно е, че разглежданата фауна притежава относително широк диапазон на поносимост по отношение параметрите на абиотичната среда, което им помага да се адаптират към специфичните особености на биотопите.

Според Iljina et al. (1976), върху глинести и варовито-глинести участъци на Бесарабския басейн най-често са обитавали съобщества с ръководни форми като *Obsoletiforma michailowi* (Toula), *O. desperata* (Koles.) и характерния *O. gatuevi* (Koles.). На тинестото дъно от долната част на сублиторала е обитавало криптоматрово съобщество, обикновено с малобройни популации. Само рядко присъстват *Inaequicostata barboti* (Hörn.), *I. subfittoni* (Andrus.), *Obsoletiforma michailowi* (Toula), *Atamarcia naviculata* (Hörn.) и някои други.

Изследваният от нас разрез Зеленка е изграден предимно от масивни и ламинирани арагонитни седименти, които се проследяват от масивни и ламинирани микритни варовици и глини, характерни за Тополската свита. Като причина за отлагане на арагонитните седименти Koleva-Rekalova (1997, 1998), а също Koleva-Rekalova et al. (2020), разглеждат прогресивен процес на аридизация на климата. Според Koleva-Rekalova (1997, 1998), арагонитът, полиморфна разновидност на  $\text{CaCO}_3$ , се е отложил тук в плитък залив при специфични условия – температура над

20 °C, соленост – близка до океанската, pH – около 9, високо съдържание на  $\text{Mg}^{2+}$ , инхибитор в процеса на образуване кристалите на калцита, присъствие на елементите-примеси  $\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Ba}^{2+}$ , които заместват  $\text{Ca}^{2+}$  в кристалната решетка на арагонита. Това води до нарушаване на съотношението  $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$  в морската вода (Kojumdgieva, 1970) и то добива стойности  $>2$  (Ries, 2010). Тези условия са крайно неблагоприятни за развитие на молусковата фауна. Поради това тя отсъства или се наблюдава много рядко в арагонитни седименти. Нерегулярно в басейна е имало приток на пресни води, които понижават pH и повлияват на йонния състав ( $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+} < 2$ ) на водата. Създават се условия за рекуренция на молускова фауна, реализирала своя еволюционен потенциал в район, слабо засегнат от промените.

## Заклучение

Характерните за Тополската свита арагонитни седименти са се отлагали при условията на плитък залив с топли води и високи стойности на pH. Тези изключително специфични условия на абиотичната среда са в резултат на прогресивна аридизация на климата в района. Неритмично в басейна са се вливали пресни води, нарушаващи тези условия и създаващи възможност за рекуренция на молускова фауна.

От това изследване става ясно, че в района все още съществуват видове, характерни за молусковото съобщество *Obsoletiforma michailowi-Inaequicostata barboti*, очевидно с малобройни популации. Макар вече да са се създали условия за възникване и разселване на ендемичния *Obsoletiforma balcicense*, той все още нито заема доминираща позиция, нито е единствена форма, както е при съобществото *Obsoletiforma balcicense*. Тази фауна представя горната част на биоинтервалната зона *Cryptomacra pseudotellina-Cryptomacra pesanseris* и/или долната част на локалната таксон-акрозна *Obsoletiforma balcicense* от горната част на средния (Бесарабски) подетаж на Сарматския (s.l.) регионален етаж тук.

**Благодарности:** Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение №Д01-322/18.12.2019 г.).

## Литература References

- Andrussov, N. 1961 (1902). Die sudrussische Neogenab-lagerungen. 3. Sarmatische Stufe. – In: Shatskiy, N., D. Shterbakov (Eds). *N. I. Andrussov. Selected works*, 1, 206–283 (in Russian).
- Cheshitev, G., T. Chontova, N. Popov, E. Kojumdgieva. 1991. *Geological Map of Bulgaria on Scale 1:100 000. Balčik and Šabla Map Sheets*. Committee of Geology and Mineral Resources, Enterprise of Geophysical Survey and Geological Mapping.
- Dabovski, H., I. Zagorchev. 2009. Alpine tectonic subdivision of Bulgaria. – In: Zagorchev, I., H. Dabovski, T. Nikolov (Eds). *Geology of Bulgaria. Part II, Mesozoic Geology*. “Prof. Marin Drinov” Publishing House, Sofia, 30–37 (in Bulgarian with English abstract).
- Gillet, S. 1938. Les Limnocardiidés de quelques gisements du Sarmatien Roumain. – *Anuarul Institutului Geologic al României*, 19, 323–360 (in French).
- Ilijina, L., L. Nevevskaja, N. Paramonova. 1976. *Patterns of the Mollusc Development in the Neogene Semimarine and Brackishwater Basins of Eurasia (Late Miocene–Early Pliocene)*. Moscow, Nauka, Treat. Palaeontol. Inst. Acad. Sci. USSR, 155, 288 p. (in Russian).
- Kojumdgieva, E. 1969. Sarmatien. – In: Tzankov, V. (Ed.). *Les Fossiles de Bulgarie*. Sofia, Academie Bulgarie des Sciences, Vol. VIII, 223 p. (in Bulgarian with French abstract).
- Kojumdgieva, E. 1970. Evolution des Mollusques sarmatiens. – *Bull. Geol. Inst., Ser. Palaeontology*, 19, 25–59 (in Bulgarian with Russian and French abstract).
- Kojumdgieva, E. 1976. Paléoécologie des communautés des Mollusques du Miocène en Bulgarie du Nord-Ouest. IV. Communautés des Mollusques du Bessarabien et du Chersonien (Sarmatien moyen et supérieur). – *Geologica Balc.*, 6, 4, 37–56.
- Kojumdgieva, E. 1987. Systématique et phylogénie des Cardiidés sarmatiens de la Paratéthys. – *Geologica Balc.*, 17, 5, 3–14.
- Kojumdgieva, E., N. Popov. 1987. The Molluscan communities from the Sarmatian in North-Eastern Bulgaria. – *Palaeont., Stratigr. and Lithol.*, 24, 60–69 (in Russian with English abstract).
- Kojumdgieva, E., N. Paramonova, L. Belokryz, S. Muskhelishvili. 1988. Zonal subdivision of the Sarmatian Stage after bivalvian molluscs. – *Geologica Balc.*, 18, 4, 3–14 (in Russian with English abstract).
- Kojumdgieva, E., N. Popov, M. Stancheva, S. Darakchieva. 1989. Correlation of the biostratigraphic subdivisions of the Neogene in Bulgaria after molluscs, foraminifers and ostracods. – *Geologica Balc.*, 19, 3, 9–22 (in Russian with English abstract).
- Kolesnikov, V. 1935. *Sarmatische Mollusken*. Leningrad (St. Petersburg), Verlag Akad. Wiss. USSR, Palaentologie der USSR, 10, 2, 500 p. (in Russian with German abstract).
- Koleva-Rekalova, E. 1994. Sarmatian aragonite sediments in North-Eastern Bulgaria – origin and diagenesis. – *Geologica Balc.*, 24, 5, 47–64.
- Koleva-Rekalova, E. 1997. Climate evolution during the Sarmatian of Northeastern Bulgaria (according to sedimentological data). – *Geologica Balc.*, 27, 3–4, 79–82.
- Koleva-Rekalova, E. 1998. Formational conditions of the Sarmatian sedimentary rocks from the Balchik area, North-Eastern Bulgaria. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 59, 1, 69–74.
- Koleva-Rekalova, E., M. Yaneva, P. Nikolov, N. Ognjanova-Rumenova, N. Nikolov. 2020. Climate changes during the late Bessarabian–early Khersonian (Sarmatian) according to integrated sedimentological and biostratigraphic data from North-eastern Bulgaria. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 81, 3, 135–137.
- Nevevskaya, L., I. Goncharova, N. Paramonova, S. Popov, E. Babak, K. Bagdasaryan. 1993. *Opredelitel’ Miotsenovyyh Dvustvorchatykh Mollyuskov Yugo-Zapadnoy Evrazii (Guide of the Miocene Bivalvia of the South-Western Eurasia)*. Moscow, Nauka, Treat. Palaeontol. Inst. RAS, 247, 412 p. (in Russian).
- Paramonova, N. 1994. *Istoria Sarmatskih i Akchagyl’skih Dvustvorchatykh Molyuskov (History of the Sarmatian and Akchagilian Bivalvia)*. Moscow, Nauka, Treat. Palaeontol. Inst. RAS, 260, 212 p. (in Russian).
- Popov, N., E. Kojumdgieva. 1987. The Miocene in Northeastern Bulgaria (lithostratigraphic subdivision and geological evolution). – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 48, 3, 15–33.
- Ries, J. 2010. Review: geological and experimental evidence for secular variation in seawater Mg/Ca (calcite-aragonite seas) and its effects on marine biological calcification. – *Biogeosciences*, 7, 2795–2849, <https://doi.org/10.5194/bg-7-2795-2010>.
- Yaneva, M., E. Koleva-Rekalova, P. Nikolov, N. Ognjanova-Rumenova. 2019. Topola Formation, Northeastern Bulgaria – biostratigraphical and palaeoecological aspects. – *Rev. Bulg. Geol. Soc.*, 80, 3, 133–135.

Постъпила на 24.11.2020 г., приета за печат на 12.02.2021 г.  
Отговорен редактор Борис Вълчев