

Палеоэкологические методы в микрорпалеонтологии

Лекция 6.

Остракоды. Морфофункциональный анализ раковин.
Соотношение размерных кластеров. Палеобатиметрия по
оптическим линзам остракод.

Д.г.-м.н., в.н.с. Е.М. Тесакова

ostracon@rambler.ru



Микроскопические рачки с двусторонней известковой (CaCO_3) раковиной; ведут как планктонный (S – Q), так и бентосный (Є – Q) образ жизни.



Perrier, 2007

Biodiversité et écologie des ostracodes myodocopes (Crustacea) du Silurien supérieur d'Europe.

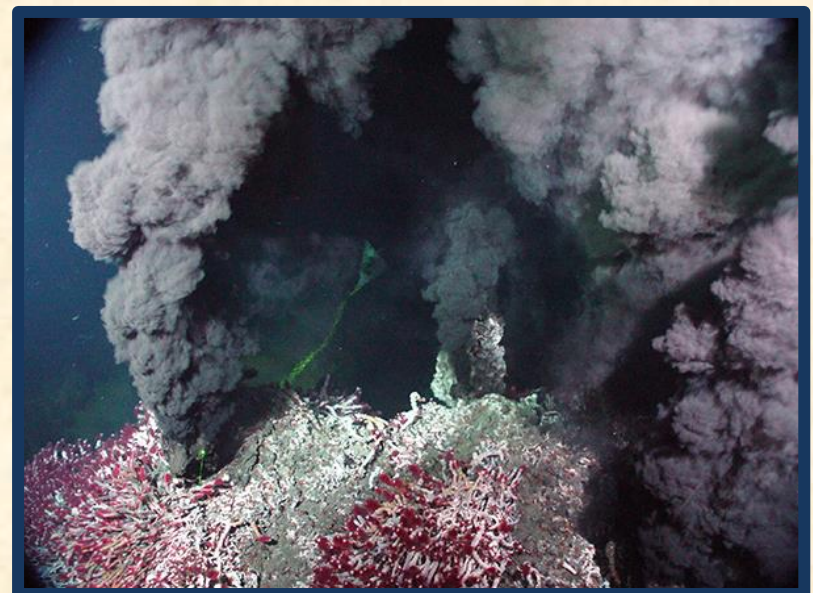


Melnikova, Siveter, Williams, 1997

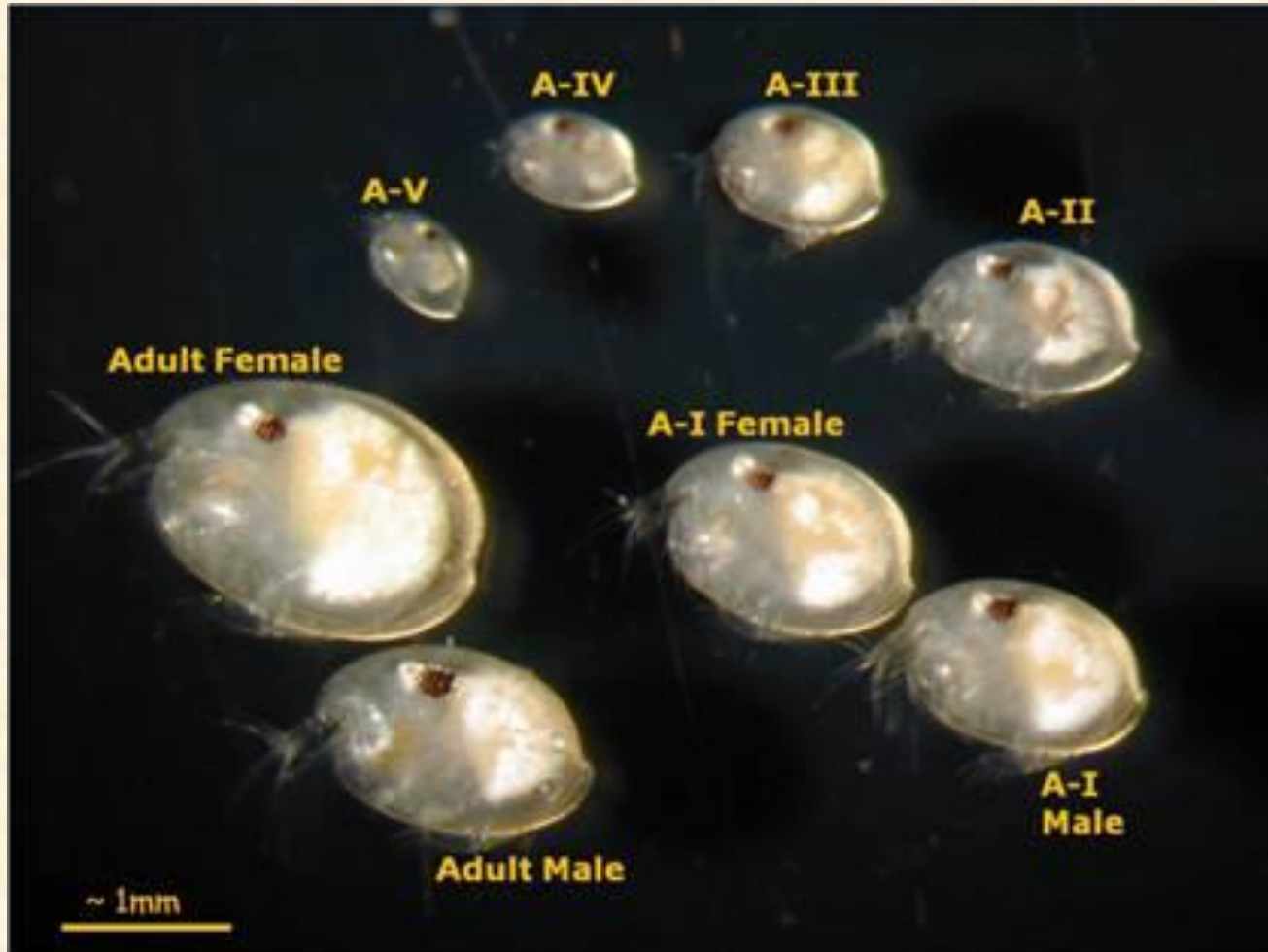
Cambrian Bradoriida and Phosphatocopida (Arthropoda) of the former Soviet Union // *Journ. Micropal.* 16: 179–191.

Есть три причины, по которым остракод считают наиболее предпочтительной группой для палеоэкологических реконструкций:

1. Встречаются в любом водоеме от пресных вод и влажных наземных обстановок до рапы Мертвого моря и биотопов черных курильщиков.

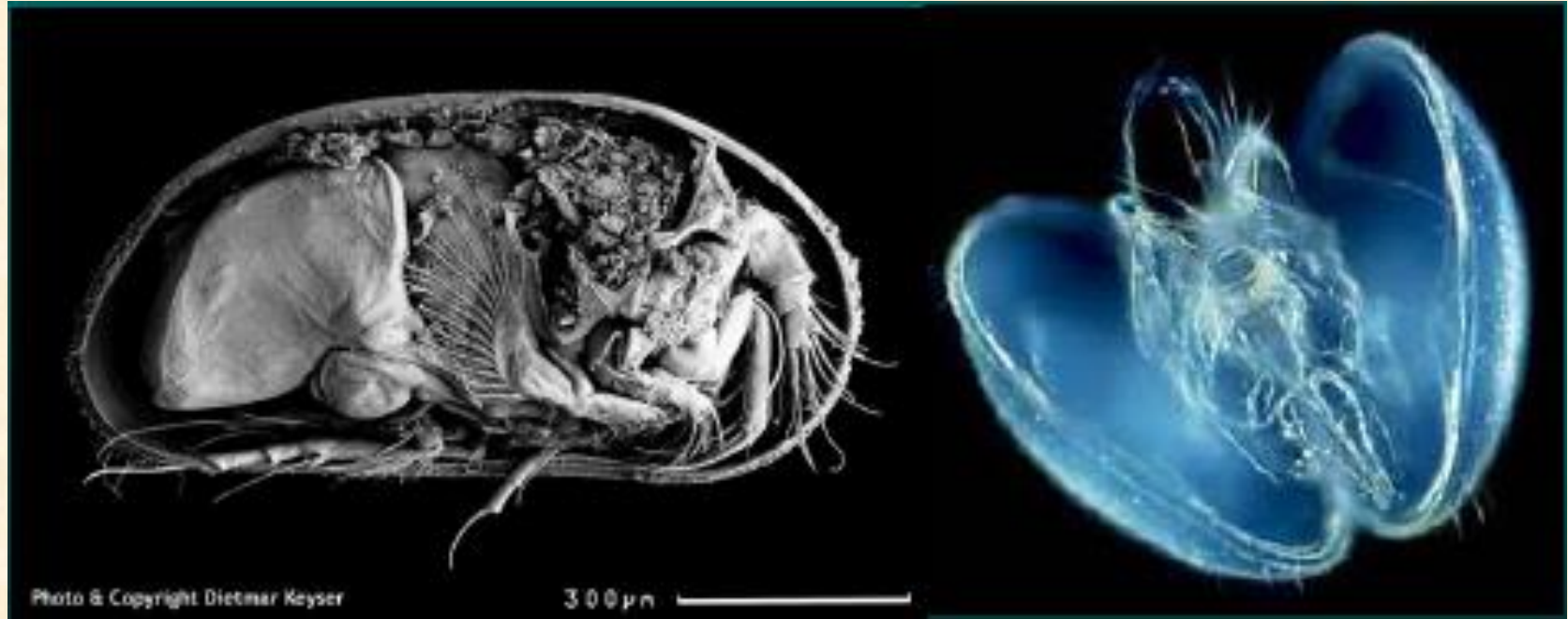


2. Их онтогенез лишен планктонной стадии, поэтому расселение в морях не зависит от течений и строго контролируется экологическими условиями водных масс.



Современный вид *Vargula hilgendorffii*

3. Обладают высочайшей чувствительностью к изменениям среды, что сразу отражается на **таксономической, количественной и возрастной** структуре их сообществ.



Сложность биологического строения остракод определяет, как высокую **приспособляемость**, так и **требовательность** к окружающей среде.

Методы остракодового анализа

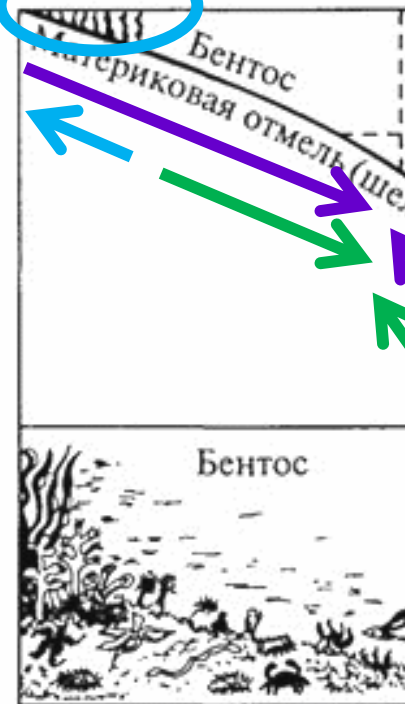
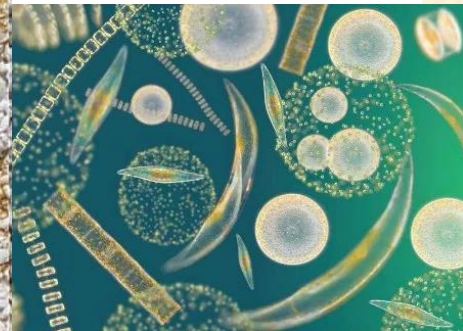
Расчет относительных глубин :

- Анализ соотношения кривых разнообразия и численности (через биопродуктивность и кислородный режим)
- Анализ соотношения размерных кластеров остракод (через стратегии питания)
- Морфофункциональный анализ раковин остракод (через скульптуру, связанную с грунтами)
- Анализ процентной доли остракод с глазными бугорками (через освещенность)

- Расчет **абсолютных глубин** по размеру глазных бугорков

Отношение разнообразие / численность
стракод для
той палеоглубины.

деляется
словий



Base of channel with concentration of ostracods with gastropods - *Hydrobia* and *Valvata*. Blocks of limestone from the Lower Purbeck Formation at the dinosaur footprint site. Probably from a bed somewhere above the Hard Slatt level. Ian West (c) 2003.

<http://www.studfiles.ru/preview/2491829/page:1/>

сть определяется
одуктивностью

Это соотношение нарушается и снижением кислорода вследствие эвтрофии или низкой/нестабильной соленостью.

(Tesakova, Shurupova, 2018)

Размерные кластеры остракод

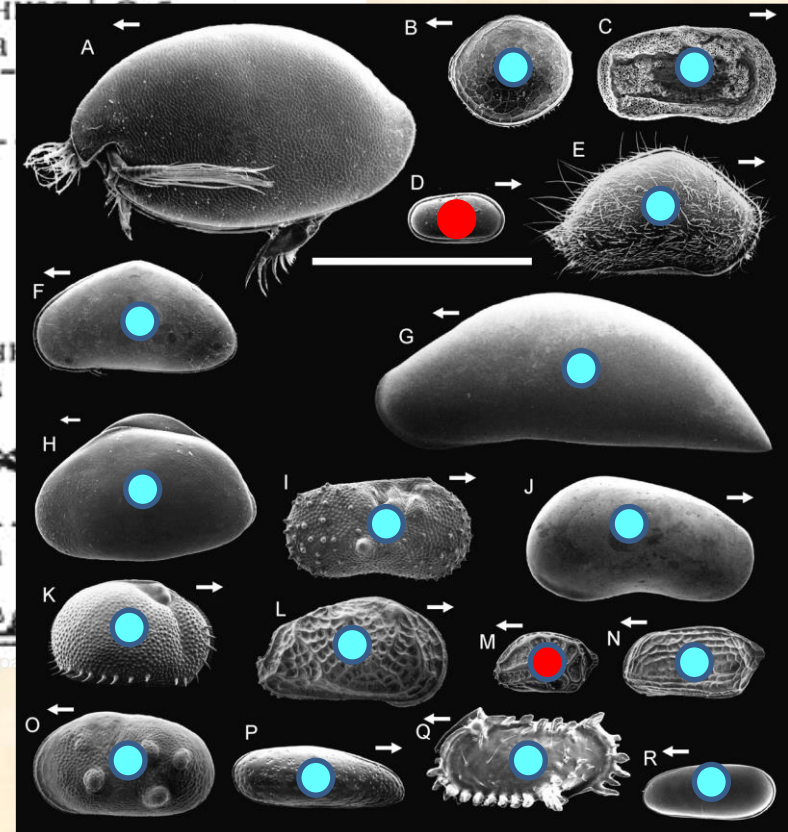
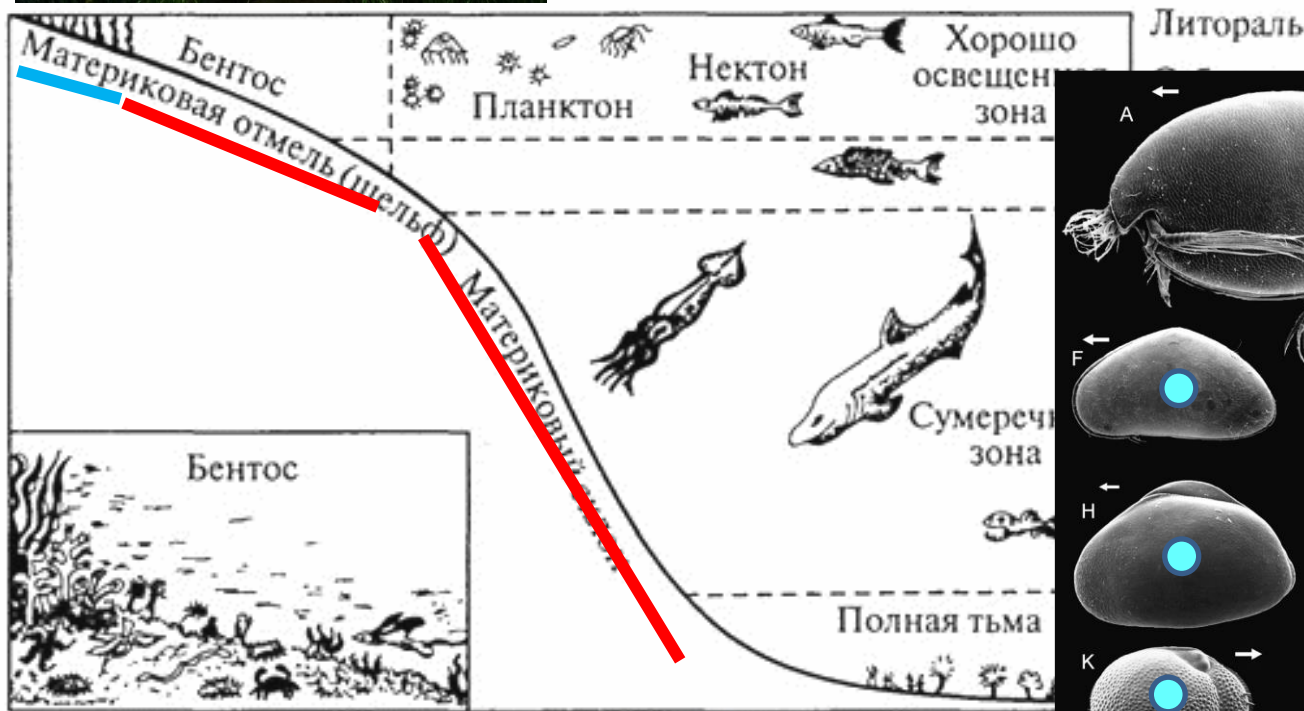


Крупный кластер ценотически связан с биотопом макрофитов (в юре 0,5–1,2 мм).

Мелкий кластер состоит в основном из илоедов и детритофагов (в юре 0,25–0,35 мм), присутствует на всех глубинах, но на нижней сублиторали его доля в комплексах высока.

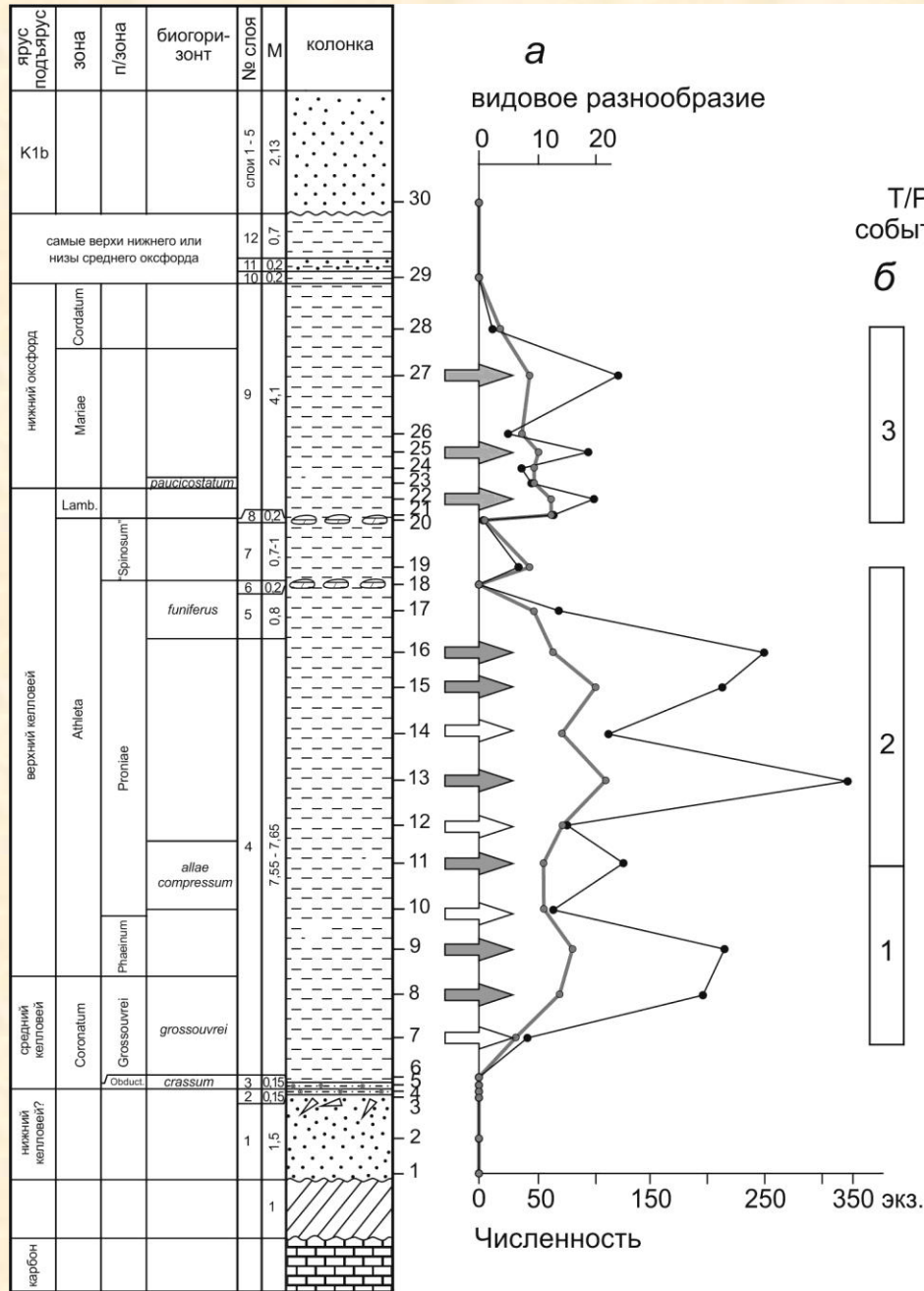
Между этими кластерами нет размерного перехода.

(Tesakova, Shurupova, 2018)



Examples of genera of the major living groups of Ostracoda. (A) Vargula; (B) Polycope; (C) Cytherelloidea; (D–R) Podocopa: Scale bar. 1.0 mm. Modified after Horne et al. (2002).

Анализ соотношения кривых разнообразия и численности

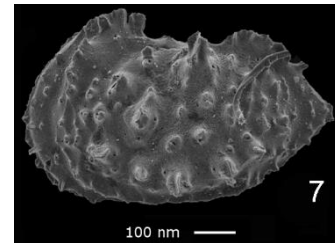
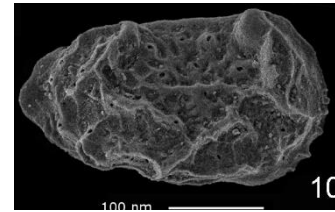
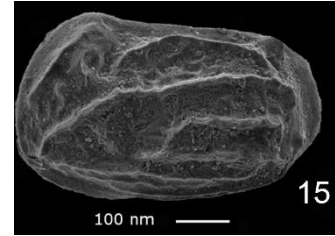
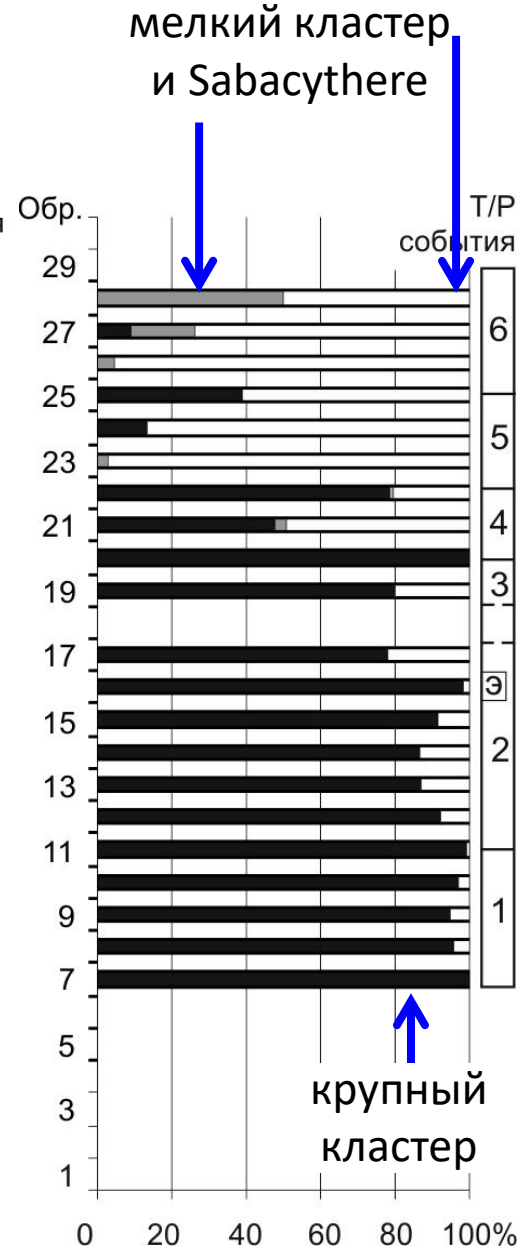
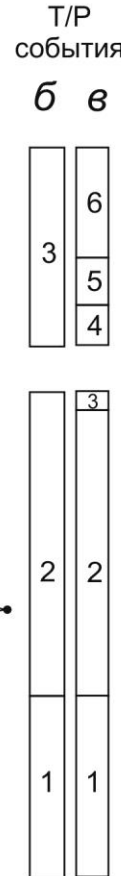
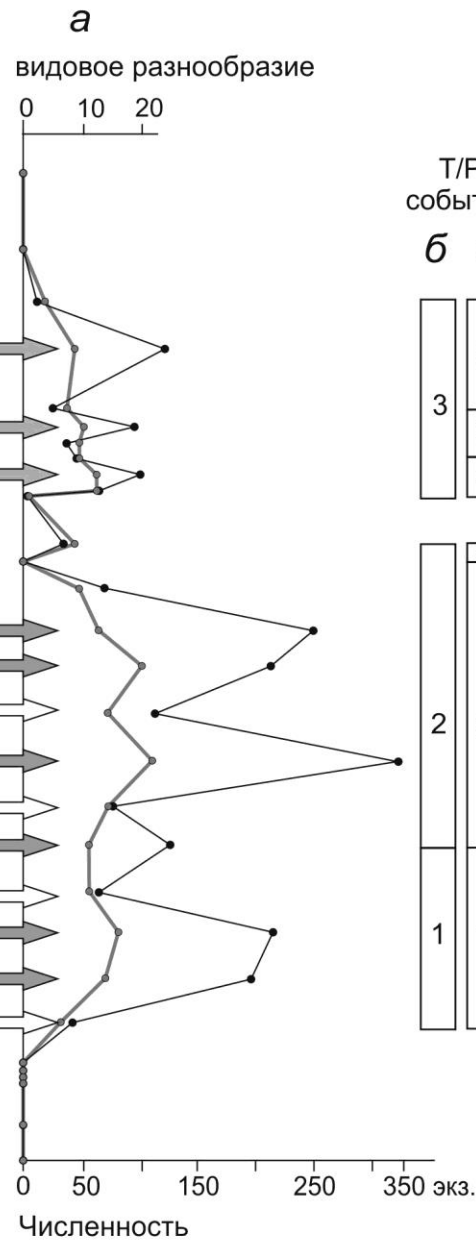
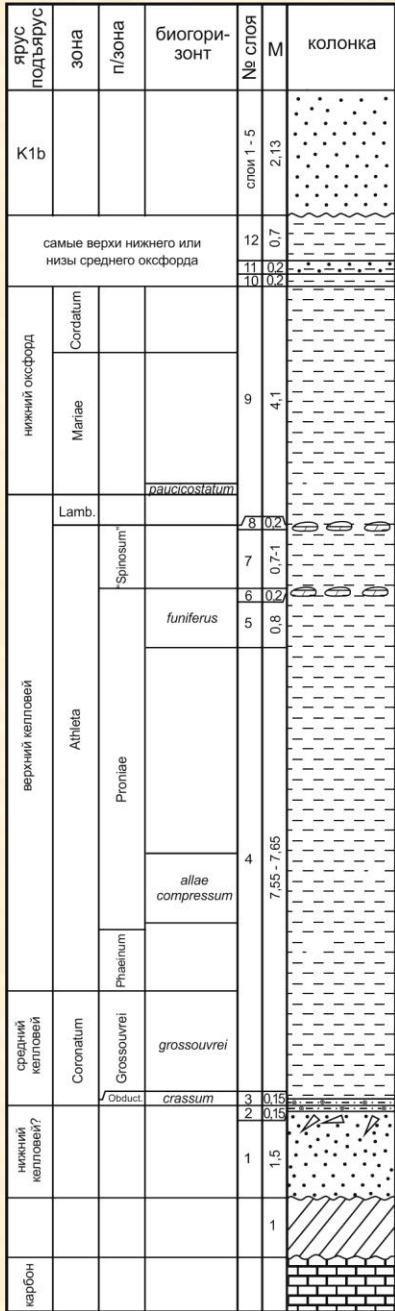


Разрез Михайловцемент (Рязанская обл.) $J_2cl_{2-3} - J_3ox_1$.



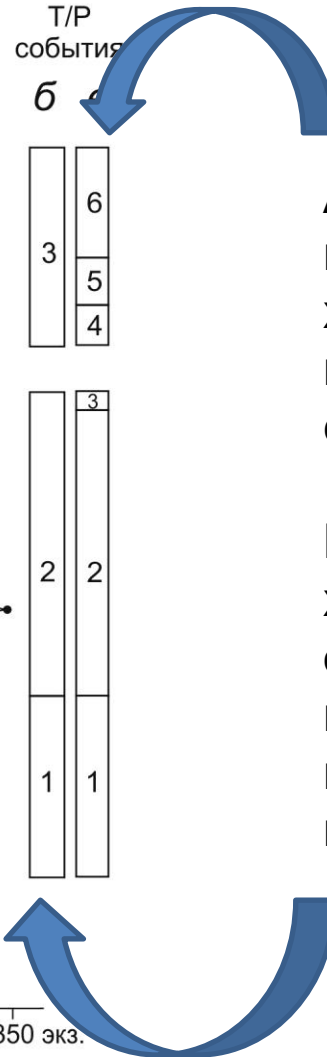
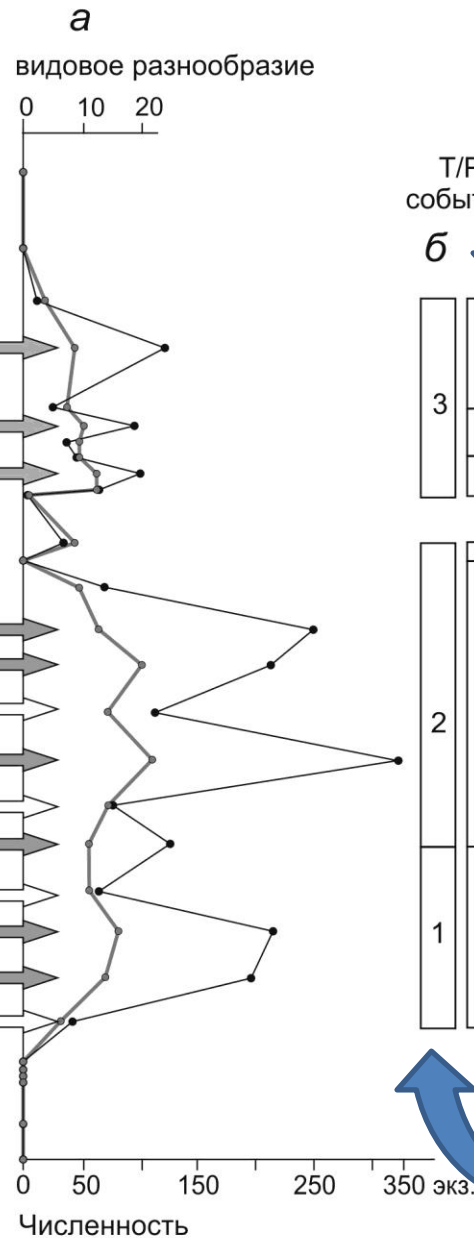
(Tesakova, Shurupova, 2018)

Анализ соотношения размерных кластеров остракод



Анализ соотношения размерных кластеров остракод

ярус подъярус	зона	п/зона	биогео-зонт	№ слоя	М	колонка		
K1b				слои 1-5	2,13			
самые верхи нижнего или низы среднего оксфорда				12	0,7			
				11	0,2			
				10	0,2			
нижний оксфорд	Marae	Cordatum		9	4,1			
				24		<i>paucicostatum</i>		
верхний келловей	Lamb.	"Spinosum"		8	0,2			
				7	0,7-1			
	Atheta	Pronia			6	0,2		
					5	0,8	<i>funiferus</i>	
					16			
					15			
		Phaeium				4	7,65-7,65	<i>allae compressum</i>
						14		
						13		
						12		
средний келловей	Coronatum	Grossouvrei		3	0,15	<i>crassum</i>		
				2	0,15			
нижний келловей?				1	1,5			
				1				
карбон								



Анализ **размерных кластеров** одинаково хорошо работает как на верхней, так и на нижней сублиторали.

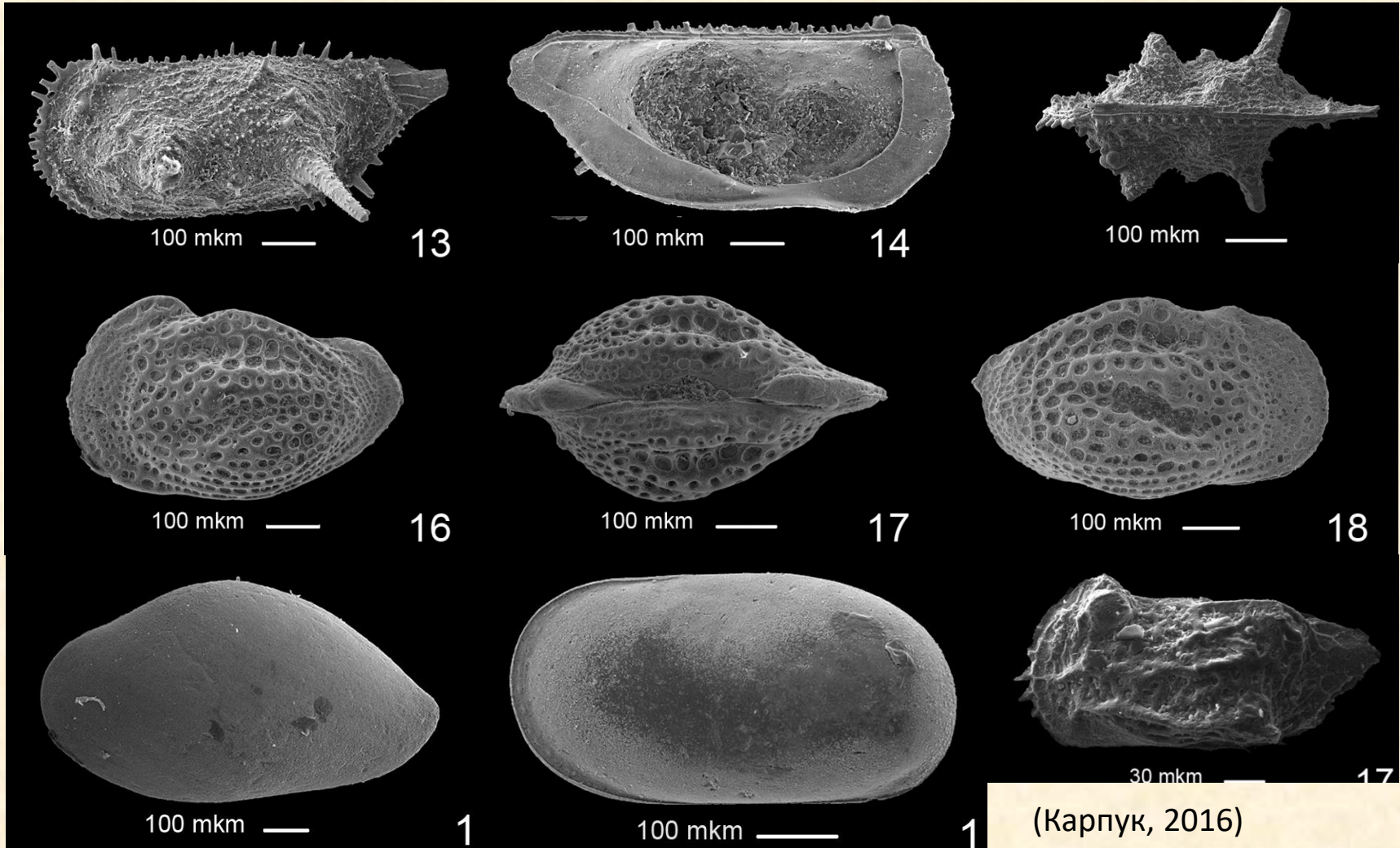
В то время, как анализ **Р/Ч** хорошо оценивает относительную глубину на верхней сублиторали, а на нижней — уровень кислорода и трофность.

Морфофункциональный анализ раковин остракод

(Шорников, 1981; Шорников, Михайлова, 1990)

Гладкие - эврибионты

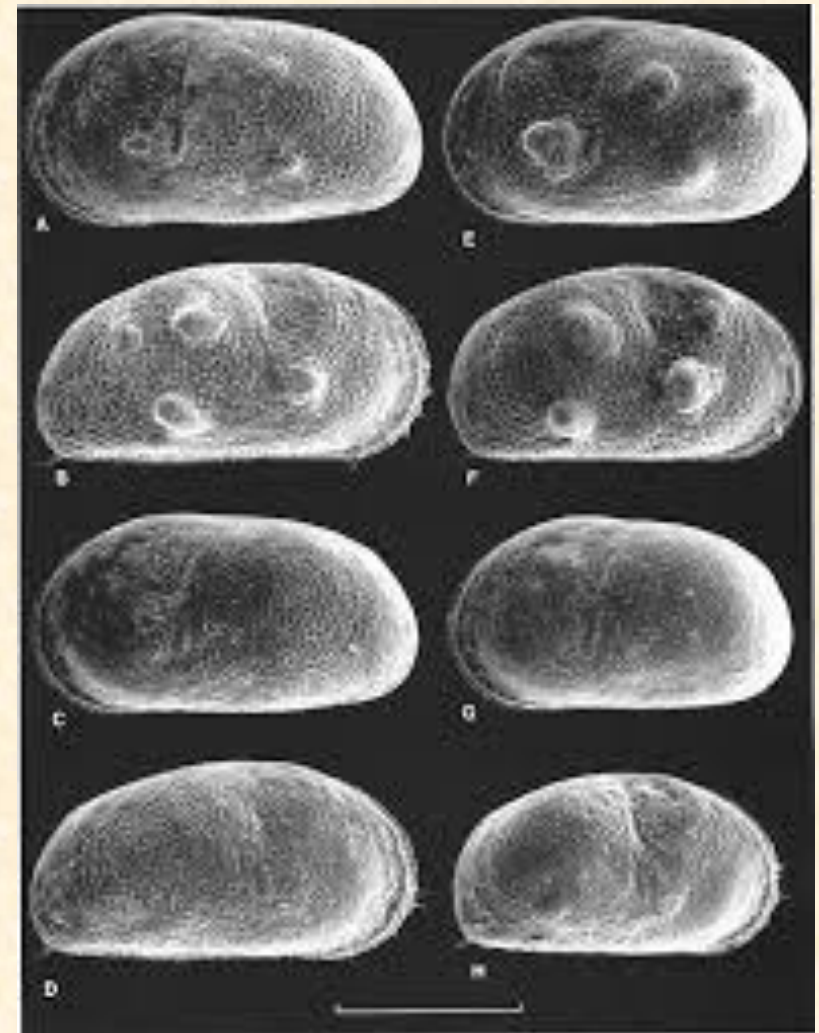
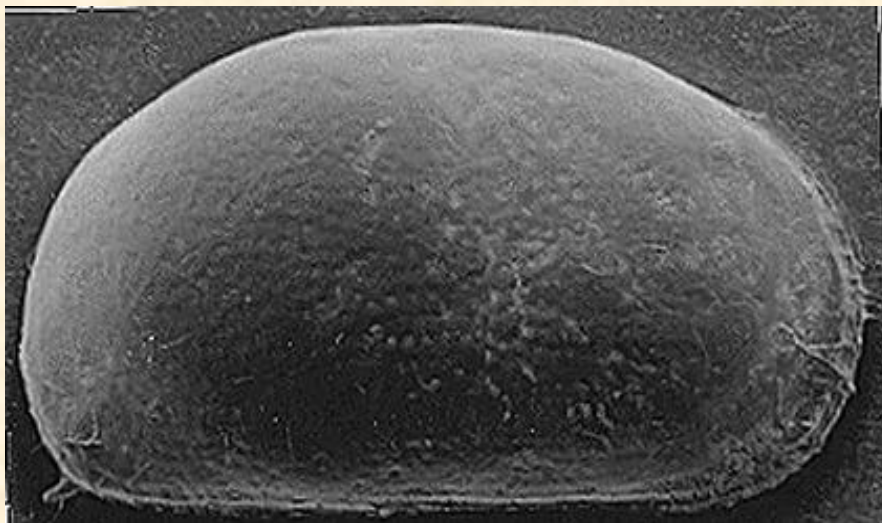
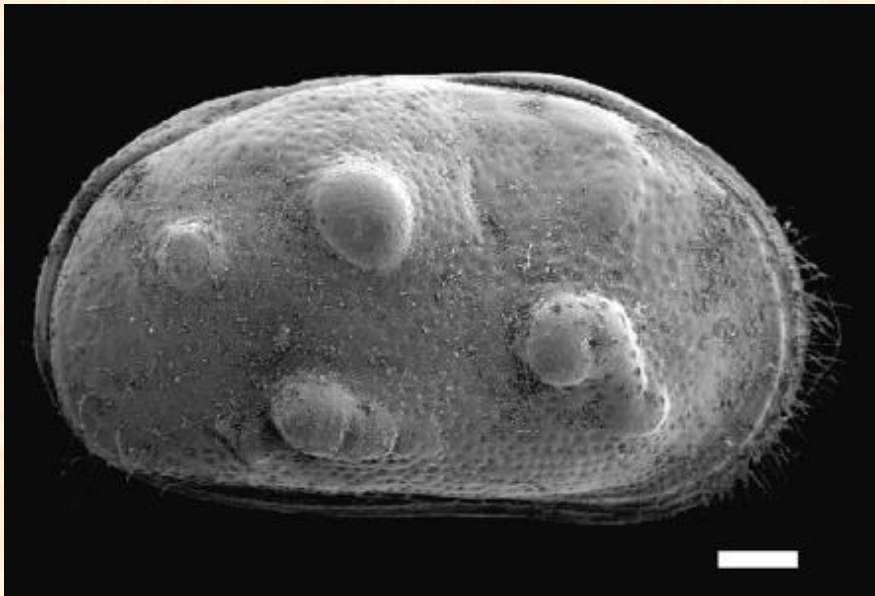
Скульптурированные - специалисты



(Карпук, 2016)

Соотношение **гладкие/скульптурированные** позволяет судить о более, или менее благоприятных условиях. Для мелких эпиконтинентальных морей, таких как Московские каменноугольное или юрское, это будет означать **большую или меньшую глубину и удаленность от берега.** (Tesakova, Shurupova, 2018)

Зависимость скульптуры *Cyprideis torosa* (N – Q) от солености



Бугры появляются при солености
меньше 5 ‰

Зависимость скульптуры *Cyprideis torosa* от содержания бария

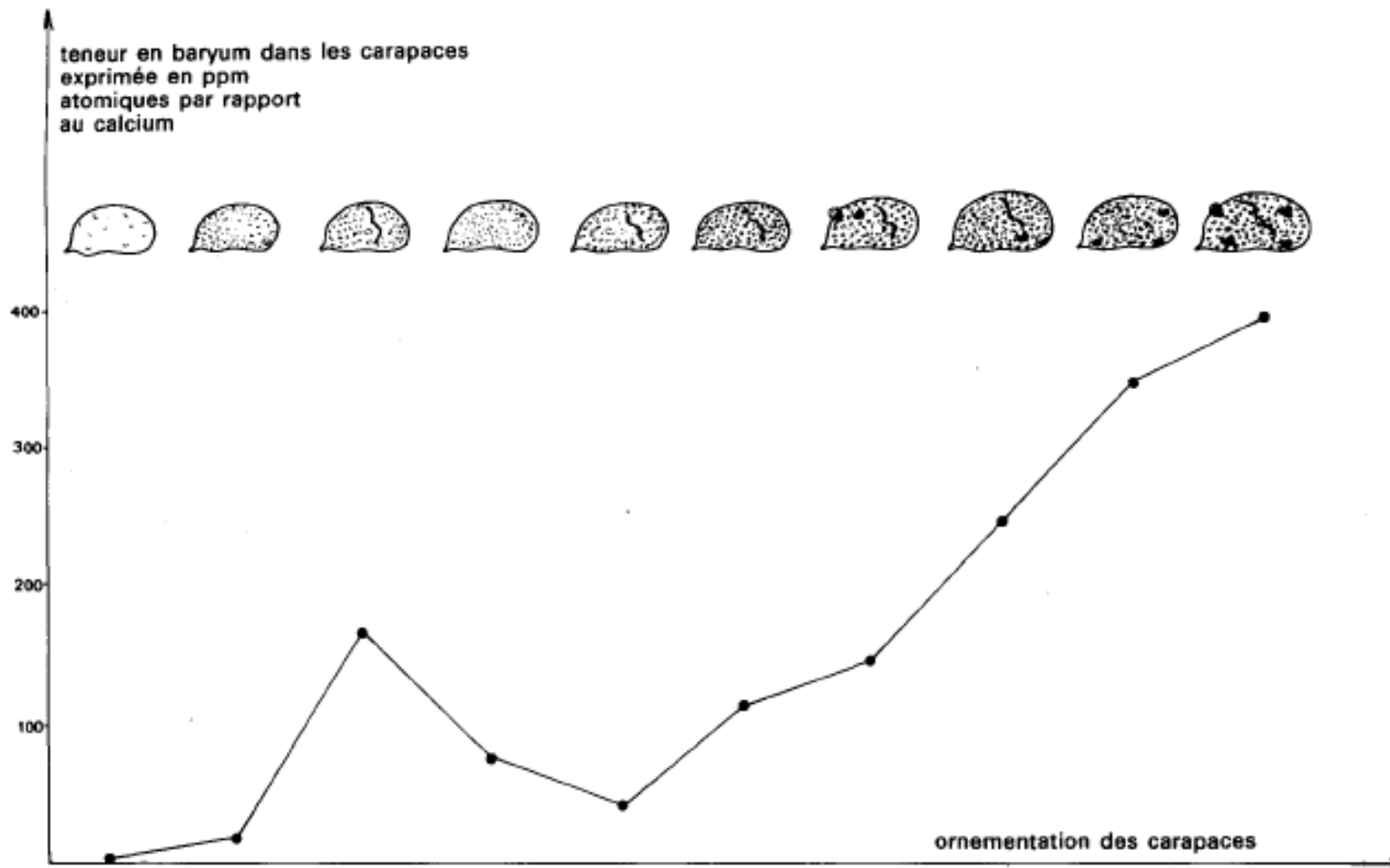


FIGURE 45

Ornementation de carapaces de *Cyprideis torosa* actuelles et teneur en baryum

Les échantillons proviennent de la lagune du Brusc, de la Camargue et du Languedoc en France et du Lac de Tibériade en Israël.

Зависимость скульптуры *Cyprideis torosa* от соотношения Mg/Ca

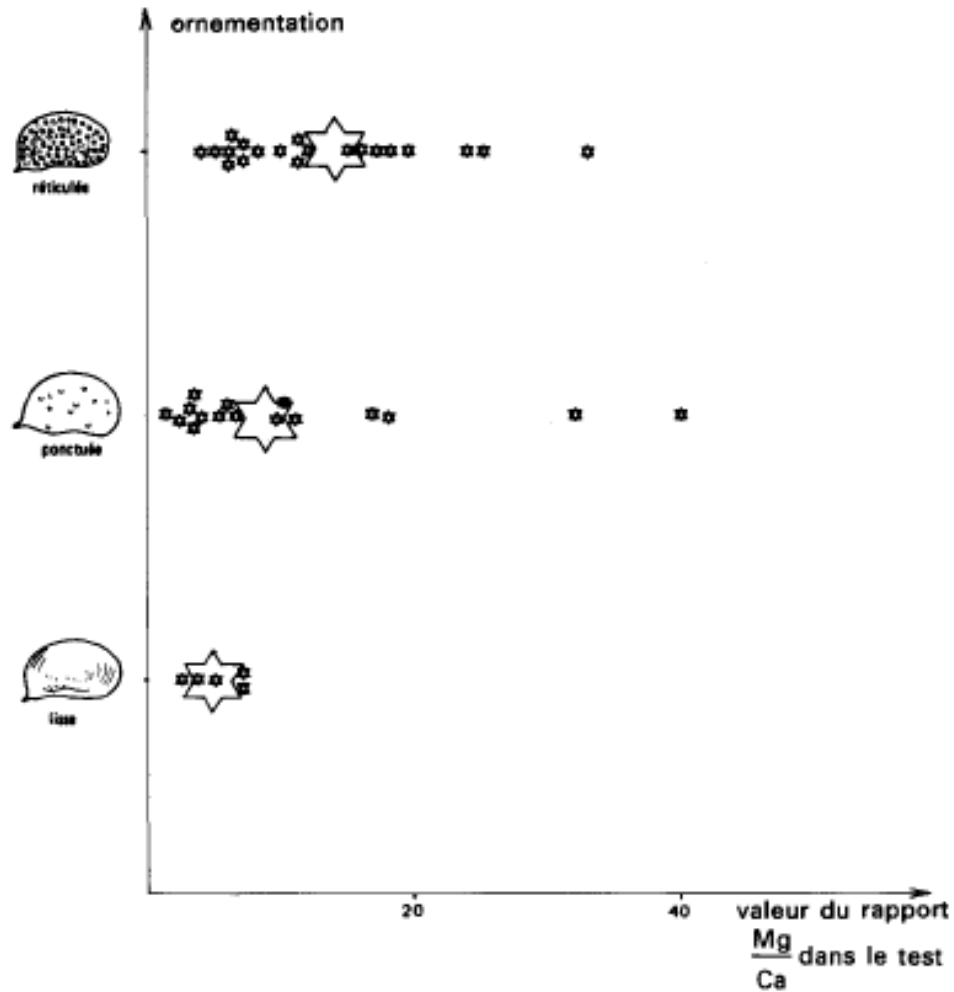


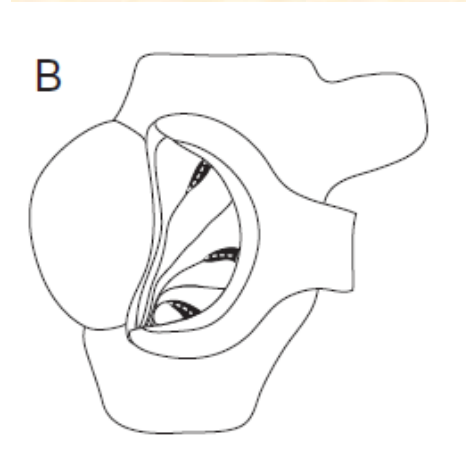
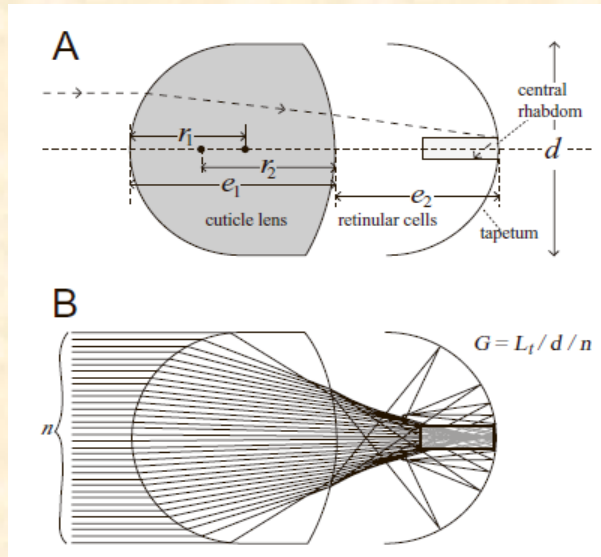
FIGURE 44

Valeur du rapport Mg/Ca dans des carapaces de *Cyprideis torosa* actuelles et ornementation

Les échantillons proviennent de l'île de Noirmoutier, de la lagune du Brusuc et de la Camargue en France, des salines de Santa-Pola près d'Alicante et de la lagune du Mar Menor en Espagne

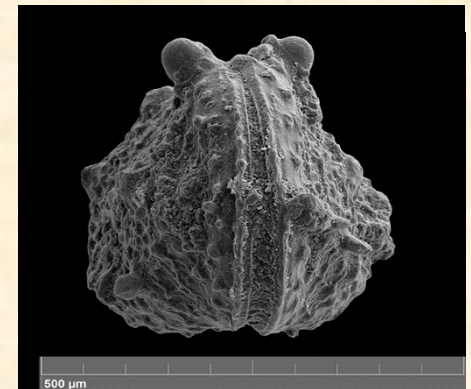
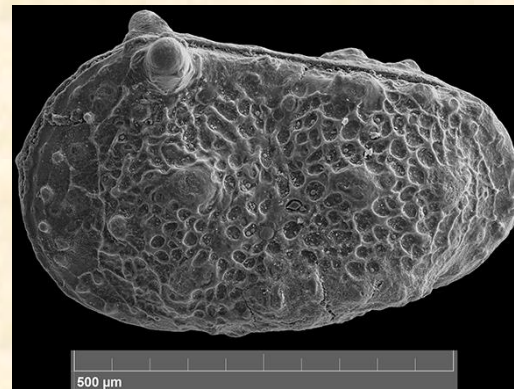
☆ : valeur moyenne du rapport Mg/Ca dans les carapaces.

Глаза у планктонных и бентосных остракод



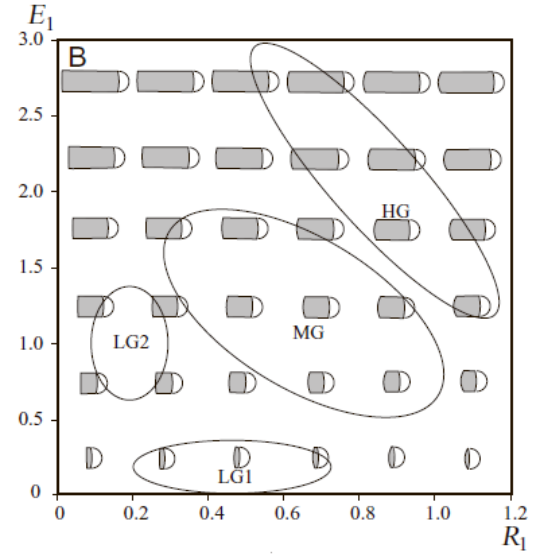
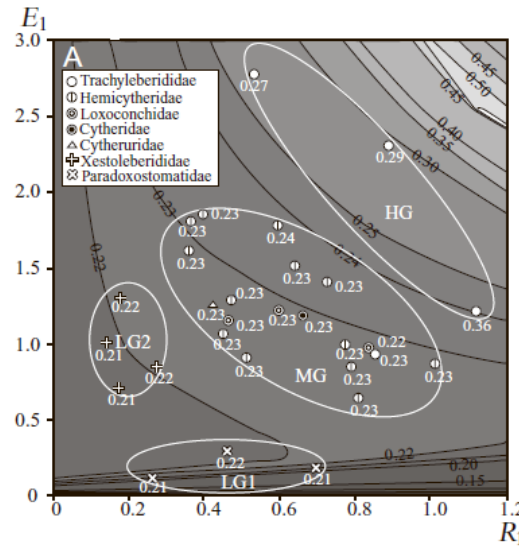
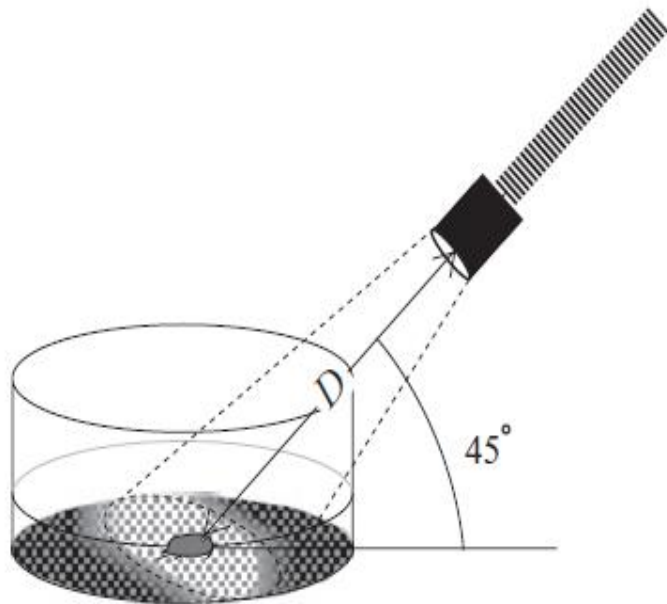
<https://lifecatalog.ru/cont/Podocopida.html>

Tanaka G. 2006. Functional morphology and light-gathering ability of podocopid ostracod eyes and the palaeontological implications // Zoological Journ. Linnean Soc. London. Vol. 147. P. 97–108.



Exophthalmocythere affabra Lyubimova, 1955
Саратовская обл., средняя волга, зона Panderi (колл. Е.М. Тесаковой)

Функциональная морфология и светособирающая способность глаз подокопидных остракод (использование в палеореконструкциях)



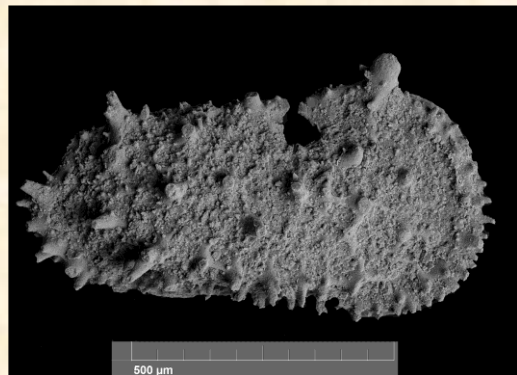
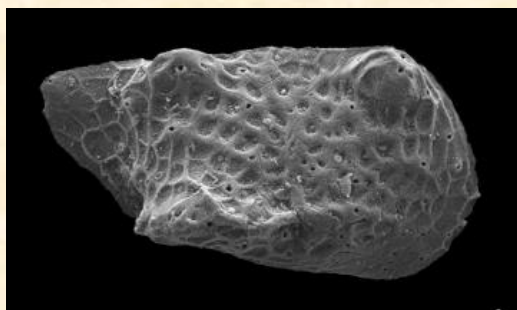
Девять выбранных трехмерных контурных диаграмм, показывающих теоретическое морфопространство с параметрами R_1 , R_2 и G . Ось z представляет значение G , соответствующее каждой комбинации R_1 и R_2 , для $E_1 = 2,0, 1,0$ и $0,05$ и $E_2 = 0,3, 0,6$ и $0,9$. Приведены избранные теоретические модели для соответствующих областей морфопространства.

A — четыре типа глаз у подокопидных остракод (LG1, LG2, MG и HG) в соответствии с разной освещенностью (светособирающей способностью)
 B — теоретические модели возможных подокопидных глаз остракод, размещенных в морфопространстве.

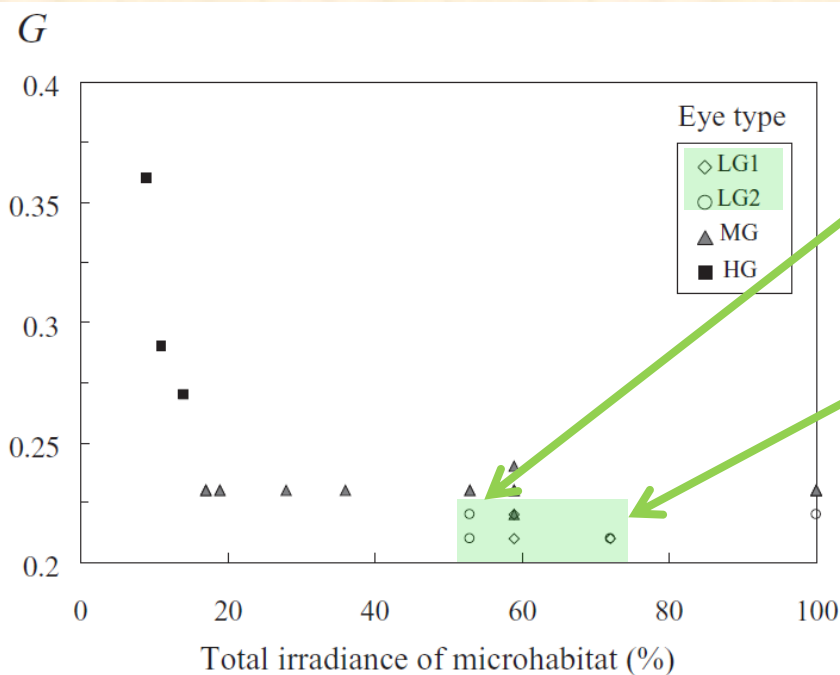
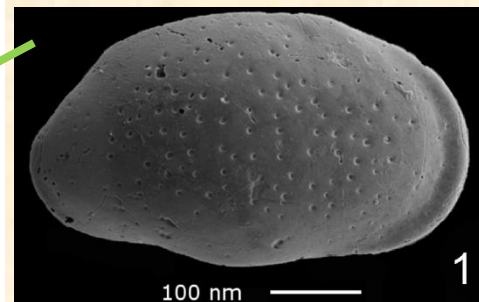
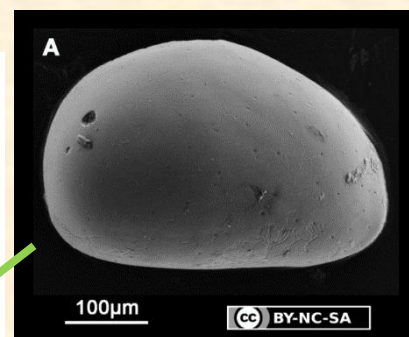
Tanaka G. 2006. Functional morphology and light-gathering ability of podocopid ostracod eyes and the palaeontological implications // Zoological Journ. Linnean Soc. London. Vol. 147. P. 97–108.

Морфология глаз в зависимости от освещенности дна

- Глазные бугорки с длинным ФР для слабого света нижней сублиторали



- Глазные пятна с коротким ФР для яркого света верхней сублиторали

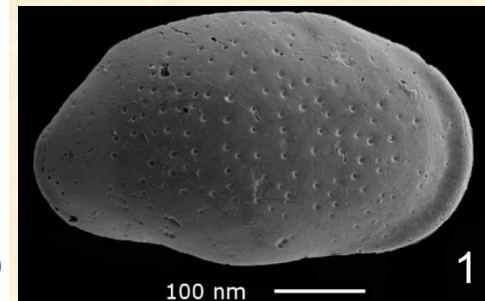
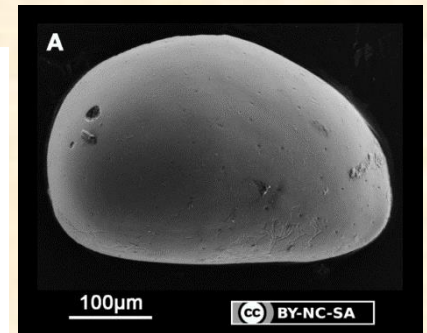
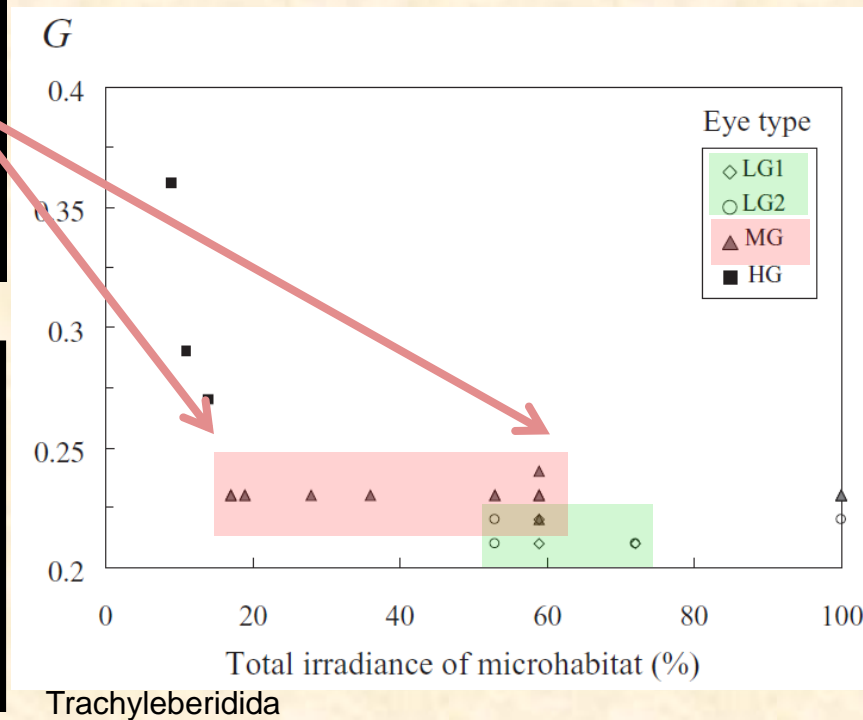
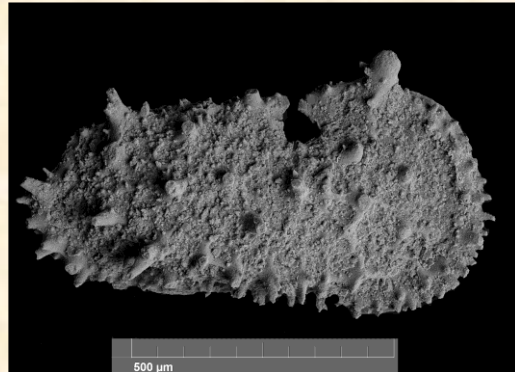
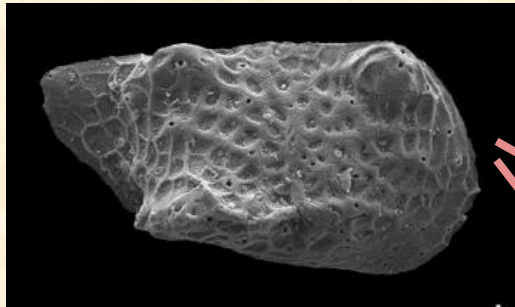


Trachyleberidida

Морфология глаз в зависимости от освещенности дна

- Глазные бугорки с длинным ФР для слабого света нижней сублиторали

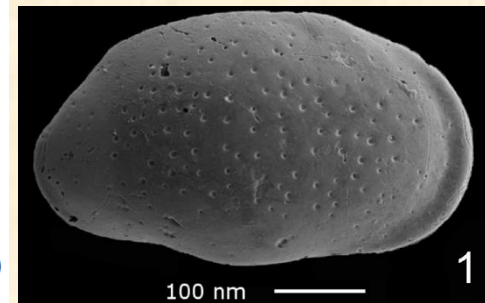
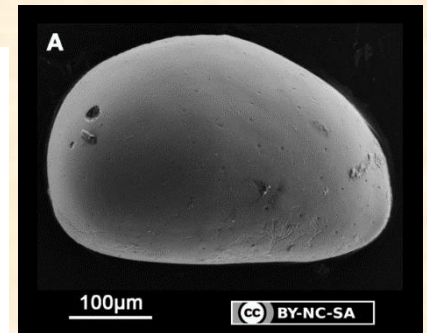
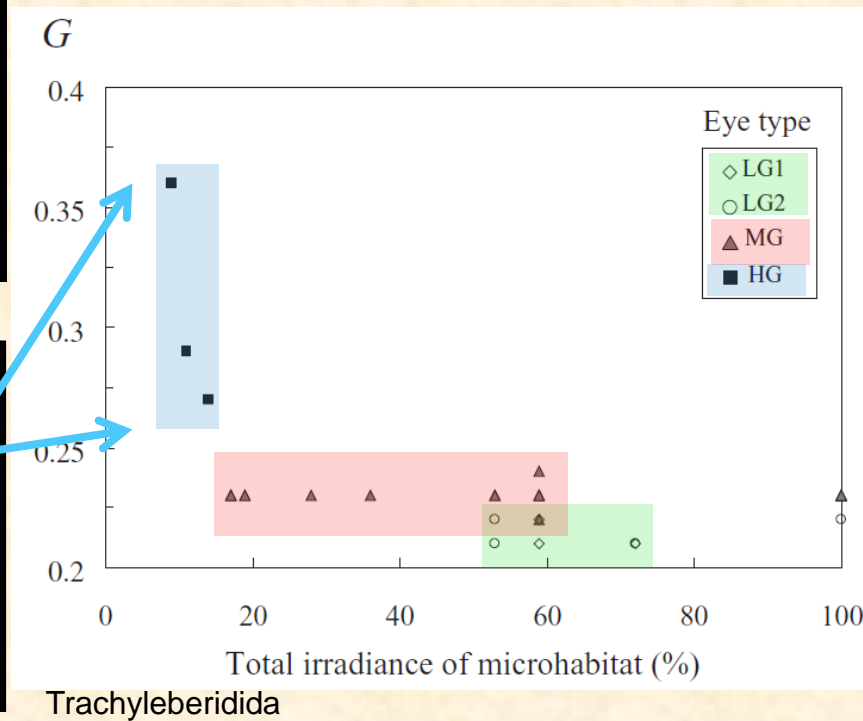
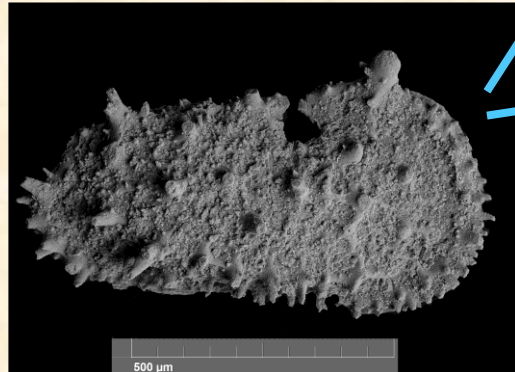
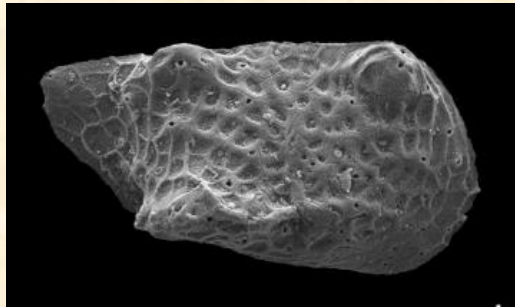
- Глазные пятна с коротким ФР для яркого света верхней сублиторали



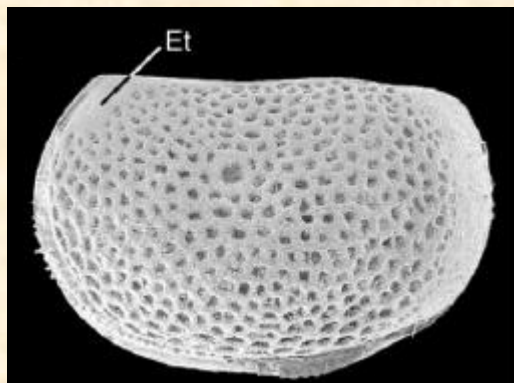
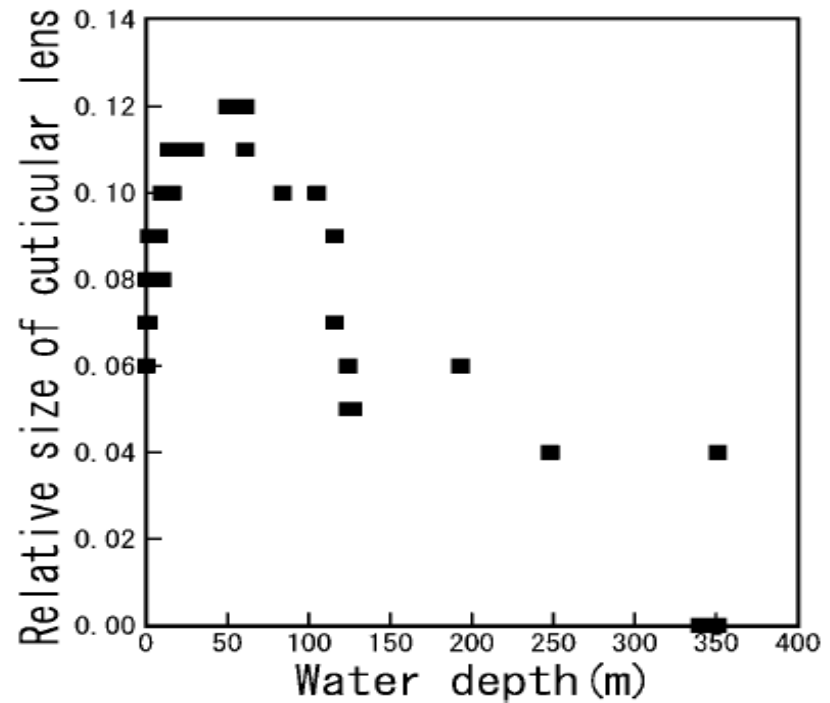
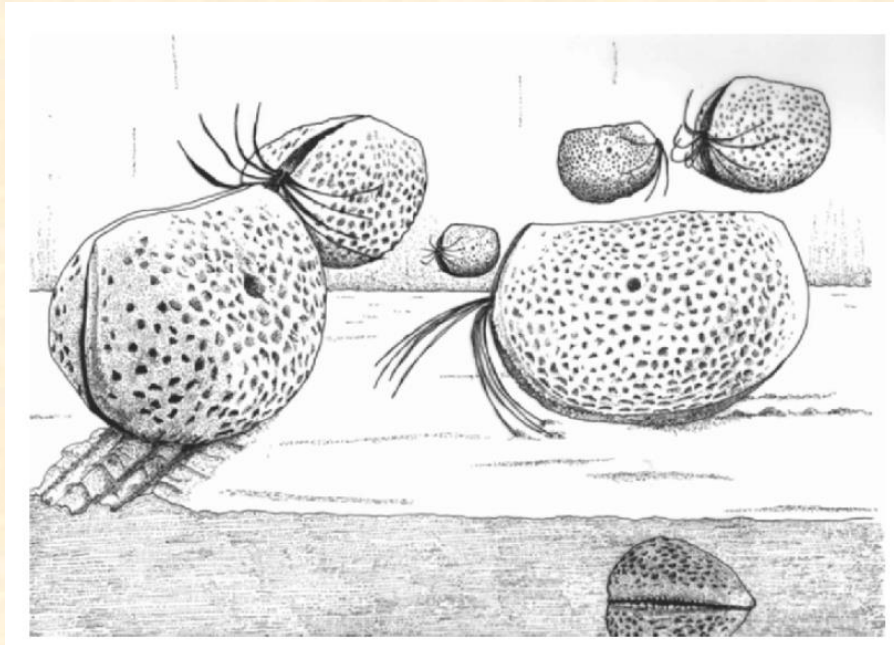
Морфология глаз в зависимости от освещенности дна

- Глазные бугорки с длинным ФР для слабого света нижней сублиторали

- Глазные пятна с коротким ФР для яркого света верхней сублиторали



Абсолютная глубина обитания силурийского вида *Primitiopsis planifrons* составила 50 – 60 м.



Связь между глубиной и относительным размером кутикулярной линзы (max диаметр глазной линзы/max длине раковины), измеренная по 50 видам живых подокопидных остракод. (Tanaka et al., 2009)

Tanaka G., Siveter D.J., and Parker A.R. The visual system and paleoecology of the Silurian ostracod *Primitiopsis planifrons* // J. Paleont., **83**(3), 2009, pp. 414–421.

Расчёт **абсолютной глубины** седиментации кампанских и маастрихтских карбонатов из формации Демополис (Demopolis Chalk), США, показал для мергеля 30-35 м, а писчего мела – 90-95 м. (Puckett, 1991)

ABSOLUTE PALEOBATHYMETRY OF UPPER CRETACEOUS CHALKS BASED ON OSTRACODES—EVIDENCE FROM THE DEMOPOLIS CHALK (CAMPANIAN AND MAASTRICHTIAN) OF THE NORTHERN GULF COASTAL PLAIN

$$X = \frac{1}{K} \ln \left(\frac{I_0 A_r t}{8 h \nu [f \text{ value}]^2 N} \right)$$

Variables	Values	Reference
K = vertical light attenuation coefficient	0.2-0.5	
I_0 = intensity of sunlight just below ocean's surface	10^{-1} watts/m ²	Clarke and Denton (1962)
A_r = area of rhabdom (photon-sensing apparatus in ostracode eye)	10^{-10} m ²	Andersson and Nilsson (1981)
t = sampling time of eye	~1 ms	Kontrovitz and Myers (1988)
h = Planck's constant	6.626×10^{-34} Joule s	Standard value
ν = frequency of light	6.7×10^{14} /s (blue) 5.5×10^{14} /s (blue-green)	Kontrovitz and Myers (1988)
f value (relative aperture—measure of light-gathering capability of eye)	0.25-0.5	Myers and Kontrovitz (1987)
N = minimum number of photons per sampling time	~4	Kontrovitz and Myers (1988)

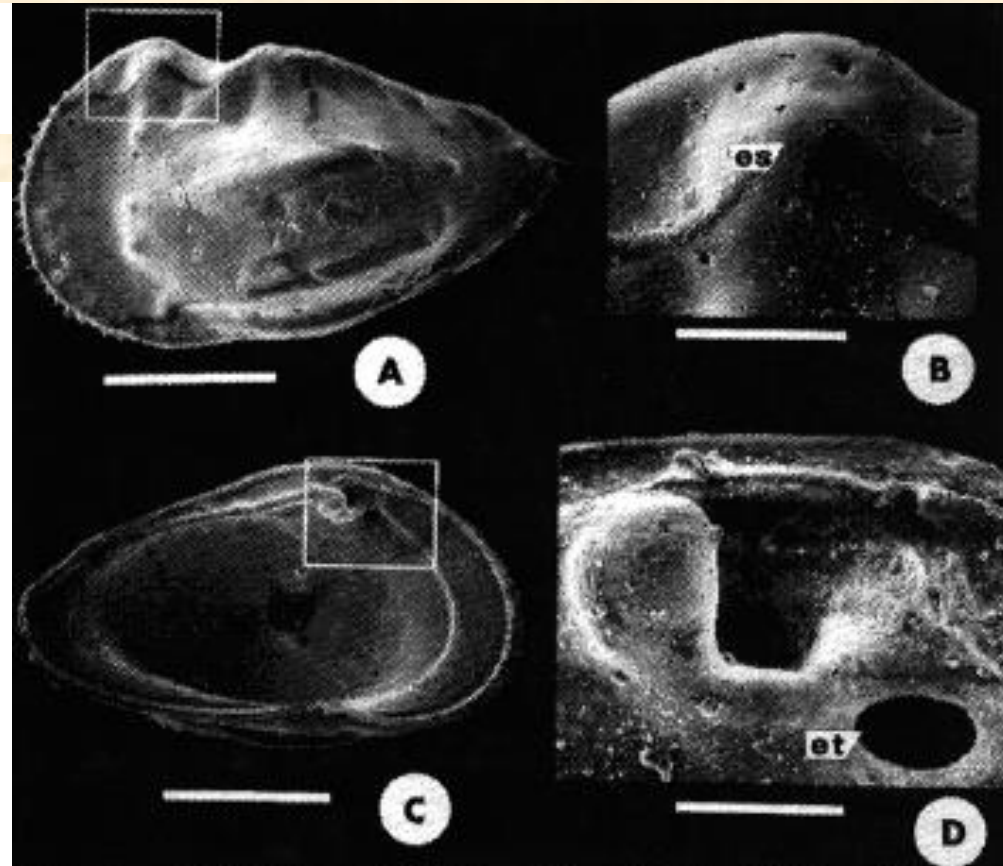


Figure 2. Photomicrographs showing eyespot (es) and eye tubercle (et) of representative Cretaceous ostracodes. A, B: *Veenia ponderosana* (bar scale represents 75 µm in A and 0.30 mm in B). C, D: *Brachycythere rhomboidalis* (bar scale represents 0.30 mm in C and 50 µm in D).

формула для расчёта по (Kontrovitz, Myers, 1988; Myers, Kontrovitz, 1987)

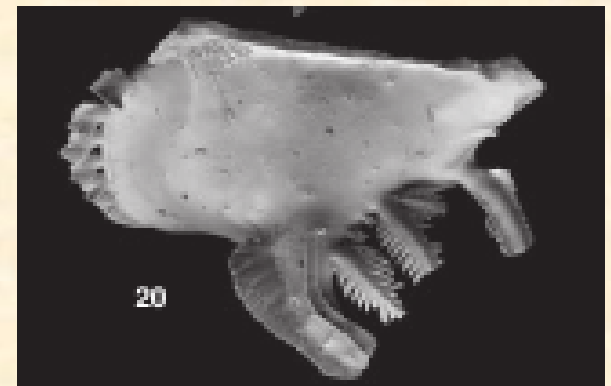
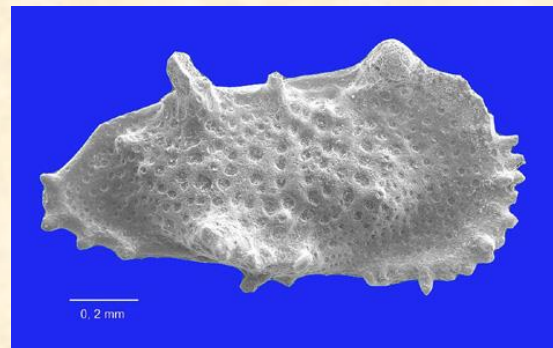
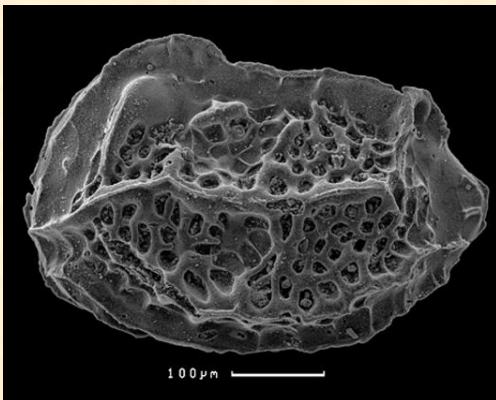
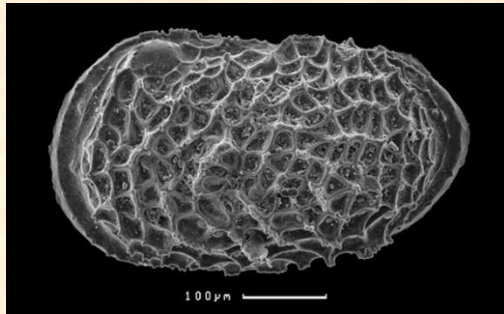
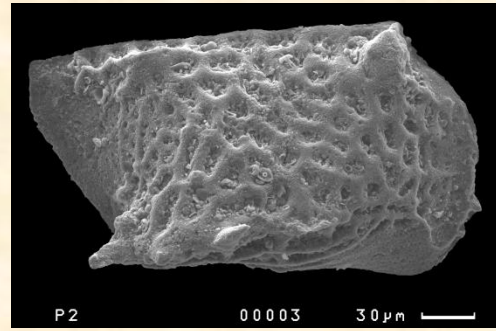
Метод глазных бугорков для реконструкции относительной палеоглубины

(Karpuk, 2019)

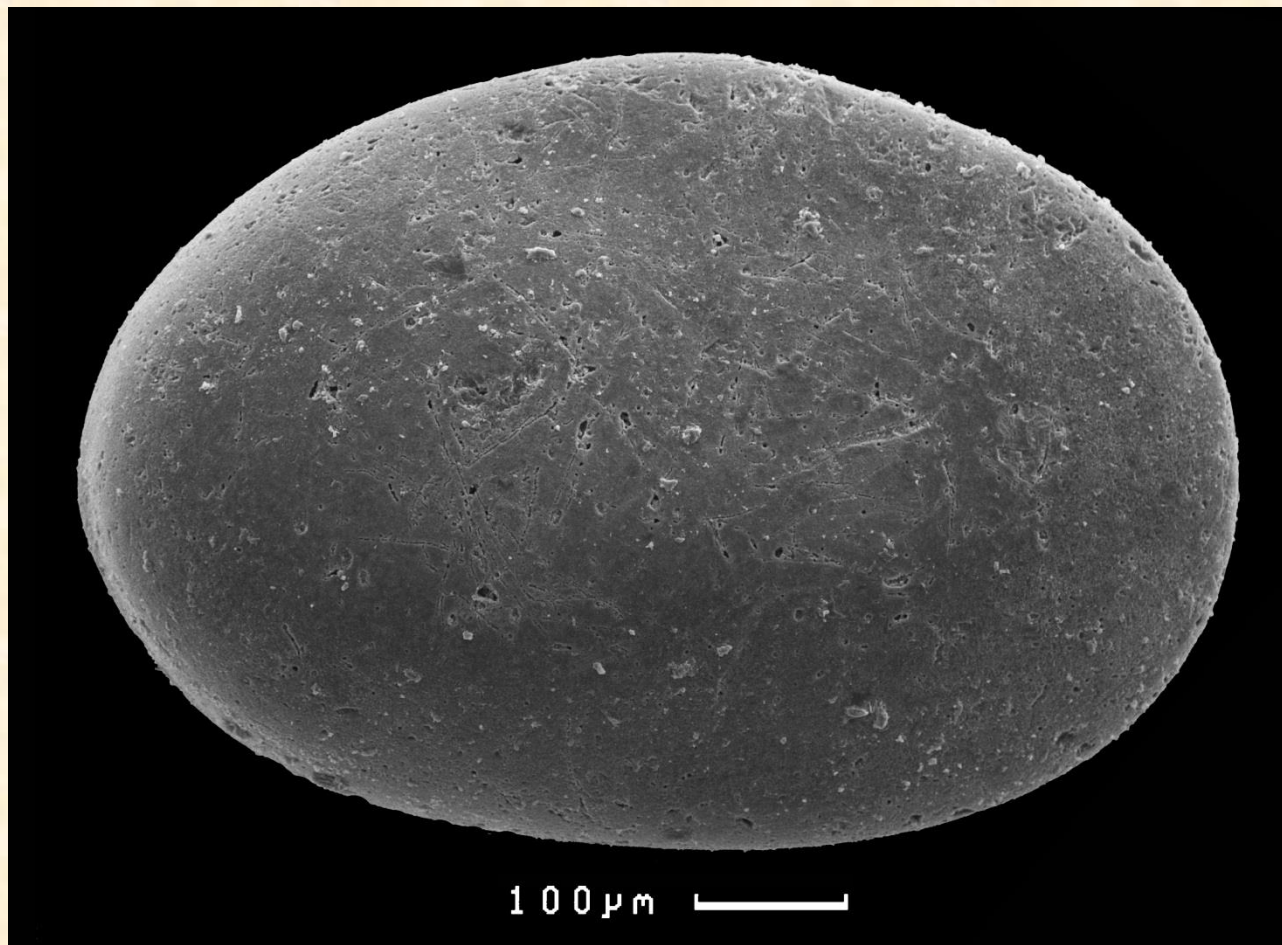
Внутренний шельф

Внешний шельф

Склон



Поскольку с **освещенностью дна** напрямую связаны **биотоп макрофитов**, для которого характерны высокий % крупноразмерных остракод и наличие глазных пятен (не бугорков), о ней можно судить на основе вышеперечисленных методов. Косвенно это позволяет оценить палеоглубину и ее вариации.



Также можно использовать **сверления водорослей** на раковинах остракод. Предпочтительная глубина обитания таких водорослей до 50 м.

Cytherella ovata Roem.

K₂mst₁; разрез Лесная республика, Саратов.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

