



Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 2. С. 135–145

Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences, 2025, vol. 25, iss. 2, pp. 135–145

<https://geo.sgu.ru>

<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-2-135-145>, EDN: TPZCMG

Научная статья

УДК 551.763.33:563.954.22

Заключительный, позднекампаний – раннемаастрихтский этап развития *Micraster* и *Isomicraster* (Echinoidea, Spatangoidea)



Е. А. Калякин

¹Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Россия, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

²ООО «Газпром подземремонт Уренгой», Россия, 196128, г. Санкт-Петербург, ул. Благодатная, д. 10, стр. 1

Калякин Евгений Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, ¹доцент кафедры исторической геологии и палеонтологии;

²заместитель начальника центральной службы организации основного производства филиала Уренгойское УИРС, eakalyakin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2976-7868>

Аннотация. На основании обширного материала из верхнемеловых отложений Северного Кавказа, Манышилака, Копетдага, Поволжья и Заволжья изучен заключительный, позднекампаний – раннемаастрихтский этап развития морских ежей *Micraster* и *Isomicraster*. Детально рассмотрены изменения комплекса морфологических признаков у наиболее молодых видов, которые преимущественно связаны с вариативностью в строении оральной поверхности панциря. Показано, что схожие морфологические изменения происходили у различных представителей этих родов примерно в одно и то же время на разных территориях. Оценено стратиграфическое значение *Micraster brongniarti* Hebert и *M. grimmensis* Nietsch. Сделаны выводы о возможных путях распространения *M. grimmensis* Nietsch в кампанских – маастрихтских акваториях Европейской, Средиземноморской и Среднеазиатской палеобиогеографических областей. В общей сложности изучен материал трех коллекций в объеме 110 образцов.

Ключевые слова: кампан, маастрихт, морские ежи, *Micraster*, *Isomicraster*

Благодарности. Автор выражает искреннюю благодарность Г. В. Миранцеву и Г. С. Ткачевой за помощь при работе с коллекцией в фондах Палеонтологического института РАН. Отдельная благодарность Т. В. Куражевой за помощь в идентификации, атрибуции и работе с коллекцией в фондах Центрального научно-исследовательского геологоразведочного музея имени академика Ф. Н. Чернышёва.

Для цитирования: Калякин Е. А. Заключительный, позднекампаний – раннемаастрихтский этап развития *Micraster* и *Isomicraster* (Echinoidea, Spatangoidea) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2025. Т. 25, вып. 2. С. 135–145. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-2-135-145>, EDN: TPZCMG

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

Article

The final, Late Campanian – Early Maastrichtian stage of *Micraster* and *Isomicraster* (Echinoidea, Spatangoidea) development

E. A. Kalyakin

¹Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

²ООО “Газпром Подземремонт Уренгой”, 10, p. 1 Blagodatnaya St., St. Petersburg 196128, Russia

Evgeny A. Kalyakin, eakalyakin@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2976-7868>

Abstract. The final, late Campanian – early Maastrichtian stage of development of echinoids *Micraster* and *Isomicraster*, was studied based on extensive material from the Upper Cretaceous sediments of the North Caucasus, Mangyshlak, Kopetdag, Volga and Transvolga regions. The changes in the complex of morphological characters in the youngest species, which are predominantly connected with variability in the structure of the oral surface of the test, considered in detail. It is shown that similar morphological changes occurred in different representatives of these genera at approximately the same time in different territories. The stratigraphic significance of *Micraster brongniarti* Hebert and *M. grimmensis* Nietsch was assessed. Conclusions about possible paths of distribution of *M. grimmensis* Nietsch in the Campanian – Maastrichtian water areas of the European, Mediterranean and Central Asian palaeobiogeographical areas were drawn. In total material from three collections of 110 specimens was studied.

Keywords: Campanian, Maastrichtian, echinoids, *Micraster*, *Isomicraster*

Acknowledgements: The author is grateful to Georgy V. Mirantsev and Galina S. Tkacheva (PIN RAS) for their help in working with the collection in the Paleontological Institute of RAS and Tatiana V. Kurazheva (Academician F. N. Chernyshev Central Geological Research Museum) for her help in identification, attribution and work with the collection in the museum's holdings.



For citation: Kalyakin E. A. The final, Late Campanian – Early Maastrichtian stage of *Micraster* and *Isomicraster* (Echinoidea, Spatangoida) development. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2025, vol. 25, iss. 2, pp. 135–145 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2025-25-2-135-145>, EDN: TPZCMG

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

Введение

Позднемеловые морские ежи *Micraster* и *Isomicraster* с разной степенью детальности изучаются специалистами на протяжении почти трехсот лет. Их филогенетические связи подробно описаны для разных палеобиогеографических областей и провинций [1–7]. Их остатки многочисленны в туронских – раннемаастрихтских отложениях Западной Европы, Русской плиты, Северного Кавказа, Копетдага, Мангышлака, Средней Азии, Северной Африки, современные территории которых соотносятся с позднемеловыми акваториями Европейской, Средиземноморской и Среднеазиатской палеобиогеографических областей. Эволюция их морфологических признаков также достаточно хорошо изучена. Древние турон – коньякские формы отличаются амфиплакоидным строением 1 и 4 интерамбулакров, зачастую ассиметричными стернальными пластинками и косым стернальным швом, а перистом занимает нижнее положение. В сантоне у представителей *Micraster* 1-й интерамбулакр становится меридоплакоидным (к приротовой пластинке примыкает одна следующая за ней пластинка), стернальные пластинки становятся относительно симметричными, стернальный шов прямым, перистом смещается к переднему краю панциря, а у наиболее молодых форм занимает краевое положение как бы за пределами оральной стороны, развивается длинный узкий лабрум, заканчивающийся ложкообразным выступом – губой, прикрывающей перистомальное отверстие. Однако на поздних стадиях эволюции рода отмечаются как атавизмы, так и совершенно новые, неизвестные ранее у представителей рода признаки. Поздекампаний – раннемаастрихтский этап в развитии микрастерида является, с одной стороны, одним из ключевых, а с другой стороны, последним, повлекшим за собой повсеместное вымирание представителей *Micraster* и *Isomicraster*.

Материал и методика

В основу данной работы лег материал, изученный автором по трем коллекциям, в общей сложности 110 экземпляров. Первая – это собственные сборы из кампанских (зоны *Micraster brongniarti* и *M. grimmensis*) отложений Вольской впадины и маастрихтских отложений (зона *Belemnella lanceolata*) Саратовского Заволжья, которые хранятся в фондах Регионального музея Землеведения Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н. Г. Чернышевского (РМЗ СГУ),

а также сборы разных лет в фондах Вольского краеведческого музея, в общей сложности 40 экземпляров, 4 из которых *M. brongniarti* Hebert и 36 *M. grimmensis* Nietsch. Вторая – коллекция, хранящаяся в Палеонтологическом институте Российской академии наук, являющая собой результат многолетней работы как профильных специалистов – палеонтологов, так и тематических геолого-съемочных партий, работавших на Донбассе, в Крыму и на Северном Кавказе, порядка 35 экземпляров. Огромная заслуга в формировании этой коллекции в середине XX в. принадлежит Н. А. Пославской и М. М. Москвину. Третья – коллекция, хранящаяся в фондах Центрального научно-исследовательского геологоразведочного музея имени академика Ф. Н. Чернышёва (ЦНИГР), собранная А. Д. Нацким в ходе его полевых работ преимущественно в Копетдаге и в меньшей степени на Мангышлаке в 1913–1914 гг. [8–9]. Точнее, это только часть собранных им материалов, представители рода *Micraster*, которые в середине 30-х гг. XX столетия были изъяты из основной коллекции Г. Ф. Вебер, видимо, с целью монографического изучения. Помимо материалов А. Д. Нацкого, в сборной коллекции Г. Ф. Вебер присутствуют образцы, отобранные в конце 1920-х – начале 1930-х гг. в ходе работ целевых геолого-съемочных партий на Копетдаге. Общий объем порядка 34 экземпляров *M. brongniarti* Hebert и только 1 *M. grimmensis* Nietsch. Отметим, что коллекция, как и результаты ее изучения, так и не были опубликованы. Коллекция ПИН имеет детальные стратиграфические и географические привязки, чего не скажешь о коллекции ЦНИГР музея. Этот материал имеет весьма обрывочные сведения о местонахождениях и стратиграфическом уровне, детализированном не более чем до яруса.

Коллекция № SSU KEA 201–209 «Иглокожие верхнего мела Поволжья» хранится в РМЗ СГУ, г. Саратов.

Монографическая коллекция № 6236 хранится в фондах ЦНИГР музея, г. Санкт-Петербург.

Монографическая коллекция PIN № 5625 хранится в Палеонтологическом институте Российской академии наук (PIN РАН), г. Москва.

Результаты исследования

Большинство известных видов *Micraster* характеризуют достаточно узкие стратиграфические интервалы, что делает их ценными биостратиграфическими маркерами. Такие формы, как *M. cortestudinarium* (Goldfuss), *M. coranguinum* (Leske), *M. grimmensis* Nietsch, традиционно считаются зональными формами для Западной



Европы [10–11]. Для верхнего мела Русской плиты на основании последовательной смены видов *Micraster* выделено шесть филозон: *Micraster corbovis* (средний – верхний турон), *M. cortestudinarium* (верхний турон – нижняя часть среднего конька), *M. coranguinum* (средний коньк – нижний сантон), *M. schroederi* (нижний кампан), *M. brongniarti* (нижняя часть верхнего кампана), *M. grimmensis* (верхняя часть верхнего кампана – нижняя часть нижнего маастрихта) [12–13].

Верхний кампан – нижний маастрихт характеризуются распространением двух видов – *M. brongniarti* и *M. grimmensis*. В целом оба имеют небольшие размеры панциря, в 2–2.5 раза меньшие по сравнению с более ранними формами. *M. brongniarti* наследует морфологические черты сantonских – кампанских форм: мериодоплакоидный 1-й интерамбулакр, относительно симметричные стернальные пластинки, прямой стернальный шов, краевое положение перистома, как бы за пределами оральной стороны, длинный узкий лабрум. В ходе изучения имеющихся в коллекциях панцирей *M. brongniarti* удалось проследить формирование одной важной морфологической особенности – постепенное уменьшение площади соприкосновения лабральной и стернальных пластинок, до полного отрыва лабрума от стерnuma двумя сильно разросшимися пластинками перепластрональных полей – переход от мезамфистернального к мезамфистернальному разорванному типу пластрона (рис. 1). Формально последний является одним из признаков следующего вида в филогенетическом ряду – *M. grimmensis*, однако в остальном образцы продолжают демонстрировать более древнюю морфологию, позволяя отнести их к неким «переходным» формам *M. brongniarti*. Выделено две формы с постепенным уменьшением площади соприкосновения лабрума и стерnuma и увеличением размеров пластинок перепластрональных полей и две формы, где лабрум уже отделен от стерnuma, расстояние между ними постепенно увеличивается, но при этом стернальный шов остается прямым, а стернальные пластинки – более или менее симметричными (см. рис. 1).

M. grimmensis сильно отличается от более ранних форм, что выражается в первую очередь в строении оральной поверхности панциря. Мезамфистернальный разорванный тип пластрона, ассиметричные стернальные пластинки, косой стернальный шов, причем на данный момент известно как минимум четыре варианта его наклона, – как в сторону I, так и в сторону V амбулакра, за счет чего сильно меняется конфигурация пластрона и части перипластрональных полей (рис. 2). Помимо этого, ложкообразная губа, прикрывающая перистом, и выпуклые пластинки панциря, придающие ему бугристый облик, – основные морфологические отличия *M. grimmensis*. Подобный полиморфизм в строении оральной

поверхности панцирей этого вида, на наш взгляд, является достаточным признаком для рассмотрения его в качестве таксона более высокого ранга (подрода).

Н. А. Пославская сделала предварительные выводы о принадлежности известных морфотипов *M. grimmensis* к разным палеобиохориям (Северный Кавказ, Мангышлак, Поволжье) (рис. 3). Имеющиеся сейчас данные существенно дополняют ее выводы. Например, в верхнекампанийских отложениях в окрестностях г. Вольска установлено присутствие четырех из пяти известных морфотипов в одном слое мощностью не более 0.2 м. Этот факт требует отдельного объяснения в дальнейшем. Образцы, найденные в Саратовском Заволжье, более молодые по сравнению с вольскими, имеют наклон стернального шва в сторону I амбулакра (к пластинке За, см. рис. 3). Подобная конфигурация известна у панцирей с р. Кума (Северный Кавказ), но не встречается у вольских форм. Из местонахождений на р. Кума известно еще два морфотипа панцирей с вариантами наклона стернального шва в сторону V амбулакра (к пластинкам 2б и 3б, см. рис. 3). Панцири из местонахождений на Мангышлаке имеют наклон стернального шва как в сторону I, так и в сторону V амбулакра (см. рис. 2).

Исходя из особенностей морфологии и анализа образа жизни современных родственных форм считается, что представители *Micraster* вели зарывающийся образ жизни [14–16]. Направленное изменение морфологических признаков в ряду видов рода связано, вероятнее всего, с увеличением глубины зарывания особей, изменением состава донного осадка, а также с особенностями локомоции и вероятно питания. Косвенным подтверждением увеличения глубины зарывания в осадок может служить значительное уменьшение в размерах панцирей *M. brongniarti* и *M. grimmensis* при достаточно большой толщине пластинок. Напротив, у ранних микрастрид – *M. corbovis*, которые предположительно зарывались неглубоко от поверхности дна, при значительном размере панциря толщина пластинок была менее 1 мм.

Представители *Isomicraster* распространены в геологической летописи с турона по ранний маастрихт, однако по сравнению с *Micraster* насчитывают заметно меньшее количество видов. Отметим, что в принятой на данный момент систематике постпалеозойских морских ежей [17] *Isomicraster* не выделяется в качестве самостоятельным родом, а классифицируется в качестве подрода *Micraster* (*Gibbaster*). Некоторые морфологические особенности, в частности, строение непарного амбулакра, коническая форма аборальной поверхности панциря, натолкнули специалистов на мысль, что они вели полузарывающийся образ жизни, не строя полноценных нор в осадке, а лишь частично в него погружаясь [14–16].

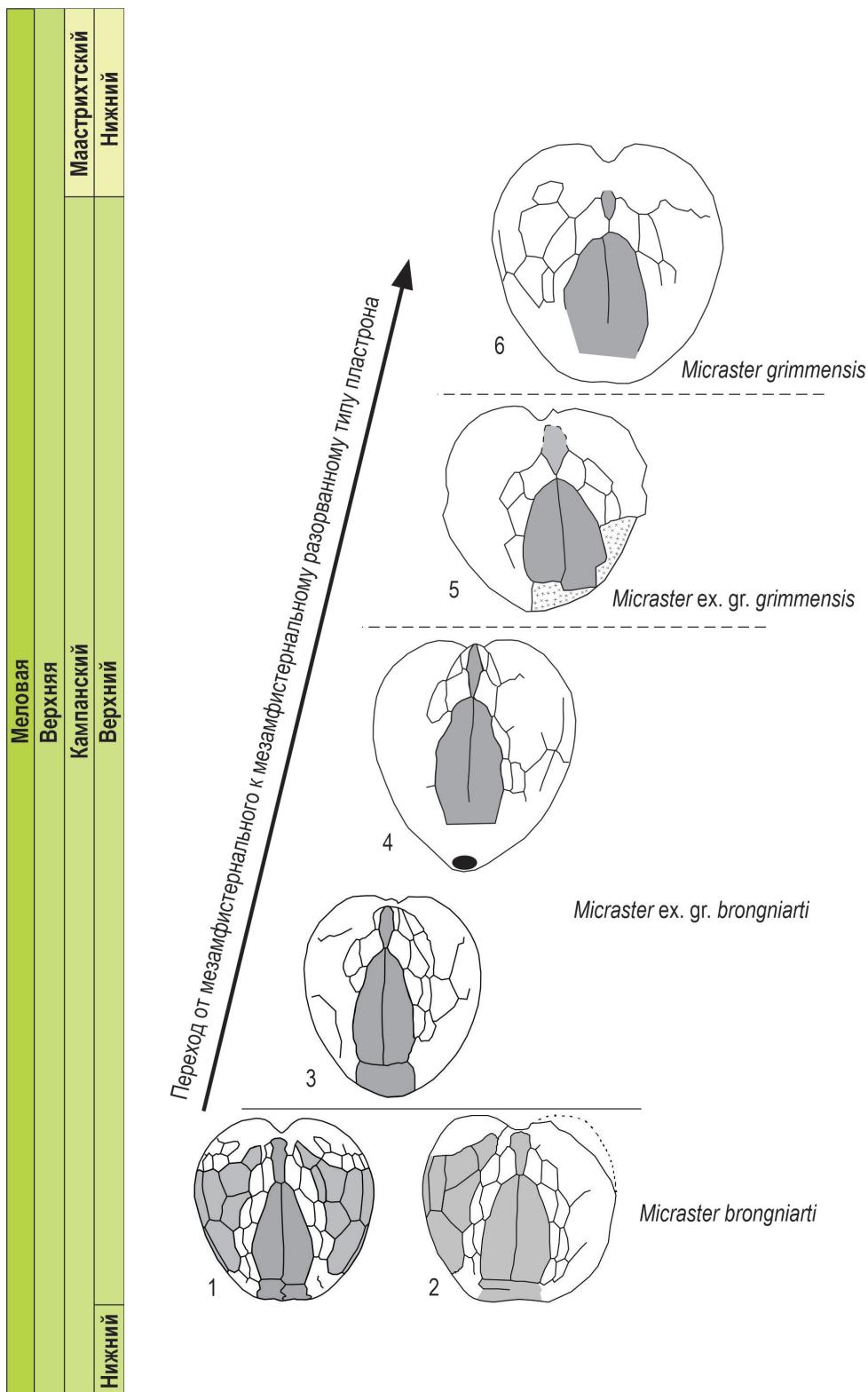


Рис. 1. Строение оральной поверхности поздних *Micraster* – переход от мезамфистерナルного к мезамфистеральному разорванному типу пластрона: 1 – *Micraster brongniarti* Hebert, обр. 33/6236, Копетдаг, предположительно верхний кампан; 2 – *M. brongniarti* Hebert, обр. SSU KEA 203/75, карьер Коммунар, г. Вольск, нижняя часть верхнего кампана; 3 – *M. ex. gr. brongniarti* Hebert, обр. 87/6236, Копетдаг, предположительно верхний кампан; 4 – *M. ex. gr. brongniarti* Hebert, обр. 10/6236, Копетдаг, предположительно верхний кампан; 5 – *M. ex. gr. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/19, карьер Коммунар, г. Вольск, верхняя часть верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*); 6 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. 2/6236, Мангышлак (цвет онлайн)

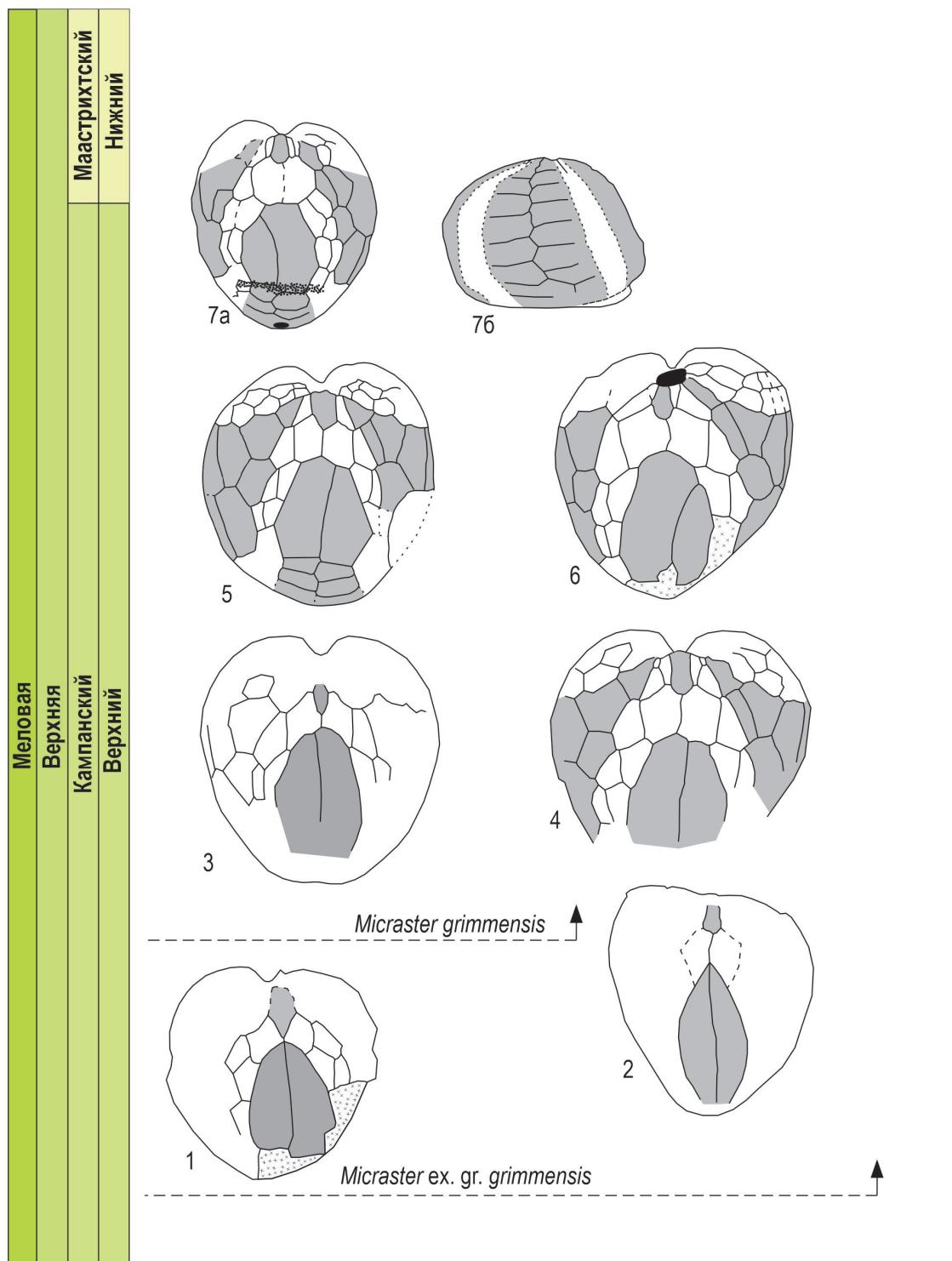


Рис. 2. Морфотипы *Micraster grimmensis* Nietsch из верхнего кампана – нижней части нижнего маастрихта: 1 – *M. ex. gr. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/19, карьер Коммунар, г. Вольск, верхняя часть верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*); 2 – *M. ex.gr. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/35, карьер Коммунар, г. Вольск, верхний кампан; 3 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. 2/6236, Мангышлак; 4 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/80, карьер Коммунар, г. Вольск, верхняя часть верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*); 5 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/16, карьер Коммунар, г. Вольск, верхняя часть верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*); 6 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. SSU KEA 203/88, карьер Коммунар, г. Вольск, верхняя часть верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*); 7 – *M. grimmensis* Nietsch, обр. PIN 35/56-1, 7a – строение оральной поверхности панциря, 7б – продольный профиль панциря (цвет онлайн)

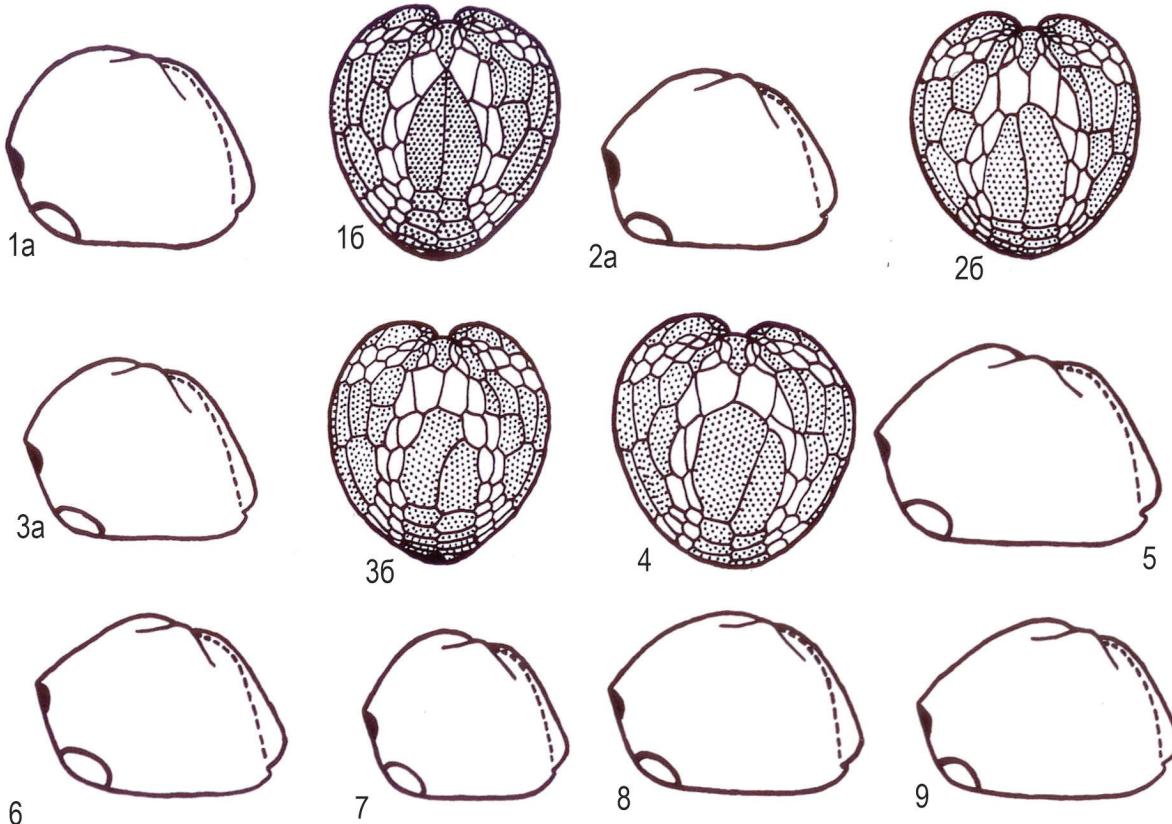


Рис. 3. Различные морфотипы *Micraster grimmensis* Nietsch из верхнего кампана по данным Н. А. Пославской: 1а, б – п-ов Мангышлак; 2а, б – г. Вольск; 3 – Северный Кавказ (р. Кума), За – строение оральной стороны, 3б – продольный профиль панциря; 4 – п-ов Мангышлак; 5–9 – продольные профили панцирей, Северный Кавказ (р. Кума) (рисунки Н. А. Пославской) (цвет онлайн)

Поздние, сantonские – кампанские виды, отличаются достаточно консервативным строением оральной поверхности с незначительными вариациями, существенно различаясь лишь формой панциря. В то же время из верхнего кампана (зона *Belemnitella mucronata*) и нижнего маастрихта (зона *Belemnella lanceolata*) Великобритании описан *Micraster (Gibbaster) norfolkensis* Smith [7], строение которого весьма схоже со строением *M. grimmensis* – лабрум оторван от стерnuma, а стернальный шов сильно наклонен в сторону V амбулакра (рис. 4). Известна единичная находка *M. (G.) ex.gr. norfolkensis* Smith из кампанских отложений Вольской впадины, однако эта форма имеет прямой стернальный шов (см. рис. 4). В классическом издании «Основы палеонтологии» [18] Н. А. Пославской и А. Н. Соловьевым при описании рода *Isomicraster* приведено изображение и рисунок строения оральной поверхности панциря (рис. 224 б, табл. XXXVI, фиг. 1) *I. stolleyi* Lambert. Исходя из рисунка и фотографии образца видим, что он имеет характерные черты строения *M. (G.) norfolkensis* / или *M. grimmensis* – косой стернальный шов, асимметричные стернальные пластинки, мезамфистернальный разорванный тип пластрона,

однако перистом не полностью прикрыт губой и занимает нижнее положение. Согласно приведенной привязке, образец происходит из сантония Западного Копетдага [18]. Вероятно, есть некая неточность в определении, поскольку *I. stolleyi*, описанный Ламбертом [19, 20], обладает другой морфологией оральной поверхности панциря. Подтверждением этого также служит отсутствие данной формы в синонимике вида во всех более поздних работах [4, 21]. Исходя из этого можно предположить, что приведенный в «Основах палеонтологии» [18] экземпляр является *M. (G.) ex.gr. norfolkensis*, однако в таком случае остается открытым вопрос о возрастном диапазоне данного вида.

Очевидно, что схожие морфологические изменения (переход от мезамфистернального к мезамфистернальному разорванному типу пластрона), в некоторых случаях атавистические (возвращение ассиметричных стернальных пластинок, наклон стернального шва), происходили у представителей *Micraster* и *Isomicraster* в одно время (поздний кампан – ранний маастрихт) и на разных территориях, что может являться отражением реакции на значительное изменение условий среды *M. (G.) norfolkensis*, как и *M. grimmensis*,

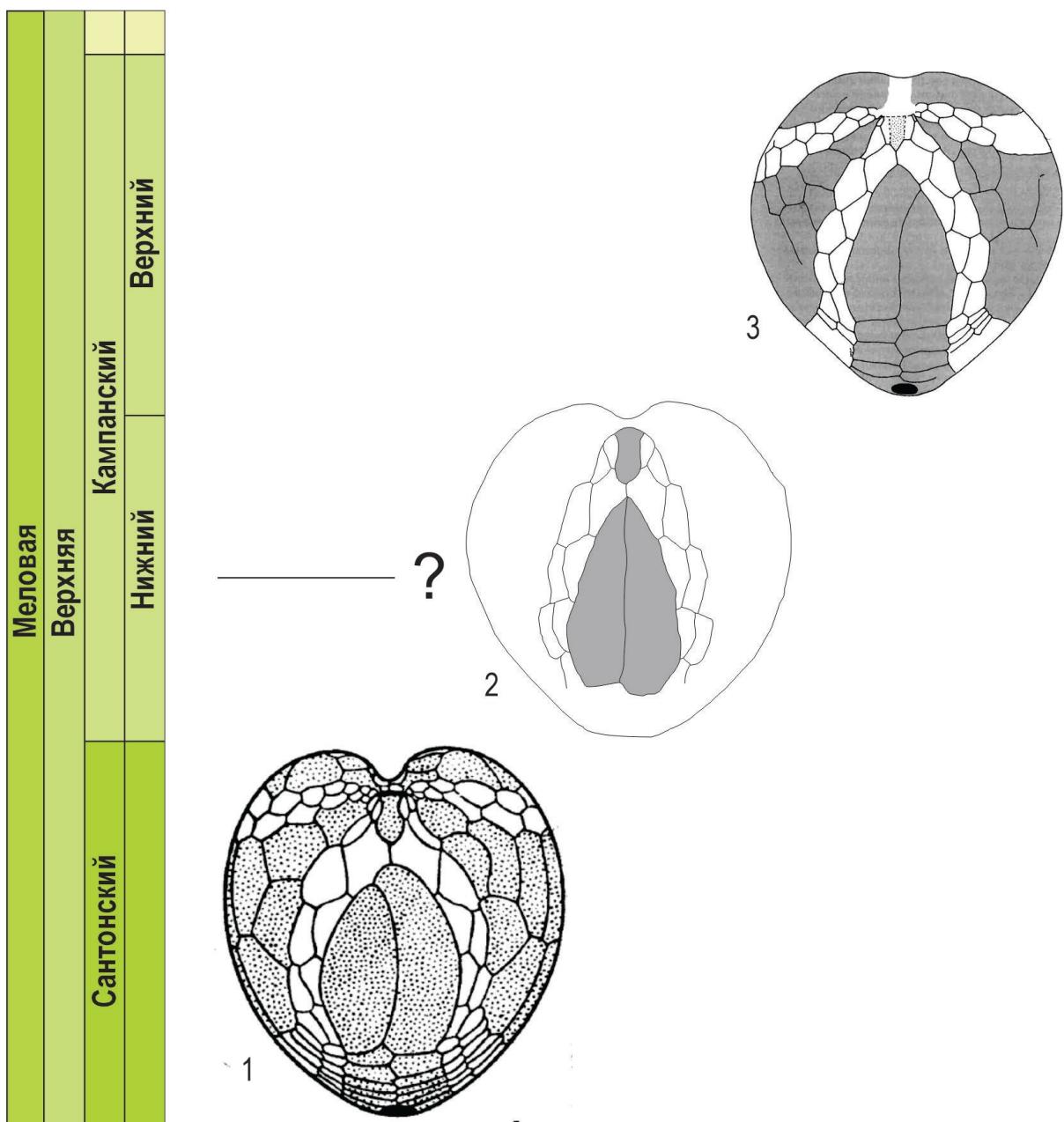


Рис. 4. Особенности морфологии оральной поверхности панцирей поздних *Isomicraster*: 1 – *I. stolleyi* Lambert, сантон, Западный Копетдаг [18]; 2 – *Micraster (Gibbaster)* ex.gr. *norfolkensis* Smith, кампан, г. Вольск; 3 – *Micraster (Gibbaster)* *norfolkensis* Smith, верхний кампан, Великобритания [7] (цвет онлайн)

последний вид в филогенетическом ряду. Находки *M. grimmensis* пока не известны в разрезах Великобритании [7].

Стратиграфическое значение

M. bringniarti характеризует достаточно узкий стратиграфический диапазон – нижнюю часть верхнего кампана. Одноименная биостратиграфическая зона выделена в кампане Вольской впадины и сопоставима с зоной *Belemnitella mucronata Hoplitoplacenticeras*

coesfeldienses и нижней частью зоны *Belemnitella langei* (рис. 5). За пределами Вольских разрезов данный вид на Русской плите не встречен. Он также известен из нижней части верхнего кампана Северного Кавказа, Копетдага, верхнего кампана Франции, Польши и Мангышлака.

Напротив, *M. grimmensis* характеризует несколько больший стратиграфический интервал, охватывающий верхнюю часть верхнего кампана и нижнюю часть нижнего маастрихта (см. рис. 5). Впервые он описан в отложениях средней части аммонитовой зоны «*Heteroceras*



Стратиграфические подразделения по иллюзиям для Русской плиты (данная работа)		Характерные комплексы
Зона	Слои с фауной	
		<p><i>Phymosoma granulosum</i> (Goldfuss), <i>Galeites officinalis</i> (d'Orbigny), <i>Echinocorys pyramidata</i> (Portlock), <i>E. ovata</i> Leske, <i>Rhynchopsgus donetzensis</i> (Faas)</p> <p><i>Echinocorys pyramidalis</i> / <i>Echinocorys clypealis</i> / <i>Cyclaster galei</i></p>
		<p><i>Phymosoma granulosum</i> / <i>Conulus magnificus</i> / <i>Echinocorys clypealis</i></p> <p><i>Cyclaster galei</i> / <i>Echinocorys ovata</i> (Leske), <i>Micraster brongniarti</i> Hebert</p>

Региональные стратиграфические подразделения [29]		Характерные комплексы иллюзий
Зона по аммонитам	Иона и подона по моллюскам и иллюзиям	
<i>Anapachydiscus terminus</i>	<i>Belemnella junior</i> - <i>Neobelemnella kazimirovensis</i>	<i>Echinocorys pyramidata</i> (Portlock), <i>E. ovata</i> Leske,
<i>Pachydiscus epiplectus</i>	<i>Acanthoscaphites tridens</i>	<i>Rhynchopsgus donetzensis</i> (Faas)
<i>Pseudokossmatites tercense</i>		<i>Micraster grimmensis</i> Nietsch, <i>Coraster cubanicus</i> Posl., <i>Ornithaster atlaphensis</i> Lamb.
	<i>Belemnella licharewi</i> / <i>Micraster grimmensis</i>	<i>Echinocorys pyramidata</i> (Portlock)
	<i>Belemnella lancei najdini</i> / <i>Micraster grimmensis</i>	<i>Echinocorys marginata</i> (Goldf.), <i>E. ovata</i> Leske
	<i>Belemnella lancei langei</i> / <i>Didymoceras donezianum</i>	<i>Belemnella minor</i> / <i>Bostrychoceras polypliocum</i>
	<i>Hoplitoplacenticeras marotti</i>	<i>Belemnella mucronata mucronata</i> / <i>Hoplitoplacenticeras coesfeldienses</i>
	<i>Delawarella campaniensis</i>	<i>Belemnelloccamax mammillatus</i>
	<i>Placenticeras bidorsatum</i>	<i>Belemnella mucronata alpha</i>
		<i>Belemnella praecursor mucronataformis</i>

Общая стратиграфическая шкала [28]	Зона по аммонитам	Иона и подона по моллюскам и иллюзиям	Картина
	<i>Anapachydiscus terminus</i>	<i>Belemnella junior</i> - <i>Neobelemnella kazimirovensis</i>	<i>Bepxhinn</i>
	<i>Pachydiscus epiplectus</i>	<i>Acanthoscaphites tridens</i>	<i>Hinkhinn</i>
	<i>Pseudokossmatites tercense</i>		<i>Kamnacherni</i>
		<i>Belemnella licharewi</i> / <i>Micraster grimmensis</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Echinocorys pyramidata</i> (Portlock), <i>E. ovata</i> Leske	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Echinocorys marginata</i> (Goldf.), <i>E. ovata</i> Leske	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Belemnella minor</i> / <i>Bostrychoceras polypliocum</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Belemnella mucronata mucronata</i> / <i>Hoplitoplacenticeras coesfeldienses</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Belemnelloccamax mammillatus</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Belemnella mucronata alpha</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>
		<i>Belemnella praecursor mucronataformis</i>	<i>Bpyp- Hinkhinn</i>

Рис. 5. Биостратиграфическое значение *Micraster brongniarti* Hebert и *Micraster grimmensis* Nietsch (цвет онлайн)

«polypliocum» Германии – аналог современной зоны *Bostrychoceras polypliocum* (верхний кампан) [22]. О. В. Савчинская описала данный вид из верхнего кампана (зона *Belemnitella langei*) Южного Донбасса [23]. Согласно данным Н. А. Пославской и М. М. Москвина, на Северном Кавказе вид встречается совместно с редкими аммонитами *Bostrychoceras schloenbachi* (Favre) и белемнитами *Belemnitella mucronata senior* Nowak, *Belemnitella langei* Schatsky [24]. По всей вероятности, интервал его распространения можно сопоставить с зонами *Bostrychoceras polypliocum* – *Didymoceras donezianum* верхнего кампана. В пределах Вольской впадины установлено совместное нахождения *M. grimmensis* с *Belemnella licharewi* Jeletzky в отложениях верхнего кампана, коррелируемых с зоной *Nastoceras hyati*. М. М. Москвин и Л. Г. Эндельман приводят сведения о находках *M. grimmensis* совместно с *Belemnella lanceolata* (Schlotheim) в верхнемеловых разрезах Горного Манышлака [25]. А. А. Атабекяном, А. А. Михачевой сделаны находки данного вида совместно с аммонитами «*Discoscaphites cf. constrictus* Sowerby» и «*Discoscaphites constrictus* var. *tenuistriata* Kner» в нижнемаастрихских отложениях зоны *Hauericeras sulcatum* [26]. По современным представлениям данный интервал сопоставим с отложениями зоны *Hoploscaphites constrictus* нижнего маастрихта. Образцы, собранные в разрезе у пос. Озинки, происходят из отложений, в которых распространены *Belemnella lanceolata* (Schlotheim), а в верхней их части встречены первые *Belemnella sumensis* Jeletzky, что говорит о нижнемаастрихском возрасте отложений [27].

В региональной стратиграфической схеме верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы (ВЕП) *Micraster grimmensis* Nietsch рассматривается как зональная форма для терминальной части верхнего кампана (зона *Belemnella licharewi* / *Micraster grimmensis*) [28]. Находки данного вида в отложениях зоны *Belemnella lanceolata* в Саратовском Заволжье не позволяют с уверенностью рассматривать его в качестве маркера

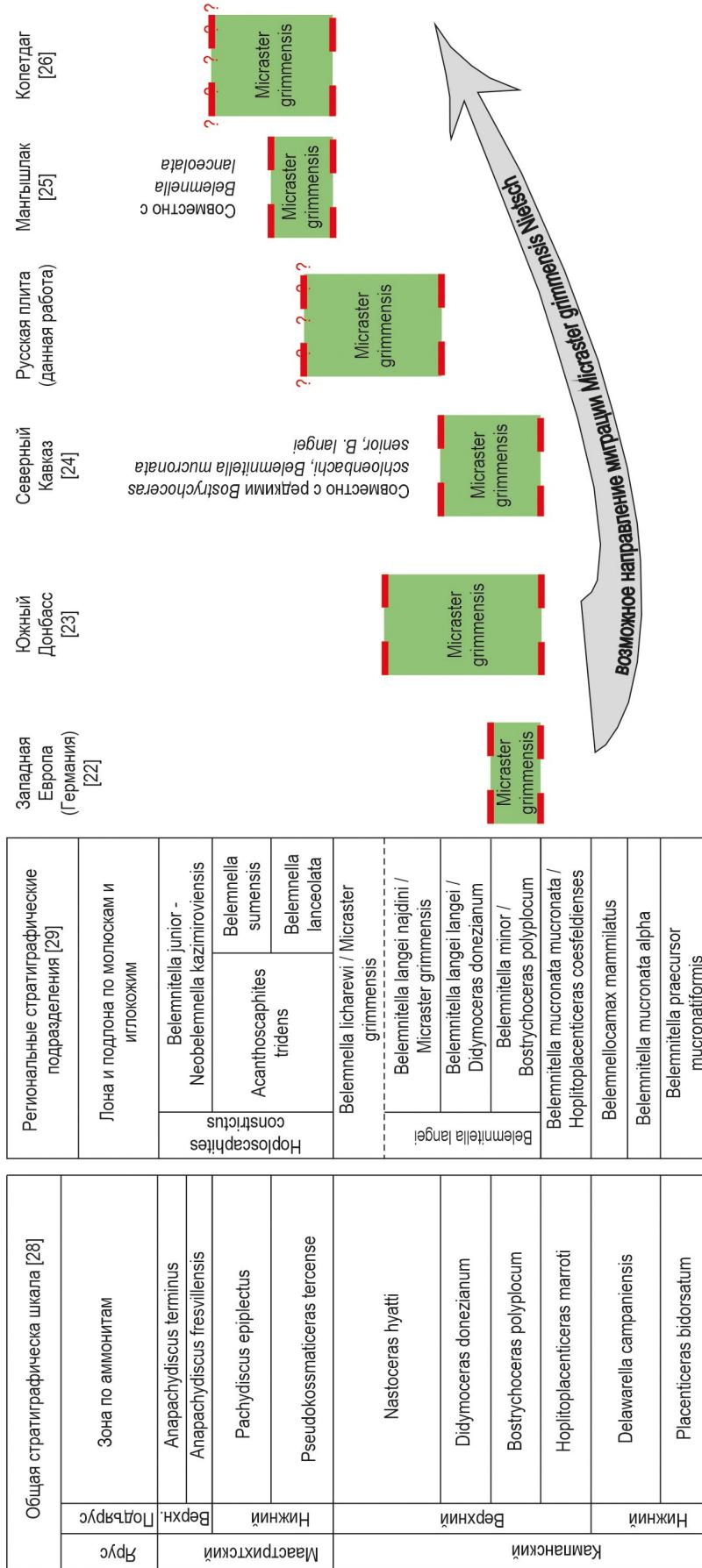


Рис. 6. Распространение *Micraster grimmensis* Nietsch в позднем кампане – раннем маастрихте (цвет онлайн)



границы кампана и маастрихта в рамках действующей схемы. Однако проводимые в последние годы обширные комплексные исследования, связанные с обоснованием положения границы в пределах Русской плиты, показали, что уровень подошвы маастрихта, соответствующий GSSP, располагается именно внутри белемнитовой зоны *Belemnella lanceolata*. В этой связи находки из Озинского разреза могут послужить основанием для расширения интервала зоны *Micraster grimmensis* и перенесения ее верхней границы внутрь зоны *Belemnella lanceolata*.

Выводы

Исходя из имеющихся данных о стратиграфическом и географическом распространении *M. grimmensis*, можно сделать выводы о возможных путях распространения в кампанских – маастрихтских акваториях (рис. 6). Появившись в середине позднего кампана в пределах территории современной Западной Европы, вероятно, вид постепенно продвигался через акватории Донбасса и Северного Кавказа, достигнув к концу кампана территории, относимой к современной правобережной части Поволжья. В конце кампана и, возможно, начале маастрихта ареал *M. grimmensis* расширяется на юг и юго-восток, захватывая территории современных Заволжья, Горного Мангышлака и Копетдага, тем самым распространяясь за пределы Европейской палеобиогеографической области в акватории Средиземноморской и Среднеазиатской областей, где, по всей видимости, в начале маастрихта происходит его вымирание, знаменующее собой вымирание рода *Micraster*.

Позднекампаний – раннемаастрихтский этап в развитии *Micraster* характеризуется сильным изменением морфологических признаков, проявлением атавизмов на фоне уменьшения размеров панциря. Схожие морфологические изменения одновременно происходили и у представителей *Isomicraster*, что, видимо, объясняется «общей» реакцией на изменение условий среды, вероятно связанное с составом донного осадка и особенностями локомоции, в том числе зарывания. Изменения признаков происходили достаточно быстро, на протяжении позднего кампана – раннего маастрихта, и четко прослежены в геологической летописи. Это делает представителей *Micraster* и *Isomicraster* надежными биостратиграфическими маркерами, использование которых возможно даже по фрагментированному материалу.

Библиографический список

1. Kermack K. A. A biometrical study of *Micraster coranguinum* and M. (*Isomicraster*) *senonensis* // Philos. Trans. Roy. Soc. London. 1954. Vol. 237. P. 375–428. <https://doi.org/10.1098/rstb.1954.0001>
2. Москвин М. М., Пославская Н. А. Распространение морских ежей подсемейств Micrasterinae и Brissopsinae в верхнемеловых отложениях СССР // Научные доклады высшей школы. Геолого-географические науки. 1958. № 1. С. 165–168.
3. Ernst G. Zur Stammesgeschichte und stratigraphischen Bedeutung der Echiniden-Gattung *Micraster* in der nordwestdeutschen Oberkreide // Mitteilungen aus dem Geologisch-Palaontologischen Institut der Universität Hamburg. 1970. Heft 39. S. 117–135.
4. Stokes R. B. Royaumes et provinces fauniques du crétacé établis sur la base d'une étude systématique du genera *Micraster* // Memoires du Museum National d'Histoire Naturelle. Série C., Sciences de la Terre. 1975. T. XXXI. P. 1–94.
5. Соловьев А. Н. Семогенез как аспект филогенеза и его значение для стратиграфии (на примере морских ежей) // Палеонтология и совершенствование стратиграфической основы геологического картирования : материалы LV сессии палеонтологического общества. СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. С. 140–142.
6. Соловьев А. Н. Симметрия, асимметрия и диссимметрия у морских ежей // Морфогенез в индивидуальном и историческом развитии: симметрия и асимметрия. М. : ПИН РАН, 2013. С. 232–240.
7. Smith A. B., Wright C. W. British Cretaceous echinoids. Part 9. Atelostomata 2, Spatangoida (2). London, 2012. Vol. 166 (639). P. 635–754. (Monograph of the Palaeontographical Society). <https://doi.org/10.1080/25761900.2022.12131819>
8. Нацкий А. Д. Краткий отчет об исследованиях в Кюрен-даге в 1913-м году // Известия геологического комитета. 1914. Т. XXXIII, № 5. С. 509–523.
9. Нацкий А. Д. О геологических исследованиях в Закаспийской области весною 1914-го года // Известия геологического комитета. 1915. Т. XXXIV, № 5. С. 695–723.
10. Neumann C., Jagt J. W. M., van der Ham R. W. J. M. Rare Campanian Echinoids from Höver and Misburg (Hannover Area, Lower Saxony, Germany) // Mitteilungen aus dem Museum für Naturkunde in Berlin. Geowissenschaftliche Reihe. 2002. Vol. 5, № 1. S. 121–139. <https://doi.org/10.1002/mmng.4860050109>
11. Mortimore R. N., Lawrence J., Pope D., Duperret A., Genter A. Coastal cliff geohazards in weak rock: The UK Chalk cliffs of Sussex // Coastal Chalk Cliff Instability / eds. R. N. Mortimore, A. Duperret. London : Geological Society Engineering Geology Special Publications, 2004. № 20. P. 3–31. <https://doi.org/10.1144/GSL.ENG.2004.020.01.02>
12. Калякин Е. А. Морские ежи *Micraster* Центральнорусской палеобиогеографической провинции // Труды Всероссийского палеонтологического общества. М. : ПИН РАН, 2019. Т. II. С. 69–85.
13. Первушов Е. М., Рябов И. П., Сельцер В. Б., Валащик И., Калякин Е. А., Гужикова А. А., Ильинский Е. И., Худяков Д. В. Верхнемеловые отложения Вольской структурной зоны Восточно-Европейской



- платформы: турон-нижний кампан разреза Коммунар. Статья 2. Макрофаунистическая характеристика, выводы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2022. Т. 30, № 3. С. 62–89. <https://doi.org/10.31857/S0869592X22030048>, EDN: TXHQDI
14. Nichols D. Changes in the chalk heart-urchin *Micraster* interpreted in relation to living forms // Philos. Trans. Roy. Soc. London. 1959. Vol. 242. P. 347–437. <https://doi.org/10.1098/rstb.1959.0007>
 15. Nichols D. Mode of life and taxonomy in irregular sea urchins // Function and Taxonomic Importance. Systematics association publication. 1959. № 3. P. 61–80.
 16. Smith A. B. Echinoid palaeobiology. London : George Allen & Unwin, 1984. 190 p.
 17. Kroh A., Smith A. B. The phylogeny and classification of post-Palaeozoic echinoids // Journal of Systematic Palaeontology. 2010. Vol. 8, iss. 2. P. 147–212. <https://doi.org/10.1080/14772011003603556>, EDN: OMXFLJ
 18. Основы палеонтологии : в 15 т. Т. 10. Иглокожие / под ред. Р. Ф. Геккера. М. : Недра, 1964. С. 15–275.
 19. Lambert J. Essai d'une Monographie du genre *Micraster* et notes sur quelques echinides // Grossouvre A. de. Recherches sur la Craie supérieure. I partie. Stratigraphie générale. Mémoires de la Carte Géologique détaillée de la France, 1895. Part 1, chapter 4. P. 149–267; 1901. Part 2: Errata et addenda. P. 957–971.
 20. Lambert J. Échinides crétacés de la Belgique. II Echinides de l'étage Sénonien // Mémoires du Musée Royal d'Histoire Naturelle de Belgique. 1911. T. IV. 81 p.
 21. Smith A. B., Gallemi J., Jeffery C. H., Ernst G., Ward P. D. Late Cretaceous-early Tertiary echinoids from northern Spain: Implications for the Cretaceous-Tertiary extinction event // Bulletin of the Natural History Museum London (Geology). 1999. Vol. 55, № 2. P. 81–137.
 22. Nietsch H. Die irregulären Echiniden der pommerschen Kreide // Abh. geol.-paläont. Inst. Greifswald. 1921. Heft 2. 47 S.
 23. Савчинская О. В. Эхиноиды // Атлас верхнемеловой фауны Донбасса М. : Недра, 1974. С. 303–332.
 24. Пославская Н. А., Москвин М. М. Эхиноиды // Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. М. : Гостоптехиздат, 1959. С. 237–304.
 25. Москвин М. М., Эндельман Л. Г. Позднемеловые морские ежи Мангышлака и их стратиграфическое значение // Биостратиграфия мезозойских отложений нефтегазоносных областей СССР. М. : ИГ и РГИ, 1972. С. 3–10.
 26. Атабекян А. А., Лихачева А. А. Верхнемеловые отложения Западного Копет-Дага // Проблемы нефтегазоносности Средней Азии. Новая серия. 1961. Т. 62, вып. 10. 243 с.
 27. Калякин Е. А. Новые данные о палеогеографии и стратиграфической позиции *Micraster grimmensis* Nietsch (Echinoidea) // Биогеография и эволюционные процессы : материалы LXVI сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2020. С. 72–74.
 28. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Зональная стратиграфическая шкала верхнего мела Восточно-Европейской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11, № 2. С. 75–101. EDN: OOXQDT
 29. Олферьев А. Г., Алексеев А. С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. М. : ПИН РАН, 2005. 204 с.

Поступила в редакцию 29.01.2025; одобрена после рецензирования 09.02.2025;
принята к публикации 06.03.2025; опубликована 30.06.2025

The article was submitted 29.01.2025; approved after reviewing 09.02.2025;
accepted for publication 06.03.2025; published 30.06.2025