

УДК 551.763.3(477.75)

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2023-63-6-24-33

## ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ ВЕРХНЕГО МААСТРИХТА ГОРЫ КЛЕМЕНТЬЕВА (ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ КРЫМ)

Людмила Федоровна Копачевич<sup>1</sup>✉, Елена Васильевна Яковичина<sup>2</sup>,  
Наталья Олеговна Митрофанова<sup>3</sup>, Анатолий Михайлович Никишин<sup>4</sup>,  
Сергей Иванович Бордунов<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; lfkopaevich@mail.ru ✉

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; yakovichina@mail.ru

<sup>3</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; grnatusik@yandex.ru

<sup>4</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; amnikishin@gmail.com

<sup>5</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; sib-msu@mail.ru

**Аннотация.** Представлены результаты комплексного изучения опорного разреза верхнего маастрихта горы Клементьева (Юго-Восточный Крым), сложенного терригенно-карбонатной толщей. Установлено, что осадконакопление проходило в относительно глубоководных условиях. Биостратиграфический анализ комплексов бентосных и планктонных фораминифер позволил выделить в разрезе фораминиферовые зоны и подтвердить глубоководный тип седиментации бассейна в этом интервале.

**Ключевые слова:** Крым, стратиграфия, верхний мел, маастрихт, литология, фораминиферы

**Для цитирования:** Копачевич Л.Ф., Яковичина Е.В., Митрофанова Н.О., Никишин А.М., Бордунов С.И. Опорный разрез верхнего маастрихта горы Клементьева (Юго-Восточный Крым) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2023. № 6. С. 24–33.

## REFERENCE SECTION OF THE UPPER MAASTRICHT OF MOUNT KLEMENTYEVA (SOUTH-EASTERN CRIMEA)

Lyudmila F. Kopaevich<sup>1</sup>✉, Elena V. Yakovichina<sup>2</sup>, Natalya O. Mitrofanova<sup>3</sup>,  
Anatoliy M. Nikishin<sup>4</sup>, Sergey I. Bordunov<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; lfkopaevich@mail.ru ✉

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; yakovichina@mail.ru

<sup>3</sup> Lomonosov Moscow State University; Geological Institute RAS, Moscow, Russia; grnatusik@yandex.ru

<sup>4</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; amnikishin@gmail.com

<sup>5</sup> Lomonosov Moscow State University; Geological Institute RAS, Moscow, Russia; sib-msu@mail.ru

**Abstract.** The results of a comprehensive study of the reference section of the Upper Maastrichtian of Mount Klementyev (South-Eastern Crimea), composed of a terrigenous-carbonate strata. It was found that sedimentation occurred in relatively deep-water conditions. Biostratigraphic analysis of benthic and planktonic foraminifera assemblages made it possible to identify foraminiferal zones in the section and confirm the deep-water type of sedimentation in the basin at this interval.

**Keywords:** Crimea, stratigraphy, Upper Cretaceous, Maastrichtian, foraminifera, lithology

**For citation:** Kopaevich L.F., Yakovichina E.V., Mitrofanova N.O., Nikishin A.M., Bordunov S.I. Reference section of the upper Maastricht of Mount Klementyeva (South-Eastern Crimea). *Moscow University Geol. Bull.* 2023; 6: 24–33. (In Russ.).

**Введение.** В статье приведены результаты комплексного изучения опорного разреза верхнего маастрихта горы Клементьева, расположенного в юго-восточной части Горного Крыма (рис. 1). В тектоническом плане разрез относится к Судакскому трогу [Копачевич и др., 2007]. Его изучение показало существенное отличие от разрезов других структурно-фациальных зон региона [Яковичина, 2005; Копачевич и др., 2007; Яковичина и др., 2022]. Различие касается как вещественного состава пород, так и комплексов планктонных

и бентосных фораминифер, а также характеристик палеообстановок. В данной статье авторы выделили в разрезе микрофаии и подробно описали комплексы планктонных и бентосных фораминифер. Выделены зоны по фораминиферам и сопоставлены с Крымско-Кавказской шкалой верхнего мела [Копачевич, 2010]. Следует отметить, что соавтором этой статьи является В.Н. Беньямовский, которого уже нет с нами. Он дал характеристику комплекса агглютинирующих фораминифер, им были отобраны и сфотографированы все бентос-

ные раковины и частично проинтерпретированы полученные результаты, касающиеся агглютилирующих форм. Планктонные фораминиферы определялись Л.Ф. Копаевич и Н.О. Митрофановой. Описание шлифов, выделение на их основе микрофаций и соответствующих им фациальных зон выполнены Е.В. Яковишиной. Корректировка определений бентосных форм сделана С.И. Бордуновым. Интерпретация условий осадконакопления на основе полученных результатов, в том числе на базе результатов микрофаунистического анализа, выполнены при активном участии всех авторов статьи с учетом данных В.Н. Беньямовского.

**Материал и методы исследования.** С целью изучения особенностей разреза г. Клементьева было отобрано 18 образцов с интервалом отбора 2–3 м. Дальнейшие аналитические исследования образцов проводились на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Вещественный состав пород изучался в петрографических шлифах с помощью оптического микроскопа Полам-213М. В результате удалось выделить 6 типов микрофаций (МКФ), отличающихся друг от друга составом, цветом, структурой, текстурой, палеонтологическими характеристиками и т. д., что позволило составить картину условий формирования изучаемой толщи в рамках существующих в настоящее время представлений [Flügel, 2010].

Для микропалеонтологического изучения применялся традиционный метод отмывки. Породы мягкие и податливые, при их обработке не понадобилось добавления химических препаратов, они отмывались вручную путем дробления, замачивания и последующего сливания глинистой составляющей. Все выделенные из породы раковины фораминифер хорошей и средней сохранности, скульптурные элементы различимы. С помощью секвентной стратиграфии в разрезе удалось выделить системные тракты, состоящие из пакетов парасеквенций и характеризующие цикличность процесса осадконакопления, связанную с колебаниями уровня моря [Vail, 1977; Van Wagoner et al., 1990]. Парасеквенция — это относительно согласная последовательность генетически связанных слоев или пачек, ограниченных поверхностями морского затопления. При анализе цикличности разреза особое внимание уделялось выявлению наиболее контрастных границ между микрофациями, свидетельствующих о колебаниях уровня моря.

#### Результаты и обсуждение. Описание разреза.

Разрез горы Клементьева представлен в основном карбонатной толщей маастрихтского яруса, залегающей несогласно на отложениях альба (рис. 2). Общая мощность верхнего маастрихта составляет 85 м.

В разрезе выделено четыре слоя (снизу-вверх) в интервале верхнего маастрихта и один в отложениях датского яруса (рис. 3) [Яковишина, 2005]. Римскими цифрами показана нумерация пачек по [Алексеев, 1989].

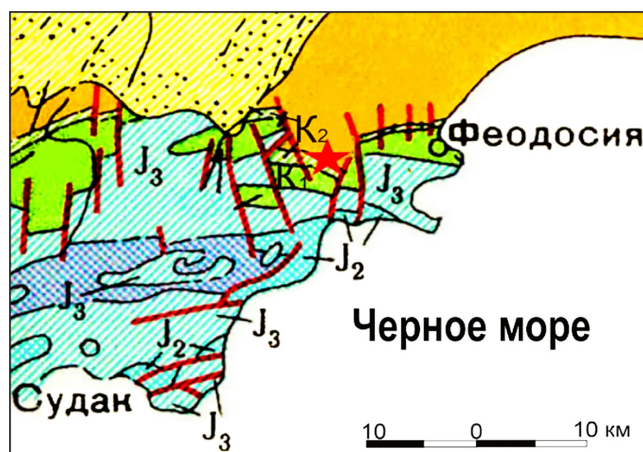


Рис. 1. Положение разреза г. Клементьева на геологической карте Крыма [Геология..., 1969]. Красная звезда — расположение разреза

**Слой 1 (пачка XXII).** Нижняя граница слоя задернована. В рельефе слой формирует пологий склон, засыпанный тонкоплитчатой изометричной щебенкой. Отложения представлены ритмичным чередованием микритовых известняков темно-серого цвета (МКФ1) и алевроитовых известняков (МКФ2). Отложения сильно биотурбированы (см. рис. 2). Количество алевроитовой примеси колеблется, не превышая 10%; она представлена кварцем, полевыми шпатами (кислого и среднего состава), реже глауконитом, слюдистыми минералами (мусковит), отдельными зернами обломочного известняка, железистыми включениями (пирит), единичными зернами циркона алевроитовой размерности, почти неокатанными, изометричной формы. Органического детрита мало, не более 3–4%. Он представлен раковинами фораминифер (1–2%), мелким детритом (0,15–0,5 мм) брахиопод, остракод, гастропод, иглокожих, водорослей икопролитов. Полости раковин фораминифер часто заполнены кристаллами доломита. Мощность слоя 8 м.

**Слой 2 (пачка XXII).** Граница слоя выражена прослоем алевроитового известняка со значительной примесью глауконита (МКФ3). В рельефе данный слой представлен крутой гривкой, засыпанной крупной не плитчатой изометричной щебенкой. Присутствует слабовыраженная горизонтальная слоистость. Слой представлен алевроитовыми известняками зеленовато-серого цвета (МКФ2). Нерастворимый остаток состоит из кварца, кислых полевых шпатов, глауконита, железистых агрегатов, единичных зерен циркона, слюды. Зерна алевроитовой и мелкопесчаной размерности (0,05–0,1 мм), угловатые, изометричные. Органический детрит представлен раковинами фораминифер, реже раковинным детритом брахиопод и иглокожих. Породы сильно биотурбированы, по ходам илоедов присутствует ожелезнение. Характерной особенностью слоя является значительное увеличение терригенной составляющей (до 15–20%), почти полное отсутствие



Рис. 2. Общий вид разреза верхнего маастрихта г. Клементьева

слюды, значительное увеличение количества микрофауны (фораминифер до 5–7%). Мощность слоя 4 м.

**Слой 3 (пачка XXII).** Слой образует в рельефе довольно крутой склон, засыпанный плоской изометричной щебенкой. От подстилающих отложений он отделен поверхностью подводного размыва. В его основании присутствует прослой алевритовых известняков с содержанием глауконита до 30% (МКФ3). Породы представлены ритмичным переслаиванием алевритовых (МКФ2, МКФ3) и глинистых известняков (МКФ1) темно-серого цвета, сильно биотурбированных, с большим количеством пиритовых конкреций. Отмечается горизонтальная слоистость. Нерастворимый осадок состоит из кварца, полевых шпатов (микроклин, двойники плагиоклазов), слюдистых минералов, мусковита, глауконита, цирконов. Среди глауконитовых зерен присутствуют очень крупные (0,5–2 мм). В слое отмечена пиритизация по ходам илюедов, зерна железистых минералов (в основном пирита), которые плохо сортированы, от неокатанных алевритовой размерности до полукатанных мелкозернистых. Органический детрит представлен остатками фораминифер (не более 5–10%) среди которых преобладают формы с агглютинирующей раковиной, а также шламом водорослей и иглокожих (МКФ2; МКФ1). В МКФ1 присутствуют единичные планктонные фораминиферы. Вверх по разрезу слоя количество терригенного материала увеличивается, а в его кровле присутствует горизонт рыхлого глауконитового песчаника, темно-зеленого цвета с крупными (до 1–2 см) примазками аутигенного глауконита сферо-агрегатной формы. Мощность слоя 30 м.

**Слой 4 (пачка XXIII).** От подстилающих отложений слой отделен поверхностью субаквального размыва. Он образует в рельефе крутые уступы, в его основании лежит прослой глауконитовых песчаников зеленовато-серого цвета мощностью

0,5 м, рыхлых, не слоистых (МКФ5). Вышележащие отложения представлены ритмичным чередованием (через 0,5–0,7 м) зеленовато-серых глауконитовых песчаников (МКФ 3) и желтовато-серых песчаных известняков (МКФ4) с большим количеством глауконита, раковинного детрита, фосфоритов, встречаются следы илюедов. Нерастворимый остаток состоит из кварца, глауконита, полевых шпатов, слюдистых минералов. Количество органического детрита резко сокращается и не превышает 1%. Он представлен редкими раковинами фораминифер, детритом иглокожих, шламом макрофауны плохой сохранности. Мощность слоя несколько выше 5 м.

**Слой 5** отделен от подстилающих отложений поверхностью субаэрального несогласия и образует в рельефе крутые скальные выходы. В основании пачки прослой темно-серых глинистых мергелей. Вышележащие породы представлены ритмичным чередованием плотных массивных светло серых мшанково-криноидных известняков (МКФ6) с прослоями темно-серых мергелей. Отложения принадлежат датскому ярусу. Мощность слоя более 60 м.

**Фации.** На основании распространения по разрезу и площади выделенных микрофаций и их парагенетических ассоциаций были выделены две фациальные зоны [Flügel, 2010]: фации подножья крутого склона карбонатного рампа и фации мелководной части глубокой сублиторали (рис. 3).

**Фаии подножья склона карбонатного рампа** представлены микритовыми, зернисто-иловыми и пелитоморфными известняками (МКФ1, МКФ2, МКФ3) с незначительным количеством раковин фораминифер и практически полным отсутствием донных организмов. Они напоминают депрессионные отложения глубоководных участков современных океанов, которые служат седиментационными ловушками для тонкого карбонатного и глинистого материалов. Ископаемые сообщества фации по-



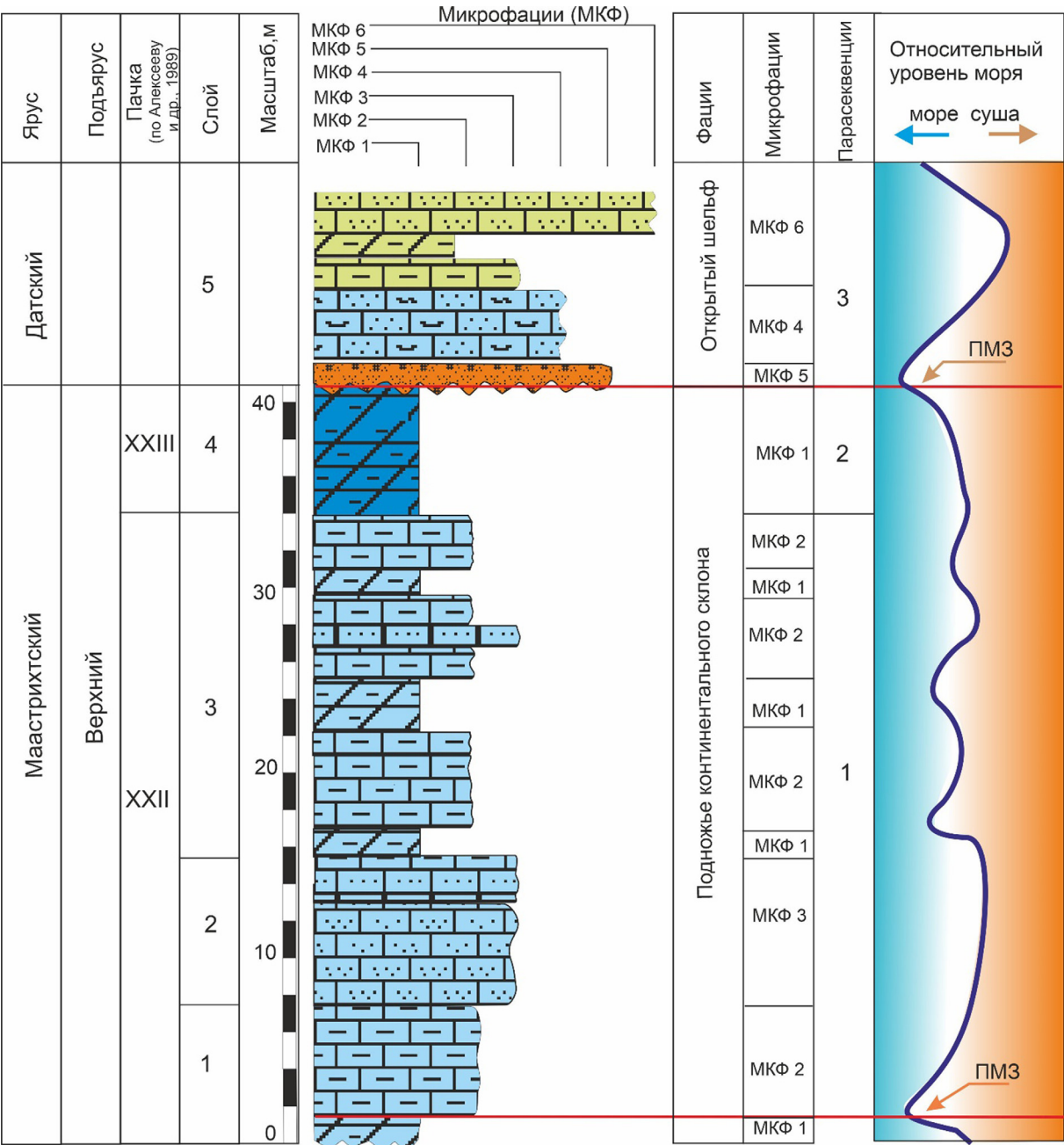


Рис. 3. Вещественный состав пород, фации и микрофации разреза г. Клементьева

добного типа достаточно разнообразны. Данные отложения формируются ниже базиса нормальных волн и ниже влияния штормовых волн при пониженном содержании кислорода, что ограничивает развитие бентосных зарывающихся организмов и, таким образом, в осадках сохраняется первичная слоистость и повышенные концентрации органического углерода.

Фация мелководной части глубокой сублиторали представлена органогенно-детритовыми мшанково-криноидными известняками (МКФ6), песчанистыми известняками (МКФ4) и глауконитовыми песчаниками (подшва МКФ5), которые отражают спокойные мелководно-морские обстановки осадконакопления, различаясь лишь по степени поступления терри-

генного материала и количеству биокластов. К их особенностям относится преимущественно органогенно-детритовый состав с подчиненной ролью микритового и песчано-алевритового материала. Среди других характеристик можно отметить преобладание светло-серой окраски, присутствие редких онколитов, а также текстуры биотурбации. Отложения формировались в водах с высоким содержанием кислорода в основном ниже базиса нормальных волн. Для данной фации характерно разнообразие сообществ донных беспозвоночных. Сообщества мелкой сублиторали представлены самыми разными по типам обитания и прикрепления организмами: преобладают прикрепляющиеся, неглубоко зарывающиеся и роющие организмы (известковистые

водоросли, брахиоподы, мшанки), предпочитающие глубины до 50 м.

**Секвентный анализ.** Нижняя граница секвенции совпадает с перерывом, охватывающим интервал от конца альба до позднего маастрихта. Верхняя граница маастрихтских отложений отвечает обмелению бассейна и подчеркивается поверхностью субаквального размыва в Горном Крыму, это позволяет рассматривать ее и как верхнюю границу секвенции.

Полной последовательности системных трактов в выделенной секвенции не выявлено. Разрез (слои 1–4) представлен отложениями наиболее дистальной части глубокой сублиторали с хорошо выраженной цикличностью более мелкого порядка, которые несогласно перекрываются отложениями фаций более мелкой сублиторали. Снизу вверх в разрезе происходит увеличение содержания и размерности терригенного материала. Хорошо выражены два трансгрессивных импульса, характеризующиеся перерывами в осадконакоплении и хорошо прослеживающиеся по площади. Верхнему трансгрессивному импульсу отвечает слой 4, сложенный преимущественно глинисто-алевритовыми породами с многочисленным раковинным детритом. Последовавшая широко распространенная в пределах Горного Крыма регрессия завершилась появлением сублиторальных фаций и развитием хорошо выраженной по всей площади толщи органогенно-детритовых известняков (слой 5). Отметим, что следующую секвенцию следовало бы начинать от подошвы этих известняков, отвечающей тракту высокого стояния, возможно его второй фазе. Бассейн при этом охватывает практически всю территорию Горного Крыма, однако является мелководным.

В разрезе верхнего маастрихта выделено два пакета парасеквенций. Первый начинается отложениями, характеризующимися проявлением трансгрессии. Нижняя граница первого пакета парасеквенций представлена поверхностью стратиграфического несогласия, на данном уровне так же отмечается поверхность максимального затопления (ПМЗ). Граница отмечена локальным изменением состава пород и резким уменьшением количества макрофауны, отложения сложены микритовыми известняками и алевритовыми известняками с фрагментами двустворчатых моллюсков, ежей, губок, фораминифер (слои 1–3). Снизу в верх в разрезе происходит увеличение содержания и размерности терригенного материала. Первый пакет парасеквенций соответствует поздней стадии тракта низкого стояния и переходу к трансгрессивному тракту. Второй пакет парасеквенций представлен микритовыми известняками темно-серого цвета (слой 4), которые соответствуют тракту высокого стояния. В целом рассматриваемые пакеты парасеквенций отвечают трансгрессивно-регрессивному циклу осадконакопления с четко выраженным обмелением в кровле слоя 4, где присутствует подводный размыв.

Последовавшая регрессия завершилась появлением относительно мелководных супралиторальных фаций [Ильин и др., 1988] и развитием хорошо выраженного по всей площади горизонта мшанково-криноидных известняков (слой 5). Эти отложения могут быть выделены в третий пакет парасеквенций, который отвечает тракту высокого стояния.

Анализ морфологии и строения слоев данных отложений, а также сопоставление с известными седиментационными моделями карбонатных тел [Обстановки..., 1990] позволяют предположить, что формирование связано с осадконакоплением в палеообстановках, соответствующих модели осадконакопления у подножья крутого склона карбонатного рамп (рис. 3).

**Комплексы фораминифер.** Отложения верхнего маастрихта в Восточном Крыму содержат разнообразный комплекс планктонных фораминифер (рис. 4). Их таксономический состав позволяет выделить стратиграфическую зону *Abathomphalus mayaroensis*, а в верхней части наметить стратиграфический уровень с высоким содержанием многорядных гетерогелицид [Копачевич и др., 2007; Копачевич и др., 2023]. По бентосным фораминиферам выделяются зоны *Brotzenella praeacuta* и *Hanzawaia ekbloimi* (BF12-BF13), выделенные для Восточно-Европейской платформы, но хорошо прослеживающиеся и в Крыму, особенно для кампан-маастрихтского интервала [Копачевич и др., 2007; Беньямовский, 2008]. На этом стратиграфическом уровне также выделены белемнитовая зона *Neobelemnella kazimiroviensis* (ростр этого белемнита был найден в самой подошве описываемого разреза), а также зона *Nephrolites frequens* по наннопланктону, что повышает точность корреляции этого разреза с общей и международной стратиграфическими шкалами.

Состав планктонных фораминифер указывает на принадлежность описываемых отложений к зоне *Abathomphalus mayaroensis*. Присутствие зонального вида позволяет выделить в разрезе г. Клементьева эту зону, являющуюся самой верхней зоной маастрихтского яруса в общей и международной стратиграфических шкалах. В комплексе присутствуют другие спирально-конические виды, к числу которых относятся *Contusotruncana contusa* (Cushman), *Globotruncana arca* (Cushman), *Globotruncana falsostuarti* (Sigal), *Globotruncanites stuarti* (deLapparent.), *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer), *R. hexacamerata* (Bronnimann). Среди планоспиральных форм отмечено присутствие раковин *Globigerinella messinae* (Bronnimann), *Gl. subcarinatus* (Bronnimann), *Gl. multispitsinus* (Lalicker). Самый интересный факт в распространении по разрезу г. Клементьева планктонных форм — это постепенное, но довольно интенсивное увеличение числа раковин спирально-винтовых видов. Эти таксоны представлены следующими видами: *Pseudotextularia elegans* (Rzehak), *Ps. Deformis* (Kikoine), *Racemiguembelina fruticosa* (Egger), *R. powelli* (Smith and Pessagno), *Planoglobulina*

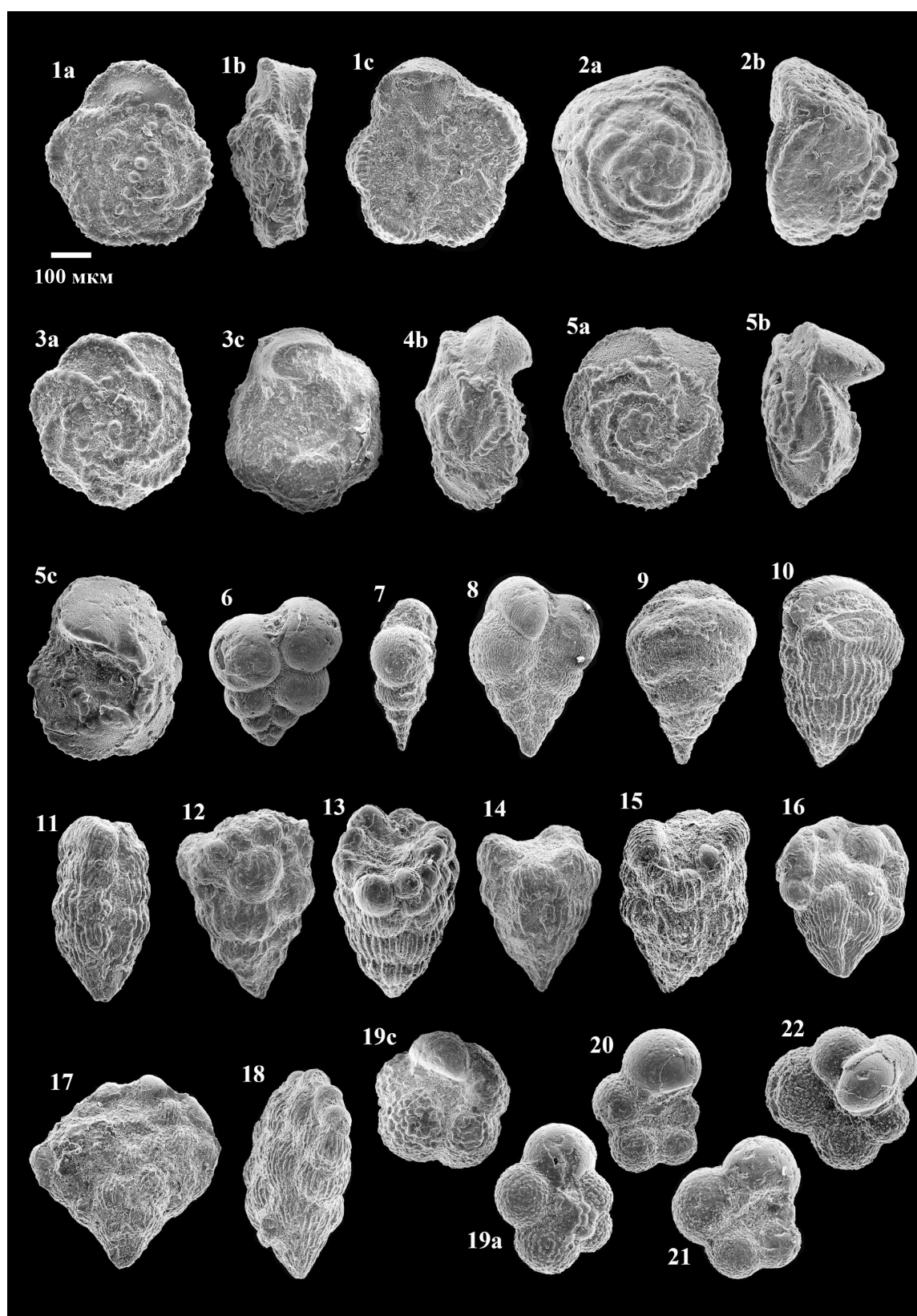


Рис. 4. Планктонные фораминиферы из разреза г. Клементьева. Для спирально-конических раковин: *a* — вид с умбиликальной стороны; *b* — вид с периферии; *c* — вид с дорзальной стороны. 1a–c: *Abathomphalus mayaroensis*; 2a, b: *Contusotruncana contusa*; 3a, c: *Globotruncana arca*; 4b: *Globotruncana falsostuarti* (Sigal, 1952); 5a–c: *Globotruncanina stuarti*; 6, 7 — *Heterohelix striata*: 6 — общий вид, 7 — вид с периферии; 8, 9 — *Pseudotextularia elegans*: 8 — общий вид, 9 — вид с периферии; 10, 11 — *Pseudotextularia deformis*: 10 — вид с периферии, 11 — общий вид; 12, 13 — *Racemiguembelina fructicosa*: 12 — общий вид, 13 — вид с периферии; 14 — *Racemiguembelina intermedia*; 15 — *Racemiguembelina powelli*; 16 — *Planoglobulina brazoensis*; 17, 18 — *Planoglobulina acervulinoides*: 17 — общий вид, 18 — вид с периферии; 19c, a — *Rugoglobigerina rugosa*; 20 — *Globigerinelloides subcarinatus* — вид с дорзальной стороны; 21 — *Globigerinelloides messinae* — вид с дорзальной стороны; 22 — *Globigerinelloides multispinus* — вид с периферии

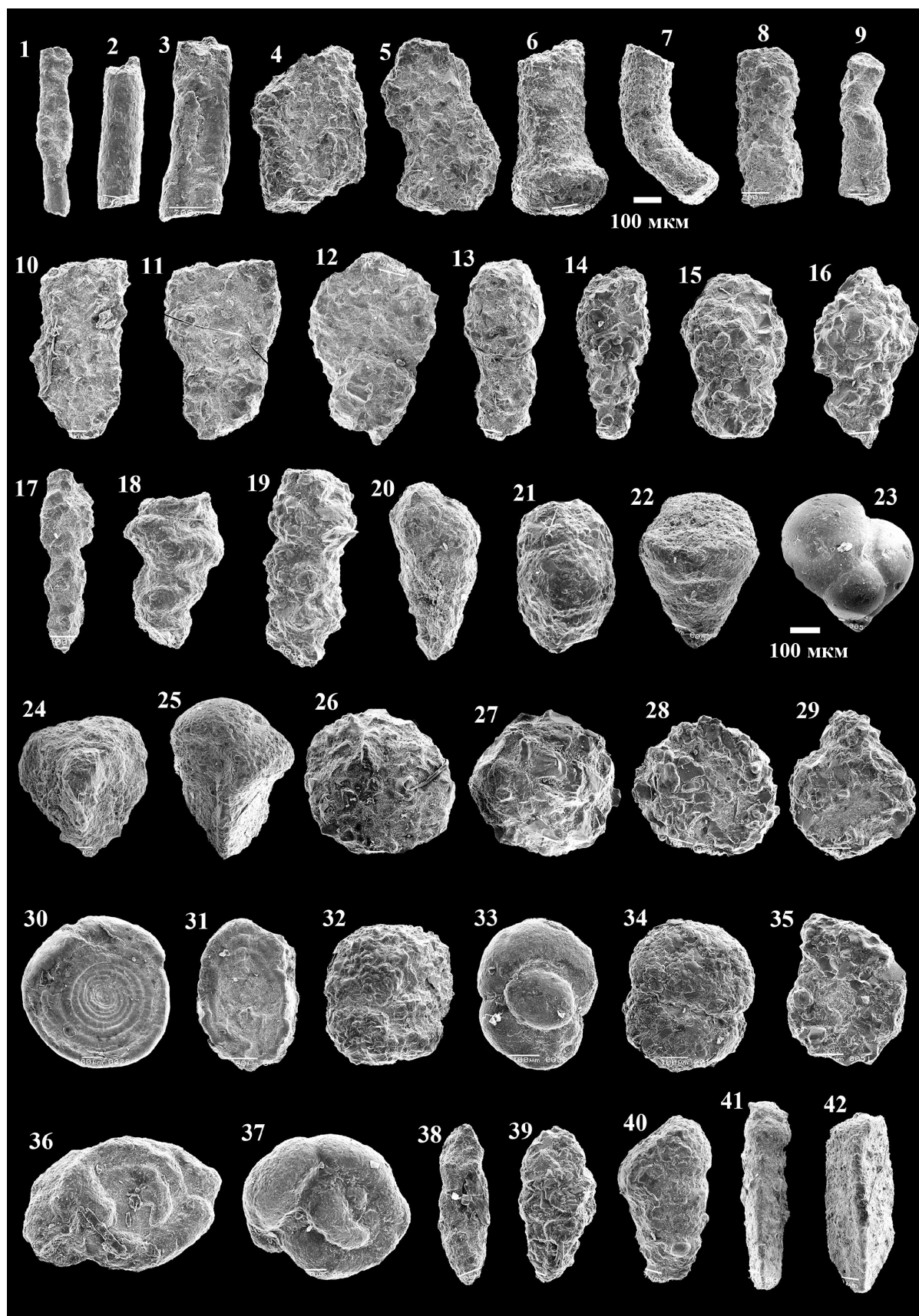


Рис. 5. Бентосные фораминиферы из разреза г. Клементьева. 1. *Rhabdammina discreta*; 2, 3. *Nothia robusta*; 4, 5. *Nothia excelsa*; 6. *Hyperammina elongata*; 7–9. *Rhizammina indiviza*; 10, 11. *Ammobaculites* sp. 12–15. *Reophax globosus*; 16. *Reophax subfusiformis*; 17. *Reophax subnodulosus*; 18, 19. *Subreophax splendidus*; 20. *Verneuilina polystropha*; 21. *Dorothia retusa*; 22. *Marssonella oxycona*; 23. *Eggerella trochoides*; 24, 25. *Tritaxia pyramidata*; 26, 27. *Psammoshaera scruposa*; 28. *Lagenammina grzybowskii*; 29. *Lagenammina difflugiformis*; 30. *Ammodiscus cretaceus*; 31. *Ammodiscus peruvianus*; 32–34. *Ammosphaeroidina pseudopauciloculata*; 35. *Ammobaculites agglutinans*; 36, 37. *Trochamminoides dubius*; 38, 39. *Karrerulina coniformis*; 40. *Verneuilina polystropha*; 41, 42. *Tritaxia tricarinata*



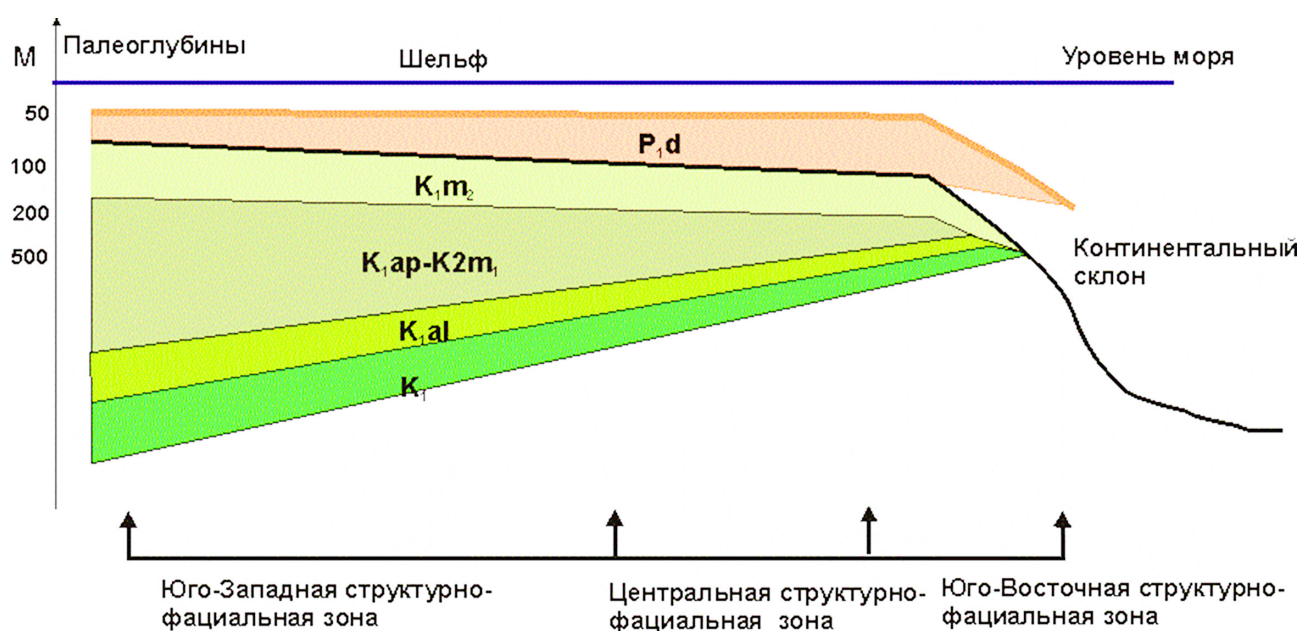


Рис. 6. Модель распространения верхнемаастрихтских отложений в различных структурно-фациальных зонах Горного Крыма

*brazoensis* (Martin); *Pl. acervulinoides* (Egger). Среди двурядных форм присутствует *Heterohelix striata* (Ehrenberg) — вид, имеющий широкое стратиграфическое распространение. Численный рост экземпляров спирально-винтовых раковин фиксируется со средней части разреза, а систематический состав ассоциаций имеет большое сходство с таковым из тетического разреза Губбио в Италии [Coccioni, Premoli Silva, 2015].

Бентосные фораминиферы с известково-секрционной раковиной также обнаружены (рис. 5). Их количество не так велико. Однако они позволяют установить, что эти породы можно отнести к зонам *Brotzenella praeacuta* и *Hanzawaia ekbloimi* по шкале В.Н. Беньямовского (2008). Резко выделяющейся особенностью комплексов бентосных фораминифер разреза г. Клементьева является присутствие значительного числа агглютинирующих форм, относящихся к группе глубоководных (батиальных) таксонов. Они не известны в комплексах шельфовых и эпиконтинентальных морей Перитетиса, но хорошо изучены и прослежены на континентальных склонах и в батиальных обстановках Северной Атлантики и западной части океана Тетис [Kaminski et al., 1988; Khunt, Kaminski, 1990; Miller et al., 1982; Gradstein, Berggren, 1981; Khunt, Kaminski, 1993; I. Klasz, S. Klasz, 1990]. Комплекс этих бентосных форм позволил дать расчленение разреза по агглютинирующим фораминиферам и выделить зоны *Hormosina ovulum*, *Remesella varians* и *Spiroplectamina spectabilis* [Кобаевич и др., 2007]. Эти зоны установлены в глубоководных верхнемаастрихтских (первые две) и нижнепалеоценовых (третья зона) отложениях Северной Атлантики и западной части океана Тетис [Khunt et al., 1992]. Зональные виды слоев с *Dorothia aff. pupa*, *Clavulinoides strilatera* появляются в датских

отложениях очерченного региона. Видовое разнообразие (численность видов) варьировало от 4 до 25 видов, что отражает непостоянство водной среды.

**Выводы.** Отложения верхнего маастрихта Юго-Восточного Крыма (г. Клементьева) формировались в условиях подножия склона карбонатного рампа при относительно невысокой скорости седиментации. Для изученного разреза характерной особенностью являются микрофашии МКФ1 и МКФ2; вверх по разрезу отмечается увеличение алевроитовой и глинистой компонент (МКФ3 и МКФ4). Состав глинистых минералов и терригенной составляющей практически не меняется в разрезе, что указывает на единый источник сноса. Отмечается присутствие хлорита, что свидетельствует о диагенезе первичных слюд и повышенном содержании FeO и MgO, а также о периодически возникающем повышенном содержании органического углерода. Также характерно почти полное отсутствие макрофауны, преобладание планктонных фораминифер, присутствие значительного числа бентосных форм с агглютинирующей раковиной. На границе  $K_2m_2$  и  $P_1d$  прослеживается разрыв отложений, характерный для большей части Горного Крыма. Фиксируется общее увеличение терригенного материала вверх по разрезу. Количество аутигенного глауконита значительно больше и вверх по разрезу также увеличивается. На границе верхнего мела и палеогена отмечается присутствие крупных примазок аутигенного глауконита, что свидетельствует о длительном ненакоплении осадка в условиях среды с pH около 7, в зоне действия аэробных бактерий, в условиях интенсивного бактериального разложения органического вещества на контакте окислительной и восстановительной зон. Также отмечается увеличение пирита, что указывает на некоторое влияние анаэробных бактерий



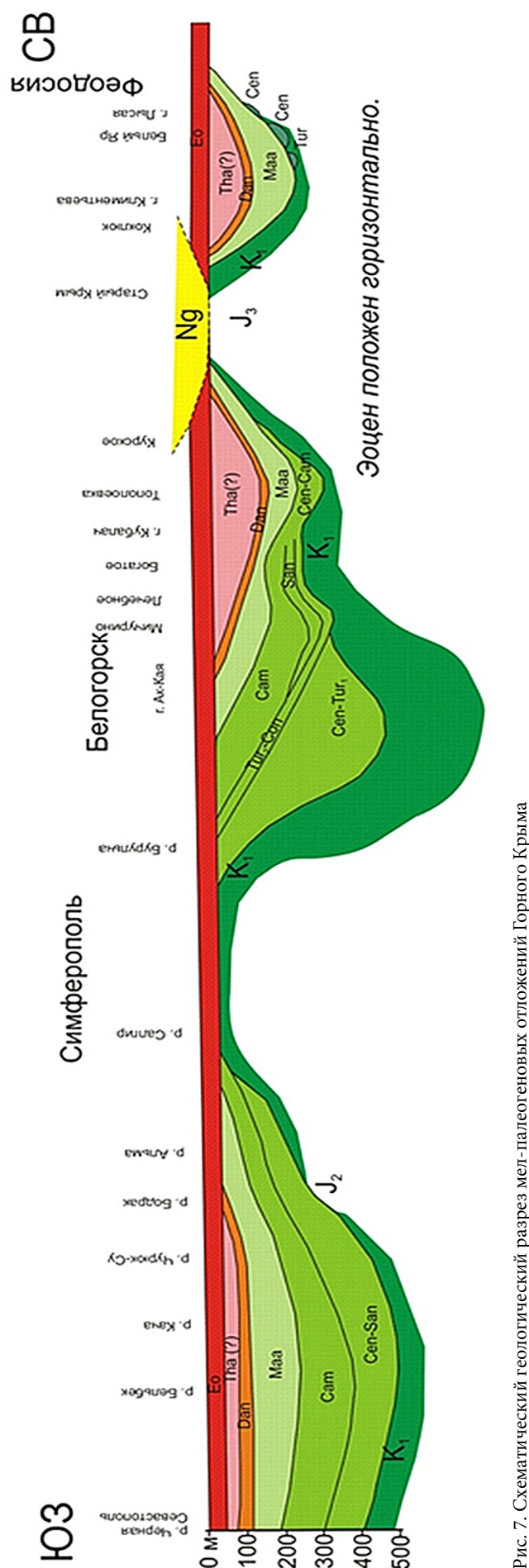


Рис. 7. Схематический геологический разрез мел-палеогеновых отложений Горного Крыма

и недостаточном количестве кислорода в отдельные моменты осадконакопления.

В изученном разрезе проявились две резко различные фациальные обстановки: открытого моря у подножья склона карбонатного рампа (верхний маастрихт) и мелкой сублиторали (датский ярус). Динамика осадконакопления была неравномерной, с перерывами в осадконакоплении. Ярко выражен перерыв на границе маастрихта и дания. Биопродуктивность бассейна была достаточно высокой, о чем свидетельствует не только значительная мощность карбонатных осадков, но и широкое распространение аутигенного глауконита. Можно также отметить присутствие отложений «терминального маастрихта», отложения которого также присутствуют как в разрезах Юго-Западного Крыма, пачка XXIV (слой 5) [Алексеев, 1989], так и в разрезе Юго-Восточного Крыма (верхняя часть слоя 3).

Анализ пакетов парасеквенций и системных трактов, выделенных в разрезе, а также сопоставление с известными седиментационными моделями карбонатных тел [Обстановки..., 1990] позволяют предположить, что формирование отложений связано с осадконакоплением, соответствующим модели накопления осадков у подножья крутого склона карбонатного рампа.

В комплексах бентосных фораминифер доминируют виды глубоководных (батиальных) агглютинирующих форм, которые характерны для глубоководных обстановок континентального склона и относятся к группе батиальных фораминифер.

Таким образом, литологический состав отложений верхнего маастрихта разреза горы Клементьева и систематический состав комплексов фораминифер в них свидетельствуют о накоплении данных толщ в относительно глубоководных обстановках подножья континентального склона или глубоководного трога (рис. 6). Именно большей глубоководностью палеобассейны Юго-Восточного Крыма и, в частности, описанный разрез отличается от более мелководных одновозрастных разрезов Юго-Западного Крыма (рис. 7).

**Благодарности.** Авторы признательны сотрудникам лаборатории локальных методов изучения вещества кафедры петрологии МГУ имени М.В. Ломоносова за возможность постоянной совместной работы и получения качественных изображений раковин фораминифер на СЭМ.

**Финансирование.** Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН, при поддержке грантов РФФИ (проекты № 18-05-00495; 18-05-00495-а, 18-05-00503-а, 19-05-00361-а).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.С. Верхний мел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / Под ред. О.А. Мазаровича, В.С. Милеева. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 123–135.

2. Беньямовский В.Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон-маастрихт // Стратигр. геол. корреляция. 2008. Т. 16, № 5. С. 62–74.
3. Геология СССР. Т. VIII. Крым. Часть 1. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 576 с.
4. Ильин В.Д., Фортунатова Н.К. Методы прогнозирования и поисков нефтегазовых рифовых комплексов. М.: Недра, 1988. 199 с.
5. Копачевич Л.Ф. Зональная схема для верхнемеловых отложений Крымско-Кавказского региона по глоботрунканидам (планктонные фораминиферы) // Бюл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. 2010. Т. 85, вып. 5. С. 40–52.
6. Копачевич Л.Ф., Никишин А.М., Беньямовский В.Н. и др. О позднемаастрихтско-раннедатских водных массах, литологических и фораминиферовых комплексах в тектонически различных зонах Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геол. 2007. № 3. С. 42–49.
7. Копачевич Л.Ф., Яковишина Е.В., Гречихина Н.О. Биостратиграфия разреза маастрихта гряды Клементьева (Восточный Крым) по фораминиферам // Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН. СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2023. С. 66–68.
8. Обстановки осадконакопления и фации: В 2 т. Т. I / Под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990. 352 с., ил.
9. Яковишина Е.В. Литологическая характеристика и условия формирования верхнемаастрихтских отложений Крыма // Геология и разведка. Известия высших учебных заведений. 2005. Вып. 4. С. 18–24.
10. Яковишина Е.В., Гречихина Н.О., Бордунов С.И. и др. Маастрихтский разрез горы Кыз-Кермен (Горный Крым): биостратиграфия, условия седиментации и палеогеография // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 57–67.
11. Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tetyan Cubbio section (Italy) // *Newsletters on Stratigraphy*. 2015. Vol. 48, no 1. P. 47–90.
12. Flügel E. Microfacies of carbonate rocks. Analysis, interpretation and application. Second Edition. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 929 p.
13. Gradstein F.M., Berggren W.A. Flysch-Type agglutinated foraminifera and the Maastrichtian and Paleocene history of the Labrador and North Sea // *Marine micropaleontology*. 1981. Vol. 6. P. 211–266.
14. Kaminski M.A., Gradstein F.M., Berggren W.A., et al. Flysch-type agglutinated foraminiferal assemblages from Trinidad: taxonomy, stratigraphy, and paleobathymetry // *Proc. Second Workshop on Agglutinated Foraminifera*, Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt (Trans. Federal Geol. Agency), 1988. Vol. 41. P. 155–228.
15. De Klasz I., De Klasz S. Danian deep-water (bathyal) agglutinated foraminifera from Bavaria and their comparison with approximately coeval agglutinated assemblages from Senegal and Trinidad. Paleocology, Biostratigraphy, Paleooceanography, and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera // NATO. ASI Ser. 1990. Vol. 327. P. 387–431.
16. Khun W., Geroch S., Kaminski M.A., et al. Upper Cretaceous abyssal claystones in the North Atlantic and Western Tethys: Current status of biostratigraphical correlation using agglutinated foraminifera and palaeoceanographic events // *Cretaceous Res.* 1992. Vol. 13. P. 467–478.
17. Khun W., Kaminski M.A. Changes in the community structure of deep-water agglutinated foraminifera across the K/T Boundary in the Basque Basin (Northern Spain) // *Rev. Esp. Micropal.* 1993. Vol. 25, no. 1. P. 57–92.
18. Khun W., Kaminski M.A. Paleocology of Late Cretaceous to Paleocene deep-water agglutinated foraminifera from the North Atlantic and Western Tethys. Paleocology, Biostratigraphy, Paleooceanography, and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera // NATO. ASI Ser. 1990. Vol. 327. P. 433–506.
19. Miller K., Gradstein F., Berggren W.A. Late Cretaceous to Early Tertiary Agglutinated foraminifera in the Labrador Sea // *Micropaleontology*, 1982. Vol. 20, no. 1. P. 1–30.
20. Vail P.R., Mitchum R.M., Thompson S., et al. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Seismic stratigraphy — Applications to hydrocarbon exploration // *Tulsa. AAPG Mem.* no 26. 1977. P. 49–205.
21. Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M., et al. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops. Concept of high-resolution correlation of time and facies // *Tulsa. AAPG Bull. Methods in Exploration*. Ser. 7. 1990. 55 p.

Статья поступила в редакцию 01.06.2023,  
одобрена после рецензирования 05.06.2023,  
принята к публикации 22.01.2024