

УДК 551.763.333 (234.86)

МАОСТРИХТСКИЙ РАЗРЕЗ ГОРЫ КЫЗ-КЕРМЕН (ГОРНЫЙ КРЫМ): БИОСТРАТИГРАФИЯ, УСЛОВИЯ СЕДИМЕНТАЦИИ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ

Елена Васильевна Яковичина¹✉, Наталья Олеговна Гречихина²,
Сергей Иванович Бордунов³, Людмила Федоровна Копяевич⁴

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; yakovishina@mail.ru ✉

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; grnatusik@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова; Геологический институт РАН, Москва, Россия; sib-msu@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; lfkopaevich@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты комплексного изучения маастрихтских отложений горы Кыз-Кермен, расположенной на территории Юго-Западного Крыма. Разрез представлен ритмично построенной карбонатной толщей, которая постепенно сменяется карбонатными песчаниками. Изучение пород в шлифах позволило выделить восемь литотипов, а химические анализы показали изменение содержания отдельных элементов в составе пород. Интерпретация данных о планктонных и бентосных фораминиферах позволила определить возраст вмещающих отложений с точностью до зон и слоев, а также установить еще один предполагаемый перерыв в середине разреза, совпадающий с заметным изменением состава пород. Количественный анализ состава фораминифер в комплексе с литолого-геохимическими результатами позволил выявить, что изученные породы формировались в условиях открытой карбонатной платформы на глубине среднего-внешнего шельфа.

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

Для цитирования: Яковичина Е.В., Гречихина Н.О., Бордунов С.И., Копяевич Л.Ф. Маастрихтский разрез Кыз-Кермен (Горный Крым): биостратиграфия и условия седиментации // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 57–67.

MAASTRICHTIAN SECTION KYZ-KERMEN (MOUNTAINCRIMEA): BIOSTRATIGRAPHY, CONDITIONS OF SEDIMENTATION AND PALEO GEOGRAPHY

Elena V. Yakovishina¹✉, Natalia O. Grechikhina², Sergey I. Bordunov³,
Ludmila F. Kopaevich⁴

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; yakovishina@mail.ru ✉

² Geological Institute RAS, Moscow, Russia; grnatusik@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University; Geological Institute RAS, Moscow, Russia; sib-msu@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; lfkopaevich@mail.ru

Abstract. This article presents the results of a comprehensive study of the Maastrichtian sequence of the Kyz-Kermen Mountain, located on the territory of the South-Western Crimea. The section is represented by a rhythmically bedded carbonate sequence, which is gradually replaced by carbonate sandstones. The study of rocks in thin sections made it possible to identify eight lithotypes, and chemical analyzes showed changes in the content of individual elements in the rock composition. Interpretation of data about planktonic and benthic foraminifers made it possible to determine the age of the deposits, define to zones and beds with fauna as well as to establish another supposed hiatus in the middle of this section, coinciding with a noticeable change in the composition of the rocks. Quantitative analysis of the association of foraminifers together with lithological and geochemical results made it possible to establish that the studied section was formed an open carbonate platform at depth of the middle-outer shelf

Key words: Crimea, Upper Cretaceous, Maastrichtian, carbonates, lithology, stratigraphy, foraminifera

For citation: Yakovishina E.V., Grechikhina N.O., Bordunov S.I., Kopaevich L.F. Maastrichtian section Kyz-Kermen (Mountain Crimea): biostratigraphy and conditions of sedimentation. *Moscow University Geol. Bull.* 2022; 5: 76–67. (In Russ.).

Введение. В статье приведены результаты комплексных исследований впервые описанного разреза маастрихтских отложений г. Кыз-Кермен (Юго-Западный Крым, рис. 1). Породы представлены чередованием светло-серых мергелей и известняков, верхи разреза сложены карбонатными песчаниками.

Нижняя граница яруса в разрезе не обнажена. Граница маастрихтского и датского ярусов представлена стратиграфическим несогласием по поверхности типа твердого дна со следами размыва (рис. 2).

Интерпретация полученных данных позволила обосновать возраст вмещающих отложений.

Дробное расчленение удалось дать по бентосным фораминиферам (БФ), численно преобладающим в комплексах, в то же время планктонные фораминиферы (ПФ) малочисленны, однообразны и позволяют выделить стратиграфические подразделения только в ранге слоев с фауной. Таксономический состав комплексов фораминифер имеет сходство с таковыми для Восточно-Европейской платформы (ВЕР). Именно поэтому при расчленении разреза использовалась стратиграфическая схема по БФ и ПФ, предложенная ранее для этой структуры [Бенямовский 2008; Вишневецкая и др., 2018].

Цель работы — уточнение возраста и реконструкция условий осадконакопления в разрезе г. Кыз-Кермен на основе детальных литологических, химических и биостратиграфических исследований для ранее не публиковавшихся данных о разрезе.

Материалы и методы исследований. Во время полевых работ из толщи пород разреза г. Кыз-Кермен мощностью 75 м отобрано 25 образцов с интервалом 1–3 м. Лабораторные исследования проводили на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Вещественный состав образцов изучали в шлифах с помощью оптического микроскопа Carl Zeiss Axiom на кафедре региональной геологии и истории Земли.

В 5 образцах определен химический состав горных пород. В процессе подготовки к исследованию каждый образец измельчали до состояния пудры. В лаборатории они были разделены на 3 навески по 0,5 г. Первую навеску заливали 2%-ным раствором HCl, кипятили 5 мин, затем фильтровали. На фильтре оставался минеральный нерастворимый остаток, а в растворе сохранялись полуторные оксиды (R_2O_3). Затем раствор опять фильтровали, в колбе оставался раствор, содержащий кальций, марганец, магний (Ca, Mn, Mg). Процентное содержание Ca и Mg определяли методом трилометрии, а содержание Mn — методом калориметрии на спектрофотометре. Для второй навески определяли влажность породы, затем образец сушили и прокаливали в печи при температуре 900 °С, таким образом определяли потери при прокаливании (ппп). Третья навеска необходима для определения процентного содержания двухвалентного железа, которое определяли методом бихроматометрии.

Данные, касающиеся определения возраста пород, получены путем микропалеонтологического анализа комплексов фораминифер. Материалом для исследования послужили 10 образцов. Образцы отмывали традиционным способом, неоднократно описанным в литературе [Копяевич, 2011]. Раковины фораминифер выделяли из проб с навеской 150–200 г путем механической дезинтеграции до размерности 0,1–0,5 см, а затем отмучивали глинистую составляющую. Существенно глинистые пробы кипятили с технической содой $NaHCO_3$. Полученные порошки высушивали при комнатной температуре или с небольшим нагреванием (до

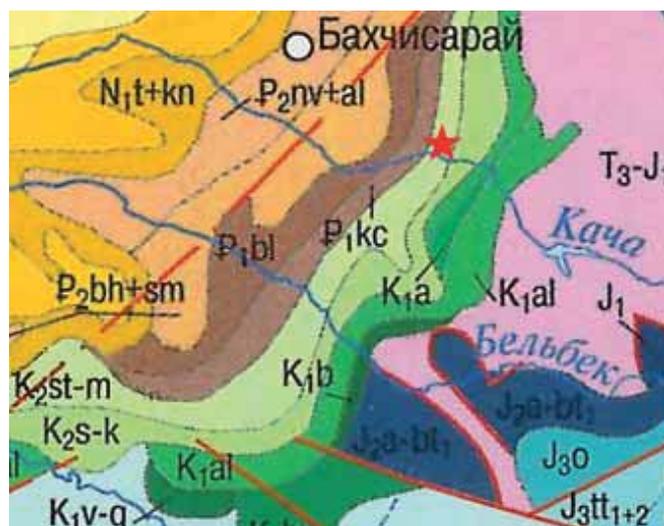


Рис. 1. Положение разреза г. Кыз-Кермен на карте Крыма (показано звездочкой), геологическая карта из [Атлас..., 2003]

50–60 °С), затем просеивали, делили на три фракции: мелкую (<0,1 мм), среднюю (0,1–0,25 мм), крупную (> 0,25 мм) и взвешивали. При отборе фораминифер использовали навески около 1 г для каждого образца. Раковины определяли из средней фракции, так как в мелкой присутствуют раковины фораминифер ранних стадий развития, которые невозможно определить до вида, а крупная фракция определимых раковин фораминифер не содержала.

Раковины бентосных (БФ) и планктонных (ПФ) фораминифер отбирали с помощью стереоскопического микроскопа Leica MZ12 при увеличении 20–40. Отобранные раковины определены с использованием базы данных о ПФ мезозоя и кайнозоя [База данных..., 2022; Всемирная база..., 2022], а также других определителей фораминифер [Василенко, 1956; Маслакова, 1978; Robaszynski et al., 1984; Caron, 1985; Gawor-Biedowa, 1992; Premoli Silva et al., 2004; Georgescu, 2015]. Характерные виды сфотографированы на сканирующем электронном микроскопе JEOL JSM-6480LV в лаборатории на кафедре петрологии геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Результаты исследований и их обсуждение.
Описание разреза. Выходы пород маастрихтского яруса протягиваются вдоль Второй гряды Крымских гор. Они согласно (иногда со следами небольшого перерыва) залегают на мергелях кампанского яруса и перекрыты породами датского яруса палеоцена. В кровле маастрихтских отложений наблюдается поверхность твердого дна, что свидетельствует о перерыве в осадконакоплении. Верхние горизонты маастрихтского яруса в Юго-Западном Крыму сохранились лишь в некоторых местах в долинах рек Бельбек и Кача и отсутствуют на остальной площади за счет регионального размыва в начале датского века [Геологическое..., 1989, с. 154]. На южном склоне описываемого разреза г. Кыз-Кермен к северу от п. Машино снизу вверх в разрезе обнажаются следующие породы (рис. 2).

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Свита	Литология	Мощность, м	Номер образца	Литотип	Литологическое описание	Фаунистические остатки
Меловая	Верхний	Маастрихтский	Верхний	Кудринская		>1	7.1	Грейнстоун	Известняк желтовато-серый мшанково-криноидный, неслоистый, пористый	<i>Danocrania tuberculata</i> Nilson
					0,5	6.1	Вакстоун песчанистый	Песчаник бежево-серый, средне-мелкозернистый, глауконитовый		
					5			Песчаник серовато-желтый, мелкозернистый, с крупными банками устриц	<i>Neobelemnella Kazimiroviensis</i> , <i>Pycnodonte vesiculare</i> (Lamarck), <i>Chlamys cretosa</i> (Defr.), <i>Agerostrea unguata</i> (Schloth)	
					12	4.2	Вакстоун песчанистый	Известняк неслоистый, песчанистый, светло-бежевый, с примесью кварца, глауконита		
					4.1					
					28	3.12	Мадстоун	Мергель песчанистый биотурбированный светло-серый, тонкоплитчатый с примесью кварца, глауконита		
						3.11				
						3.10				
						3.9	Мадстоун-вакстоун			
						3.8	Пакстоун фораманиферовый			
			3.7							
			3.6	Мадстоун – вакстоун песчанистый						
			3.5	Вакстоун песчанистый						
			3.4							
			3.3							
			3.2							
			3.1							
			8	2.2	Вакстоун-пакстоун	Известняк светло-серый, чистый, с остатками морских ежей с примесью кварца, глауконита				
				2.1						
			>20	1.7	Вакстоун	Мергель светло-серый, слоистый, биотурбированный, с примесью кварца, глауконита				
1.6	Мадстоун									
1.5	Вакстоун									
1.4	Мадстоун									
1.3	Вакстоун									
1.2	Мадстоун									
1.1										

Рис. 2. Распределение литологических типов пород в разрезе г. Кыз-Кермен

Пачка I. Мергель светло-серый, почти белый, слоистый, биотурбированный, с примесью кварца, глауконита, со следами окремнения по губкам, с *Microchlamys mantellianus* (d'Orbigny). Мощность более 20 м (обр. 1.1–1.7).

Пачка II. Известняк светло-серый, чистый, с примесью кварца, глауконита, с остатками морских ежей *Echinocorys* sp., в рельефе образует характерный субвертикальный выступ. Мощность 8 м (обр. 1-2.2).

Пачка III. Мергель светло-серый, песчанистый, биотурбированный, слоистый, тонкоплитчатый, с примесью кварца и глауконита с *Hyotissa semiplana* (J. Sow). В рельефе образует крутой осыпной склон. Мощность 28 м (обр. 3.1–3.12).

Пачка IV. Известняк светло-бежевый, неслоистый, песчанистый, плотный, с примесью кварца, глауконита. В рельефе образует крутой ступенчатый уступ. Мощность 12 м (обр. 4.1–4.2).

Пачка V. Песчаник серовато-желтый, мелкозернистый, слоистый, с крупными банками устриц и двустворок, представленных *Pycnodonte vesiculare* (Lamarck), *Chlamys cretosa* (Defr.), *Agerostrea unguolata* (Schloth). В кровле пачки встречаются многочисленные ростры белемнитов *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skołodźówna), зональной формы верхнего маастрихта. Мощность 5 м (обр. 5).

Пачка VI. Песчаник бежево-серый, средне-мелкозернистый, неслоистый, глауконитовый, известковистый, рыхлый, с остатками раковин двустворок. В рельефе образует узкую глубокую нишу. В подошве наблюдается поверхность твердого дна. Мощность 0,5 м (обр. 6.1).

Пачка VII. Известняк желтовато-серый, серпуло-мшанково-криноидный, с примесью глауконита, неслоистый, пористый, с раковинами брахиопод *Danocrania tuberculata* Nilson. В рельефе образует нависающую стенку грота. Мощность более 20 м (обр. 7.1). Слой относится к датскому ярусу палеоцена.

Из приведенного описания следует, что разрез представляет собой ярко выраженную регрессивную последовательность.

Условия седиментации карбонатов. В результате изучения петрографических шлифов выделено 8 литологических типов пород, которые позволили составить представление об условиях формирования изучаемой толщи (рис. 2).

Литологический тип (ЛТ) 1. Мадстоун неслоистый, биотурбированный по ходам илоедов, с раковинами фораминифер, обломками криноидей и с примесью кварца, глауконита мелко-тонкозернистой размерности.

ЛТ 2. Вакстоун микрослоистый, сильно биотурбированный, доломитизированный, с раковинами фораминифер, иглами и табличками скелета морских ежей, обломками иноцерамов, спикулами губок и примесью кварца, глауконита, слюды, доломита мелко-тонкозернистой размерности.

ЛТ 3. Вакстоун–пакстоун микрослоистый, доломитизированный, с раковинами фораминифер, с иглами и пластинками морских ежей, спикулами губок и примесью кварца, глауконита, доломита мелкозернистой размерности.

ЛТ 4. Вакстоун песчанистый, неслоистый, со следами окремнения по раковинам двустворок, с примесью кварца, глауконита, доломита мелкозернистой размерности.

ЛТ 5. Мадстоун–вакстоун песчанистый, микрослоистый, биотурбированный, пористый, с единичными раковинами фораминифер, с примесью кварца, глауконита, полевого шпата, слюды мелкозернистой размерности.

ЛТ 6. Пакстоун микрослоистый, фораминиферовый, с мелкими раковинами фораминифер, с примесью кварца, глауконита, слюды мелкозернистой размерности.

ЛТ 7. Мадстоун–вакстоун микрослоистый, с мелкими раковинами фораминифер, с примесью

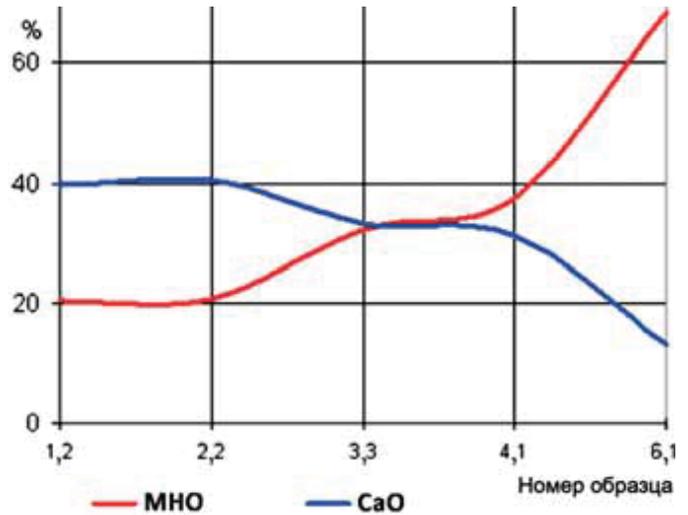


Рис.3. График процентного содержания МНО и СаО в разрезе г. Кыз-Кермен

кварца, глауконита, слюды мелкозернистой размерности.

ЛТ 8. Грейнстоун песчанистый, неслоистый, пористый, с остатками криноидей и мшанок, с примесью кварца, глауконита мелкозернистой размерности. Принадлежит к нижней части датского яруса.

На основании полученных результатов химического анализа пород из пачек I, II, III, IV, VI построены графики, показывающие изменение процентного содержания различных элементов (таблица) в выделенных пачках. Характер распределения значений терригенной составляющей (МНО) и СаО (рис. 3), показывает, что вверх по разрезу происходит уменьшение количества СаО и увеличивается содержание МНО. Это свидетельствует о падении уровня моря и приближении источника сноса. На графике изменения процентного содержания MgO (рис. 4) видно, что переломный момент наступает на уровне пачки III, что соответствует возможному незначительному опреснению бассейна и некоторому падению уровня моря. Однако в верхней части пачки III вновь наблюдается кратковременный импульс углубления.

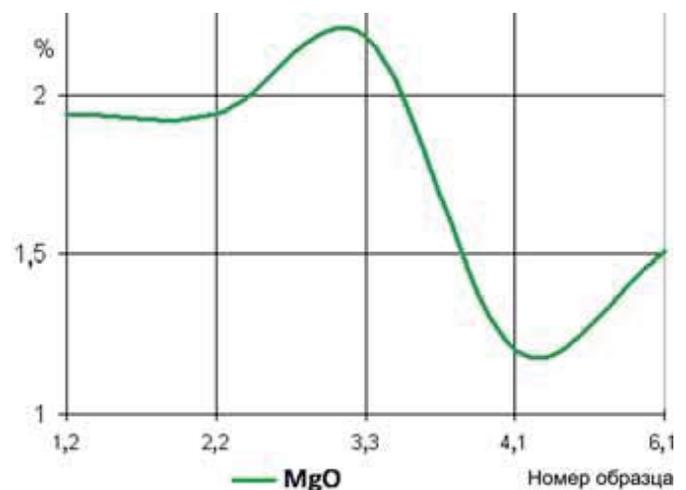


Рис.4. График изменения процентного содержания MgO в разрезе г. Кыз-Кермен

Содержание основных химических элементов в пробах из разреза г. Кыз-Кермен

Номер образца	MNO	R ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	H ₂ O ⁻	ппп	S	FeO, %
1.2	20,36	1,15	39,65	1,94	0,01	0,42	34,35	97,88	0,22
2.2	20,58	1,03	40,32	1,94	0,01	0,2	34,47	98,55	0,25
3.3	32,14	1,15	33,26	2,18	0,001	0,2	29,71	98,64	0,14
4.1	37,34	1,05	31,25	1,2	0,004	0,22	27,44	98,5	0,11
6.1	68,3	1,05	13,3	1,51	0,006	0,45	12,79	97,41	0,14

Примечания. MNO — минеральный нерастворимый остаток (нерастворимый в 2% HCl), R₂O₃ — полоторные оксиды (алюминия, железа), ппп — потери при прокаливании, %Geo — двухвалентное железо (входит в R₂O₃).

Изученный разрез имеет определенное сходство с описанными ранее разрезами г. Беш-Кош, овр. Такма, которые расположены восточнее, в Бахчисарайском районе Юго-Западного Крыма [Яковишина, 2006; Барабошкин и др., 2020; Alekseev, Koraevich, 1997]. На рубеже маастрихтского и датского веков на всей территории Горного Крыма проявился перерыв в седиментации, который сопровождался формированием поверхности твердого дна и частичным размывом ранее накопившихся осадков. Амплитуда этого размыва была наименьшей в районе р. Бельбек и увеличивалась в северо-восточном направлении. Так, уже на правобережье р. Бодрак денудировано около 15–20 м пород маастрихтского яруса [Геологическое....., 1989, с. 154].

Согласно выделенным фаціальным поясам Уилсона [Рединг, 1990], описанные отложения относятся к открытой платформе, для которой характерно на-

личие биотурбированных микроитов. Чередование мадстоунов и вакстоунов, вакстоунов и пакстоунов в пачке I, возможно, соответствует частым периодически повторяющимся эвстатическим колебаниям уровня моря незначительного масштаба.

Биостратиграфический анализ. Верхнемеловые разрезы Юго-Западного Крыма содержат богатые комплексы микрофосиллий (фототаблица), которые имеют значительное сходство с таковыми на ВЕП, особенно в его верхней части. Поэтому для стратиграфического расчленения разреза применена схема для ВЕП [Беньямовский, 2008; Копаевич, 2010; Вишневская и др., 2018; Гречихина, Копаевич, 2019; Гречихина, 2021; Гречихина, Крупина, 2021, 2022].

С самого основания разреза, с пробы 1/2, в разрезе присутствуют раковины зональной формы *Falsoplanulina multipunctata* (Jones) (рис. 5, 6). Вместе с ней постоянно присутствуют сопутствующих ви-

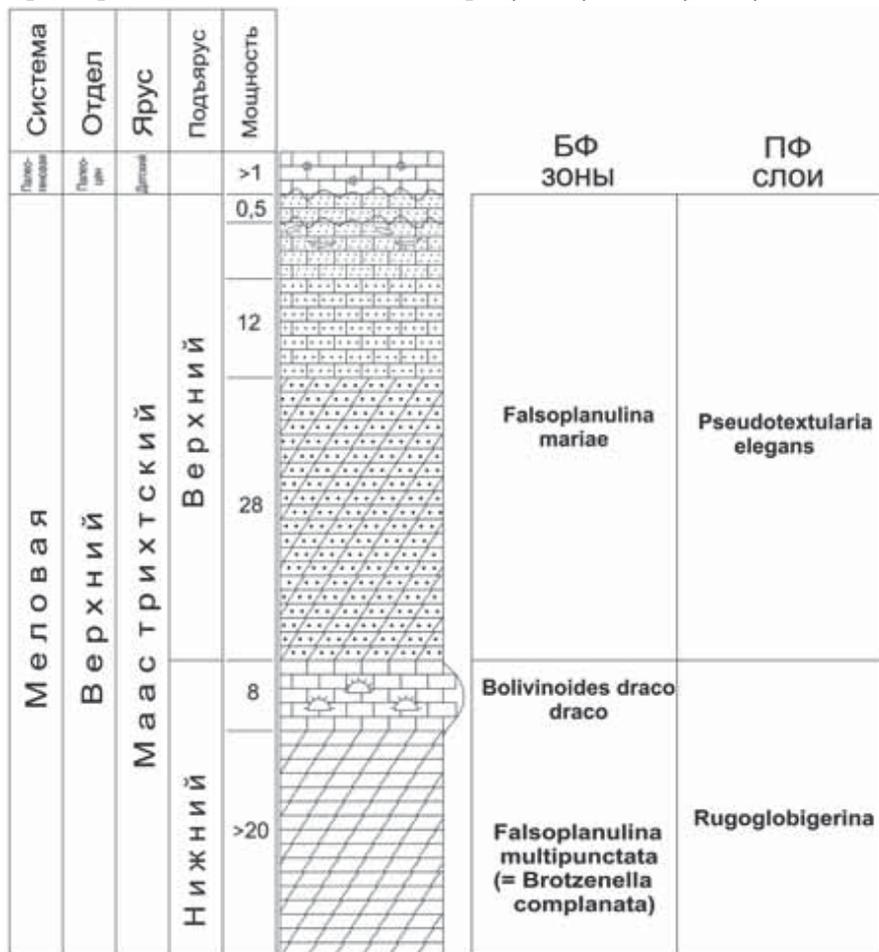


Рис. 5. Расчленение разреза и возраст пород г. Кыз-Кермен по бентосным и планктонным фораминиферам

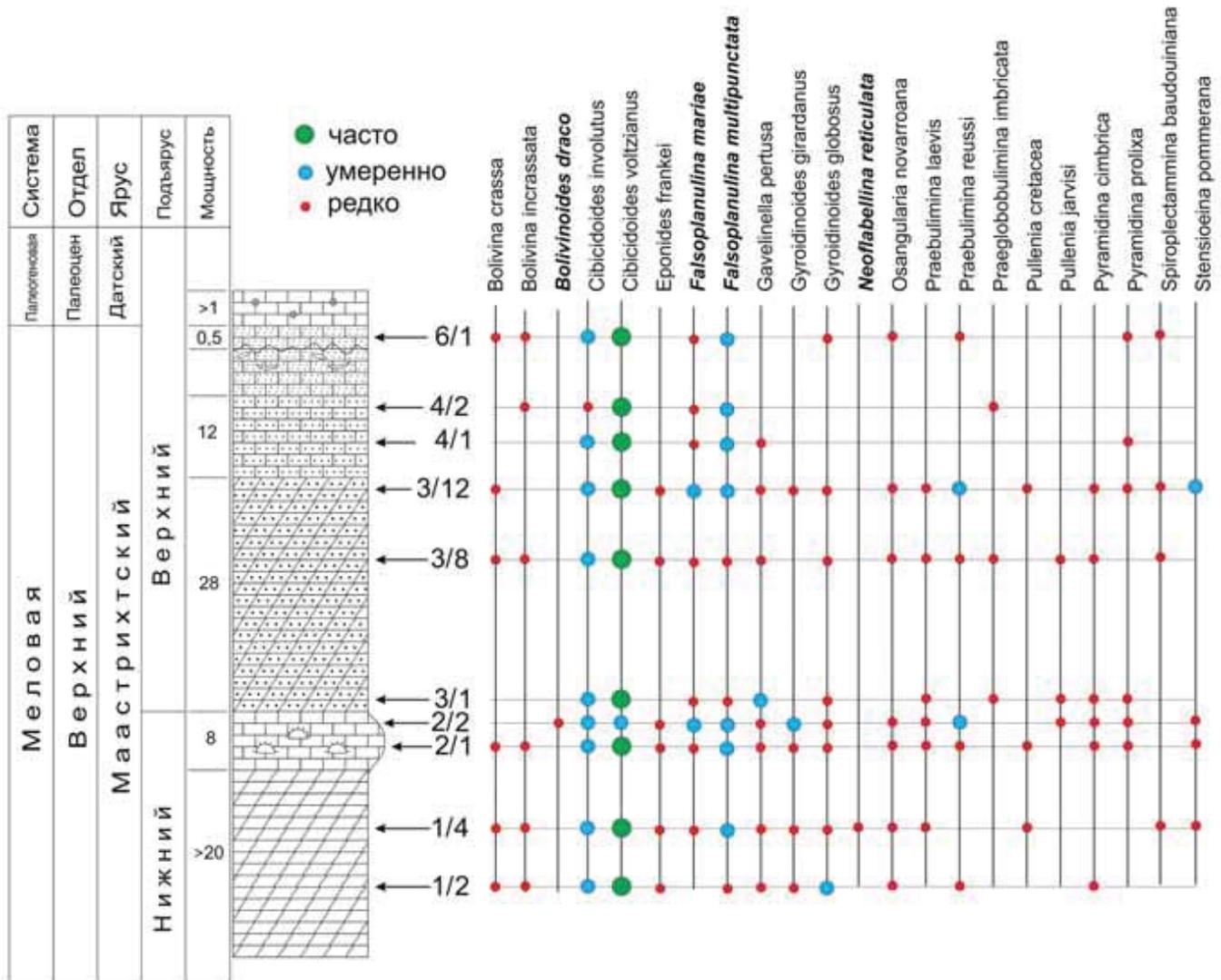


Рис. 6. Распределение основных видов БФ в разрезе г. Кыз-Кермен. Цветными точками обозначена встречаемость раковин в образце: красным — редко (до 15 экземпляров), голубым — умеренно (до 50 раковин), зеленым — часто (более 50). Жирным курсивом выделены виды-индексы

дов других БФ, в том числе раковин *Bolivina crassa* Vassilenko. Это позволяет отнести интервал разреза от пробы 1/2 до пробы 2/2 к одноименной зоне [Беньямовский, 2008]. Она была пронумерована этим автором как зона LC20. Самая верхняя часть нижнемаастрихтского комплекса в разрезе соответствует зоне *Bolivinoidea draco*, или зоне LC 21, и выделяется на уровне проб 2/2–3/1. Этот вид имеет широкое пространственное распространение от территории Западной Европы до Закаспия и, согласно анализу В.Н. Беньямовского, характерен для верхней части нижнего маастрихта. В комплексе БФ зоны LC 21 присутствуют практически все виды БФ предшествующей зоны. Комплекс ПФ всего разреза г. Кыз-Кермен имеет низкое таксономическое разнообразие и представлен небольшим количеством экземпляров (рис. 7). Однако на уровне выделенных двух зон по БФ уверенно выделяются слои с *Rugoglobigerina* [Копаевич, 2011; Вишневская и др., 2018]. Они охватывают интервал от пробы 1/2 до 3/1 и характеризуются постоянным присутствием *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer) и *R. milamensis* Smith

et Pessagno. Отметим, что увеличение содержания раковин *Rugoglobigerina* на этом стратиграфическом уровне характерно как для ВЕП, так и для разрезов Юго-Западного Крыма [Копаевич, 2010, 2011].

В пробе 3/1 появляется вид БФ *Falsoplanulina mariae* (Jones), который является видом-индексом верхней зоны верхнего маастрихта, или зоны LC 23 (рис. 5, 6). Для выделяемой зоны характерны также многорядные спирально-винтовые ПФ *Pseudotextularia elegans* (Rzehak), что позволяет выделить здесь одноименные слои (рис. 5, 7). Таким образом, возможно присутствие в разрезе г. Кыз-Кермен перерыва на уровне пробы 3/1, так как отсутствуют отложения зоны *Brotzenella praeacuta*, или зоны LC 22 [Беньямовский, 2008]. На этом уровне зафиксирована также заметная смена литотипов, так как именно здесь резко возрастает терригенная составляющая.

Палеогеографические реконструкции. Для этого были подсчитаны количественные соотношения раковин БФ и ПФ (П/Б). По этим данным составлены графики (рис. 8). ПФ принадлежат к видам-космопо-

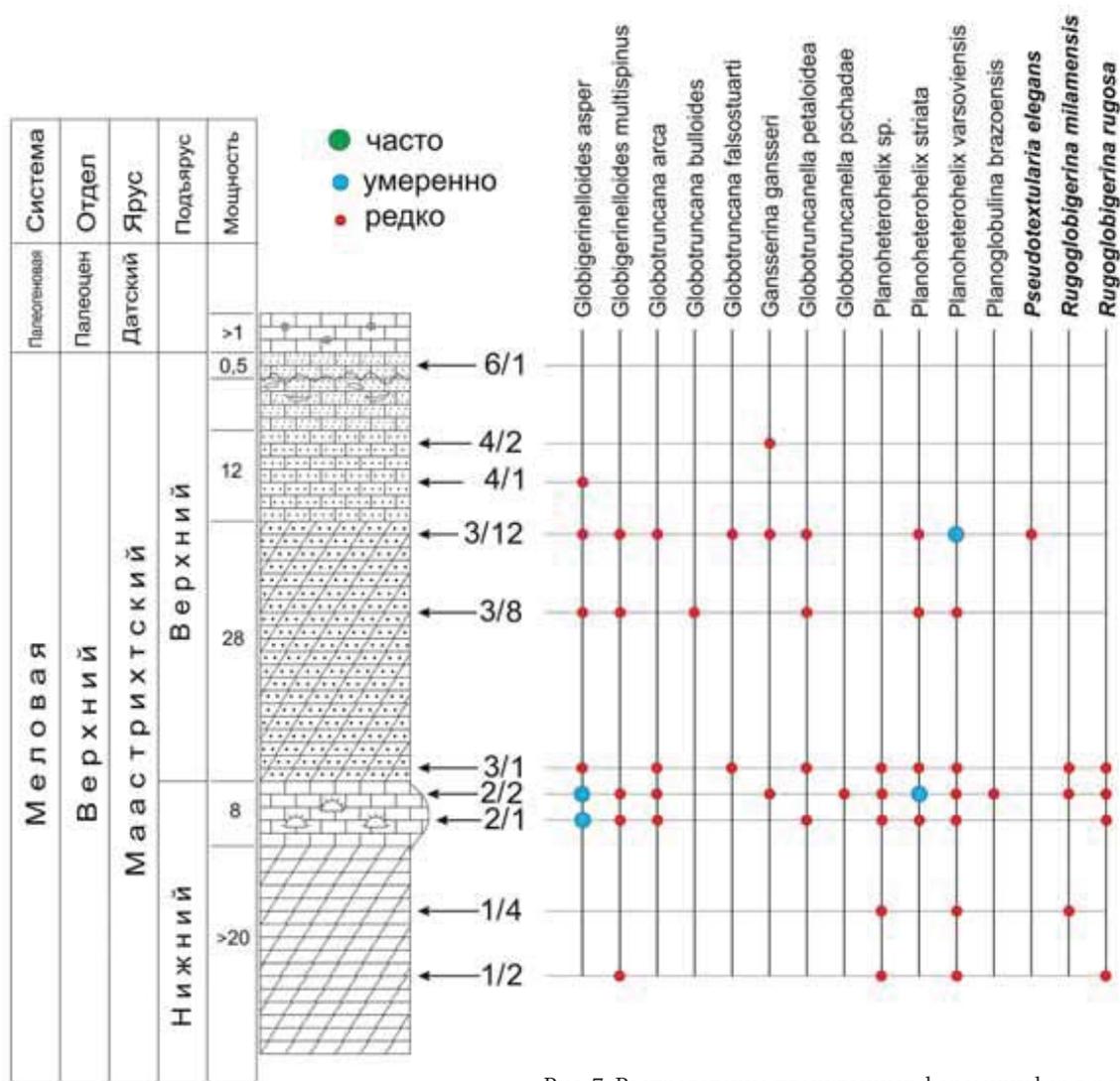


Рис. 7. Распределение планктонных фораминифер в разрезе г. Кыз-Кермен

литам, пользующимся широким пространственным распространением, однако в некоторых пробах встречаются единичные раковины таксонов с более узким ареалом.

Для распределения ПФ и БФ характерно то, что они обычно группируются в определенные ассоциации для приспособления к существующим палеогеографическим обстановкам. Изменение обстановок способствовало вариации состава комплексов фораминифер. Существует определенная закономерность в распределении раковин ПФ и БФ в современных осадках: в местах, приближенных к береговой линии, количество раковин БФ может достигать 99%, а ПФ — 1%. При удалении от берега это отношение постепенно меняется на обратное. Таким образом, количественные соотношения ПФ и БФ (П/Б) позволяют судить о глубине бассейна и степени его удаленности от береговой линии [Горбачик и др., 1996]. Эти данные успешно применяются для ископаемых фораминифер, особенно активно в отношении мезозойско-кайнозойских ассоциаций [Копаевич, 2011].

Среди ПФ удалось выделить 3 группы таксонов, которым для осуществления полного жизненного

цикла необходима разная глубина [Горбачик и др., 1996; Копаевич, 2011; Hart, Bailey, 1979; Leckie, 1989].

Мелководные формы (EWF, или эпиконтинентальная морская фауна) в процессе жизненного цикла осваивают только эуфотическую зону. Это морфотипы мелких размеров, с шаровидными камерами, с тонкой слабоскульптурированной стенкой. К ним относятся роды *Planoheterohelix*, *Hedbergellas* l., мелкие раковины *Globigerinelloides*.

Переходным формам (SWF, или мелководная морская фауна) для осуществления полного жизненного цикла необходим интервал глубины от 50 до 100 м. Они представлены более крупными экземплярами родов *Archaeoglobigerina*, *Rugoglobigerina*, крупными *Globigerinelloides* и некоторыми видами рода *Globotruncana*.

Для глубоководных форм (DWF, или глубоководная морская фауна) для осуществления жизненного цикла требуется глубина более 150 м. Это морфологически сложные особи с протяженным жизненным циклом, с сильно скульптурированной стенкой. К ним относятся раковины родов *Globotruncanita*, *Contusotruncana*, *Gansserina*, *Planoglobulina*, *Pseudotextularia* и большинство *Globotruncana*.

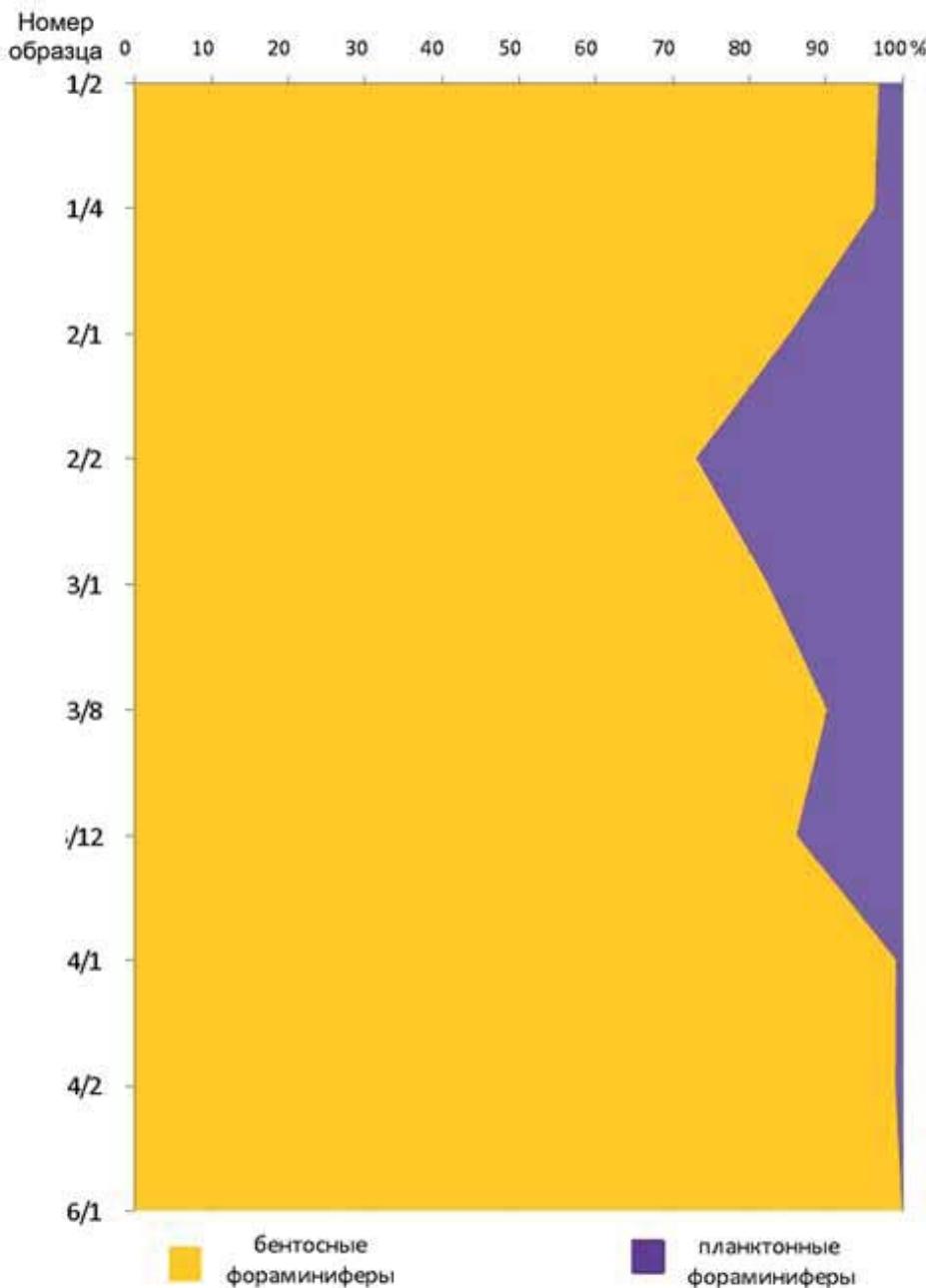


Рис. 8. Процентное содержание раковин БФ и ПФ в разрезе г. Кыз-Кермен

Для палеогеографических реконструкций важно соотношение таксонов разных групп. Для мелководных обстановок, приближенных к береговой линии, характерно увеличение отношения EWF/SWF, а также отсутствие DWF. Для комплексов открытого мелководного бассейна характерно преобладание в комплексе SWF таксонов, присутствие EWF постоянно колеблется, а DWF малочисленны или отсутствуют (менее 2%). Для глубоководных фаций, участков внешнего шельфа, удаленных от береговой линии, типично увеличение количества DWF.

В разрезе г. Кыз-Кермен отношение П/Б постепенно увеличивается от обр. 1/2 до обр. 2/2, достигая значения 25/75% (рис. 8). Это максимальное значение для всего разреза, которое указывает на постепенное увеличение глубины бассейна от внутреннего до среднего шельфа. Выше по разрезу наблюдается один пик этого отношения на уровне пробы 3/12, где

он показывает значение 15/85%. В остальных пробах отношение П/Б значительно меньше, а минимальные его значения приходится на интервал проб от обр. 4/1 до обр. 6/1 и до полного отсутствия ПФ в последних пробах.

В комплексе ПФ (рис. 9) установлено преобладание спирально-винтовых раковин (от 13,8 до 85,7%) над спирально-плоскостными (от 14,3 до 35,5%) и спирально-коническими (от 14,3 до 69%). В нижней и средней частях разреза преобладают раковины эпиконтинентальных (EWF) и мелководных (SWF) форм, таких, как *Globigerinelloides*, *Rugoglobigerina* и *Planoheterohelix*. Глубоководные таксоны немногочисленны, их присутствие установлено в средней и верхней частях разреза лишь в незначительном числе экземпляров. Таким образом, просматриваются два импульса незначительного увеличения глубины. Преобладание эпиконтинентальных и мелководных

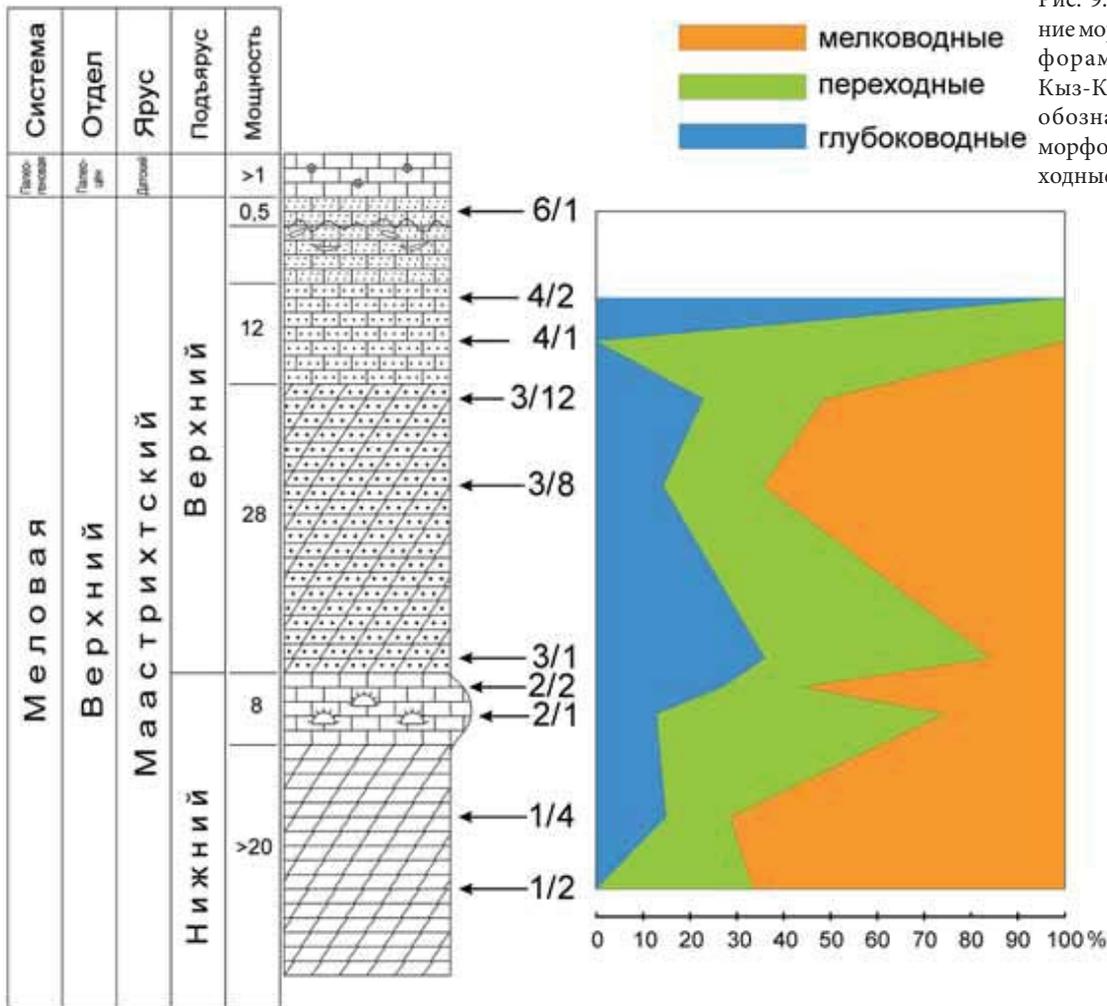


Рис. 9. Процентное содержание морфогрупп планктонных фораминифер в разрезе г. Кыз-Кермен. Синим цветом обозначены глубоководные морфотипы, зеленым — переходные, оранжевым — мелководные

морфотипов свидетельствует о незначительной глубине, не превышающей 100 м (рис. 9).

Заключение. Для разреза г. Кыз-Кермен в маастрихтском веке характерна регрессивная направленность эволюции бассейна. Вверх по разрезу происходит уменьшение количества карбонатной составляющей, увеличивается количество терригенной составляющей, что свидетельствует о падении уровня моря и приближении источника сноса. В верхней части пачки III наблюдается кратковременный импульс углубления бассейна. Седиментологические и геохимические данные позволяют утверждать, что отложения г. Кыз-Кермен формировались в условиях открытой морской карбонатной платформы на относительно незначительной глубине. В разрезе г. Кыз-Кермен наблюдается довольно высокое таксономическое разнообразие фораминифер с явным преобладанием БФ. Присутствуют основные виды-индексы как БФ, так и некоторых ПФ (*Pseudotextularia elegans*), а также несколько видов р. *Rugoglobigerina*, что следует из выделяемых стратиграфических подразделений. Именно это позволило установить маастрихтский возраст изучаемых пород. Граница нижнего и верхнего подъярусов проходит между образцами 2/2 и 3/1, что совпадает со сменой вещественного состава

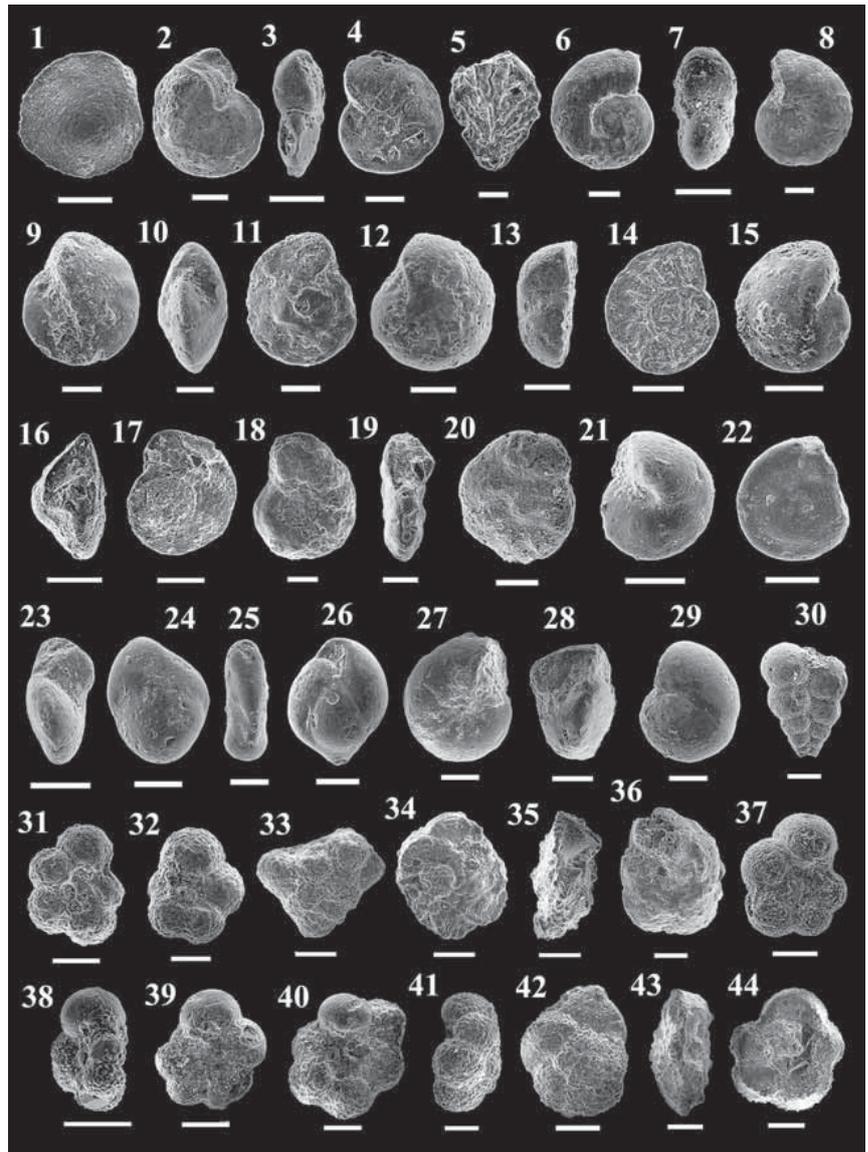
отложений. Отсутствие в разрезе отложений зоны *Brotzenella praeacuta* — нижней зоны верхнего маастрихта — указывает на существование перерыва между пробами 2/2 и 3/1, что совпадает с изменением вещественного состава пород и увеличением терригенной составляющей, количество которой увеличивается вверх по разрезу.

Для всего разреза характерны низкие значения П/Б и преобладание мелководных морфотипов. Это свидетельствует о значениях глубин, до 100 м. Однако присутствие раковин глубоководных таксонов, хотя и немногочисленное, изменения в отношении П/Б в отдельных точечных интервалах, а также незначительное увеличение таксономического разнообразия ПФ указывают на кратковременные импульсы углубления бассейна до глубины среднего-внешнего шельфа.

Благодарности. Авторы благодарны рецензентам, мнение которых было учтено при переработке статьи, М.А. Устиновой (ГИН РАН), сделавшей существенные замечания, которые помогли улучшить статью. Авторы признательны сотрудникам кафедры литологии и морской геологии МГУ имени М.В. Ломоносова В.Л. Косорукову и Е.В. Карповой за аналитические данные. Особая благодарность сотрудникам лаборатории локальных методов ис-

Фототаблица. Бентосные и планктонные маастрихтские фораминиферы из разреза г. Кыз-Кермен из коллекции № 145 Музея землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова.

Длина масштабных линеек равна 100 мкм
 1 — *Osangulariana varroana* (Cushman) (МЗ МГУ №1 45-3-10), вид с умбиликальной стороны; 2–4 — *Falsoplanulina multipunctata* (Bandy): 2 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-12), 3 — вид с периферического края (МЗ МГУ № 145-3-16), 4 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-16); 5 — *Bolivinoidea draco* (Marsson), общий вид (МЗ МГУ №145-3-12); 6–8 — *Falsoplanulina mariae* (Jones): 6 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-12), 7 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-13), 8 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ №145-3-13); 9–11 — *Cibicoides involutus* (Reuss) (МЗ МГУ № 145-3-10): 9 — вид с умбиликальной стороны, 10 — вид с периферии, 11 — вид с дорзальной стороны; 12–14 — *Stensioeina exculpta* (Reuss) (МЗ МГУ № 145-3-9): 12 — вид с умбиликальной стороны, 13 — вид с периферии, 14 — вид с дорзальной стороны; 15–17 — *Cibicoides voltzianus* (d'Orbigny): 15 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-13), 16 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-10), 17 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-13); 18–20 — *Gavelinella pertusa* (Marsson): 18 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-10), 19 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-13), 20 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-13); 21–23 — *Gyroidinoides girardanus* (Reuss) (МЗ МГУ № 145-3-10): 21 — вид с умбиликальной стороны, 22 — вид с периферии, 23 — вид с дорзальной стороны; 24, 25 — *Bolivina crassa* (Vasilenko&Myatlyuk): 24 — общий вид (МЗ МГУ № 145-3-14), 25 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-10); 26 — *Praebulimina reussi* (Morrow), общий вид (МЗ МГУ № 145-3-11); 27–29 — *Gyroidinoides globosus* (Hagenow): 27 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-10), 28 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-14), 29 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-10); 30 — *Planoheterohelix striata* (Ehrenberg) общий вид (МЗ МГУ № 145-3-3); 31, 32 — *Rugoglobigerina rugosa* (Plummer): 31 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-5), 32 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-4); 33 — *Planoglobulina brazoensis* (Martin), общий вид (МЗ МГУ № 145-3-3); 34–36 — *Gansserina gansseri* (Bolli): 34 — вид с умбиликальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-4), 35 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-7), 36 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-7); 37–39 — *Globigerinelloides asper* (Ehrenberg) (МЗ МГУ № 145-3-3): 37 — вид с дорзальной стороны, 38 — вид с периферии, 39 — вид с дорзальной стороны; 40, 41 — *Rugoglobigerina milamensis* (SmithandPessagno): 40 — вид с дорзальной стороны (МЗ МГУ № 145-3-5), 41 — вид с периферии (МЗ МГУ № 145-3-4); 42–44 — *Globotruncana arca* (Cushman) (МЗ МГУ № 145-3-3): 42 — вид с умбиликальной стороны, 43 — вид с периферии, 44 — вид с дорзальной стороны



следования вещества кафедры петрологии за постоянное сотрудничество при изучении раковин фораминифер под электронным сканирующим микроскопом и получении их фотоизображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Атлас: Автономная Республика Крым. Симферополь; Киев, 2003. 80 с.

База данных по планктонным фораминиферам мезозоя и кайнозоя [Электронный ресурс] / Под ред. J.R. Young, P.R. Bown, V.T. Huber. URL: https://www.mikrotax.org/pforams/index.php?dir=pf_mesozoic (дата обращения: 08.05.2022).

Финансирование. Работа выполнена по теме госзадания ГИН РАН № 0114-2021-0003, при поддержке РФФИ (проекты № 18-05-00495-а, 18-05-00503-а, 19-05-00361-а).

Барабашкин Е.Ю., Гужигов А.Ю., Александрова Г.Н. и др. Новые седиментологические, магнитостратиграфические и биостратиграфические данные по разрезу кампана–маастрихта горы Бешкош, Юго-Западный Крым // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2020. Т. 28, № 6. С. 125–170.

Беньямовский В.Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон–маастрихт // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2008. Т. 16, № 5. С. 62–74.

Василенко В.П. Фораминиферы верхнего мела полуострова Мангышлак // Труды ВНИГРИ. 1961. 487 с.

Вишневецкая В.С., Копеевич Л.Ф., Беньямовский В.Н., Овечкина М.Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и нанопланктону // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2018. № 1, С. 26–35.

Всемирная база данных по фораминиферам [Электронный ресурс] / Под ред. В.В. Hayward, F. Le Coze, D. Vachard, O. Gross. URL: <https://www.marinespecies.org/foraminifera/index.php>. (дата обращения: 08.05.2022).

Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя // Под ред. О.А. Мазаровича и В.С. Милеева. М.: Изд-во МГУ, 1989. 168 с.

Горбачик Т.Н., Долицкая И.В., Копеевич Л.Ф., Пирумова Л.Г. Микрорпалеонтология: Учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1996. 112 с.

Гречихина Н.О. Микрорпалеонтологические данные разреза Кыз-Кермен (ЮЗ Крым). Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2021». Москва, 12–23 апреля, 2021.

Гречихина Н.О., Копеевич Л.Ф. Условия формирования нижнемаастрихтских отложений Центрального Крыма (гора Кубалач) по микрорпалеонтологическим данным // Современная палеонтология: классические и новейшие методы: Мат-лы 16 Всеросс. науч. школы молодых ученых-палеонтологов. Москва, 14–16 октября 2019. Программа и тезисы докладов. М.: Палеонтологический ин-т А.А. Борисяка, 2019. С. 11.

Гречихина Н.О., Крупина Н.И. Коллекция фораминифер из верхнемеловых отложений Горного Крыма в монографическом фонде Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. 2022. Т. 44. № 1. С. 82–88.

Гречихина Н.О., Крупина Н.И. Микрорпалеонтологическая коллекция бентосных и планктонных фораминифер из монографического фонда Музея землеведения МГУ // Наука в вузовском музее: Мат-лы ежегодной Всеросс. науч. конф. с международным участием: Москва, 23–25 ноября 2021 г. М.: МАКС Пресс, 2021. С. 63–66.

Копеевич Л.Ф. Зональная схема для верхнемеловых отложений Крымско-Кавказского региона по глоботрунканидам (планктонные фораминиферы) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85, вып. 5. С. 40–52.

Копеевич Л.Ф. Планктонные фораминиферы позднего мела Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления: зональная биостратиграфия, смена на главных рубежах, палеоокеанические реконструкции: Автореф. докт. дисс. М., 2011. 59 с.

Копеевич Л.Ф., Никишин А.М., Беньямовский В.Н., Яковичина Е.В., Соколова Е.А., Вознесенский А.И., Алексеев А.С. 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.

Маслакова Н.И. Глоботрунканиды юга европейской части СССР. М.: Наука, 1978. 176 с.

Рединг Х.Г. Обстановки осадконакопления и фации. В 2-х т. Т. 2. М.: Мир, 1990. 384 с.

Яковичина Е.В. Строение и условия формирования карбонатных отложений верхнего маастрихта Крыма: Автореф. канд. дисс. М., 2006. 28 с.

Caron M. Cretaceous planktonic foraminifera. // Plankton stratigraphy. Cambridge, Cambridge University Press. 1985. P. 17–86.

Gawor-Biedowa E. Campanian and Maastrichtian Foraminifera from the Lublin Upland, Eastern Poland // *Palaeontologica Polonica*. 1992. 187 p.

Georgescu M.D. Handbook of Late Cretaceous Planktonic Foraminifera (Practical Classification, Biostratigraphy) // Nova Science Publishing, New York, 2015. P. 331.

Hart M.B., Bailey H.W. The distribution of planktonic Foraminifera in the Mid-Cretaceous of NW Europe // *Aspekte der Kreide Europas. IUGS ser. A (6)*. 1979. P. 527–542.

Kopayevich L., Vishnevskaya V. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: Palaeoceanography, Palaeoclimate and Sea Level Changes // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 2016. Vol. 441, N 3. P. 493–515.

Leckie R. M. A paleoceanographic model for the early evolutionary history of planktonic foraminifera // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 1989. Vol. 73. P. 107–138.

Premoli Silva I., Verga D. Practical Manual of Cretaceous Planktonic Foraminifera // In Internat. School on Planktonic Foraminifera. Perugia: Universities of Perugia and Milan, Tipografia Pontefelcino, 2004. 288 p.

Robaszynski F., Caron M., Gonzalez-Donoso European Atlas of Late Cretaceous Globotruncanids // *Group on Planktonic Foraminifera. Revue de Micropaleontologie*. 1984. Vol. 26. P. 145–305.

Статья поступила в редакцию 01.05.2021,
одобрена после рецензирования 12.07.2021,
принята к публикации 12.07.2022