

УДК 551.763.333(477.75)

Р.Р. Габдуллин

СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО МААСТРИХТА У С. ТАНКОВОГО (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)¹

Впервые приведено подробное послойное описание наиболее полного разреза верхнемаастрихтских отложений в районе с. Танкового в долине р. Бельбек в Севастопольском районе Крыма в комплексе с микроскопическим описанием пород и анализом ихнофоссилий. Обсуждаются вопросы палеогеографии и палеоклиматологии позднего маастрихта северной окраины океана Тетис. Предложена седиментационная модель, объясняющая генезис циклично построенной толщи.

Введение. Объект исследования — разрез верхнемаастрихтских отложений, расположенный в районе с. Танкового в долине р. Бельбек в Севастопольском районе Крыма. Основной целью работы было послойное описание толщи терминального маастрихта, приводимое впервые, и уточнение палеогеографических условий ее накопления, реконструированных ранее В.А. Собецим [Собецкий, 1977; 1978] и В.Г. Кликушиным [Кликушин, 1981]. Особый интерес представляет разрез пачки XXIV по А.С. Алексееву [Алексеев, 1989], которая, по его мнению, на большей части Юго-Западного Крыма уничтожена эрозией и встречается только в долине р. Бельбек.

Методы исследования. *Литологический метод.* В полевых условиях автором сделано описание исследуемых пород с анализом цвета, структуры, текстуры и физических свойств, которые в камеральных условиях были уточнены [Фролов, 1992].

Палеоэкологический метод. Описаны многочисленные ихнофоссилии, что позволило реконструировать палеогеографические условия, существовавшие в бассейне седиментации [Габдуллин, 2002].

Петрографический метод. Из отобранных образцов были сделаны шлифы, затем они изучены автором с помощью микроскопа POLAM. Методика описания пород в шлифах подробно дана В.Т. Фроловым [Фролов, 1992].

Стратиграфия. Общая мощность маастрихтских отложений в Юго-Западном Крыму составляет около 100—150 м. Отложения представляют собой толщу алевритовых мергелей, алевритистых известняков и алевритов (местами мелкозернистых песчаников). По появлению в данном интервале разреза терригенно-карбонатных пород после чисто карбонатных, преобладавших в сантонском и кампанском ярусах, фиксируется регрессивная стадия развития бассейна. Верхнемаастрихтские отложения согласно залегают на мергелях нижнего маастрихта, имеют мощность 40—80 м и с размывом перекрываются известковистыми песчаниками и известняками датского яруса. В верх-

нем маастрихте выделяются три литологические пачки XXII—XXIV [Алексеев, 1989].

В районе с. Танкового на правом берегу р. Бельбек в полевой сезон 2005—2006 гг. были исследованы и описаны циклично построенные отложения верхнего маастрихта (пачки XXII—XXIV), отвечающие зоне *Neobelemnella kazimiroviensis* [Алексеев, 1989]. Два изученных обнажения расположены по бортам безымянной балки, впадающей в долину р. Бельбек в 2 км юго-западнее с. Танкового. Сравнительно легче доступен, но менее информативен разрез безымянной квесты на правом борту балки, расположенный ниже по течению (рис. 1, А). Его исследовали сотрудники МГУ А.С. Алексеев, Л.Ф. Копаевич и Е.В. Яковишина [Яковишина, 2006]. В статье рассматривается более труднодоступный, но лучше обнаженный разрез, находящийся выше по течению на левом борту балки (рис. 1, Б). Граница меловых и палеогеновых отложений проходит здесь в нижней части привершинного уступа горы (рис. 1, В). Высота уступа от уреза воды в р. Бельбек составляет около 175 м. Описание разреза выполнено начиная с середины склона.

Верхний маастрихт. Пачка XXII. Мергели или известняки желтовато-серые, сильноалевроитовые, с рассеянным окремнением, грубослоистые или массивные. Полная мощность этой пачки в Юго-Западном Крыму составляет 25—50 м. Описание и изучение этой пачки не сделано.

Пачка XXIII (слои 1—15, видимая мощность более 18 м). Алевролиты известковистые, иногда мелкозернистые известковистые песчаники, обычно в различной степени глауконитовые (рис. 2). В верхней части отмечены многочисленные скопления раковин устриц и пектинов. Слоистость неотчетливая из-за сильной биотурбации, выявляется по большей цементации отдельных уровней, отвечающих зарождающимся поверхностям типа “hard ground” [Алексеев, 1989]. Слагающие пачку породы обычно образуют субвертикальные скальные выходы (рис. 1, Б). Первые несколько метров (основание пачки) не обнаже-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 05-05-65157а, 08-05-00283а), ФЦП “Ведущие научные школы” (гранты НШ 5280.2006.5, НШ 841.2008.5) и ФГУ НИИ РИНКЦЭ (грант МК 7281.2006.5).

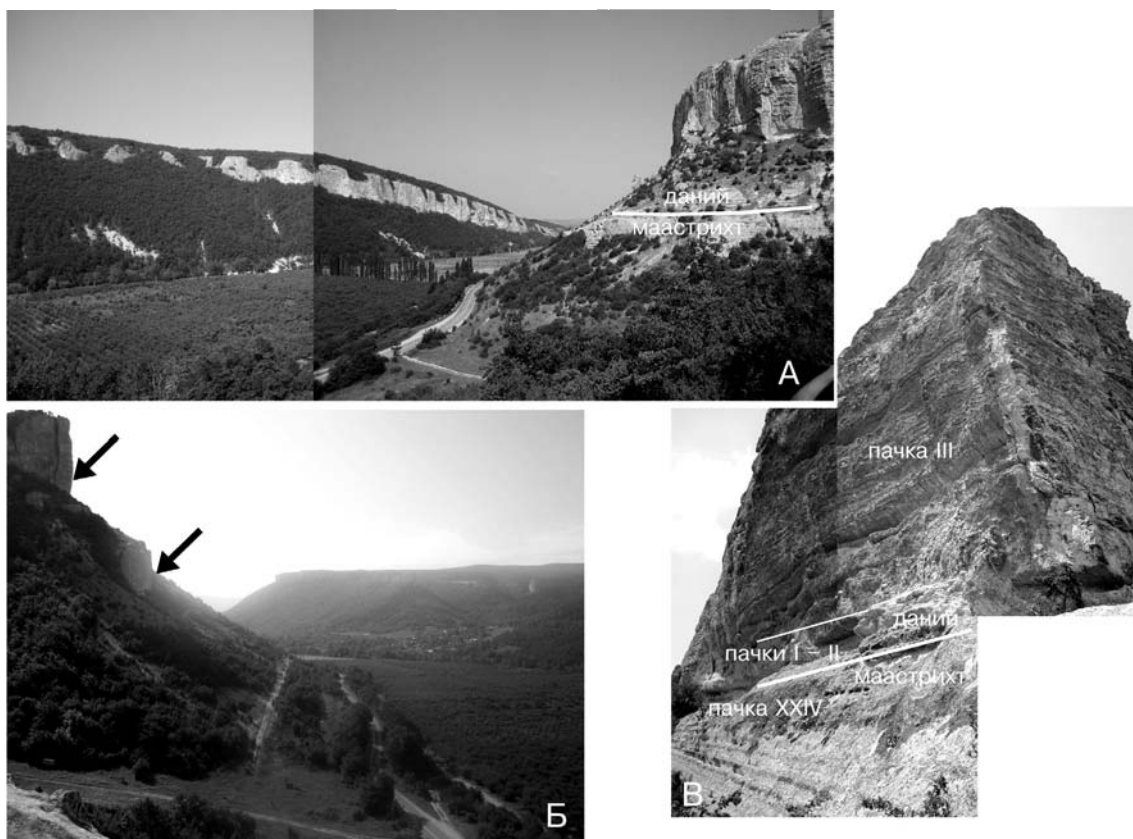


Рис. 1. Обнажения маастрихтских и датских отложений в долине р. Бельбек в районе с. Танкового (Севастопольский район Крыма, Украина): А — долина р. Бельбек, справа — неинформативный разрез безымянной квесты; Б — разрез, рассматриваемый в статье (стрелки указывают на начальную и конечную точки разреза); В — в профиле выветривания привершинного уступа квесты, выполненного датскими песчанистыми известняками (10—15 м), видно его цикличное строение; выше начинается отвесный скальный выход известняков с черными кремнями

ны. Полная мощность пачки, вероятно, должна составлять около 20 м [Алексеев, 1989].

В изученном разрезе пачка представлена циклическим переслаиванием сильнопесчанистых (20—60 см) и песчанистых (30—500 см) разностей известняков (содержание песка до 27—29%), последние образуют в профиле выветривания выступы и доминируют по мощности в разрезе. Более прочным слоям отвечают нечетные номера слоев, а более рыхлым — четные. Обе разности имеют цвет от светло-бежевого до желтовато-бежевого, содержат фрагменты скелетов рыб, раковины двустворчатых моллюсков, в том числе устриц, но в песчанистых известняках их большая часть разрушена до детрита.

Сильнопесчанистый известняк (рис. 3, А, слой 1) желтовато-серый в обнажении, тонкошламмовый, двустворчково-фораминиферовый с остракодами, с примесью зерен глауконита (размером до 0,07 мм) и глинистого вещества (таблица, рис. 2) и угловатыми зернами кварца размером от 0,1 до 0,2 мм. Структура пелитоморфная, микрокальцитовая. Текстура неупорядоченная, неслоистая, узловатая. Вторичные изменения выражены редкой перекристаллизацией микритового кальцита в шпатовый и небольшим ожелезнением.

Песчанистый известняк (рис. 3, Б—Д, слой 2) серовато-желтый, иногда зеленоватый в обнажении, рыхлый, преимущественно фораминиферовый, с

примесью зерен глауконита (размером до 0,07 мм) и глинистого вещества, с отдельными горизонтами скопления биокластов. Вторичные изменения: микритовые сгустки — следы цианобактерий и, возможно, следы биокоррозии кальцита.

В слоях 5—13 зерна кварца имеют размер от 0,05 до 0,1 мм. В верхней части пачки (**слой 14**) выделяется мощный (5 м) пласт тонкозернистого песчаника, алевритового, кварцевого, с биокластами двустворков, фораминифер, с глауконитом (рис. 2).

Выше наблюдается известняк полибиокластовый, преимущественно фораминиферовый, с биокластами криноидей, слабоалевритистый, песчанистый, мощность 8 м (рис. 2).

Пачка XXIV (слой 16). Суммарная мощность в этом разрезе составляет 4,85 м. Мощность в разрезе на противоположном борту безымянной балки — 5 м (А.С. Алексеев, Е.В. Яковишина, устное сообщение). Пачку слагают мергели [Алексеев, 1989] и песчаники желтовато-сиреневые, алевритовые, глауконитовые, с многочисленными рострами белемнитов и крупными раковинами пектинид (рис 4, А, Б). В отложениях этой пачки обычны крупные ростры *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skol.) (рис. 4, Б, В) и раковины *Entolium* sp. (рис. 4, А, Б). Из этой пачки в Горном Крыму известны чешуя рыб, редкие губки и устрицы *Rusnodonte mirabilis* (Rouss.) [Алексеев, 1989], а также ихнофоссилии (рис 4, Г, Д).

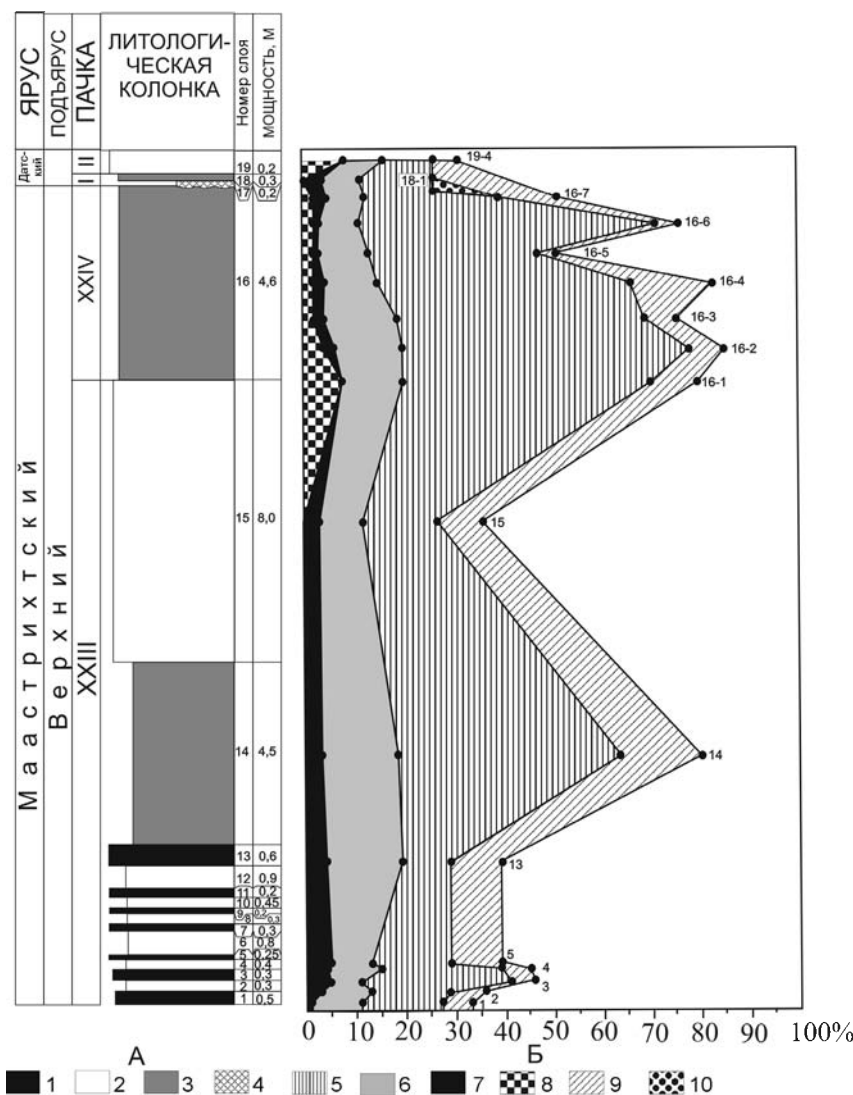


Рис. 2. Разрез терминального маастрихта в окрестностях с. Танкового (А) и диаграмма процентного распределения компонентов в шлифах (Б): литологическая колонка (А): 1 — сильнопесчанистый известняк; 2 — песчанистый известняк; 3 — песчаник; 4 — песок; диаграмма (Б): 5 — кварц; 6 — глауконит; 7 — слюда; 8 — рудный минерал; 9 — глинистое вещество пелитовой размерности; 10 — халцедон

В изученном разрезе вскрыты песчаники, по составу аналогичные слою 14. Вторичные изменения представлены редкой перекристаллизацией микритового кальцита в шпатовый. Выше начинаются отложения датского яруса.

Палеоцен. Пачка I по А.А. Ворониной [Ворониная, 1989], слой 17. Глауконитовый песок. Мощность составляет 0,2 м. Вверх по разрезу переходит в **слой 18** (рис. 3, Ж, 3) — сильноизвестковистый песчаник мощностью около 0,3 м. Выше обнажается песчанистый мшанково-криноидный известняк (пачка II, слой 19), видимая мощность несколько дециметров. Далее разрез автором не изучался.

Палеоценоз и ихнофоссилии. Проанализируем состав палеоценоза, чтобы выделить организмы, способные оставлять следы жизнедеятельности.

В отложениях пачек XXII—XXIV [Алексеев, 1989; Кликушин, 1981] встречены двустворчатые моллюски *Amphidonte auricularis* (Wahlen.), *A. goldfussiana* Sob., *Li-*

matula decussata Goldf., *Exogyra pyrenaica* (Leym.), *Grypheaostrea lateralis* (Nilsson), *Lopha semiplana* (Sow.), *L. acrodonta* (Fischer), *L. nasuta* (Morton), *Agerostrea lunata rugosa* (Semenkovic), *Pycnodonte vesicularis* (Lamarck), *P. mirabilis* (Rouss.), *Dhontichlamys acuteplicata* (Alth), *Chlamys cretosa* (Defr.), *Lyrioichlamys septemplex* (Nilsson), *Camp-tonectes virgatus* (Nilsson), *Entolium membranaceum* (Nilsson), *Liopistha aequivalvis* (Goldf.), *Plagiostoma marrotiana* d'Orb., *Pholadomya suspense* Sob., *Neithea substriatocostata* (d'Orb.), *N. striatocostata* (Goldf.), *Syncyclonema splendens* (Lahusen), *Lima* sp.; головоногие моллюски — белемниты *Neobelemnella kazimiroviensis* (Skol.), *Bellemntiella junior* Nowak, а также аммониты *Pachydiscus* sp., мшанки "*Petalophora*" *maculifera* Voigt, *Inversaria ramosissima* (Eichw.), губки *Spirospongia krymica* Kravtsov, кораллы *Smilitrochus exavata* Hagenow, трубчатые черви (серпулиды), усонogie ракообразные *Virgiscalpellum* sp., *Craniolepas gracilis* (Roem.), *C. darwiniana* (Bosq.), *Cretiscalpellum glabrum* (Roem.), *Arcoscalpellum maximum* (Sow.), *A. gracile* (Bosq.), *A. undulatum* (Streenst.), *Brachylepas* sp., *Verruca prisca* Bosq., небольшое количество брахиопод *Cyclothyris magna* (Petitt), *Trigonosemus pectiniformis* (Schloth.), *Isocrania* sp., морских лилий *Bourgueticrinus* sp., морских звезд *Chomataster wrightii* Rasmussen, скелетные остатки рыб и рептилий.

А.В. Донт [Dhont, 1976, 1999, 2004] ревизовала двустворчатых моллюсков и отметила новые, ранее не упоминавшиеся таксоны в пачках XXIII—XXIV по материалу, происходящему из разрезов Ак-Кая (Центральный Крым), Староселье и Скалистое (Юго-Западный Крым): *Nuroxitoma danica* (Ravn), *Tenuiopteria argentea* (Conrad),

Hyotissa semiplana (Sow.), *Chlamys denticulata* (Adams et Reeve), *Acutostrea* sp., "*Ostrea*" *biconvexa* (Powell), *Ceratostreon pliciferum* (Dujardin), *Grypheaostrea canaticulata* (Sow.), *Microchlamys pulchella* (Studer), *Merklinia trigeminata* (Goldf.), *Neithea sexcostata* (Woodward), *Spondylus dutempleanus* (d'Orb.), *Limatula semisulcata* (Lamarck), *Plagiostoma cretaceum* (Hue), *P. hoperi* (Mantell), *P. marrotianum* (d'Orb.), *P. sowerbyi* (Geinitz), *Pseudolimea granulata* (Nilsson), *?Ps. geinitzi* (von Hagenow), *Crassatella arcacea* (Roem.), *Leptosolen* sp., *Panope* sp., *Liopistha aequivalvis* (Goldfuss). Из пачки XXIII она определила 32 вида двустворчатых моллюсков (вместо 19 видов, по В.А. Собоцкому [Собоцкий, 1978] и 15 видов, по А.С. Алексееву [Алексеев, 1989]).

Экзогири-лофиновая палеобиофация карбонатно-песчанистой сублиторали В.А. Собоцкого [Собоцкий, 1978] отвечает первой половине позднего маастрихта (пачка XXII — нижняя часть пачки XXIII). Систематический состав представлен устричными

(59%), серпулидами (18%), неправильными морскими ежами (6%) и мшанками (около 4%). Зоогеографический состав был смешанным и включал квазикосмополитных и космополитных устриц *L. decussata* Goldf., *A. goldfussiana* Sob., *P. vesicularis* (Lamarck) и др. (80%), эндемиков *P. mirabilis* (Rouss.), 13% иммигрантов из Польско-Германского (например, *D. aculeplicata* (Alth) 3%) и Европейского бореального бассейна (*Chlamys cretosa* (Defr.), *Lyrio-chlamys septemplicata* (Nilsson) и др.).

В сообществе, названном В.А. Собецким [Собецкий, 1978] палеобиофацией хламисовых банок, или в хламисовом палеоценозе, по В.Г. Кликушину [Кликушин, 1981] (верхняя часть пачки XXIII—пачка XXIV), доминировали двустворчатые моллюски. Эти авторы тщательно изучили систематический состав палеоценоза, на 95% состоящего из пектинид (94% соответствуют *D. aculeplicata* (Alth)) и на 5% из устриц. Доля других беспозвоночных составляет менее 1%. Зоогеографически палеоценоз представлен иммигрантами из Польско-Германского (*D. aculeplicata* (Alth)) и Англо-Парижского бассейнов [Собецкий, 1978].

Для обеих палеобиофаций характерны [Собецкий, 1978] малые глубины, наличие подвижных водных масс, хорошая аэрация, нормальная соленость, прогреваемость воды, а также неустойчивый темп седиментации, местами отрицательный. Бассейн на протяжении позднего маастрихта был тепловодным [Собецкий, 1978]. В результате генетической типизации, фациального анализа и секвентной интер-

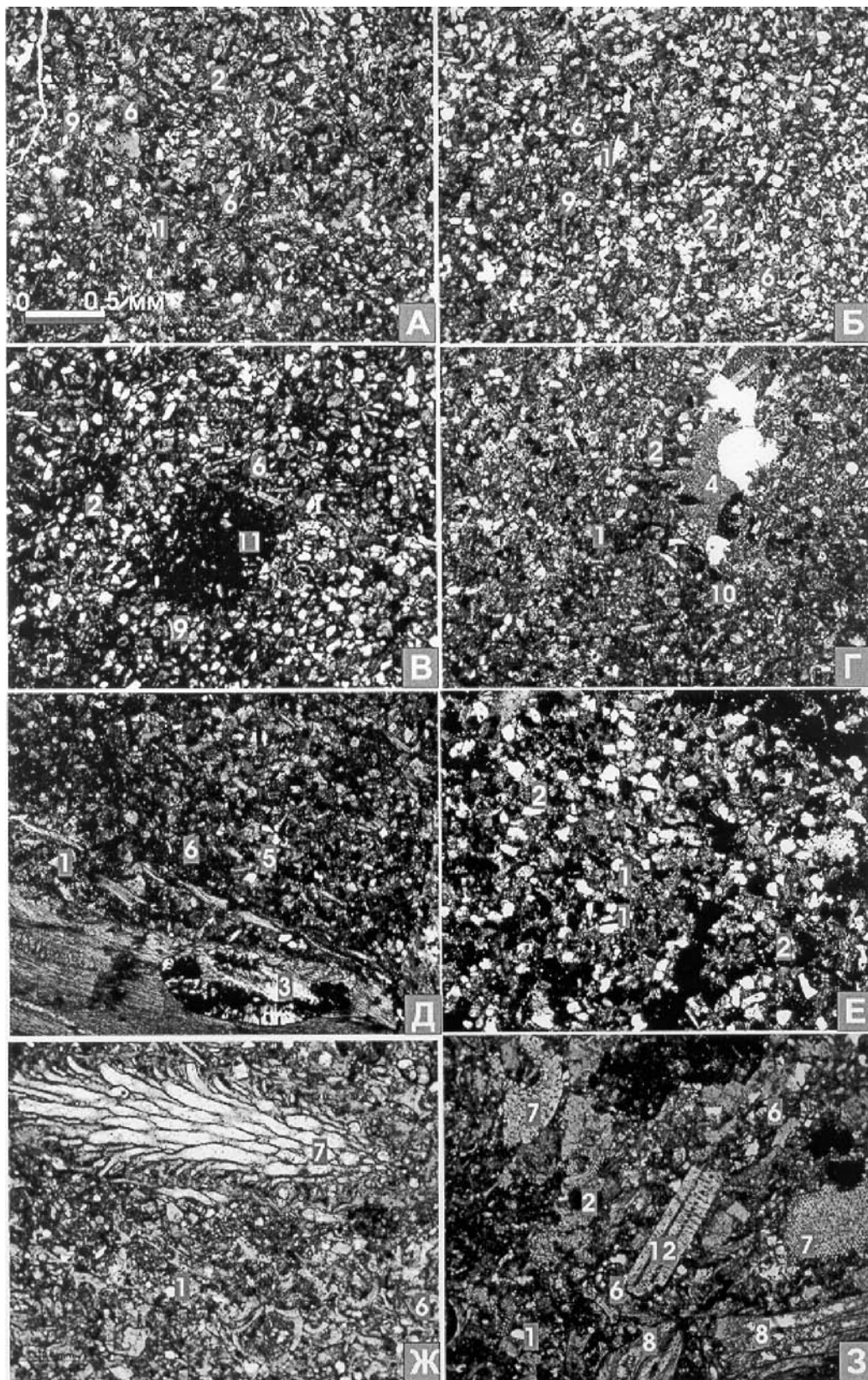


Рис. 3. Фотографии шлифов: А — сильнопесчанистый известняк (слой 1); Б — песчанистый известняк (слой 2); В — песчанистый известняк (слой 4); Г — сильнопесчанистый известняк (слой 5); Д — песчанистый известняк (слой 13); Е — песчаник (слой 14); Ж, З — сильноизвестковистый песчаник нижнего дания (слой 18). Масштаб для всех изображений одинаков. Г—Е — с анализатором, остальные — без анализатора.

1 — кварц, 2 — глауконит, 3 — халцедон, 4 — доломит, 5 — слюда, 6 — фораминиферы, 7 — мшанки, 8 — элементы скелета рыб, 9 — раковины пелеципод, 10 — фрагменты спикул губок, 11 — микрокальцитовые сгустки, 12 — криноидеи

Процентное соотношение компонентов породы в шлифах

Номер образца	CaCO ₃	Кварц	Халцедон	Слюда	Пелит	Глауконит	Рудный минерал
1	67(60)	16	—	1	6	10	—
2	64 (57)	16	—	3	7	10	—
3	54 (50)	30	—	5	5	6	—
4	55 (50)	24	—	4	6	11	—
5	61 (48)	15	—	6	10	8	—
13	61 (49)	15	—	4	10	10	—
14	20 (17)	45	—	3	17	15	—
15	65 (61)	15	—	2	9	9	—
16-1	21 (13)	50	—	—	10	12	7
16-2	16 (15)	58	—	2	7	14	3
16-3	26 (20)	50	—	2	6	15	1
16-4	18 (15)	51	—	2	17	11	1
16-5	50 (10)	34	—	1	4	10	1
16-6	25 (18)	60	—	1	5	8	1
16-7	50 (30)	27	—	2	12	8	1
17-1	70 (57)	15	5	2	—	8	—
17-2	73 (67)	10	7	2	—	8	—
18-1	75 (45)	7	—	10	—	—	8
18-2	90 (80)	5	—	2	1	—	2
18-3	70 (60)	7	18	1	—	1	3
18-4	75 (60)	10	—	4	—	8	3

Примечание. В скобках — процентное содержание биогенного кальцита.

претации верхнемаастрихтских отложений Крыма [Яковишина, 2006] эти палеофашии были отнесены к фашии биотурбированных алевритовых и мшанково-криноидных известняков мелкой литорали с глубиной 0—20 м, отмечена связь осадков позднего маастрихта Крыма с эвстатическими циклами, но без анализа изменений климата.

По данным о таксономическом разнообразии была составлена диаграмма соотношения таксонов живых организмов в сообществе (рис. 5), однако некоторые таксоны, представленные редко встречаемыми единичными видами или родами (например, губки), не учитывались.

Среди всех организмов выделены те, которые способны оставлять следы, т.е. ихнофоссилии, а именно бентосные формы: ракообразные и некоторые виды двустворок и брахиопод, живших в воде нормальной солености: устрицы родов *Exogyra*, *Lopha*, *Pycnodonte* свободно лежали на дне, а виды *Gryphaeaostrea* в раннем возрасте прикреплялись макушкой створки к субстрату. Пелециподы — “гребешки” родов *Chlamys*, *Camptonectes*, *Entolium*, *Liopistha*, *Plagiostoma* прикреплялись к субстрату при помощи биссуса, реже с помощью цемента; *Pholadomya suspense* Sob. зарывалась в илистый грунт. Брахиоподы эластично прикреплялись к твердым участкам дна. Среди ракообразных, от которых обычно остаются скелетные элементы, основную часть составляли усонгие раки, которые ведут неподвижный образ жизни, прикрепляясь к различным субстратам при помощи длинного стебелька. Однако сильная биотур-

бация пород верхнего маастрихта свидетельствует (рис. 6, А), что на самом деле в палеоценозе доминировали совсем другие ракообразные — активно ползающие и роющие десятиногие. Более того, именно они и перерабатывали донный осадок. Они не упоминаются в ранее опубликованных работах по реконструкции этого палеоценоза.

К отложениям верхнего мела в Юго-Западном Крыму обычно приурочены находки десятиногих ракообразных семейства Callianassidae, например *Protocallianassa faujasi* (Desm.), известные из пород верхнего маастрихта, омары семейства Nephropsidae [*Oncopareia* cf. *feldensis* (Schluet.)] из XXIII пачки [Ильин, 2005]. В верхнем маастрихте разреза у с. Танкового встречаются норы типа *Ophiomorpha* (рис. 3, Г, Д; рис. 6, Б) и *Thalassinoides* (рис. 6, В). В указанной работе И.В. Ильина отмечено присутствие в отложениях верхнего маастрихта Юго-Западного Крыма только ходов *Thalassinoides*, ассоциируемых этим автором с *Protocallianassa faujasi* (Desm.). Генезис ходов типа *Ophiomorpha* и роль в их образовании *Oncopareia* cf. *feldensis* (Schluet.) пока остаются неясными. В пачке XXIV (слой 16) выше горизонта карбонатного алевритового песчаника пачки XXIII (слой 15) с крупными устрицами (рис. 6, Г) расположена толща биотурбированных песчаников с неравномерной цементацией и экспонированными в результате выветривания системами ходов, выполненных сильнокремневыми разностями песчаников. Наличие таких уровней с экспонированными ходами в верхнем маастрихте отметил Б.Т. Янин [Янин, 1978].

Ходы могут быть отнесены к двумерной (рис. 7, А) и трехмерной (рис. 7, Б) системам. Эти лабиринты (рис. 7, А) и ячеистые структуры (рис. 7, Б) — результат активной жизнедеятельности ракообразных. Биотурбацией иногда охвачено до 50% объема породы.

Наиболее простыми являются норы *Thalassinoides* (рис. 6, В; 7, В-Е), представляющие собой системы разнообразных ходов с различными диаметром и ориентировкой, нередко ветвящиеся. Этот ихнород характеризует мелководный шельф [Pemberton et al., 1992]. Встречаются прямые, изогнутые и ветвящиеся морфотипы диаметром от 0,5 до 4 см.

В разрезе были также обнаружены редкие ходы типа *Ophiomorpha* (рис. 3, Г, Д; рис. 6, Б), которые представлены обычно короткими норами большого диаметра (от 2 до 5 см), в отличие от ходов *Thalassinoides* они имеют не гладкие, а шероховатые, бугристые стенки. Они выполнены сильнокремневым песчаником и выделяются в профиле выветривания.

Ходы ракообразных указывают на ихнофашию *Skolithos*, которая характерна для глубины до 200 м (сублитораль), и полуконсолидированный субстрат. В песчаных известняках пачки XXII Горного Крыма преобладают цибицидесы (57%), иногда булимиды (32%), местами агглютинированные формы, представленные в основном спироплектаминами (31%), что свидетельствует о мелководных условиях лагун и маршей [Долицкая, 1972]. “Пестрый” состав комплекса фораминифер, чередование слоев, обогащен-

ных то мелководными, то более глубоководными формами, — результат эвстатических вариаций. Присутствие в разрезе устриц и пелеципод рода *Chlamys* позволяет оценить глубину бассейна в пределах 2—40 м. Такое заключение следует из экологических наблюдений над ныне живущим родом *Chlamys* [Давиташвили, Мерклин, 1966; Геккер, 1962; Михайлова, Бондаренко, 1997; Arduini, Terruzzi, 1986; Walker, Ward, 1992]. По данным Е.В. Яковишиной [Яковишина, 2006], глубина была еще меньше и составляла не более 20 м. Присутствие в некоторых шлифах фрагментов строматолитов (построек цианобактерий) также подтверждает крайнюю мелководность бассейна, глубина которого временами, видимо, была менее 20 м.

Эвстатические и климатические вариации в позднем маастрихте. Анализ отношения планктонных и бентосных фораминифер, выполненный по разрезам верхнего кампана—маастрихта в овраг Чух-Махлы и на горе Беш-Кош [Alekseev, Koraevich, 1997], указывает на трансгрессии во время накопления пачки XXI и в конце формирования пачки XXII—начале накопления пачки XXIII. Таким образом, эвстатические циклы четко фиксируются по комплексам фораминифер и макрофауны. Первая трансгрессия принесла холодные воды из высоких широт, а вторая кратковременная *elegant*-трансгрессия принесла теплые воды с юга (рис. 8). Вместе с ними, видимо, в бассейне Крыма появляются терминальные хищники позднего маастрихта — мозазавры. За потеплением последовало очередное охлаждение бассейна, которое произошло за 150—100 тыс лет до конца мелового периода [Koraevich et al., 1998; Ovechkina, Alekseev, 2005].

Потепление длительностью около 400 тыс лет и последовавшее за ним похолодание продолжительностью около 100 тыс лет отвечают по продолжительности циклам эксцентриситета М. Миланковича E_2 и E_1 соответственно. Очевидно, что эти циклы определяли климат, а значит, циркуляцию водных масс. С течением времени скорость вращения Земли замедляется. В позднемеловое время длительность циклов Миланковича была в 1,02 раза меньше, чем сегодня. Циклы эксцентриситета более высокого порядка, например E_3 длительностью в маастрихтское время около 1,264 млн лет, вызывали климатические сдвиги, зафиксированные по составу нанопланктона [Ovechkina, Alekseev, 2005] в Саратовской области (средние широты океана Перитетис): 70,3—68,8 млн лет — падение уровня моря, максимум регрессии и похолодание (длительность 1,5 млн лет); 68,8—67,7 млн лет — холодная эпоха (продолжительность 1,1 млн лет); 67,69—66,5 млн лет — циклические вариации фаз теплого и холодного климата (в течение 1,19 млн лет).

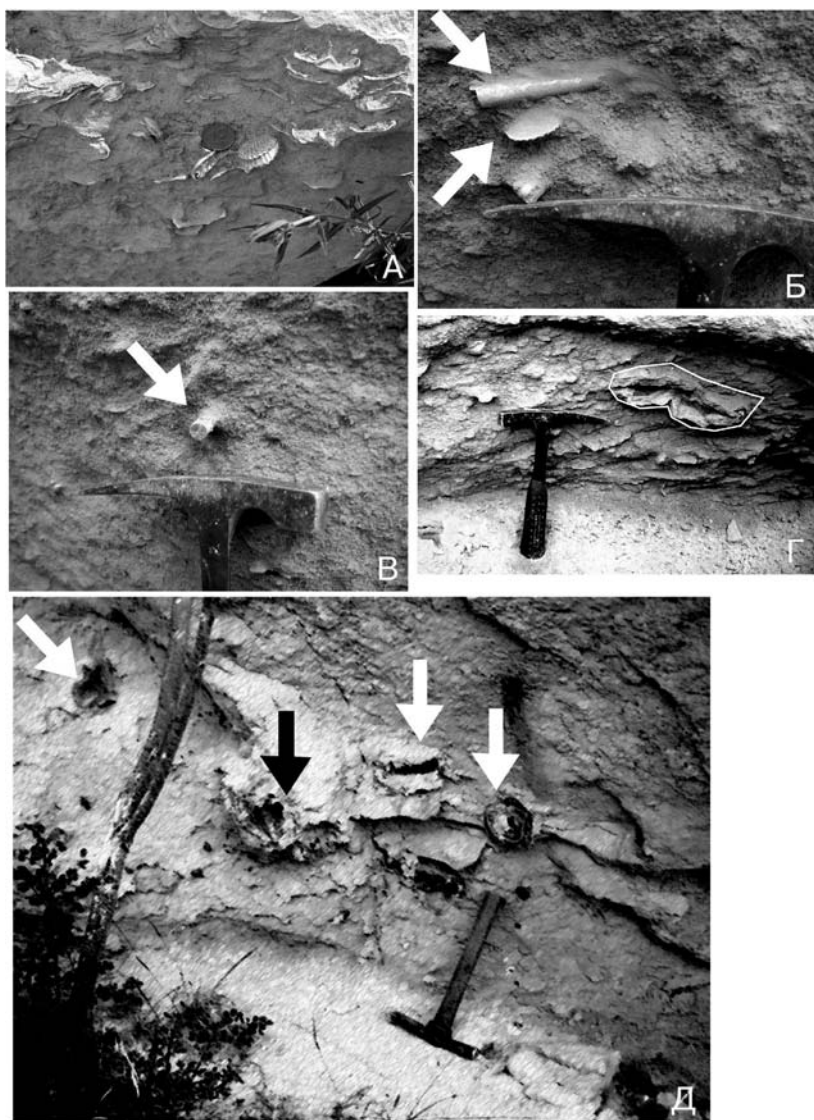


Рис. 4. Фаунистическая характеристика пачки XXIV. Фоссилии (показаны стрелками): А — банка пелекципод *Dhontichlamys acuteplicata* (Alth); Б — *Dhontichlamys acuteplicata* (Alth) и ростр *Neobelemnella kazimiroviensis* (Scolozdr.); В — ростр *Neobelemnella kazimiroviensis* (Scolozdr.); Г, Д — икнофоссилии: Г — обведен контур, Д — показаны стрелками крупные, выветрелым марказитом холды *Ophiomorpha*

Интервал 66,49—65,1 млн лет характеризуется резким потеплением, а его продолжительность (1,39 млн лет) близка к сумме одного полного цикла эксцентриситета E_3 (1,264 млн лет) и части (0,126 млн лет) следующего цикла E_3 . Длительность оставшейся части составляет 0,126 млн лет, т.е. чуть более одного цикла E_1 .

Изменения климата на северной окраине океана Перитетис (юг Русской плиты) пока невозможно привязать к циклам эксцентриситета третьего порядка на циклостратиграфической шкале позднего мела [Габдуллин, 2004], хотя длительность этих событий часто близка к продолжительности циклов. Скорее всего, увязать эти события можно, если использовать более короткие циклы второго порядка (E_2). С границей 25-го и 26-го циклов E_3 совпадает граница эвстатических суперциклов UZA-4 и TA-1 [Габдуллин,

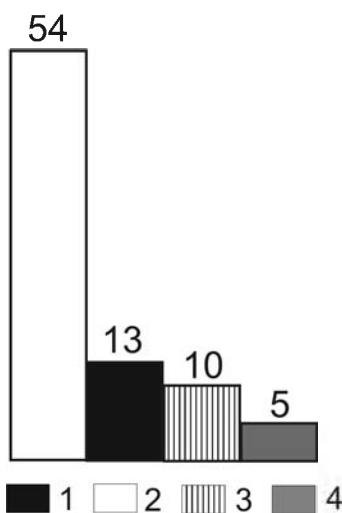


Рис. 5. Диаграмма соотношения организмов по числу таксонов в хламисовом палеоценозе: 1 — пеллециподы; 2 — ракообразные; 3 — прочие бентосные беспозвоночные (черви, брахиоподы, морские лилии и звезды); 4 — нектон (аммониты, белемниты, рыбы и рептилии)

2004], а для Крыма с границей 24-го и 25-го циклов E_3 — *elegans*-трансгрессия, а с рубежом 26-го и 27-го циклов — бореальная трансгрессия самого конца маастрихта.

Обмен водными массами внутри океана Перитетис между Крымским бассейном и бореальным бассейном Западной Сибири происходил через юго-восток Русской плиты и далее через Тургайский пролив и серию более мелких проливов, когда тропичес-

кие формы бентосных и планктонных фораминифер с известковым скелетом достигали Ямала или, наоборот, фораминиферы из бореального бассейна Сибири проникали далеко на юг в Крымский бассейн [Кораевич et al., 1998; Ovechkina, Alekseev, 2005; Найдин, 2007]. Обмен между бореальным бассейном Русской плиты и Крымским бассейном осуществлялся напрямую, что и подтверждается инвазией на юг таких иммигрантов, как *Chlamys cretosa* (Defr.), *Lyrio-chlamys septemplicata* (Nilsson) и др. [Собецкий, 1978].

Современные пектиниды (*Pecten*) заселяют моря с температурой от 8 до 23,5 °С, а пеллециподы рода *Chlamys* — ниже 8 °С (1–5 °С) [Давиташвили, Мерклин, 1966; Arduini, Terruzzi, 1986; Walker, Ward, 1992]. Слои с хламисами формировались в условиях кратковременного притока холодных вод через Орский пролив [Кораевич et al., 1998] и охлаждения водных масс в Крымском бассейне, в это время здесь отмечается появление двух родов фораминифер из Западной Си-

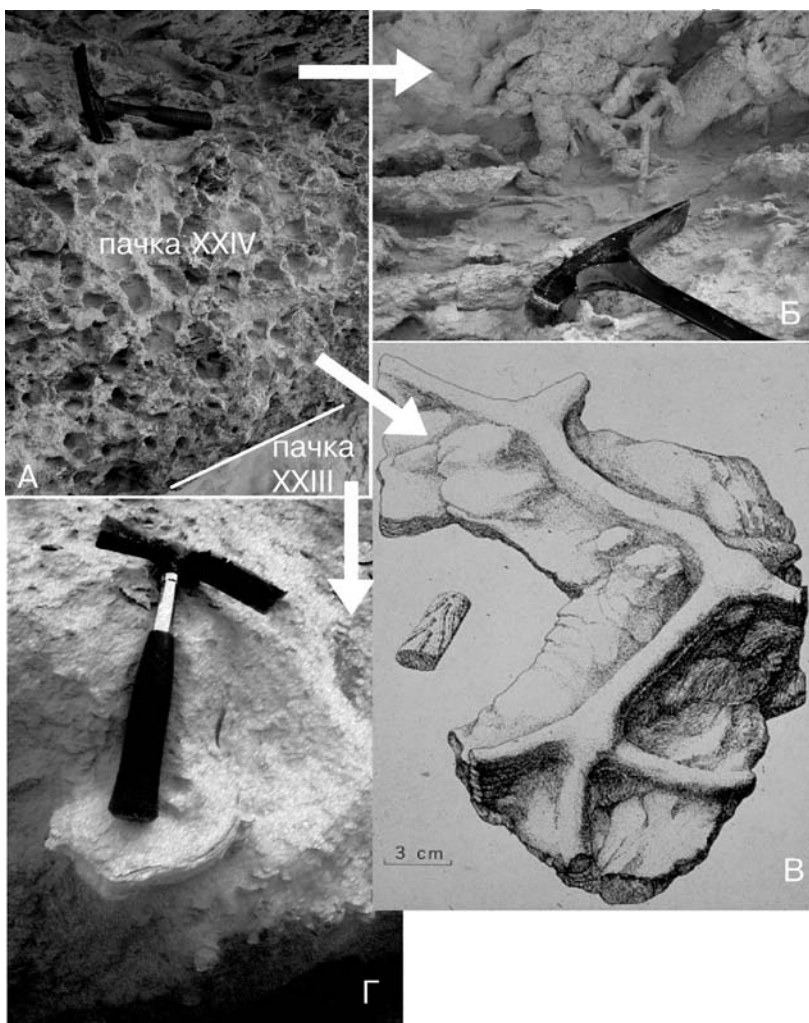


Рис. 6. Текстура и палеонтологическая характеристика песчаников терминального маастрихта: А — ячеистая структура биотурбации приводит к формированию сотовой формы выветривания в базальных слоях палеоцена (слой 20); Б — крупные ходы *Ophiomorpha*; В — система более мелких ходов *Thalassinoides* в слое 18 (терминальный маастрихт); Г — крупная устрица *Pycnodonte mirabile* (Rouss.)

бири. Расцвет хламисов, превративший палеоценоз почти в моноценоз, отвечает похолоданию, которое подтверждается оценками температуры поверхностных вод в маастрихте для северной окраины океана Перитетис в 7–9 °С [Ovechkina, Alekseev, 2005]. Присутствие небольшой (до 3%) доли *D. acuteplicata* (Alth) в составе первой палеофашии позднего маастрихта скорее всего можно объяснить кратковременными фазами похолодания во время неустойчивого климата 25-го цикла E_3 (с 67,69 по 66,5 млн лет). Данные изотопной палеотермометрии для позднего маастрихта показывают значения от 14 (по белемнитам) до 20 °С (по устрицам), близкие к температурному диапазону существования устричных банок — 13–20 °С [Цзинь Ди Юань, 1963]. Кроме того, тепловодность бассейна подтверждается находками рудистов *Gyropleura* sp. в верхнем маастрихте Центрального Крыма, например на г. Ак-Кая [Бобкова, Горбач, 1980]. Температура воздуха суши была выше морской. В начале позднего маастрихта климат был теплым тропическим, берега суши покрывали мангровые заросли. На суше обитали динозавры [Алексеев, 1989].

Вероятно, температура воды опускалась с 20 до 5–7 °С во время проникновения холодных вод из бореальных бассейнов. Апвеллинг приводил к расцвету губок и холодноводных хламисов; скорее всего, холодные потоки приносили не только бореальных фораминифер, но и планктон с кремневым скелетом. Однако большая его часть не может быть идентифицирована в результате диагенеза, и, возможно, часть слоев, обогащенных таким планктоном, уничтожена эрозией.

В верхнемаастрихтских отложениях Юго-Западного Крыма встречаются кремневые конкреции и “недоразвитые кремни”, имеющие диагенетическое происхождение. В пачке XXII встречаются окремненные узловатые алевритовые мергели, отмечено также окремнение по губкам и панцирям морских ежей. В пачке XXIV видно окремнение по норам ракообразных. Источником кремнезема служили губки [Цзинь Ди Юань, 1963] и, вероятно, планктон с кремневым скелетом. Исследование этих прослоев показывает постепенное уменьшение содержания кремнезема в породе при удалении от центров его концентрации (т.е. конкреций, губок и т.д.). Это латеральное диагенетическое перераспределение карбоната кальция и кремнезема в слое создает заведомо ложное впечатление более карбонатной породы, чем это было в действительности на стадии осадка. Получается, что такие уровни, обогащенные кремнеземом, ближе к опокам, чем к мергелям.

В итоге можно уточнить историю эвстатических и температурных флуктуаций в Горном Крыму в течение позднего маастрихта (рис. 8). В течение накопления осадков пачки XXII происходили эвстатические вариации, запечатленные в “пестром” комплексе фораминифер. Минимальная глубина бассейна оценивается Е.В. Яковишиной [Яковишина, 2006] в 20 м, а батиметрические данные по фораминиферам указывают на существование маршей и отмелей. Холодноводность бассейна в районе Горного Крыма, синхронная фазе холодного климата на северной окраине океана Перитетис [Ovechkina, Alekseev, 2005], проявилась в образовании рассеянного окремнения мергелей и алевритов, а также конкреций по остаткам скелетов безпозвоночных. Возможно, были эпизоды притока холодных вод из Европейского бореального бассейна, приносивших хламисовиммигрантов. Температура воды, скорее всего, составляла около 15 °С, т.е. менее 20–25 °С (мангры на суше), но более 7–9 °С (поверхностные воды на юге Русской плиты севернее Крыма).

В процессе формирования осадков пачки XXIII в результате теплой трансгрессии с юга глубина бассейна сначала увеличилась, а затем постепенно уменьшилась. Два эпизода потепления маркируются трансгрессией (в начале) и устричными банками (в конце). Помимо тепловодных устриц появляются банки холодноводных хламисов. На северной окраине океана Перитетис этот момент геологической истории отвечает фазе холодного климата [Ovechkina, Alekseev, 2005]. По-видимому, вариации температуры составляли от 20 и выше до 5–7 °С.

Во время образования пачки XXIV глубина бассейна постепенно уменьшалась, а температура повышалась. В самом конце маастрихта с севера происхо-

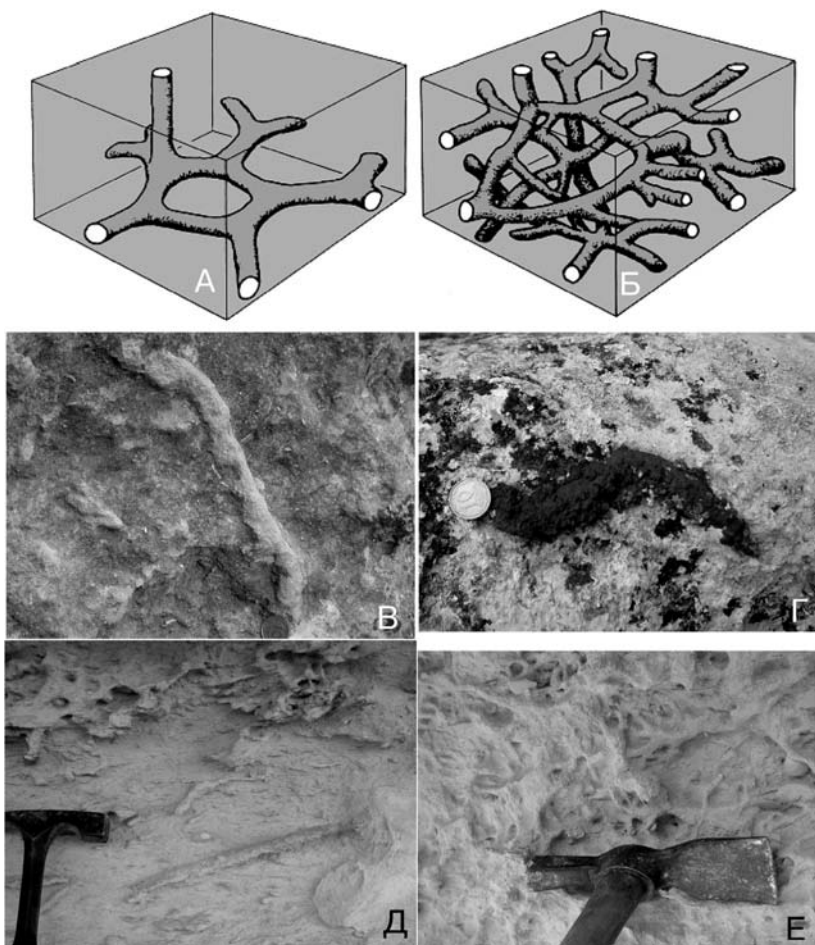


Рис. 7. Ихнофоссилии. Системы ходов, встреченные в разрезе: А — двумерные (лабиринты), Б — трехмерные (ячеистые структуры). Ихнотаксон *Thalassinoides* (В–Е): В — в середине склона квесты; Г — замещенный марказитом, в верхней части склона квесты; Д–Е — в известковистых песчаниках терминального маастрихта (пачка XXIV): Д — одиночный прямой ход; Е — система мелких ходов диаметром до 0,7 см

дила трансгрессия холодных вод, запечатленная окремнением по норам ракообразных, хламисовым моноценозом, бореальными видами фораминифер, сдвигом на кривой $\delta^{18}O$, сменившая тепловодные условия существования устричных банок. Похолодание устанавливается и севернее Крыма [Ovechkina, Alekseev, 2005], оно приходит на смену эпизоду потепления. В начале формирования осадков пачки в Горном Крыму происходила частая смена относительно теплых и холодных фаз климата в Крыму и на юге Русской плиты.

Седиментологическая модель. По данным петрографического исследования шлифов была составлена диаграмма, отображающая процентное содержание компонентов в шлифах (рис. 2). Исследуемая толща построена циклично, причем цикличность выражается как в литологии пород, так и в содержании в них определенных минеральных компонентов. Содержание некоторых из них (глауконит, пелит, слюды, рудный минерал) по разрезу практически не изменяется, а содержание кварца и, скорее всего, карбонатного материала (содержание карбоната химически не определялось) взаимосвязано и изменяется от цикла к

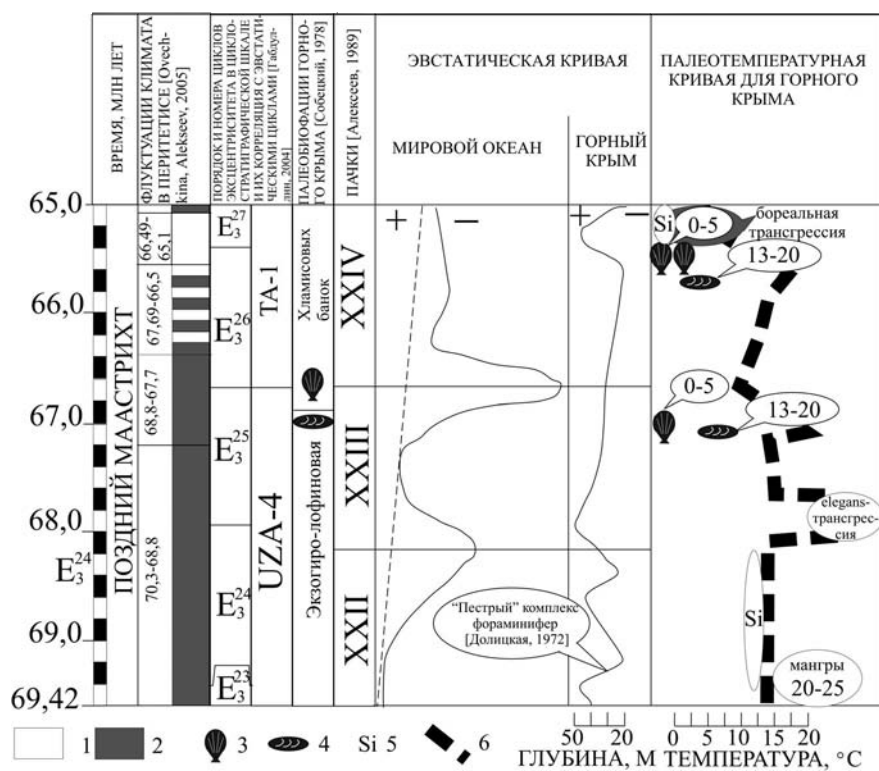


Рис. 8. Геологическая история территории Горного Крыма в позднем маастрихте: 1 — потепление климата; 2 — похолодание климата; 3 — пектиниды; 4 — устрицы; 5 — уровни окремнения; 6 — палеотемпературная кривая

циклиту. Например, максимальное содержание песчаного кварца приходится на слои 14 и 16 и соответствует минимальному содержанию карбоната кальция, а в слое 15 наблюдается противоположное соотношение.

Максимальное содержание песчаного кварца может свидетельствовать о регрессии моря и/или увеличении объема сноса с суши терригенного материала. Эти факторы привели к накоплению преимущественно терригенного элемента циклита (слои 14 и 16). Автор интерпретирует генезис цикличности в существенно терригенном мелководно-морском разрезе с позиции циклов разбавления — циклического разбавления материалом, сносимым реками с континента, и постоянной продукции карбоната кальция (периодическое изменение количества и состава терригенной примеси) в условиях эвстатических вариаций [Габдуллин, 2002]. Вверх по разрезу увеличивается мощность циклитов, что свидетельствует об увеличении объема поступающего в бассейн материала и, следовательно, об увеличении скорости седиментации.

Устричные банки раздельно селившихся экзогир и лофин первой палеофашии быстро захоранивались без значительного переноса из-за импульсного поступления больших масс терригенного материала.

Слои с ориентированными толстостенными раковинами устриц, например *P. mirabilis* (Rouss.) в алевролитах пачки XXIV, свидетельствуют о сильной подвижности донных вод, а наличие непропорционально толстой нижней створки объясняется необхо-

димостью ее пожизненного постоянного наращивания, чтобы моллюск не тонул в нестабильном рыхлом осадке. Донные течения транспортировали раковинный детрит.

Детрит мшанок и криноидей отмечен Е.В. Яковишиной [Яковишина, 2006] в осадках позднего маастрихта в разрезах гор Беш-Кош, Клементьева, Кубалач и у с. Тополевка, а также установлен автором в подошве датских отложений в разрезе у с. Танкового. Массовые захоронения мшанок и криноидей типичны для известняков основания дания.

Комплекс ископаемой фауны достаточно мелководный, поэтому интерпретировать цикличность целесообразно с позиции эвстатических вариаций уровня океана.

Таким образом, в разрезе можно выделить 4 интервала: 1) регрессивный, с 1-го по 14-й слой — время относительно постепенного увеличения скорости привноса терригенного материала, о чем свидетельствует увеличение содержания кварца и уменьшение содержания карбоната кальция;

2) трансгрессивный, первая половина 15-го слоя — время уменьшения привноса и как следствие понижения содержания терригенной примеси при росте доли кальцита; 3) регрессивный, вторая половина 15-го слоя с такой же тенденцией распределения компонентов, как в первом интервале; 4) трансгрессивный, 16-й слой. В это время отмечается кратковременный приток холодных вод через Орский пролив из Западной Сибири [Кораевич et al., 1998].

Заключение. Впервые приведено послойное описание разреза терминального маастрихта в окрестностях с. Танкового Севастопольского района Крыма. На основе анализа фоссилей и ихнофоссилей, встреченных в разрезе, и по литературным данным уточнен и дополнен состав палеоценоза мелководно-морского с активной гидродинамикой бассейна позднего маастрихта. Элементарная пластовая цикличность, представленная в разрезе переслаиванием сильнопесчаных и песчаных известняков между собой или с известковистыми песчаниками, алевролитами, подтверждается циклическим колебанием содержания породообразующих компонентов в шлифах и объясняется циклами разбавления на фоне эвстатических вариаций уровня моря.

Автор выражает благодарность А.М. Никишину, Л.Ф. Кораевич, С.Н. Болотову, Н.В. Бадулиной, Е.В. Карповой, М.О. Поросновой (МГУ) за консультации и техническую помощь. Автор глубоко признателен А.С. Алексееву за консультации и рецензию работы.

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., 1989. С. 123—135.
2. *Бобкова Н.Н., Горбач Л.П.* Новый вид гидроплевр из маастрихта Крыма и некоторые вопросы палеогеографии // Ежегод. ВПО. 1980. Т. 23. С. 57—64.
3. *Воронина А.А.* Палеогеновая система // Геологическое строение Качинского поднятия горного Крыма. Стратиграфия кайнозоя, магматические, метаморфические и метасоматические образования / Под ред. О.А. Мазаровича, В.С. Милеева М., 1989. С. 4—35.
4. *Габдуллин Р.Р.* Ритмичность верхнемеловых отложений Русской плиты, Северо-Западного Кавказа и Юго-Западного Крыма (строение, классификация, модели формирования). М., 2002.
5. *Габдуллин Р.Р.* Циклостратиграфическая шкала верхнего мела Русской плиты и ее южного обрамления. Статья 3. Апробация шкалы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2004. № 4. С. 17—21.
6. *Геккер Р.Ф.* Введение в палеоэкологию. М., 1962.
7. *Давиташвили Л.Ш., Мерклин Р.Л.* Справочник по экологии морских двусторчатых и брюхоногих моллюсков. М., 1966.
8. *Долицкая И.В.* О зависимости видового разнообразия фораминифер от условий среды обитания // Палеонтол. журн. 1972. № 2. С. 3—9.
9. *Донт А.В.* Кампанские и маастрихтские двусторчатые моллюски Горного Крыма: стратиграфическое распределение и палеобиогеография // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2004. Т. 79, вып. 2. С. 60—67.
10. *Ильин И.В.* Меловые и палеогеновые десятиногие ракообразные (Crustaceomorpha, Decapoda) западной части Северной Евразии. М., 2005.
11. *Кликушин В.Г.* Палеофаунистическая характеристика верхнемеловых отложений Юго-Западного Крыма // Зап. ЛГИ. 1981. Т. 85. С. 107—124.
12. *Михайлова И.А., Бондаренко О.Б.* Палеонтология. Кн. 2. М., 1997.
13. *Найдин Д.П.* Эпиконтинентальные моря Северной Америки и Евразии. Позднемеловой меридиональный морской путь // Проливы Северного полушария в мелу и палеогене / Под ред. Е.Ю. Барабошкина. М., 2007. С. 60—79.
14. *Собецкий В.А.* Некоторые вопросы палеобиоценологии позднемеловых морей юга Русской платформы // Среда и жизнь в геологическом прошлом (палеобиоценозы и условия осадконакопления). Новосибирск, 1977. С. 7—23.
15. *Собецкий В.А.* Донные сообщества и биогеография позднемеловых платформенных морей юго-запада СССР // Тр. ПИН. Т. 166. М., 1978.
16. *Фролов В.Т.* Литология. Кн. 2. М., 1993.
17. *Цзинь Ди Юань.* Вещественный состав и условия накопления меловых отложений юго-западной части Горного Крыма: Автореф. канд. дис. М., 1963.
18. *Яковишина Е.В.* Строение и условия формирования карбонатных отложений верхнего маастрихта Крыма: Автореф. канд. дис. М., 2006.
19. *Янин Б.Т.* Ископаемые следы жизнедеятельности организмов в меловых и палеогеновых отложениях Крыма // Вопросы тафономии и палеобиологии. Тр. 20 сессии ВПО. Душанбе, 1978. С. 173—185.
20. *Alekseev A.S., Kopaevich L.F.* Foraminiferal biostratigraphy of the uppermost campanian-Maastrichtian in SW Crimea (Bakhchisaray and Chakhmakhly sections) // Bull. de l'Inst. Roy. des. Sci. Natur. de Belg. Sci. de la Terre. 1997. Vol. 67. P. 103—118.
21. *Arduini P., Teruzzi G.* The Macdonald encyclopedia of fossils. L., 1986.
22. *Dhondt A.V.* Systematic revision of the subfamily Chlamydiae (Pectinidae, Bivalvia, Mollusca) of the European Cretaceous. Part 4. Merklinia // Bull. de l'Inst. Roy. des. Sci. Natur. de Belg. Sci. de la Terre. 1976. Vol. 51. P. 1—38.
23. *Dhondt A.V.* Maastrichtian bivalves from Maastricht, Crimea, Magyshlak // Ibid. 1999. Vol. 69. Sup. A. P. 55—65.
24. *Kopaevich L.F., Beniamovski V.N., Alekseev A.S., Ovechkina M.N.* Maastrichtian-Danian transition in Mountain Crimea // Abstr. of INTAS Project 1994—1414: Bio-Events at the K/T boundary on Southern margin of the white chalk sea — paleobiology, paleobiogeography, sequence stratigraphy, geochemistry and geochronology. М., 1998. P. 21—22.
25. *Machalski M., Robaszewska E.* Large pycnodontine oysters in the Upper Maastrichtian of Poland // Neues Jahrb. Fuer Geol. und Palaeont. Monatshefte, 2003. P. 50—64.
26. *Ovechkina M.N., Alekseev A.S.* Quantative changes of calcareous nannoflora in the Saratov region (Russian Platform) during the Late Maastrichtian warming event // J. of Iberian Geol. 2005. Vol. 31. N 1. P. 149—165.
27. *Pemberton S.G., MacEachern J.A., Frey R.W.* Trace fossils facies models: environmental and allostratigraphic significance // Facies models to sea level change. Geol. Assoc. Canada, 1992. P. 47—72.
28. *Walker C., Ward D.* Fossils. NY., 1992.

Поступила в редакцию
06.11.2007