

УДК 552.541:551.8 (234.86)

В.К. Пискунов¹, С.В. Рудько², Е.Ю. Барабошкин³**УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СРЕДНЕ-ВЕРХНЕТИТОНСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ ПЛАТО ДЕМЕРДЖИ (ГОРНЫЙ КРЫМ)⁴**

В результате микрофациального анализа толщи слоистых средне-верхнетитонских известняков, слагающих плато Демерджи, выделено 12 микрофациальных типов пород. Установлено, что их формирование происходило в фациальных зонах внутренней окаймленной платформы — литорали, изолированной и открытой лагуны, отмели края платформы. Вертикальная последовательность микрофациальных типов отвечает трансгрессивному тренду, на фоне которого происходили колебания уровня моря меньшего порядка. Изучены сообщества микроинкрустаторов — показателей мелководности палеобассейна, принимавших активное участие в стабилизации осадка и образовании небольших биогермов.

Ключевые слова: Крым, плато Демерджи, верхняя юра, титон, карбонатная платформа, седиментология, микрофации, микроинкрустаторы.

Microfacial analysis of Middle-Upper Tithonian bedded limestone Member of Demerdzhi Plateau resulted in recognition of 12 microfacial rock types. They characterize different facial zones of internal part of rimmed platform — littoral, restricted and open lagoon, and shoal of the platform edge. The vertical sequence of microfacial types demonstrates general transgressive trend with minor sea level fluctuations of second order. The microencruster communities were studied. They indicate the depth of the shallow waters and have been actively stabilized sediments, participating in the formation of small bioherms.

Key words: Crimea, Demerdzi Plateau, Upper Jurassic, Tithonian, carbonate platform, sedimentology, microfacies, microencrusters.

Введение. Плато Демерджи расположено в центральной части Первой гряды Горного Крыма между Чатырдагом на западе и Караби-яйлой на востоке, на севере плато переходит в Тирке-яйлу, которая граничит с Долгоруковской яйлой. Рассматриваемые отложения относятся к ялтинской свите [Пермяков и др., 1991], широко распространенной в пределах Первой гряды Горного Крыма и слагающей большую часть поверхности яйл.

Несмотря на длительную историю исследований, верхнеюрские карбонатные отложения Горного Крыма изучены с привлечением современных седиментологических представлений [Tucker, Wright, 1990; Flügel, 2010] только в районе Ялтинского и Ай-Петринского массивов [Krajewski, 2010] и в районе г. Пахкал-Кая [Барабошкин, Пискунов, 2010]. Эти представления основаны на применении микрофациального анализа, использование которого при полевых работах затруднительно в связи со слабым проявлением макроскопических признаков (компонентный состав, текстурные и структурные особенности) в перекристаллизованных известняках.

Изученная толща известняков имеет мощность более 1,5 км и образует восточную часть плато

Демерджи и плато Тирке. В статье представлены результаты изучения только той части толщи, которая слагает плато Демерджи (мощность 1 км). Ее возраст определен А.А. Федоровой по комплексу фораминифер [Андрухович, Туров, 2002] как средне-позднетитонский.

Толща отделена разрывными нарушениями от кимеридж-титонских терригенно-карбонатных отложений, слагающих западную часть плато, и граничит по пологому надвику с подстилающими верхнеюрскими конгломератами (рис. 1). Нижние слои упираются в поверхность надвига и падают в северо-западных румбах, а углы падения выполаживаются с юго-востока (70°–80°) на северо-запад (10°–20°). Для разреза была составлена седиментологическая колонка (рис. 2) и взято 200 образцов, изучавшихся позже в шлифах.

Микрофациальные типы и их интерпретация. Микрофации выделяли на основе анализа компонентного состава, текстурных и структурных особенностей. Схожие и встречающиеся совместно микрофации были объединены в микрофациальные типы (МТ), которым отвечают определенные условия образования и фациальные зоны (ФЗ) окаймленной

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, аспирант; *e-mail:* vkpiskunov@gmail.com

² Геологический институт РАН, лаборатория седиментологии и геохимии осадочных бассейнов, аспирант; *e-mail:* gudserega@yandex.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор; *e-mail:* barabosh@geol.msu.ru

⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 11-05-00405, 10-05-00276, 10-05-00308).

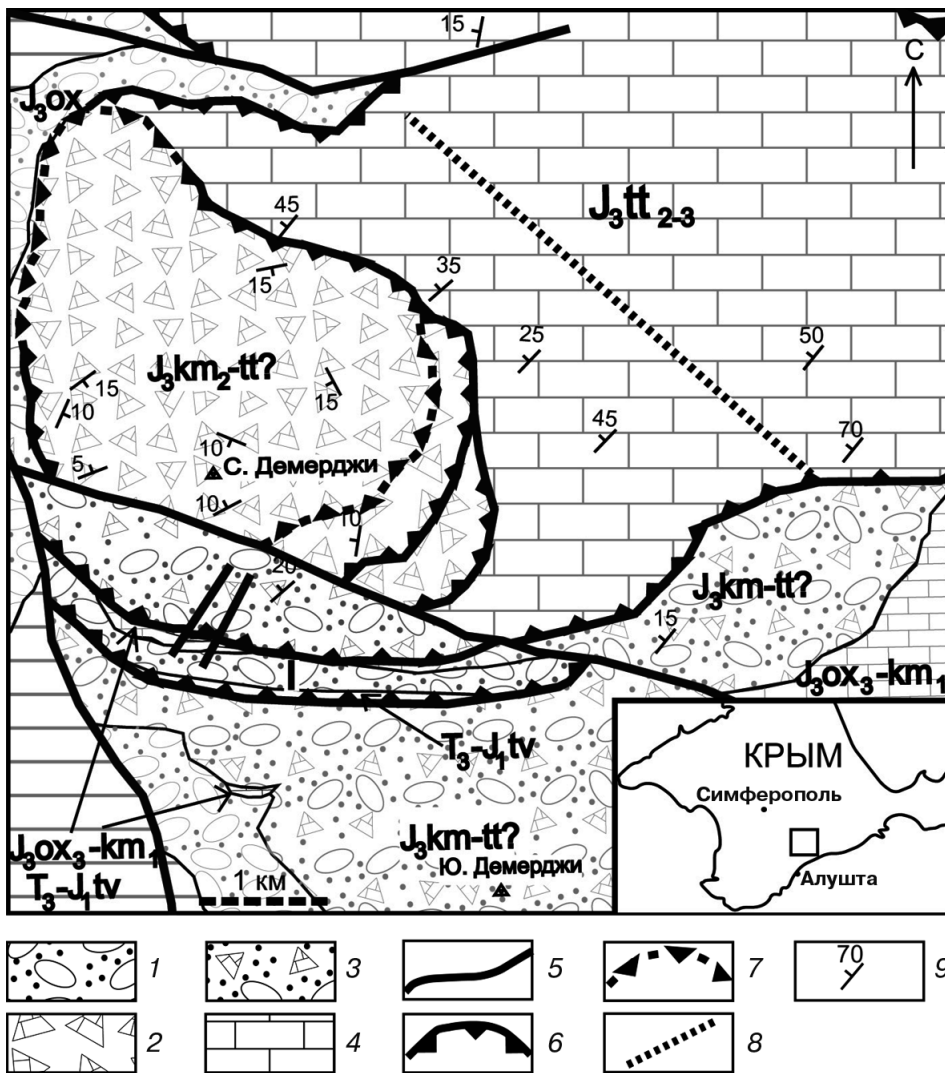


Рис. 1. Схема строения района плато Демерджи: 1 — конгломераты, 2 — карбонатные брекчии, 3 — конгломерато-брекчии, 4 — известняки, 5 — субвертикальные разрывные нарушения, 6 — надвиги, 7 — предполагаемые надвиги, 8 — изученный разрез, 9 — элементы залегания

карбонатной платформы [Flügel, 2010]. При широком диапазоне ФЗ их определяли на основании ассоциирующих МТ, имеющих узкий интервал распределения. Модель окаймленной карбонатной платформы выбрана как на основе самих микрофаций, так и по региональным геологическим данным. Согласно последним наличие шлейфовых карбонатных отложений в районе р. Тонас и преобладание мелководных компонентов в титонских кальцитурбидитах в районе г. Феодосия [Гужиков и др., 2012] свидетельствуют о существовании в титонское время в Крыму именно окаймленной платформы.

Нами установлены следующие МТ (рис. 2).

МТ1. Биндстоуны и пак-биндстоуны с фенестрами (рис. 3, а). Для МТ характерны многочисленные полости в виде фенестр: структур типа «птичий глаз» и строматиксов, для которых характерно упорядоченное распределение. Биндстоуны состоят из темного микрита, а пак-биндстоуны — из водорослевых пелоидов или пелмикрита. Иногда встречаются каль-

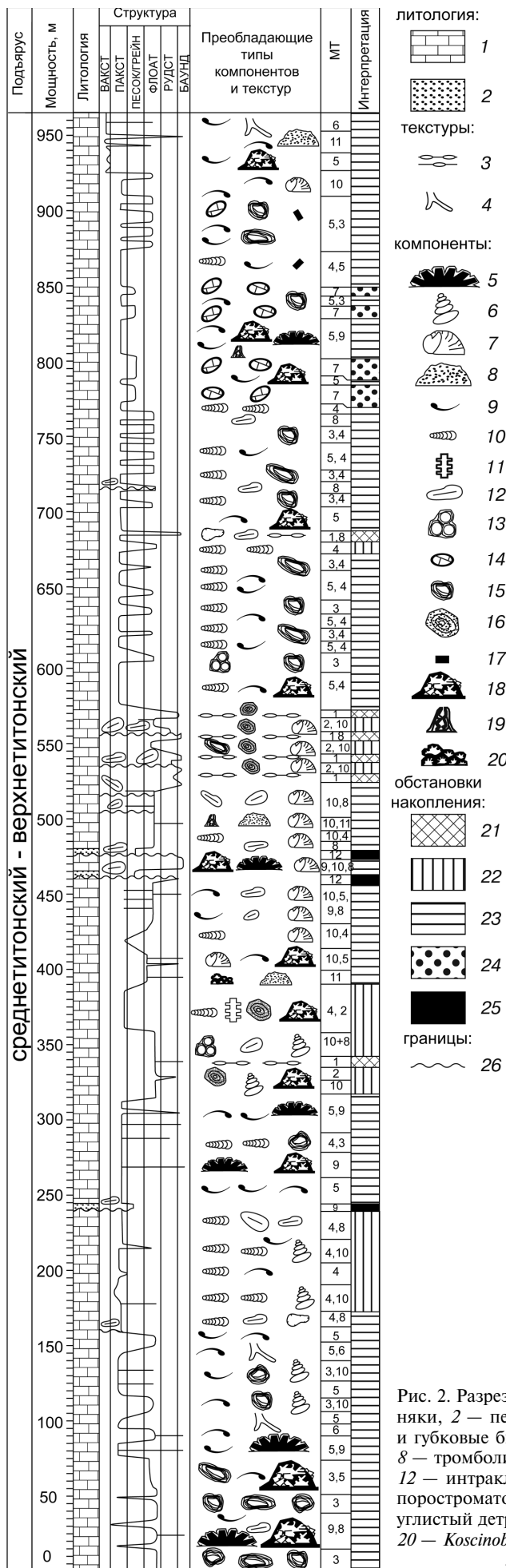
цисферы и мелкие бентосные фораминиферы (милиолиды и текстулярииды), синезеленые и зеленые водоросли. Часто встречаются геопетальные текстуры внутри строматиксов с вадозным микроспаритом.

Подобные микрофации образуются в условиях литорали внутри водорослевых маршей [Tiljar et al., 2002; Martini et al., 2006; Flügel, 2010]. Первично микрофация представляла собой бактериальные и водорослевые маты, создававшие каркас, который обрастал и фиксировал прослой микрита, пелоидов и биокластов. Фенестры являются первичными полостями в каркасе или образовались в процессе растворения органического материала [Flügel, 2010]. Вадозный микроспарит как составляющая геопетальных структур образуется в результате диагенетического преобразования осадка, заполняющего нижнюю часть первичных полостей в вадозной зоне, а спарит, заполняющий остальное пространство, образуется в вадозной или фреатической зоне [Flügel, 2010].

МТ2. Флоатстоуны, редко рудстоуны с преобладанием микритовых и спонгиостроматовых онкоидов (рис 3, б). Для МТ характерно преобладание микритовых онкоидов со слабо выраженной слоистостью и более редких спонгиостроматовых онкоидов. Характерно наличие целых бентосных фораминифер с преобладанием крупных литуолид. Ассоциирующие зерна представлены биокластами гастропод, двустворок (в том числе рудистов), микритовыми и концентрическими (тангенциальными) ооидами, кортоидами, пелоидами и крайне редкими микритизированными интракластами и поростроматовыми онкоидами. Встречаются редкие геопетальные текстуры с вадозным микроспаритом. МТ2 часто чередуется с МТ1.

Микритовые слои онкоидов — продукт связывания и осаждения микрита микроорганизмами [Vedrine et al., 2007; Flügel, 2010]. Хорошая окатанность и отсутствие микроинкрустаторов в спонгиостроматовых и микритовых онкоидах свидетельствуют о высокой гидродинамике. Обедненный состав фауны, представлено эвригалинными формами, присутствие геопетальных текстур с вадозным микроспаритом и частая ассоциация с МТ1 свидетельствуют о накопле-

Микритовые слои онкоидов — продукт связывания и осаждения микрита микроорганизмами [Vedrine et al., 2007; Flügel, 2010]. Хорошая окатанность и отсутствие микроинкрустаторов в спонгиостроматовых и микритовых онкоидах свидетельствуют о высокой гидродинамике. Обедненный состав фауны, представлено эвригалинными формами, присутствие геопетальных текстур с вадозным микроспаритом и частая ассоциация с МТ1 свидетельствуют о накопле-



нии МТ2 в условиях изолированной лагуны выше базиса обычных волн.

МТ3. Флоатстоуны, реже вак- и пакстоуны с многочисленными онкоидами смешанных типов и биокластами (рис. 3, в). В МТ3 преобладают поростроматовые и спонгиостроматовые онкоиды. Поростроматовые оболочки часто создают ассоциации микроинкрустаторов *Lithocodium aggregatum*–*Bacinella irregularis* (рис. 4, в). Биокласты представлены целыми фораминиферами, реже обломками криноидей и дазикладовых водорослей, единичными обломками двустворок, гастропод, кораллов, водорослей и брахиопод. Характерны ассоциации микроинкрустаторов *Lithocodium*–*Bacinella*, иногда с *Taumatoporella parvovesiculifera* (рис. 4, б) и покрытые зерна: кортоиды, пелоиды багамитного типа и микритизированные интракласты. Фораминиферы представлены как крупными (литуолиды), так и мелкими бентосными формами.

Преобладание в микрофациях поростроматовых онкоидов над остальными, частое формирование слоев ассоциацией *Lithocodium*–*Bacinella*, присутствие онкоидов смешанных типов свидетельствуют о накоплении отложений в условиях открытой лагуны [Vedrine et al., 2007] при низкой скорости седиментации в олиготрофных условиях сублиторали [Leinfelder et al., 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004; Flügel, 2010]. Наличие большого количества микрита, крупных онкоидов с неравномерными оболочками, целых фораминифер указывают на условия умеренной или слабой гидродинамики, а дезинтегрированные биокласты — на привнос материала из зон с активной гидродинамикой [Flügel, 2010].

МТ4. Пакстоуны с преобладанием фораминифер (рис 3, г). Чаще преобладают крупные литуолиды, милиолиды, текстулярииды, другие мелкие бентосные фораминиферы встречаются реже. Среди ассоциирующихся зерен преобладают пелоиды и зеленые водоросли (в том числе дазикладовые), реже встречаются биокласты двустворок и гастропод, криноидей, кортоиды, микритовые онкоиды, микритизированные интракласты, единичные поростроматовые онкоиды. Иногда присутствует углистый детрит. Встречаются редкие *Lithocodium aggregatum* (рис. 4, а) в прижизненном положении и аллохтонные *Taumatoporella parvovesiculifera*.

Подобные микрофации образуются в изолированных [Di Stephano et al., 2002] и открытых лагунах [Flügel, 2010; Kästner et al., 2008]. Ограниченный состав фауны, а также присутствие микритовых он-

Рис. 2. Разрез средне-верхнететонской толщи известняков плато Демерджи: 1 — известняки, 2 — песчаники и гравелиты, 3 — фенестры, 4 — биотурбации, 5 — коралловые и губковые биогермы и биостромы, 6 — гастроподовые банки, 7 — рудистовые банки, 8 — тромболиты, 9 — биокласты, 10 — фораминиферы, 11 — дазикладовые водоросли, 12 — интракласты и литокласты, 13 — грейпстоуны, 14 — кортоиды, 15 — спонго- и поростроматовые онкоиды, 16 — микритовые и спонгиостроматовые онкоиды, 17 — углистый детрит, 18 — ассоциации *Lithocodium*–*Baccinella*, 19 — *Crescentiella morronensis*, 20 — *Koscinobullina socialis*, 21 — литораль, 22 — изолированные лагуны, 23 — открытые лагуны, 24 — отмели, 25 — русла, 26 — эрозионные границы

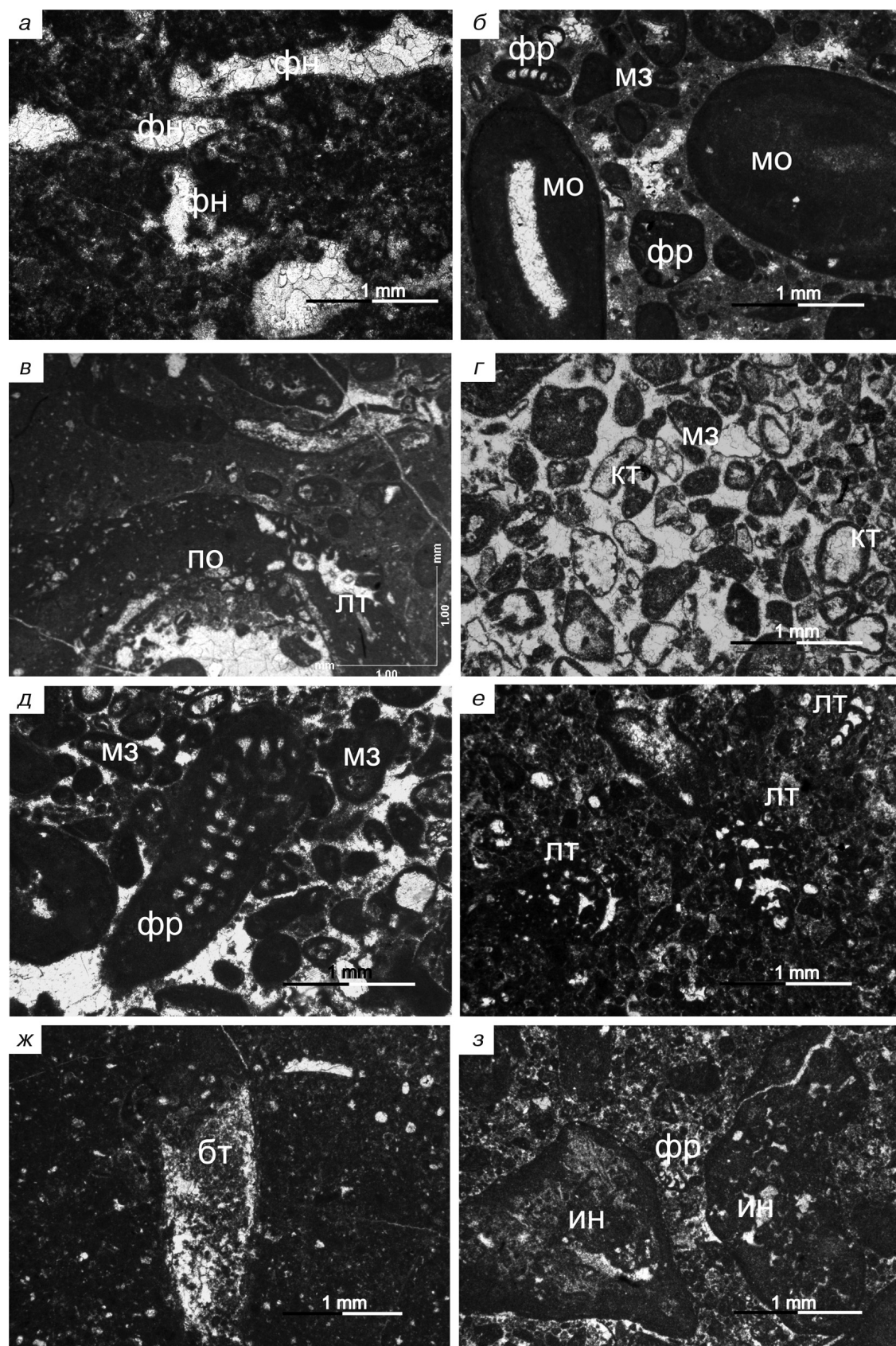


Рис. 3. Основные микрофациальные типы (МТ): а — МТ 1, пелоидный пак-биндстоун с фенестрами (фн); б — МТ 2, пакстоун с микритовыми онкоидами (мо), фораминиферами (фр) и микритизированными зернами (мз); в — МТ 3, флоатстоун с поростроматовым онкоидом (по) с *Lithocodium aggregatum* (лт) в оболочке, биокластами и микритизированными зернами; г — МТ 4, пакстоун с литуолидами (лт); д — МТ 5, грейн-пакстоун с микритизированными зернами (мз), в том числе фораминиферами (фр); е — МТ 6, вакстоун с ходом илоеда (ит); ж — МТ 7, грейнстоун с кортоидами (кт) и микритизированными зернами (мз); з — МТ 8, пак-флоатстоун с микритизированными интракластами (ин) и фораминиферами (фр)

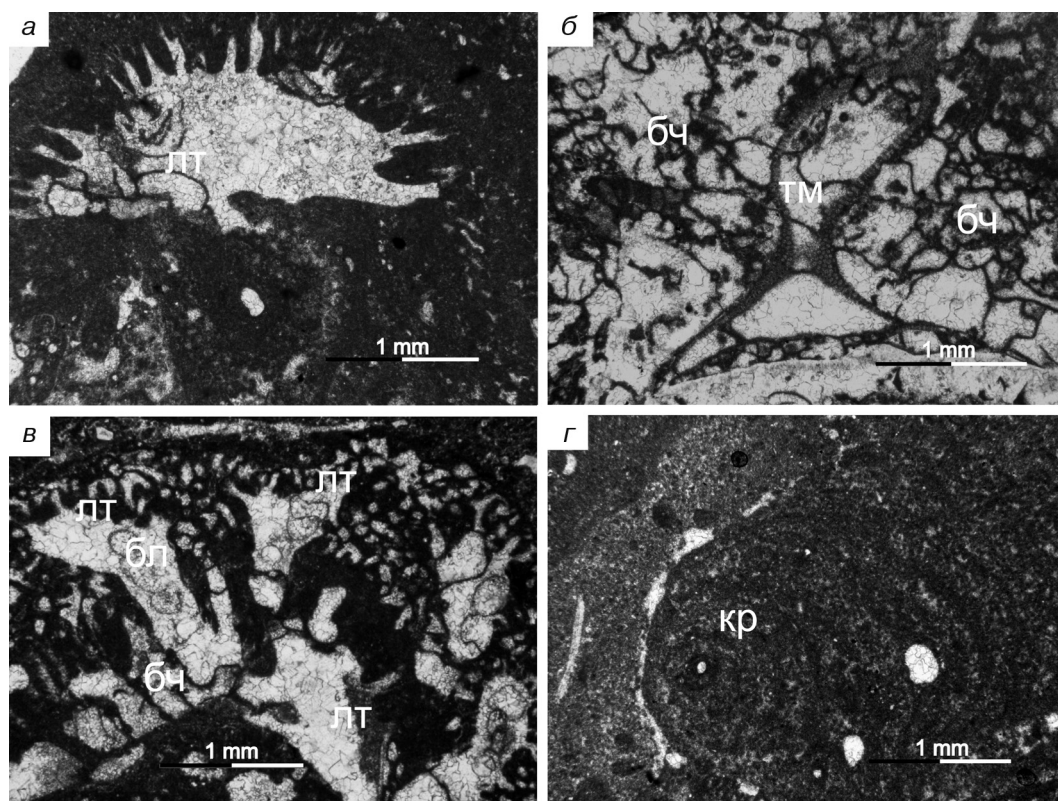


Рис 4. Основные микроинкрустаторы: а — *Lithocodium aggregatum* (лт); б — *Bacinella irregularis* (бч) и *Taumathoporella parvovesiculifera*; в — ассоциация *Lithocodium aggregatum* (лт) — *Bacinella irregularis* (бч) с *Bullopora* sp.; г — *Crescentiella morronensis* (кр)

коидов предполагают образование МТ в ФЗ изолированной лагуны [Vedrine et al., 2007]. Однако известна интерпретация образования МТ4 в ФЗ открытой лагуны ниже базиса обычных волн [Kstner et al., 2008], что в изученных отложениях подтверждается ассоциацией с МТ, характерными для ФЗ открытой лагуны. Наличие значительного количества микрита и преобладание целых биокластов свидетельствуют об умеренной или спокойной гидродинамике.

МТ5. Пакстоуны с микритизированными биокластами и зернами (рис 3, д). Состоит из пакстоунов, очень редко вакстоунов. Сложен биокластами, пелоидами и редкими интракластами, часто встречаются *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis*, *Crescentiella morronensis* (рис. 4, г) и *Taumathoporella parvovesiculifera*. Биокласты часто абрадированы или разрушены, окатаны и покрыты микритовой оболочкой, которая может присутствовать в виде корочки (кортоиды) или проникать до центра биокласта, в последнем случае они часто представляют собой пелоиды багамитного типа (менее 0,5 мм) или интракласты (более 0,5 мм). Фораминиферы целые, редко покрыты микритовой оболочкой. Среди биокластов преобладают бентосные фораминиферы и иглокожие, реже встречаются кораллы, брахиоподы, двустворки, гастроподы, синезеленые и зеленые водоросли.

Распространение перечисленных микроинкрустаторов, нормально-морской состав фауны и обильная микритизация зерен предполагают образование изученных микрофаций в ФЗ открытой лагуны [Кабанов,

2000; Leinfelder et al., 1993, 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004]. Микритизация зерен происходила под воздействием эндолитических водорослей и микросверлильщиков в мелководных условиях на глубине несколько метров или несколько десятков метров [Кабанов, 2000]. Наличие микрита, абрадированных и разрушенных биокластов свидетельствует о том, что они образовались в условиях умеренной или активной гидродинамики.

МТ6. Биокластовые вакстоуны, часто с биотурбациями (рис 3, е). Биокластовые вакстоуны, реже пакстоуны с биотурбациями. Биокласты представлены фораминиферами (преобладают мелкие бентосные формы), водорослями, иглокожими, целыми или слабоабрадированными гастроподами, двустворками, брахиоподами, единичными *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis*, инкрустирующими крупные раковины. Часто присутствует значительно количество (до 70% от всех биокластов) мелкого неопределимого детрита (до 0,3 мм), ассоциирующими зернами являются и редкие интракласты.

Биотурбации представлены вертикальными трубками (диаметр до 4 мм и длина несколько сантиметров), заполненными, как правило, пелспаритом или интракластово-пелоидными пак- или грейнстоунами.

Аналогичные микрофации формируются в спокойных гидродинамических условиях ниже базиса воздействия волн в хорошую погоду [Kästner et al., 2008] в открытой лагуне или открытом шельфе. При-

существование ассоциации мелководных инкрустаторов [Leinfelder et al., 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004] позволяет предполагать условия открытой лагуны. Мелкий детрит образовывался в зонах активной гидродинамики и впоследствии был переложен [Flügel, 2010].

MT7. Грейстоуны, реже грейн-пакстоуны с покрытыми зернами (рис. 3, ж). Состоит из хорошо сортированных грейн- и грейн-пакстоунов с кортоидами и сильно (иногда полностью) микритизированными интракластами, биокластами и пелоидами багамитного типа. Кортоиды, как правило, представлены биокластами, покрытыми микритовой корочкой. Среди них преобладают обломки криноидей, гастропод, брахиопод, двустворок, цельные фораминиферы и дазикладовые. Ассоциирующие компоненты — ооиды, спонгиозтоматовые онкоиды и редкий углистый детрит. Встречаются микроинкрустаторы *Crescentiella morronensis* диаметром более 1 мм.

Широкое распространение микритизации свидетельствует о крайнем мелководье [Кабанов, 2000], а малое количество микрита — о его выносе в условиях активной гидродинамики [Tucker, Wright, 1990; Flügel, 2010]. Эта МТ отвечает, вероятнее всего, высокоэнергетическим отмелям края платформы, поскольку именно для таких отмелей типична хорошая сортировка при значительной мощности отложений. Косвенно это подтверждается и чередованием пачек грейнстоунов МТ7 с пачками МТ3,4,5 и 9 открытой лагуны.

MT8. Интракластовые и литокластовые пакстоуны, реже грейнстоуны и рудстоуны (рис. 3, з). В МТ8 преобладают интракласты близлежащих МТ, среди которых больше всего биогерм, микроинкрустаторов или микробинальных образований, в том числе биндстоунов с фенестрами и др. Интракласты часто микритизированы в различной степени и окатаны. В МТ часто присутствуют пелоиды багамитного типа и абрадированные или разрушенные биокласты фораминифер, двустворок, гастропод, брахиопод, кораллов, губок, водорослей. Биокласты часто микритизированы. В отдельных случаях литокластовые рудстоуны слагают отдельные слои мощностью несколько десятков сантиметров с интракластами в виде крупных (несколько сантиметров) и/или удлиненных микритовых зерен. В соседних микрофациях часто наблюдаются каверны.

Интракласты образовались в результате кратковременных перерывов или снижения скорости осадконакопления при усилении гидродинамики, что приводило к эрозии. Часто МТ являются продуктом разрушения биогермов при дестабилизации условий [Krajewski, 2010] и расположены непосредственно вблизи них. Микритизация зерен свидетельствует о мелководности МТ и продолжительном нахождении зерен на границе с водой [Кабанов, 2000], что подтверждается их окатанностью.

Прослой литокластовых рудстоунов с удлиненным микритовыми литокластами — типичный признак экспозиции отложений и образования берегового карста [Flügel, 2010].

MT9. Коралловые и губковые фреймстоуны и баффлстоуны представлены отдельными постройками диаметром менее 1 м и высотой несколько десятков сантиметров или биостромами. Постройки инкрустированы *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis*, реже *Taumatoporella parvovesiculifera*, *Koskinobullina socialis* и *Bulloporella* sp. Последняя часто ассоциирует с *Lithocodium aggregatum* (рис. 4, в), развитыми на поверхности кораллов и губок. *Bacinella irregularis* присутствуют в пространстве между кораллами и губками, скрепляя фоновый осадок и интракласты (рис. 4, б).

Подобные микрофации могут образовываться в различных, преимущественно мелководных зонах карбонатной платформы. Наличие микроинкрустаторов свидетельствует о мелководных олиготрофных условиях с низкой скоростью седиментации [Leinfelder et al., 1993, 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004].

MT10. Рудистовые и гастроподовые флоат- и рудстоуны представлены скоплениями крупных аллохтонных и субаллохтонных раковин рудистов или гастропод (в том числе неринеид). Они часто инкрустированы фораминиферами (в том числе *Troglotella*) и ассоциацией *Lithocodium-Bacinella* с преобладанием *Lithocodium aggregatum*. Матрикс образован биокластовыми вак- и флоатстоунами, его компоненты часто скреплены *Bacinella irregularis*.

МТ представляет собой рудистовые и гастроподовые банки. Гастроподы и рудисты являются организмами, приспособленными к изолированным условиям [Уилсон, 1980; Waite, Strasser, 2010]. Скрепление осадка *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis* и *Taumatoporella parvovesiculifera* свидетельствует о мелководных олиготрофных условиях [Leinfelder et al., 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004]. Этот МТ отвечает внутренней зоне платформы, конкретные ФЗ устанавливаются по ассоциирующим МТ.

MT11. Тромболиты — микробинальные образования с комковатой текстурой, представленные пелоидными пак-биндстоунами. Они часто ассоциируют с инкрустированными кораллами и губками. Зерна представлены микробинальными, реже багамитными пелоидами с редкими мелкими бентосными фораминиферами, а матрикс — пелмикритом. Характерно развитие фенестр, заполненных спаритом.

Тромболиты, как и другие микробиналиты, образованы микробинальным сообществом внутри биопленки. Это в основном циано- и другие бактерии, реже водоросли и грибы, которые при определенных условиях начинают осаждают карбонат. Тромболиты в юрском периоде могли существовать в различных зонах карбонатных платформ [Leinfelder et al., 1996]. Их развитие, как правило, связано с понижен-

ным содержанием кислорода и эвтрофными условиями [Leinfelder et al., 1996]. Тромболиты толщи IV немногочисленны и ассоциируют с АМ открытых и изолированных лагун, кораллами и губками. Поэтому понижение уровня кислорода и/или развитие эвтрофных условий носило локальный характер и, вероятно, связано с особенностями рельефа дна.

МТ12. Песчаники и гравелиты представлены в отдельных терригенных циклах нормальной грации в линзах мощностью от 0,4 до 1,5 м внутри карбонатных отложений. Размерность варьирует от мелкогалечной до среднезернистой, сортировка — от средней до хорошей. Часто присутствует табулярная, реже — троговая косяя слоистость. Состав преимущественно кварцевый; содержание карбонатных зерен, представленных крупными интракластами, варьирует от 0 до 50%.

Отложения мегаряби [Лидер, 1986] приливных русел.

Условия образования. В результате микрофациального анализа установлено распределение выделенных МТ по фациальным зонам и их последовательности на окаймленной платформе (рис. 5). Наиболее мощный интервал изученного разреза принадлежит к ФЗ открытой лагуны. В нижних и средних частях разреза проявляются интервалы, связанные с образованием ФЗ изолированных лагун и литоралей, отвечающих эпохам обмеления. Наиболее показателен в этом смысле интервал 575–625 м, в котором онкоидные флоатстоуны (МТ2) ФЗ изолированной лагуны чередуются с фенестральными пак-биндстоунами (МТ1) ФЗ литорали. Здесь колебания уровня моря (или сезонные приливы?) приводили не только к образованию крайнего мелководья, но и к осушению территории. Это подтверждается наличием прослоев с литокластами, появившихся вследствие развития берегового карста (МТ8), и геопетальных текстур с вадозным микропаритом (МТ1, реже МТ2).

В верхних частях разреза появляются интервалы ФЗ отмели края платформы (МТ7). Они чередуются с пачками, где преобладают МТ5 с сильно развитой микритизацией ФЗ открытой лагуны. Приближение края платформы к берегу можно объяснить трансгрессией, в результате которой произошло образование нетипично обширных и нестабильных окаймляющих отмелей. Вышележащая ФЗ открытой лагуны сфор-

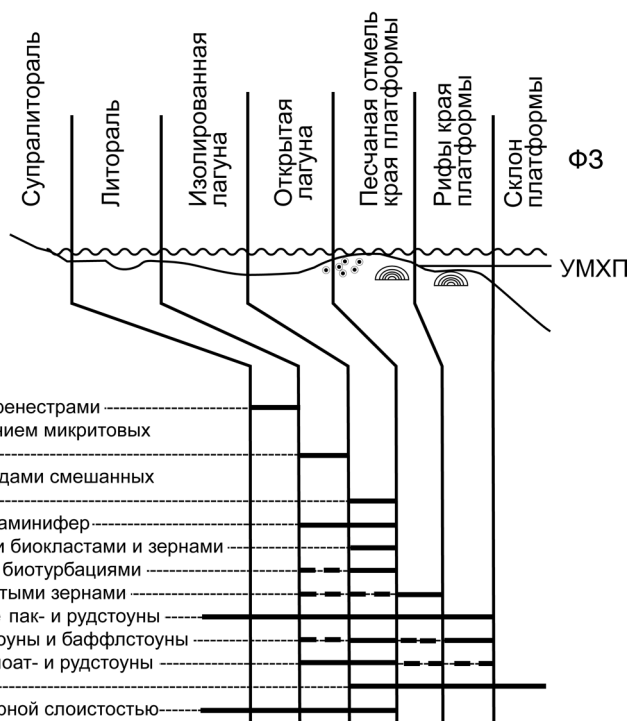


Рис. 5. Распределение выделенных микрофациальных типов (МТ) по фациальным зонам (ФЗ) окаймленной карбонатной платформы, по [Flügel, 2010] с изменениями. Пунктирная линия — потенциальное распространение МТ по ФЗ, сплошная — достоверное. УМХП — уровень базиса волн в хорошую погоду

мировалась при высоком стоянии уровня моря, что привело к восстановлению конфигурации бассейна и отодвиганию края платформы на прежнее место.

Относительно глубоководные вакстоуны и глины на границе плато Тирке и Демерджи — косвенное свидетельство близкого расположения края платформы для фаций, отвечающих терминальным частям описанного разреза. Таким образом, изученному разрезу отвечает трансгрессивный тренд, внутри которого проявлялись колебания уровня моря меньшего порядка. Во время, отвечающее нижним и средним частям разреза, эти колебания приводили к обмелению открытой лагуны и образованию ФЗ изолированной лагуны и литорали. Во время, соответствующее верхним частям разреза, — к образованию отмелей, которые окаймляли платформу. На этом фоне действовали временные и редкие подводные потоки (МТ12). Судя по большой (более 1 км) мощности изученной толщи и широкому распространению титонских мелководных известняков в Горном Крыму [Пермяков, 1991], трансгрессия была обширной и значительной.

Палеогеографическое значение микроинкрустаторов. Микроинкрустаторы широко развиты как в отложениях описываемой толщи, так и в других седиментологически изученных мелководных верхнеюрских карбонатных отложениях Крыма [Krajewski, 2010]. Наиболее распространены среди них — *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis*, реже встречаются *Taumatoporella parvovesiculifera* и *Crescentiella morronensis*, единично *Koskinobullina socialis*.

Микроинкрустаторы имеют важное значение при восстановлении палеогеографии и палеоэкологии. Так, *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis* и *Taumatoporella parvovesiculifera* и их ассоциации (рис. 4, б, в) служат показателями мелководных олиготрофных условий внутренней платформы и ее края при небольшой скорости седиментации [Leinfelder et al., 1996; Rameil et al., 2010; Shiraishi, Kano, 2004]. В изученных микрофациях представители *Lithocodium aggregatum* были расположены на поверхности биокластов и биогермов или во внешних частях онкоидов (рис. 4, а). Представители *Bacinella irregularis* в основном занимают внутрискелетное пространство и так же как и ассоциация *Lithocodium*–*Bacinella* стабилизировали и укрепляли осадок, создавая микрокаркас. Подобным образом эти инкрустаторы часто принимали участие в рифообразовании [Leinfelder et al., 1993; Krajewski, 2010; Shiraishi, Kano, 2004]. *Taumatoporella parvovesiculifera* в изученных микрофациях *in situ* ассоциируют с *Bacinella irregularis* (рис. 4, б); отдельно они встречаются только в виде детрита, поэтому их палеоэкологическое значение, вероятно, сходно с таковым *Bacinella irregularis*.

Koskinobullina socialis — показатели мелководья [Leinfelder et al., 1993], что подтверждается их частой встречаемостью с *Bacinella irregularis* в изученных отложениях. В то же время их ассоциация с *Crescentiella morronensis* считается показателем относительно затишных условий ниже базиса обычных волн [Flügel, 2010; Leinfelder et al., 1996].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андрухович А.О., Туров А.В. Сравнительная характеристика титон-берриасских отложений Караби-яйлы и Демерджи-яйлы (Горный Крым) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2002. № 2. С. 29–39.

Барбошкин Е.Ю., Пискунов В.К. Строение и условия формирования верхнеюрских отложений района г. Пахкал-Кая (Крым) // Вестн. Моск. ун-та. 2010. Сер. 4. Геология. № 1. С. 17–25.

Гужиков А.Ю., Аркадьев В.В., Барбошкин Е.Ю. и др. Новые седиментологические, био- и магнитостратиграфические данные по пограничному юрскому–меловому интервалу Восточного Крыма (г. Феодосия) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2012. Т. 20, № 3. С. 1–36.

Кабанов П.Б. Микритизация частиц как фациальный индикатор в мелководно-морских карбонатных породах // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2000. Т. 75, вып. 4. С. 39–48.

Лидер Н.Р. Седиментология. Процессы и продукты. М.: Мир, 1986. 439 с.

Пермяков В.В., Пермякова М.Н., Чайковский Б.П. Новая схема стратиграфии юрских отложений Горного Крыма // Институт геол. наук АН УССР. Киев, 1991. Препринт 91-12. 38 с.

Уилсон Дж.Л. Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 1980. 463 с.

Di Stefano P., Galácz A., Mallarino G. et al. Birth and early evolution of a Jurassic escarpment: Monte Kumeta, Western Sicily // Facies. 2002. Vol. 46. P. 273–298.

Для *Crescentiella morronensis* (рис. 4, з) наиболее важный палеогеографический критерий — их диаметр, который служит функцией глубины [Leinfelder et al., 1996]. Внешняя оболочка, составляющая основную часть микроинкрустатора, — продукт жизнедеятельности цианобактерий, активность которых пропорциональна количеству поступающего света. Однако если микроинкрустаторы росли в криптонах рифов или существовали другие преграды для света, то их диаметр (как правило, маленький) не может служить критерием определения глубины. Сравнительно больший диаметр *Crescentiella morronensis*, превышающий и близкий к 1 мм, встреченных в разрезе, свидетельствует о небольшой глубине.

Заключение. Установленные 12 микрофациальных типов отвечают фациальным зонам литорали, изолированной лагуны, открытой лагуны и отмели края платформы. На основе их последовательности в разрезе намечен трансгрессивный тренд образования отложений. Судя по большой мощности изученной толщи (более 1 км) и широкому распространению титонских мелководных известняков в Горном Крыму [Пермяков и др., 1991], трансгрессия была обширной и значительной. При формировании осадков значительную роль играли сообщества микроинкрустаторов, которые стабилизировали и скрепляли осадок, принимая участие в рифообразовании.

Авторы выражают благодарность В.С. Милееву за консультации о строении региона, а также Ю.О. Гаврилову и А.В. Тевелеву, способствовавшим сбору и обработке материалов.

Flügel E. Microfacies of Carbonate Rocks: Analysis, Interpretation and Application. Sec. Ed. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 984 p.

Kstner M., Schülke I., Winsemann J. Facies architecture of a Late Jurassic carbonate ramp: the Korallenoolith of the Lower Saxony Basin // Intern. J. of Earth Sci. 2008. Vol. 97, N 5. P. 991–1011.

Krajewski M. Facies, microfacies and development of the Upper Jurassic-Lower Cretaceous of the Crimean carbonate platform from the Yalta and Ay-Petri massifs (Crimea Mountains, Southern Ukraine): Dissert. Monographs 217. Krak w: Wydawnictwa AGH, 2010. 253 p.

Leinfelder R., Nose M., Schmid D.U. et al. Microbial crusts of the Late Jurassic: composition, paleoecological significance and importance in reef construction // Facies. 1993. Vol. 29. P. 195–230.

Leinfelder R., Werner W., Nose M. et al. Paleocology, growth parameters and dynamics of corals, sponge and microbolite reefs from the Late Jurassic // Reef Evolution, Res. Rep. 1996. Global and Regional Controls on Biogenic Sedimentation. 1, 2. P. 227–248.

Martini R., Cirilli S., Saurer C. et al. Depositional environment and biofacies characterisation of the Triassic (Carnian to Rhaetian) carbonate succession of Punta Bassano (Marettimo Island, Sicily) // Facies. 2006. Vol. 53, N 3. P. 389–400.

Rameil N., Immenhauser A., Warrlich G. et al. Morphological patterns of Aptian *Lithocodium–Bacinnella* geobodies: relation to environment and scale // *Sedimentology*. 2010. Vol. 57, N 3. P. 883–911.

Shiraishi F., Kano A. Composition and spatial distribution of microencrusts and microbial crusts in upper Jurassic-lowermost Cretaceous reef limestone (Torinosu Limestone, Southwest Japan) // *Facies*. 2004. Vol. 50. P. 217–227.

Tišljar J., Vlahović I., Velić I. et al. Carbonate platform megafacies of the Jurassic and Cretaceous deposits of the Karst Dinarides // *Geologia Croatica*. 2002. Vol. 55. P. 139–170.

Tucker M.E., Wright V.P. Carbonate Sedimentology. Oxford: Blackwell Science, 1990. 482 p.

Vedrine S., Strasser A., Hug W. Oncoid growth and distribution controlled by sea-level fluctuations and climate (Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains) // *Facies*. 2007. Vol. 53, N 4. P. 535–552.

Waite R., Strasser A. A comparison of recent and fossil large, high-spined gastropods and their environments: the Nopparat Thara tidal flat in Krabi, South Thailand, versus the Swiss Kimmeridgian carbonate platform // *Facies*. 2010. Vol. 57. P. 1–26.

Поступила в редакцию
21.02.2012