



ЛИТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ НИЖНЕЮРСКИХ ИЗВЕСТНЯКОВ НА ГОРЕ ПАТИЛЬ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

Г.В. АГАФОНОВА^{1,2}, А.О. АНДРУХОВИЧ¹, В.Н. КОМАРОВ¹, Е.В. РАХИМОВА¹, А.В. ТУРОВ^{1*}

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе»
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия

² ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский Геологический Нефтяной Институт»
36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. На северном склоне горы Патиль в бассейне реки Бодрак Юго-Западного Крыма расположено обнажение нижнеюрских известняков эскиординской свиты, являющееся объектом исследований авторов.

Цель. Обнажение упоминается в большинстве монографий, посвященных геологии Горного Крыма, хорошо изучено палеонтологически, но еще плохо изучено в литологическом отношении. Вследствие этого авторами были проведены детальные литологические исследования для выявления состава, строения и условий образования известняков.

Материалы и методы. Авторами проведено макроскопическое изучение обнажения с последующим отбором образцов известняков для проведения детальных литологических исследований с использованием поляризационного микроскопа.

Результаты. Микроскопическим анализом установлены три структурных типа известняков: органогенно-обломочный, обломочный и оолитово-органогенно-обломочный. Основным, резко преобладающим компонентом являются обломки иглокожих, преимущественно криноидей. Остальные органогенные компоненты (в порядке убывания: брахиоподы, гастроподы, фораминиферы, остатки зеленых водорослей, губки, остракоды, аммониты, радиолярии) суммарно составляют не более 10%. Обломки криноидей имеют следы окатанности различной степени. Известняковые обломки (интракласты) характеризуются органогенно-обломочной и пелитоморфной с органогенным шламом структурами, иногда содержат мелкопесчаную и алевроитовую примесь обломков кварца. Оолитово-органогенно-обломочные известняки почти нацело сложены обломками криноидей, часть из которых является ядрами оолитов. Особенностью рассматриваемых известняков является цементация структурных компонентов преимущественно крустификационным цементом нескольких генераций, делающих известняки очень крепкими.

Заключение. По результатам исследований были сделаны выводы об условиях формирования изученных пород. Известняки формировались на мелководье, в условиях волнового воздействия на осадок, в зоне постоянных течений. Гидродинамическое воздействие на осадок приводило к образованию интракластов. Ранняя литификация осадка способствовала возникновению твердого морского дна, на котором селились, обитали и гибли последующие поколения иглокожих, формируя аккумулятивное карбонатное тело.

Ключевые слова: Юго-Западный Крым, нижняя юра, эскиординская свита, микроскопический анализ, известняк органогенно-обломочный, известняк обломочный, известняк оолитово-органогенно-обломочный, криноидеи, брахиоподы, интракласты, крустификационный цемент, перекристаллизация, осадконакопление

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Агафонова Г.В., Андрухович А.О., Комаров В.Н., Рахимова Е.В., Туров А.В. Литологическая характеристика и условия образования нижнеюрских известняков на горе

Патиль (Юго-Западный Крым). *Известия высших учебных заведений. Геология и разведка*. 2020;63(3):69—81. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-69-81>

Статья поступила в редакцию 28.01.2020
Принята к публикации 10.10.2020
Опубликована 09.11.2020

* Автор, ответственный за переписку

LITHOLOGICAL CHARACTERISTICS AND FORMATION CONDITIONS OF LOWER JURASSIC LIMESTONES OCCURRING IN THE PATIL MOUNTAIN (SOUTH-WESTERN CRIMEA)

GALINA V. AGAFONOVA^{1,2}, ALEXANDR O. ANDRUHOVICH¹, VLADIMIR N. KOMAROV¹,
ELENA V. RAKHIMOVA¹, ALEXANDR V. TUROV^{1,*}

¹ Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia

² All-Russia Research Geological Oil Institute,
36, road Enthusiasts, Moscow 105118, Russia

ABSTRACT

Background. In this article, we investigate an outcrop of the Lower Jurassic limestones of the Eskiorda suite located on the northern slope of the Bodrak River basin in the south-western Crimea.

Aim. The outcrop under study is mentioned in the majority of monographs devoted to the geology of the Crimean Mountains. Although the palaeontology of this assemblage has been sufficiently studied, its lithological aspects require elucidation. We carried out a series of lithological studies to identify the composition, structure and formation conditions of this limestone assemblage.

Materials and methods. A macroscopic study of the outcrop was conducted followed by a detailed lithological study of collected limestone samples using a polarising microscope.

Results. The conducted microscopic analysis revealed three structural types: organogenic-detrital, detrital and oolitic-organogenic-detrital limestones. The dominant component in the composition was fragments of echinoderms, mainly crinoids. Among other components were — in descending order — brachiopods, gastropods, foraminifera, remains of green algae, sponges, ostracods, ammonites and radiolarians, whose total content did not exceed 10%. Crinoid fragments were round to a various degree. The limestone fragments (intraclasts) were characterised by organogenic-clastic and pelitomorph structures with an organogenic sludge, occasionally containing fine-sandy and silty quartz admixtures. Oolitic-organogenic-detrital limestones were almost entirely composed of crinoid fragments, some of which represented oolith cores. A specific feature of the limestones under study is their significant hardness resulting from the cementation of the structural components predominantly with crustification cement of several generations.

Conclusions. The obtained results allowed us to draw conclusions about the formation conditions of the studied rocks. The limestones were formed in shallow water under the action of waves on the sediment in zones of constant currents. The hydrodynamic action on the sediment led to the formation of intraclasts. The early lithification of the sediment contributed to the formation of a hard seabed, on which subsequent generations of echinoderms settled, lived and died, forming an accumulative carbonate body.

Keywords: South-Western Crimea, Lower Jurassic, Eskiorda Suite, microscopic analysis, organogenic-clastic limestone, clastic limestone, oolite-organogenic-clastic limestone, crinoidea, brachiopods, intraclasts, crustification cement, recrystallization, sedimentation

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Financial disclosure: no financial support was provided for this study.

For citation: Agafonova G.V., Andruhovich A.O., Komarov V.N., Rakhimova E.V., Turov A.V. Lithological characteristics and formation conditions of lower jurassic limestones occurring in the Patil mountain (south-western Crimea). *Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration*. 2020;63(3):69—81. <https://doi.org/10.32454/0016-7762-2020-63-3-69-81>

Manuscript received 28 January 2020

Accepted 10 October 2020

Published 09 November 2020

* Corresponding author

Введение

На северном склоне горы Патиль в бассейне реки Бодрак Юго-Западного Крыма расположено обнажение нижнеюрских известняков, залегающих среди аргиллитоподобных глин эскиординской свиты [1, 8, 11]. Известняки включают комплекс окаменелостей позднего синемюрского плинсбаха [2—4] и считаются одновозрастными с вмещающими отложениями [7—11]. Содержащие большое количество ископаемых остатков хорошей сохранности известняки, на фоне плохо охарактеризованных фауной глин, всегда привлекали внимание исследователей, занимающихся стратиграфией верхнетриасово-среднеюрского комплекса. Вследствие этого обнажение упоминается в большинстве монографий, посвященных геологии Горного Крыма (например, [7, 8]), а также в многочисленных статьях, часть которых приведена в списке литературы. В этих публикациях рассматриваются ископаемые, собранные в известняках, делаются выводы об их возрасте, обсуждается стратиграфия эскиординской свиты.

В большинстве работ известняки называют органогенными [7], либо органогенно-обломочными [2, 10], или брекчиевидными [5]. Наиболее полное описание этого обнажения было сделано З.А. Антощенко, которая в 1970 г. при изучении нижнеюрских теребратулид Горного Крыма составила следующий разрез (приводится по работе В.И. Славина [10]): Слой 1. Известняк серый, розовато-серый, комковатый, участками плотный, пелитоморфный или органогенно-обломочный, крупнокристаллический, с многочисленными брахиоподами, двустворками, единичными рострами белемнитов и аммонитами. Мощность 2,5 м. Слой 2. Известняк серый, розоватый, криноидный, с галькой и зернами кварца, реже зеленовато-серых аргиллитов и сидеритов, с многочисленными остатками брахиопод и двустворок. Мощность 1 м. Слой 3. Известняк серый, органогенно-обломочный, брахиоподово-криноидный. Мощность 1,2 м. Слой 4. Известняк серый, криноидный плотный,

с брахиоподами. Мощность 2 м. Слой 5. Известняк белый, плотный, в отдельных линзах обогащен крупными члениками криноидей, брахиоподами. Мощность 1 м. З.А. Антощенко в нижней части разреза (слои 1—2) определила ископаемые (в том числе аммониты) позднесинемюрского возраста, в средней части (слои 3—4) — брахиоподы раннего плинсбаха, а в верхней части (слой 5) — брахиоподы позднего плинсбаха. Следует отметить, что данная работа одна из первых, в которой отмечена доминирующая роль криноидей и брахиопод в составе известняков и выделены криноидные и брахиоподово-криноидные разности. К сожалению, восстановить вышеприведенный разрез не представляется возможным вследствие того, что слоистость в обнажении не видна, общая мощность разреза больше указанных 7,7 м, слои не идентифицируются, а выделенные разности известняков можно найти во всех частях обнажения.

Позднее В.Г. Кликушин в статье [3], посвященной криноидеям, отметил, что «...на северном склоне горы Патиль (окрестности села Трудолюбовка), обнажены желтовато-серые криноидные известняки», являющиеся обломком «криноидного биогерма». По данным З.А. Антощенко и нашим наблюдениям, в обнажении действительно развиты криноидные известняки, но есть и другие структурные типы, что не позволяет объединять их под общим названием — «криноидные». Морские лилии не могли формировать биогермный каркас, поскольку после гибели рассыпались на составные части. Следовательно, считать криноидные известняки биогермной постройкой некорректно.

Из сделанного обзора следует, что рассматриваемые известняки хорошо охарактеризованы палеонтологически, но еще плохо изучены в литологическом отношении. Вследствие этого авторами были проведены детальные литологические исследования для выявления состава, строения и условий образования известняков, результаты которых приведены в данной статье.

Фактический материал и методы исследования. На северном склоне горы Патиль рассматриваемые известняки обнажаются на небольшом (протяженностью 17 м, шириной около 7—10 м и высотой 2,5—3 м) участке Бодрак-Мендерского водораздела, образуя невысокий гребень (рис. 1). Обнажение вытянуто в северных румбах; с запада оно ограничено промоиной, образовавшейся в глинах эскиординской свиты; с востока — крутым склоном заросшего лесом оврага в левом борту долины р. Бодрак. Западный склон гребня образует невысокий хорошо обнаженный уступ; восточный, расположенный в лесу, обнажен плохо.

Известняки были описаны как на западном, так и на восточном склоне обнажения. Из отобранных по всей его площади образцов сделаны и микроскопически изучены 27 шлифов.

Обнажение представляет собой скальные выходы известняков среди аргиллитоподобных глин, контакты с которыми вскрыть не удалось. Однако в пяти метрах к западу от обнажения находится вышеупомянутая промоина, которая вскрывает глины на всю глубину. Последние имеют субширотное простираание и вытянуты в сторону обнажения, что позволяет предполагать наличие у известняков резкой круто наклонной границы.

Известняки в обнажении светло-серые и коричневатые, неравномерно кавернозные и ожелезненные, очень крепкие, массивные, пятнистые, иногда неявно линзовидные. Порода переполнена члениками криноидей, которые местами образуют крупные скопления. Широко распространены раковины мелких брахиопод и их створки, реже ростры белемнитов и единичные фрагменты аммонитов. Кроме органогенных обломков известняки содержат обломки известняков, а также редкую терригенную примесь кварца песчаного, гравийного и галечного размера. В средней части

обнажения известняки характеризуются комковатой текстурой; известняковые комки галечной размерности (5—10 см) переполнены обломками иглокожих.

В известняках В.Л. Казаковой [2] найден аммонит *Echioceras raricostatum* (Bay.) — зональный вид верхней зоны синемюра, В.А. Густомесов [8] описал 11 ростров белемнитов *Passaloteuthis kamkinae* Gustomesov позднесинемюрского возраста, З.А. Антощенко [10] повторила находку позднесинемюрских аммонитов (*Echioceras raricostatum* (Bay.) и *Paltechioceras edmundi* (Dumart.)) в нижней части разреза и определила плинсбахских брахиопод из средней и верхней его частей, В.Г. Кликушин [3] установил криноидеи *Chladocrinus scalaris* (Goldf.) позднего синемюра, В.Н. Комаровым [4] определены синемюр-плинсбахские спирифериды. Возраст известняков Д.И. Пановым [9] оценивается как позднесинемюр-плинсбахский.

Макро- и микроскопическое изучение позволило установить три структурных типа известняков (рис. 2): органогенно-обломочный, обломочный и оолитово-органогенно-обломочный, имеющих пятнистое распространение по площади обнажения, охарактеризовать типы цемента структурных компонентов и вторичные изменения известняков.

Микроскопическая характеристика

Обломки иглокожих, реже иглы морских ежей являются основным компонентом органогенно-обломочных известняков (рис. 2а, б), образуют ядра в оолитово-органогенно-обломочных известняках и входят в состав обломков известняков в обломочном литотипе. Все остальные органогенные компоненты суммарно составляют не более 10%.

Структурные компоненты известняков (рис. 3). Обломки криноидей разных размеров



Рис. 1. Общий вид обнажения нижнеюрских известняков на северном склоне горы Патиль в бассейне р. Бодрак. На рисунке показаны точки отбора образцов

Fig. 1. General view of the lower Jurassic limestone outcrop on the Northern slope of mount Patil in the Bodrak river basin. The figure shows the sampling points

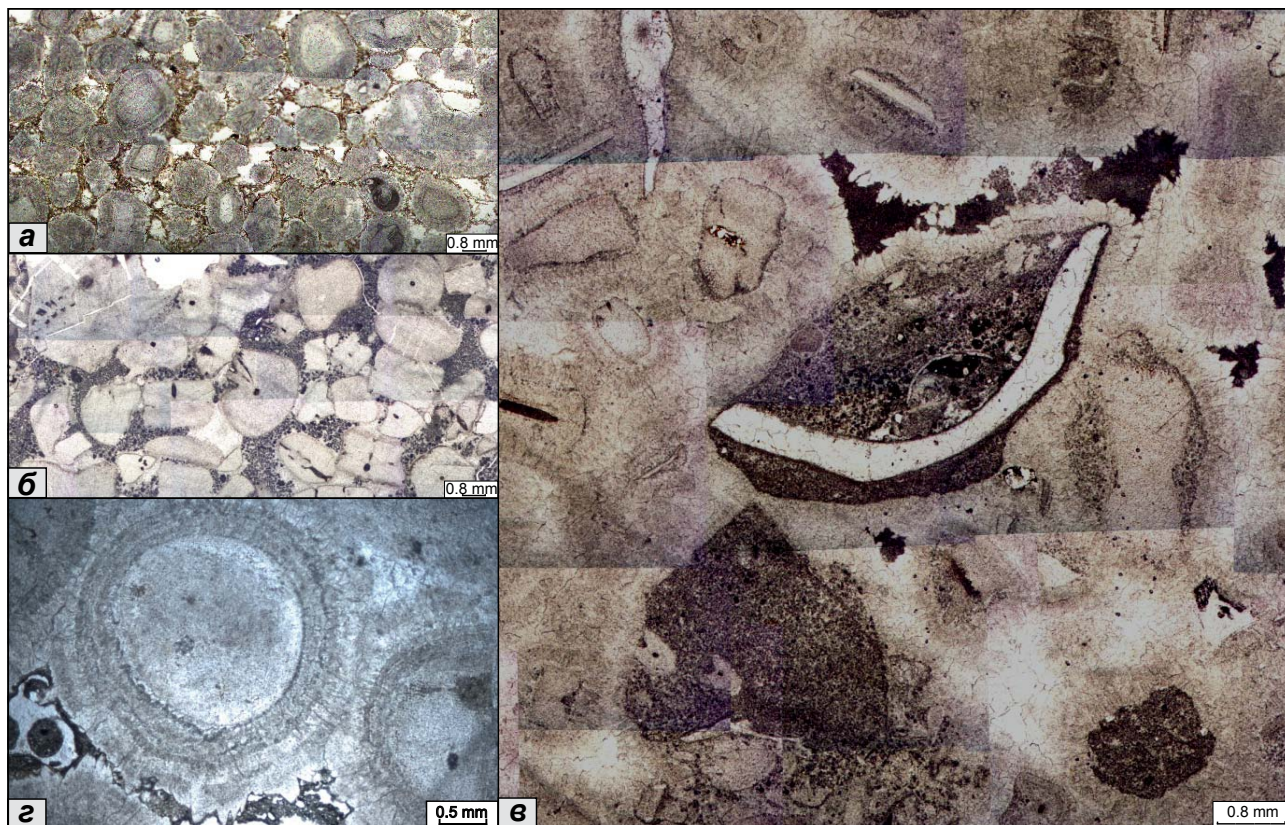


Рис. 2. Структурные типы известняков: а — известняк органогенно-обломочный, сложенный обломками иглокожих, сцементированных крустификационным кальцитом, межформенное пространство заполнено глинистым веществом; б — известняк органогенно-обломочный, сложенный обломками иглокожих, межформенное пространство заполнено сгустковым кальцитом; в — известняк органогенно-обломочный с интракластами, с крустификационным кальцитовым цементом, между крустификационными каемками располагаются участки порового цемента, вверху между крустификационными каемками сохранились участки с пелитоморфным кальцитом; г — оолит в оолитово-органогенно-обломочном известняке, ядром является обломок иглокожего, окруженный концентриками, по которым развивается крустификационный кальцит. Все микрофотографии сделаны без анализатора

Fig. 2. Structural types of limestone: а — limestone organogenic-clastic, composed of fragments of echinoderms, cemented with crustifying calcite, the interform space is filled with clay substance; б — limestone organogenic-clastic, composed of fragments of echinoderms, the interform space is filled with clump calcite; в — limestone organogenic-clastic with intraclasts with crustifications calcite cement, between crustifications edges are the block of porous cement, at the top, between crustifications edges preserved areas with pelitomorph calcite; г — oolite in oolitic-organogenic-clastic limestone, is the core of the chip echinoderms, surrounded by a concentric system which develops crustifications calcite. All micrographs are made without an analyzer

(0,15—15 мм в шлифах) и форм несут на себе следы окатанности различной степени. Многие обломки окружены неравномерными по ширине каёмками грануляции, сложенными пелитоморфным кальцитом — чаще всего являющимся продуктом жизнедеятельности микробных организмов. Некоторые обломки повреждены в результате жизнедеятельности камнеточцев, образующих внутри них ходы, срезы которых имеют округлую, эллипсовидную и удлинённо-изгибающуюся форму, размером 0,01—0,04 мм.

На обломках наблюдаются наросты пелитоморфного карбоната, образованные микробными организмами. Встречаются обломки стеблей в виде сочленённых вместе члеников (до 4, в единичном случае до 12).

Целые раковинки брахиопод в шлифах встречаются редко и имеют размеры 0,8—2,35 мм. Чаще наблюдаются обломки их створок размером 0,6—2,0 мм, сложенные волокнистым кальцитом. Наблюдаются редкие ядра раковин брахиопод, створки которых практически полностью

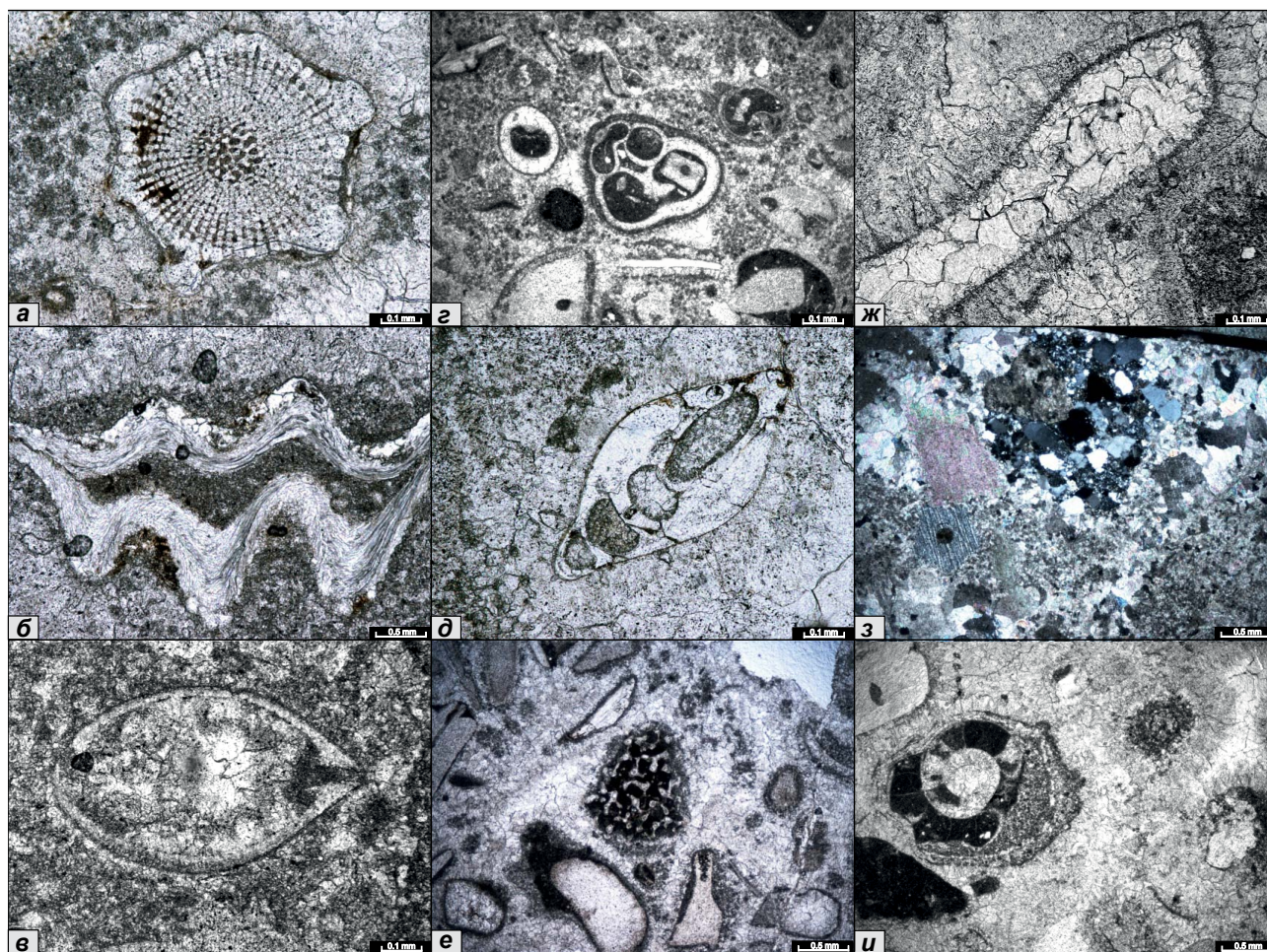


Рис. 3. Структурные компоненты известняков: а — обломок иглокожего; б — раковина брахиоподы; в — раковина остракоды; г — раковина и ядра гастропод; д — раковина фораминиферы; е — обломок колонии губки; ж — остаток зелёной водоросли (?); з — обломок песчаника; и — обломок известняка, в центре — раковина аммонита. Все микрофотографии сделаны без анализатора

Fig. 3. Structural components of limestone: а — fragment of echinoderm; б — brachiopod's shell; в — ostracod's shell; г — gastropod's shell and cores; д — shell of foraminifera; е — fragment of a sponge colony; ж — the rest of the green algae (?); з — fragment of sandstone; и — fragment of limestone, in the center — the shell of the ammonite. All micrographs are made without an analyzer

перекристаллизованы, а ядро сложено пелитоморфно-сгустковым кальцитом, содержащим целые раковинки гастропод плохой сохранности, обломки иглокожих, органогенный шлам.

Раковины гастропод характеризуются размерами 0,24—3,45 мм и имеют хорошую сохранность. Почти в каждом шлифе отмечаются одно либо несколько ядер гастропод, сложенных пелитоморфным кальцитом.

Раковинки мелких многокамерных, реже однокамерных фораминифер размером 0,45—1,25 мм имеют разную степень сохранности. Остатки зеленых водорослей (?) размером до 1,6 мм представлены частицами пластинчатой формы,

характеризуются пелитоморфной стенкой шириной 0,005 мм; внутреннее пространство водорослевых частиц сложено тонкими и мелкими ксеноморфными кристаллами кальцита. Обломки створок бивальвий размером 0,48—1,84 мм имеют вытянутую пластинчатую форму и сложены волонистым кальцитом. В шлифах встречены обломки губковых колоний размером до 7 мм.

Важным компонентом известняков являются известняковые обломки (интракласты), присутствующие в органогенно-обломочном структурном типе (рис. 2в) либо образующие самостоятельный структурный тип. Интракласты имеют органогенно-обломочную структуру,

сложены обломками иглокожих и створок брахиопод или характеризуются пелитоморфной структурой, содержат органогенный шлам, а также мелкопесчаную и алевритовую примесь обломков кварца. Размер интракластов песчаный, гравийный, реже галечный; форма неправильно изометричная; обломки окатанные и полуокатанные. Интракласты являются продуктом местного перемыва не полностью литофицированного осадка.

Оолитово-органогенно-обломочные известняки (рис. 2г) почти нацело сложены обломками криноидей, часть из которых является ядрами оолитов. Вокруг ядер образованы концентры (обычно 1—5). На концентры нарастают крустификационные каемки, кристаллы кальцита которых в дальнейшем перекристаллизуются, увеличиваясь в размере, и содержат концентры уже в виде реликтов пелитоморфного карбоната.

К некарбонатным компонентам известняков относятся единичные крупно-песчаные обломки песчаника, аргиллита, кварцита и кварца; в одном шлифе встречен обломок сильно ожелезненной халцедоновой породы. Терригенные обломки преимущественно окатанные, реже полуокатанные, располагаются между карбонатными структурными компонентами, иногда входят в состав известняковых интракластов. Всего терригенная примесь составляет менее 1%.

Цемент (рис. 4д, е). Особенностью рассматриваемых известняков является цементация структурных компонентов. Преобладающая часть обломков окружена каемками крустификационного кальцита нескольких (до 7) генераций (шириной до 0,9 мм), разделенными тончайшими прерывистыми каемками, редко — микросгустками пелитоморфного карбоната. Кристаллы кальцита каевок непрозрачные из-за присутствия в нем пелитоморфной карбонатной примеси, вероятно, при кристаллизации и росте кристаллы захватывали пелитоморфный карбонат из поровых вод. В отдельных случаях крустификация проявляется не полностью и обломок крустифицирован лишь с одной стороны. Крустификационные каемки сливаются между собой, реже между ними формируются агрегаты относительно чистого и прозрачного мелкокристаллического кальцита ксеноморфной и изометричной формы, в противоположность описанному выше крустификационному кальциту.

Особая крепость криноидных известняков связана именно с крустификационным типом цементации. Крустификация развивается не только вокруг органогенных частиц и интракластов, но и вокруг редких обломков кварца.

Заполнитель (матрикс) (рис. 4а—г). В известняках между компонентами наблюдается материал-заполнитель, по структуре сгустковый, пелитоморфный и пелитоморфно-сгустковый. Сгустковый заполнитель представлен сгустками пелитоморфного кальцита размером 0,03—0,09 мм изометричной, реже неправильной или овальной формы с расплывчатыми и четкими контурами, пространство между которыми заполнено микро- и тонкокристаллическим кальцитом. Пелитоморфный заполнитель образован однородной массой кристаллов размером менее 0,005 мм. На отдельных участках сгустки так близко расположены один к другому, что образуется неоднородная пелитоморфно-сгустковая масса.

Соотношения между крустификационным, пелитоморфным и сгустковым кальцитом разнообразные. Встречаются участки, в которых развит сгустковый цемент при отсутствии крустификационных каевок вокруг обломков. Иногда обломки с крустификацией погружены в микросгустковую карбонатную массу или окружены неравномерной по толщине каемкой сгусткового кальцита, которая, в свою очередь, покрыта крустификационным кальцитом. Изредка между крустификационными каемками расположен однородный пелитоморфный известняк. В известняках преобладает смешанный тип цементации и заполнения межформенного пространства несколькими структурными типами кальцита.

В единичных шлифах между обломками наблюдается терригенно-глинисто-карбонатный и терригенно-глинистый материал. Терригенная составляющая представлена обломками кварца алевритовой, иногда тонкопесчаной фракции. Обломки неокатанные, реже полуокатанные в разной степени корродированные. Глинистая составляющая под микроскопом имеет буро-коричневый цвет, микрочешуйчатое строение, хаотичное погасание, неравномерное ожелезнение.

Вторичные изменения известняков (рис. 5) связаны с перекристаллизацией, регенерацией, грануляцией, инкрустацией, растворением, ожелезнением.

Процесс перекристаллизации повсеместно с разной интенсивностью проявляется в исследуемых известняках и вместе с предшествующей цементацией оказывает влияние на крепость пород. Перекристаллизации подвергаются как структурные компоненты, так и микроучастки известняков.

Остатки иглокожих при перекристаллизации прежде всего теряют свое ячеистое строение. При более интенсивном проявлении процесса

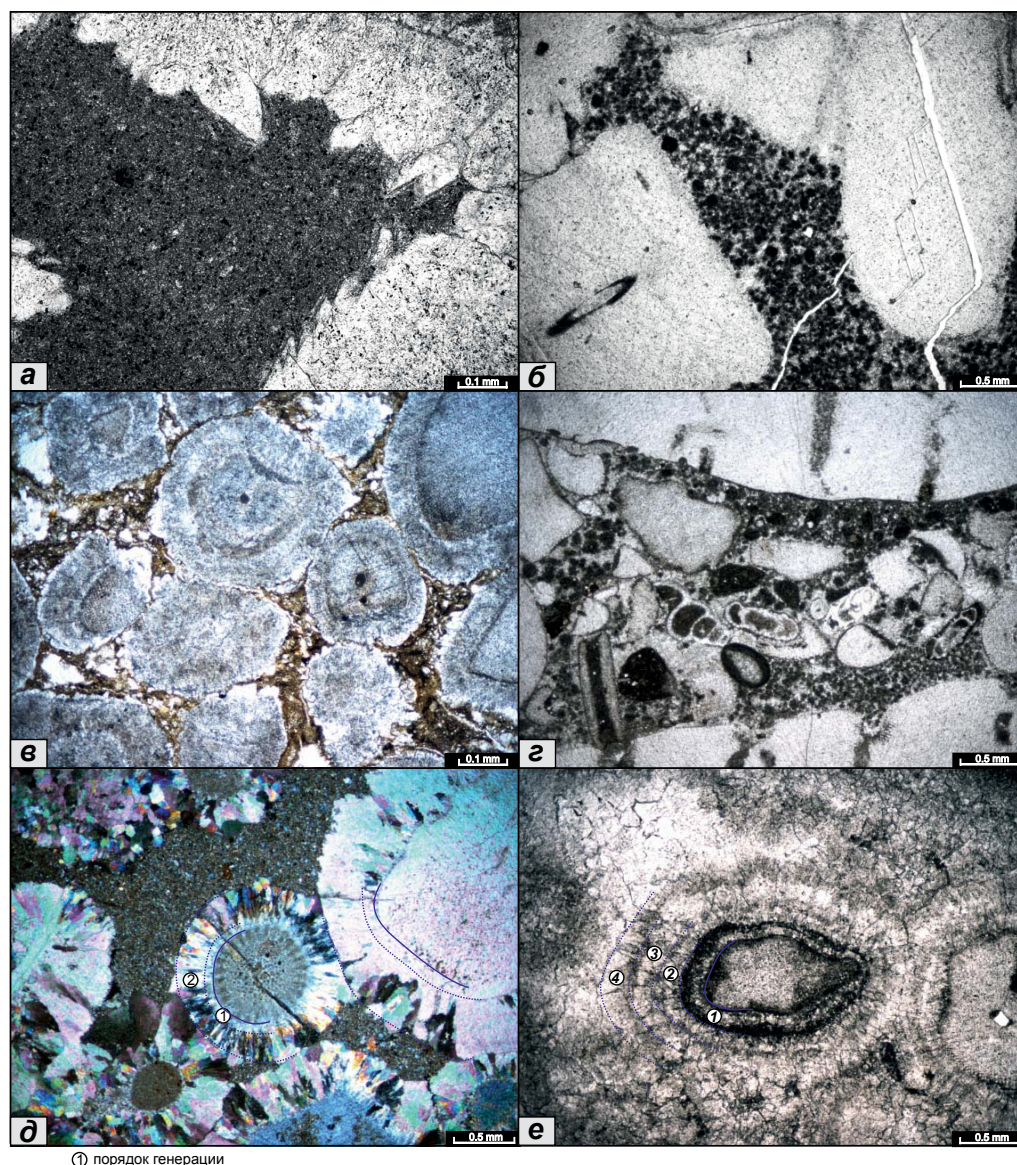


Рис. 4. Материал-заполнитель (а—г) и цемент (д, е): а — пелитоморфный кальцит (без анализатора); б — сгустковый кальцит (без анализатора); в — глинистое вещество (без анализатора); г — обломки иглокожих и раковины фораминифер в пелитоморфно-сгустковом кальците (без анализатора); д — крустификационный многогенерационный кальцит и пелитоморфный кальцитовый заполнитель (с анализатором); е — крустификационный многогенерационный кальцит вокруг обломка иглокожего, выше — агрегаты средне-мелкокристаллического кальцита порового типа (без анализатора)

Fig. 4. Filler material (a—г) and cement (д, е): а — pelitomorphic calcite (without analyzer); б — clump calcite (without analyzer); в — clay substance (without analyzer); г — echinoderm fragments and foraminifera shells in pelitomorphic-clump calcite (without analyzer); д — crustification multigenerational calcite and pelitomorphic calcite filler (with analyzer); е — crustification multigenerational calcite around the echinoderm fragment, above — aggregates of medium — fine pore-type calcite (without analyzer)

контур обломка становится расплывчатым. Некоторые обломки иглокожих подверглись грануляции — процессу, противоположному перекристаллизации, и превратились в скопления тонких и мелких кальцитовых кристаллов, сквозь которые

«просвечивает» реликт когда-то единого кристалла, характеризующий почти утраченный членник. Потеря четкости контура касается и любой другой органогенной обломочной частицы: раковины гастроподы, фораминиферы, обломка

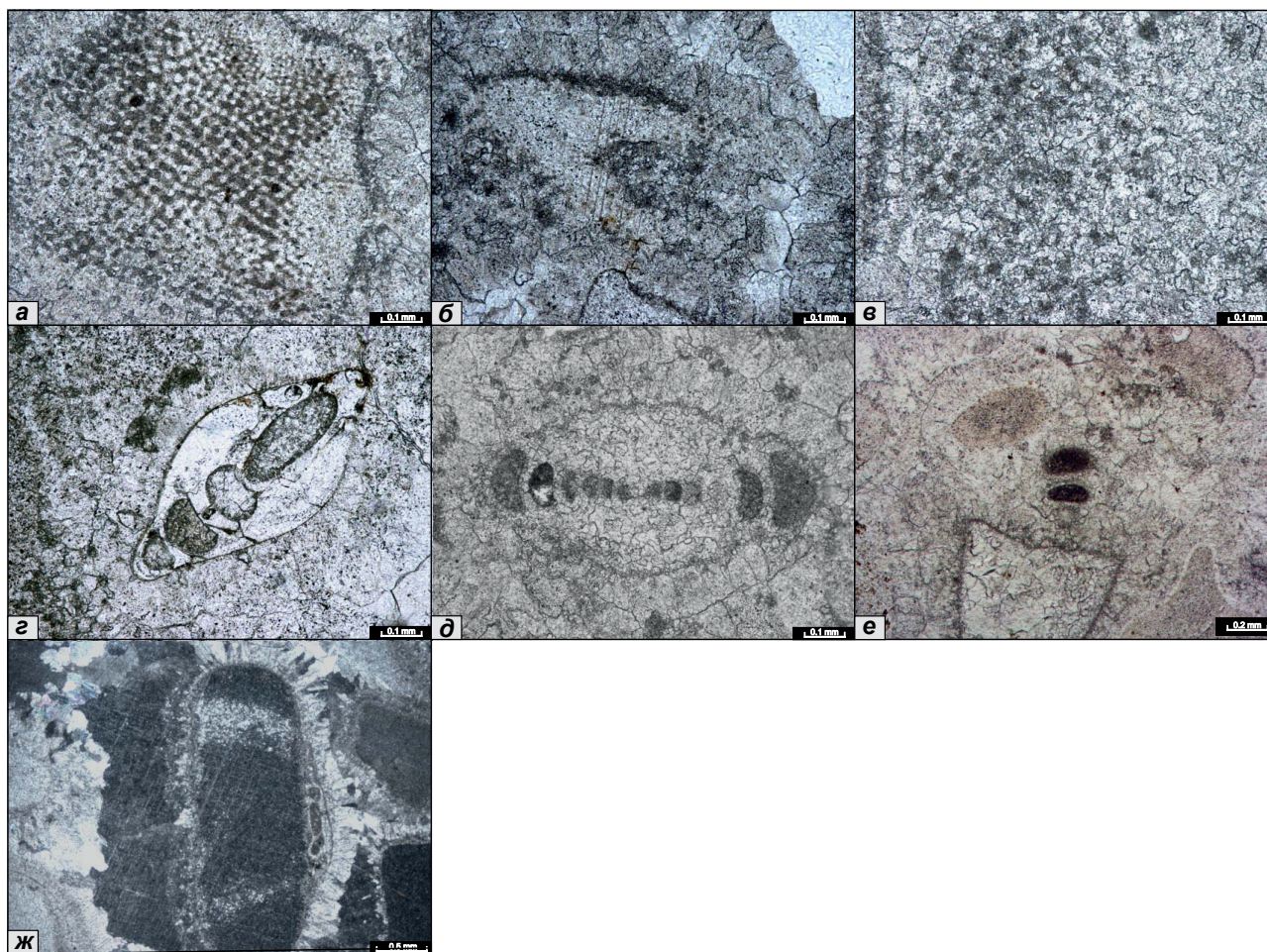


Рис. 5. Вторичные изменения органических обломков: а–в — перекристаллизация членика криноидеи (без анализатора): а — сохранен контур и ячеистое строение; б — контур сохранен частично, большая часть членика сложена агрегатами мелкокристаллического кальцита; в — контур обломка полностью утрачен, сохранились реликты ячеистого строения; г–е — изменение раковин фораминифер в результате перекристаллизации (без анализатора): г — раковина имеет четкий контур и отделяется от вмещающей породы, частично перекристаллизована; д — раковина имеет не отчетливый контур, внутренняя часть перекристаллизована, наблюдаются реликты пелитоморфного кальцита, выполняющего камеры; е — стенки раковины полностью слились с кальцитом цементации, от раковины остались камеры, заполненные пелитоморфным кальцитом (комки заполнения); ж — регенерация обломка иглокожего, развивающаяся после крустификации (с анализатором)

Fig. 5. Secondary changes in organic debris: а–в — recrystallization of crinoidea segment (without analyzer): а — the contour and cellular structure are preserved; б — the contour is partially preserved, most of the segment is composed of aggregates of fine-crystalline calcite; в — the outline of the wreck is completely lost, and relics of the cellular structure have been preserved; г–е — changes in foraminifera shells as a result of recrystallization (without analyzer): г — shell has a clear contour and is separated from the host rocks, partially recrystallized; д — shell does not have a distinct contour, the inner part is recrystallized, and there are relics of pelitomorphic calcite that serves as chambers; е — walls of the shell completely merged with the calcite of cementation, leaving the shell chambers filled with pelitomorphic calcite (lumps of filling); ж — regeneration of an echinoderm fragment that develops after crustification (with an analyzer)

створки брахиоподы и т.д. В некоторых шлифах среди агрегатов яснокристаллического кальцита — продуктов перекристаллизации микроучастков породы, наблюдаются закономерно расположенные

комки пелитоморфного кальцита. Такие комки образуются при перекристаллизации кальцита стенок раковин фораминифер, слиянии его с кальцитовым цементом и образованы по седиментационному

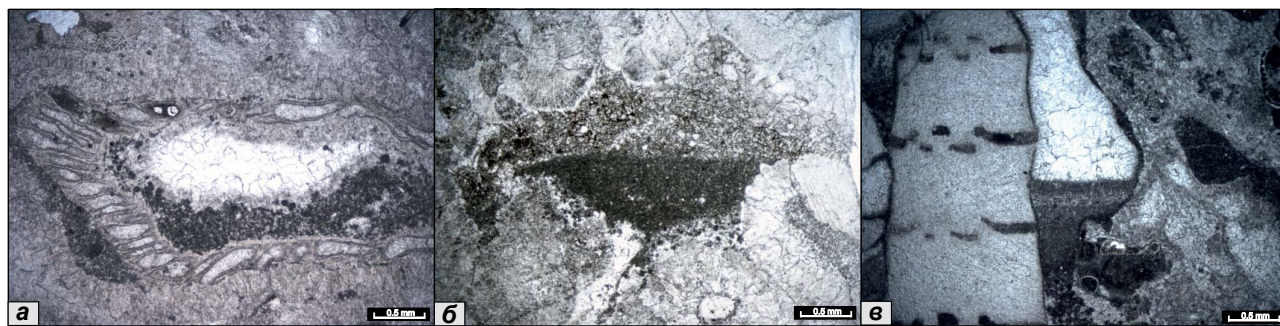


Рис. 6. Заполнение полостей: а — внизу — микросгустковый седиментационный кальцит; сверху — вторичный яснокристаллический кальцит; б — внизу — пелитоморфный седиментационный кальцит; сверху — вторичный яснокристаллический кальцит, замутненный примесью пелитоморфного кальцита; в — внизу — пелитоморфный седиментационный тонкослоистый кальцит; сверху — вторичный яснокристаллический кальцит. Все микрофотографии сделаны без анализатора

Fig. 6. Filling of cavities: а — the bottom — microclump sedimentation calcite; the top — secondary clear-crystal calcite; б — the bottom — pelitomorphous sedimentary calcite; the top — secondary clear-crystal calcite clouded by admixture pelitomorphous calcite; в — the bottom — pelitomorphous sedimentary thin-layered calcite; the top — secondary clear-crystal calcite. All micrographs are made without an analyzer

карбонату, выполнявшему камеры раковин [6]. В изученных шлифах можно проследить всю последовательность изменения любой органической частицы под действием процесса перекристаллизации либо грануляции и перекристаллизации.

Процесс регенерации обломков иглокожих в изученных шлифах выражается слабо и весьма локально. Регенерационные каемки вокруг отдельных обломков имеют ширину до 0,3 мм. Иногда сквозь регенерационный кальцит просматриваются реликты крустификационных кристаллов. Таким образом, процесс регенерации обломков иглокожих развивался после процесса крустификации. Метасоматические процессы — доломитизация, окремнение, пиритизация и т. д. в известняках отсутствуют. Процессы растворения и ожелезнения, скорее всего, относятся к гипергенным.

В известняках наблюдаются первичные минерализованные полости, стенки которых сформированы несколькими генерациями инкрустационного кальцита, центральные части заполнены пелитоморфным и пелитоморфно-сгустковым карбонатом, внутри которого иногда отмечается неотчетливая микрослоистость (рис. 6). Внутри некоторых пустот среди пелитоморфного карбоната находятся части инкрустационных каемок в виде обломков отдельных кристаллов или агрегатов нескольких кристаллов. Заполняющий пустоты седиментационный пелитоморфный и пелитоморфно-сгустковый карбонат либо изначально находился в пустотах, либо был внесен туда волнами или течениями. Для этого в обоих случаях осадок, образованный обломками криноидей,

сцементированный раннедиагенетическим крустификационным кальцитом, представлял собой жесткое, возвышающееся над дном аккумулятивное тело. Процесс заполнения пустот в нем имел дискретный характер, о чем свидетельствует микрослоистость пелитоморфного осадка. Активные гидродинамические процессы привели к обламыванию инкрустационных корок, но не к разрушению криноидного каркаса.

Пустоты, наблюдаемые в известняках, характеризуются необычными, часто причудливыми формами. Отдельные пустоты нацело заполняются вторичным кальцитом, который отличается прозрачностью и чистотой по сравнению с окружающим крустификационным и инкрустационным кальцитом. Размер кристаллов чистого кальцита достигает 1,8 мм.

В других пустотах заполнение более сложное, а именно нижняя часть полости заполнена пелитоморфным, пелитоморфно-микросгустковым кальцитом, верхняя — постседиментационным кристаллическим кальцитом разной структуры от микро- до средне кристаллического. Седиментационный и постседиментационный карбонат разделяются четкой ровной поверхностью, возможно, показывающей положение уровня осадконакопления на момент заполнения пустоты.

Заключение

Установлено, что основным, резко преобладающим органическим компонентом нижнеюрских известняков эскиординской свиты, расположенных на северном склоне горы Патиль, являются

обломки иглокожих, преимущественно криноидей. Далее в порядке убывания распространены раковины и обломки створок брахиопод, раковины и обломки раковин гастропод, ядра гастропод, раковины фораминифер, остатки зелёных водорослей (?), губок, раковины остракод, остатки аммонитов, радиолярий (?).

Образование рассматриваемых известняков происходило в мелководной зоне бассейна, в поле волнового воздействия на осадок, на что указывает окатанность органогенных частиц и интракластов; средняя степень сортировки, выражающаяся в преобладании трех размерных фракций: крупно-, грубопесчаной и гравийной.

Криноидеи селились в зонах постоянных течений, способствующих разносу питательных веществ. Волнения и генерируемые ими течения перемывали и окатывали их обломки, но не выносили с данного участка морского дна. Формированию устойчивого грунта, не поддающегося размыву, способствовала ранняя цементация органогенных и известняковых обломков. Несмотря на то что криноидеи относятся к морским

стеногалинным организмам, обитающим в море нормальной солености, занятый ими биотоп был малопригоден для жизни других форм. Об этом свидетельствует крайне скудный в качественном и количественном отношении набор сопутствующих организмов. К постоянным сожителям криноидей относятся лишь мелкие брахиоподы. Их сохранность свидетельствует о том, что волнения и течения на данном участке морского дна не были столь сильными, чтобы изменить скульптуру раковин в результате их абразии взмученным карбонатным песком. Этот вывод подтверждается отсутствием сгруженности обломочных частиц и наличием седиментационного пелитоморфного карбоната между форменными компонентами осадка. В то же время гидродинамическое воздействие на осадок приводило к образованию интракластов. Ранняя литификация осадка способствовала возникновению жесткого каркаса — твердого морского дна, на котором селились, обитали и гибли последующие поколения иглокожих, формируя аккумулятивное карбонатное тело.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Б.А., Аркадьев В.В. Новые данные о нижнеюрских аммонитах бассейна реки Бодрак (Юго-Западный Крым) // Региональная геология и металлогения. 2019. № 78. С. 21—30.
2. Казакова В.П. К стратиграфии нижнеюрских отложений бассейна р. Бодрака (Крым) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. В. 4. С. 36—51.
3. Кликушин В.Г. О триасовых и раннеюрских криноидеях Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1988. Т. 63. В. 6. С. 71—79.
4. Комаров В.Н., Волкова Г.Д., Грибовская О.А. Новые данные о нижнеюрских спириферах Юго-Западного Крыма // Известия вузов. Геология и разведка. 2014. № 6. С. 12—18.
5. Короновский Н.В., Милеев В.С. О соотношении отложений Таврической серии и эскиординской свиты в долине р. Бодрак (Горный Крым) // Вестник МГУ. Сер. геол. — 1974. № 1. С. 80—87.
6. Максимова С.В., Полонская Б.Я., Розонова Е.Д. Методические указания по изучению постседиментационных изменений карбонатных пород нефтегазовых областей. Институт геологии и разработки горючих ископаемых (ИГИРГИ). М., 1976. 58 с.
7. Милеев В.С., Вишневская Л.Е., Фролов Д.К. Триасовая и юрская системы // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 5—79.
8. Муратов М.В. Геология Крымского полуострова // Руководство по учебной геологической практике в Крыму. Т. 2. М., 1973. С. 26—33.
9. Панов Д.И. Стратиграфия триасовых и нижне-среднеюрских отложений Лозовской зоны Горного Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2002. Т. 77. В. 3. С. 13—25.
10. Славин В.И. Новые данные о саблынской свите в Лозовской зоне Горного Крыма // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. 1986. № 2. С. 29—35.
11. Цейслер В.М., Караулов В.В., Туров А.В., Комаров В.Н. О местных стратиграфических подразделениях в восточной части Бахчисарайского района Крыма // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1999. № 6. С. 8—18.

REFERENCES

1. Zaitsev B.A., Arkad'ev V.V. New data on the Lower Jurassic ammonites of the Bodrak River Basin (South-western Crimea) // Regional geology and metallogeny. 2019. No 78. P. 21—30 (In Russian).
2. Kazakova V.P. To stratigraphy of Lower Jurassic sediments of the Bodrak river basin (Crimea) // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 1962. Vol. 37. No. 4. P. 36—51 (In Russian).
3. Klikushin V.G. About Triassic and Early Jurassic crinoids of Crimea // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 1988. Vol. 63. No. 6. P. 71—79 (In Russian).
4. Komarov V.N., Volkova G.D., Gribovskaja O.A. New data on Lower Jurassic spiriferids the South-Western Crimea // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 2014. No 6. P. 12—18 (In Russian).

5. Koronovskiy N.V., Mileev V.S. On the ratio of the deposits of the Taurian series and the Eskiordinsky suite in the valley of the river Bodrak (Mountain Crimea) // Vestnik MGU. Ser. geol. 1974. No. 1. P. 80—87 (In Russian).
6. Maksimova S.V., Polonskay B.Ya., Rozonova E.D. Guidelines for the study of post-sedimentation changes in carbonate rocks of oil and gas fields. Institute of Geology and development of fossil fuels (IGIRGI). Moscow, 1976. 58 p. (In Russian)
7. Mileev V.S. Vishnevskaja L.E., Frolov D.K. Triassic and Jurassic systems. Geological structure of Kachynski uplift of Mountain Crimea. Stratigraphy of the Mesozoic. Moscow: Moscow University Publ., 1989. P. 5—79 (In Russian).
8. Muratov M.V. Geology of Crimean peninsula. Guide to educational geological practice in Crimea. Vol. 2. Moscow: 1973. P. 26—33 (In Russian).
9. Panov D.I. Stratigraphy of Triassic and Lower-Middle Jurassic deposits of Lozovsky zone of Mountain Crimea // Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series. 2002. Vol. 77. No. 3. P. 13—25 (In Russian).
10. Slavin V.I. New data on sablinskas retinue in Lozovaja area of the Mountain Crimea. Moscow University Geology Bulletin. 1986. No. 2. P. 29—35 (In Russian).
11. Tsejsler V.M., Karaulov V.V., Turov A.V., Komarov V.N. About local stratigraphic divisions in the Eastern part of the Bakhchisaray district of Crimea // Proceedings of higher educational establishments. Geology and Exploration. 1999. No 6. P. 8—18 (In Russian).

ВКЛАД АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTIONS

Агафонова Г.В. — внесла основной вклад в разработку концепции статьи, окончательно утвердила публикуемую версию статьи и согласна принять на себя ответственность за все аспекты работы.

Андрухович А.О. — провел макроописание, отбор образцов, участвовал в оформлении статьи.

Комаров В.Н. — провел обзор и анализ публикаций, участвовал в отборе образцов.

Рахимова Е.В. — участвовала в отборе образцов, провела микроскопические исследования, участвовала в написании статьи.

Туров А.В. — инициатор статьи, внес основной вклад в разработку концепции статьи, участвовал в написании статьи.

Galina V. Agafonova — made the main contribution to the development of the concept of the article, prepared the text of the article, finally approved the published version of the article and agreed to take responsibility for all aspects of the work.

Alexandr O. Andruhovich. — conducted a macro description, sampling, participated in the design of the article.

Vladimir N. Komarov — conducted a review and analysis of publications, participated in the selection of samples.

Elena V. Rakhimova — participated in the selection of samples, conducted microscopic studies, participated in the writing of the article.

Alexandr V. Turov — initiator of the article, made the main contribution to the development of the concept of the article, participated in writing the article.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Агафонова Галина Валентиновна — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)

23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
старший научный сотрудник ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (Москва)

36, шоссе Энтузиастов, г. Москва 105118, Россия
e-mail: galinaagafonova@inbox.ru

тел.: +7 (963) 775-77-86

SPIN-код: 1525-4790

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-8784>

Galina V. Agafonova — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of geology and exploration of hydrocarbon deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia.
senior researcher, Federal state budgetary institution All-Russia Research Geological Oil Institute
36, road Enthusiasts, Moscow 105118, Russia
e-mail: galinaagafonova@inbox.ru
tel.: +7 (963) 775-77-86

SPIN: 1525-4790

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4127-8784>

Андрухович Александр Олегович — старший преподаватель кафедры палеонтологии и региональной геологии Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: aoandruhovich@mail.ru
тел.: +7 (926) 492-02-80
SPIN-код: 4566-6444
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-704X>

Комаров Владимир Николаевич — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры палеонтологии и региональной геологии Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: komarovmgri@mail.ru
тел.: +7 (916) 481-96-84
SPIN-код: 2739-5934
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4719-1484>

Рахимова Елена Вадимовна — старший преподаватель кафедры геологии и разведки месторождений углеводородов Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: rahimovaev@mgri.ru
тел.: +7 (977) 497-31-80
SPIN-код: 9858-4461
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-6469>

Туров Александр Васильевич* — кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры палеонтологии и региональной геологии Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе (Москва)
23, Миклухо-Маклая ул., г. Москва 117997, Россия
e-mail: avturov@yandex.ru
тел.: +7 (926) 125-88-07
SPIN-код: 3461-0455
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2882-0364>

Alexandr O. Andruhovich — sen. lect., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: aoandruhovich@mail.ru
tel.: +7 (926) 492-02-80
SPIN: 4566-6444
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2624-704X>

Vladimir N. Komarov — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: komarovmgri@mail.ru
tel.: +7 (916) 481-96-84
SPIN: 2739-5934
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4719-1484>

Elena V. Rakhimova — sen. lect., Department of geology and exploration of hydrocarbon deposits, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: rahimovaev@mgri.ru
tel.: +7 (977) 497-31-80
SPIN: 9858-4461
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9877-6469>

Alexandr V. Turov* — Cand. of Sci. (Geol.-Min.), Ass. Prof., Department of paleontology and regional geology, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting.
23, Miklukho-Maklaya str., Moscow 117997, Russia
e-mail: avturov@yandex.ru
tel.: +7 (926) 125-88-07
SPIN: 3461-0455
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2882-0364>

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author