

УДК 551.76(477.75)

Р.Р. Габдуллин¹, Н.В. Бадулина², Е.А. Бакай³, Е.А. Щербинина⁴, Е.В. Карпова⁵,
М.А. Варзанова⁶, А.В. Сергиенко⁷, Т.А. Коновалова⁸

СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ БЕДЕНЕКИРСКОЙ СВИТЫ (ТИТОНСКИЙ ЯРУС) ГОРНОГО КРЫМА⁹

В результате обобщения собственных данных и анализа опубликованных и фондовых источников уточнены строение и условия формирования отложений беднекирской свиты Горного Крыма.

Ключевые слова: мезозой, титонский ярус, стратиграфия, Горный Крым.

Composition and origin of deposits belonging to Bedenekyr Formation of the Mountainous Crimea based upon generalizations of our own results and analysis of published and unpublished data were specified.

Key words: Mesozoic, Tithonian stage, stratigraphy, Mountainous Crimea.

Введение. Несмотря на долгую историю геологического изучения (с XVIII в.) и обилие фактического материала о составе, строении, возрасте и условиях формирования отложений титонского яруса Горного Крыма, нет общепринятой концепции о его характеристике и генезисе. Это обусловлено тектоническими дислокациями, нарушающими первичные пространственные соотношения стратоноров, а в некоторых местах — бедностью палеонтологических остатков, которые позволили бы точнее определить возраст и условия седиментации этих отложений. Последнее обстоятельство крайне важно для уточнения схемы свитного деления отложений Горного Крыма (в частности, стратиграфического положения и диапозона свит).

Методика работ включала: 1) сбор, анализ и систематизацию фондовых, архивных и опубликованных материалов; 2) полевые наблюдения; 3) лабораторные исследования; 4) камеральные работы.

Сбор, анализ и систематизация фондовых, архивных и опубликованных материалов заключались в анализе результатов работ предшественников.

В рамках полевых наблюдений на Бабуган-Яйле описаны 22 точки наблюдения с замером элементов залегания и отбором проб. Анализ нанопланктона выполнен для 8 проб, отобранных на г. Северная Демерджи из разновозрастных отложений. Полевые наблюдения выполнены Е.А. Бакай, А.В. Сергиенко, Т.А. Коноваловой и другими под руководством Р.Р. Габдуллина при технической помощи Н.В. Бадулиной.

Лабораторные работы включали петрографическое исследование 18 шлифов, микрофаунистический анализ (нанопланктон) 8 образцов из разновозрастных образований (г. Северная Демерджи), определение концентрации нерастворимого остатка и состава породообразующих минералов карбонатных пород (газоволюметрический метод) в 22 образцах.

Шлифы изготовлены и описаны на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Петрографическое исследование горных пород в шлифах выполнено по стандартной методике [Фролов, 1992] Е.В. Карповой и М.А. Варзановой (МГУ). Растворение карбонатных пород для определения концентрации нерастворимого остат-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, доцент, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* mosgorsun@rambler.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ст. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* nvbadulina@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих полезных ископаемых, ст. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* bakay_lena@inbox.ru

⁴ Геологический институт РАН, лаборатория микропалеонтологии, вед. науч. с., канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* katuniash@gmail.com

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии, доцент, канд. геол.-минерал. н.; *e-mail:* karpoff_2002@mail.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант; *e-mail:* maria.varzanova@yandex.ru

⁷ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант; *e-mail:* sergienko.andrey94@yandex.ru

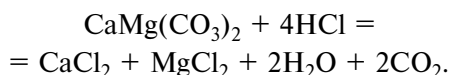
⁸ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант; *e-mail:* konovalova777333@mail.ru

⁹ Лабораторные исследования поддержаны грантом РФФИ (проекты №15-05-03004, 15-05-04099).

ка проведено в уксусной кислоте по стандартной методике [Анализ..., 1969] на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова (аналитик М.А. Варзанова).

Газоволюметрический метод. Под карбонатностью пород понимается содержание в них солей угольной кислоты: кальцита CaCO_3 , доломита $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, соды Na_2CO_3 , поташа K_2CO_3 , сидерита FeCO_3 и др. При определении карбонатности подсчеты относят к массе CaCO_3 , так как кальцит наиболее распространен в породах и составляет основную часть перечисленных карбонатов.

Из различных методов определения карбонатности при анализе образцов наиболее распространен газоволюметрический, основанный на химическом разложении солей угольной кислоты под действием соляной кислоты и измерении объема углекислого газа, образовавшегося в результате реакций:



Для отдельного определения кальцита и доломита использовали прибор «Карбонатометр КМ-04». Принцип работы карбонатометра заключается в следующем. Измельченный образец горной породы (размер частиц $\leq 0,1$ мм) массой до 1000 мг помещают в съемный стакан реакционной камеры, плотно скручивают его с крышкой и с помощью поршневого дозатора подают в камеру разбавленную в соотношении 1:6 соляную кислоту. При впрыске раствора в реакционной камере происходит сжатие воздуха, что приводит к быстрому изменению давления (примерно на $0,17$ кг/см²), и срабатывает автоматический запуск процесса измерения, который начинается с включения привода магнитной мешалки.

В процессе перемешивания за счет взаимодействия карбонатных веществ с соляной кислотой происходит выделение двуокси углерода и увеличение давления в реакционной камере пропорционально количеству образовавшегося газа. Изменение избыточного давления контролируется датчиком и отображается на цифровом индикаторе панели блока управления и на мониторе компьютера. Различие в скорости протекания реакции взаимодействия соляной кислоты чистого кальцита и кальцита и доломита в пробе позволяет по измеренным значениям давления автоматически определить содержание карбонатных веществ в образце. Контроль температуры позволяет ввести в программу обработки данных измерений поправки на изменение давления в реакционной камере, связанные с влиянием температуры (аналитик Е.А. Бакай (МГУ), техническая помощь — М.А. Варзанова).

Препараты для изучения нанопланктона изготовлены по стандартной методике [Bown, Young, 1998] из необработанной породы: измельченную породу наносили на покровное стекло и растирали в капле спирта до получения однородного распределения по поверхности стекла, после чего покровное стекло фиксировали с использованием оптического клея Norland Optic Adhesive 60. Изучение препаратов после их высыхания проводилось под микроскопом «Olympus BX-41» (аналитик Е.А. Щербинина, ГИН РАН).

На стадии камеральных работ Р.Р. Габдуллин и Н.В. Бадулина (МГУ) ознакомились с коллекциями каменного материала по территории исследований (листы L-36-XXIX, L-36-XXX, L-36-XXXIV, L-37-XXXV), интерполировали данные аналитических исследований, и выполнили комплексную интерпретацию геологических и литолого-химических данных.

Характеристика отложений. Беденекирская свита обнажается на плато и вдоль северного склона Ай-Петри, Долгоруковской яйлы и Караби-яйлы. Свита была выделена В.Ф. Пчелинцевым в 1962 г. Стратотип свиты — разрез одноименной горы на западе массива Ай-Петри. Отложения свиты представлены переслаиванием известняков серых, желтых, с прослойками мергелей, алевролитов и глин, что придает образованиям свиты цикличное строение [Фіколіна и др., 2008; Анфимова, 2015]. Пластовая цикличность хорошо подчеркнута профилем выветривания. Эти образования согласно залегают на породах ялтинской свиты (нижний и средний титон) или, в некоторых местах, несогласно на размытой поверхности яйлинской свиты (северный склон Главной гряды). В пределах горных массивов Ай-Петри, Караби-яйлы и Долгоруковской яйлы они формируют плато, а на их северных склонах несогласно перекрыты комплексом нижнемеловых пород [там же].

По нашим наблюдениям, азимут падения (АЗ ПД) составляет $253\text{--}300^\circ$ (обычно около $260\text{--}270^\circ$), а угол падения (\angle) $45\text{--}84^\circ$ (обычно около $40\text{--}50^\circ$) (табл. 1). Породы свиты местами тектонически дислоцированы, о чем свидетельствует смена элементов залегания (азимута и угла падения или угла падения) и появляющаяся в этих местах трещиноватость. Нетипичные элементы залегания характеризуются следующими величинами: АЗ ПД $37\text{--}45^\circ$ (обычно около 40°), \angle $21\text{--}30^\circ$ (обычно около $22\text{--}25^\circ$) (табл. 1).

В нижней части стратотипического разреза на плато Ай-Петри преобладают органогенно-обломочные и пелитоморфные известняки (мощность пластов может достигать $15\text{--}20$ м) с подчиненными прослоями мергелей (до 1 м) и алевролитов ($0,2$ м). В верхней части разреза мощность (и доля) слоев мергелей и алевролитов увеличивается до 3 и $0,6$ м соответственно. Отложения свиты фашиально изменчивы. Так, на-

Таблица 1

Сравнительная характеристика элементов залегания пород беднекирской свиты

Номер точки	Азимут падения, град.	Угол падения, град.	Элементы залегания трещиноватости
3000	300	56	Взаимноперпендикулярные трещины АЗ ПД 220, $\angle 90$ и АЗ ПД 295, $\angle 4$
3001	296	52	—
3002	290	45	—
3003	286	50	—
3004	301	48	Система трещин, АЗ ПД 286, $\angle 6$
3005	40	25	—
3006	289	47	—
3007	275	42	—
3008	280	48	—
3009	44	22	Система трещин, АЗ ПД 256, $\angle 92$
3010	290	50	—
3011	284	46	—
3012	43	21	—
3013	290	51	—
3014	38	22	—
3015	45	30	—
3016	37	24	—
3017	283	84	Система трещин, АЗ ПД 283 $\angle 84$
3018	253	45	Система трещин, АЗ ПД 274 $\angle 92$
3019	270	60	Взаимноперпендикулярные трещины АЗ ПД 220, $\angle 91$ и АЗ ПД 295, $\angle 5$
3020	261	48	—
3021	254	57	—
3022	260	63	—
3023	261	60	—
3024	270	62	Система трещин, АЗ ПД 264, $\angle 78$

Примечание. Полужирным курсивом выделены значения, отличающиеся от основного массива данных и отвечающие зонам дислокаций.

пример, на северном склоне Главной гряды, на г. Басман-Кермен, в преимущественно карбонатном разрезе, представленном мелкозернистыми, пелитоморфными, обломочными известняками, иногда брекчиевидными, появляются пласты терригенных пород — песчаников, конгломератов и глин. Мощность песчаников мелкозернистых серых, темно-серых, полимиктовых достигает 4,5 м, а глин — не более 1 м, конгломератов (в основном состоящих из обломков карбонатных пород) — до 10 м. Мощность разреза свиты в стратотипическом разрезе 100,8 м [Фіколіна и др., 2008].

Свита, по нашим представлениям, отвечает большей части толщи VI (верхний титон) разреза г. Северная Демерджи [Рудько, 2014]. Мощность свиты сильноизменчива: в районе Большого каньо-

на она составляет 200–250 м, на г. Беденекир — 400–450 м, на г. Басман-Кермен — 100–150 м, максимальная мощность на Караби-яйле — 500–800 м [Фіколіна и др., 2008]. Таким образом, мощность значительно варьирует в диапазоне 100–800 м.

Пластовая цикличность, как правило, представлена чередованием пелитоморфных и/или органогенно-обломочных и брекчиевидных известняков с подчиненными прослоями песчаных разностей известняков и мергелей (или терригенных пород — песчаников, глин и конгломератов) или переслаиванием относительно более и менее карбонатных пород. В строении свиты установлены вариации эвстатического уровня океана, а именно циклы обмеления 3-го порядка [Рудько, 2014].

В свите в стратотипическом разрезе найдены брахиоподы *Itieria rugifera* Zitt., *Ravillieria tilhaviensis* (Suess.), *Postepithyria biceidensis* (Zlusehn.) и др., кораллы *Cryptocoenia hexapetalia* Dampell, *Thamnasteria globosa* (Og.), *Th. ruchini* Kr., *Th. subgregortii* Kr. и др., гастроподы *Ptygmatis longa* Pchel., *P. caucava* Pchel., *Nerinea urcugteusis* Pchel. [Фіколіна и др., 2008], на г. Басман-Кермен — кораллы *Stylina parvipora* (Ogilvie.), на северном склоне Караби-яйлы — аммониты *Thysanolytoceras* aff. *liebigi* (Opp.), *T. sutile* (Opp.), *Berriassella callisto* (Orb.), *B. chaperi* Pict., *Malbosciceras malbasi* (Pict.), *Haploceras carachtheis* Zeusch.; в разрезе Долгоруковской яйлы (г. Коль-Баир) — гастроподы *Arahimedeia oblonga* Pchel. и *Nerinea jeacjuni* Ram., аммониты *Protetragonites quadrisulatus* (d'Orb.) и др. Таким образом, образования свиты содержат формы, в целом характерные для позднего титона (зона *Virgatosphinctes transitorius*) [Фіколіна и др., 2008]. Возраст свиты принят позднетитонским.

На аэрофото- и космоснимках свита имеет светло-серый фототон. Пластовая цикличность видна на материалах дистанционных исследований. В образованиях беднекирской свиты, представленной карбонатными породами, разрабатываются известняки, например, здесь локализовано крупное Мраморное месторождение.

Область распространения свиты отвечает низким значениям аномалий магнитного поля и высоким значениям аномалий гравитационного поля.

Метаморфизм в ходе наших исследований и по данным предшественников не встречен. Метасоматические преобразования пород представлены доломитизацией известняков. Радиологических определений возраста горных пород свиты нет.

Согласно исследованием предшественников [Фіколіна и др., 2008], возможно выделение следующих литологических типов (литотипов) пород свиты:

1) пелитоморфные известняки, которые сложены мелкозернистым кальцитом.

2) органогенно-обломочные известняки с преобладанием кальцитизованных раковин и их

Таблица 2

Геохимическая характеристика отложений беденекирской свиты, по [Рудько, 2014]

С.П.*, %	Mg, %	Mn, мкг/г	Fe, мкг/г	Sr, мкг/г	Mg/Ca	Mn/Sr	Fe/Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr ²
8,7	0,4	280	2770	563	0,011	0,50	4,9	0,70729

* Силикокластическая примесь.

обломков, имеют микритовый кальцитовый цемент;

3) известняки брекчиеподобные и известняковые брекчии, состоящие из обломков органогенных и пелитоморфных известняков размером от 0,1 до 3–10 см, с глинисто-карбонатным цементом;

4) известняки алевритистые, песчанистые, содержащие до 30% алеврито-псаммитового вещества (представлено кварцем (до 99%) и полевым шпатом);

5) мергели карбонат-хлорит-гидрослюдистые, со значительной примесью кварца;

6) песчаники и алевролиты кварцевого состава на глинисто-карбонатном цементе, обогащенные углифицированными растительными остатками [Фіколіна и др., 2008].

Эти литологические разности пород свиты установлены при полевых наблюдениях. Кроме того, нами впервые выделен новый литотип, представленный доломитом. Доломитизация известняков отмечена при полевом описании, на стадии лабораторно-аналитических исследований она подтверждена данными газовольюметрического метода (косвенно — методом нерастворимого остатка) и при петрографическом исследовании пород в шлифах.

Для одного образца пелитоморфных известняков (с г. Северная Демерджи) есть комплексная геохимическая характеристика [Рудько, 2014] (табл. 2). Видно, что эти известняки (литотип 1) охарактеризованы низкой долей силикокластической примеси (8,7%), или так называемого нерастворимого остатка.

Результаты исследований и их обсуждение. Подводя итог анализу литературных источников, отметим в целом хорошую изученность этих от-

ложений, а также хорошую корреляцию наших оригинальных данных с результатами предшествующих работ. Нами получены новые данные, дополняющие существующие представления о составе пород свиты.

Микрофаунистический анализ. Не менее 15–20 рядов препарата каждого образца были просмотрены для выявления остатков известкового нанопланктона, однако ни одного экземпляра не обнаружено. Полное отсутствие остатков нанопланктона даже плохой сохранности в морских отложениях, заведомо принципиально пригодных для обитания нанопланктона, свидетельствует, по-видимому, не о перекристаллизации отложений (при которой часто сохраняются неопределимые кокколиты наиболее резистентных к перекристаллизации форм), а о неблагоприятных условиях захоронения нанопланктона, скорее всего, не только о мелководности бассейна, но и высокой гидродинамической активности, делающей невозможным осаждение частиц столь мелкой размерности.

Определение концентрации нерастворимого остатка и состава породообразующих минералов карбонатных пород (газовольюметрический метод). Анализируя результаты, отметим хорошую корреляцию данных, полученных двумя разными методами (табл. 3). Минимальные и максимальные значения содержания компонентов близки, что с методической точки зрения позволяет на практике использовать любой из этих методов, хотя газовольюметрический метод точнее и информативнее. Полученные данные в целом хорошо коррелируют с полевыми макроскопическими описаниями (табл. 4) и данными предшественников. Так, в частности, нами отмечены ранее выделенные литологические типы (табл. 4). Отметим низкое

Таблица 3

Сравнительная характеристика результатов определения концентрации компонентов газовольюметрическим методом и методом нерастворимого остатка в отложениях беденекирской свиты

Метод	Компоненты	Содержание, %		
		максимальное	среднее	минимальное
Газовольюметрический	кальцит	100 (т.н. 3009, 3010, 3013)	66,6	0 (т.н. 3001, 3002)
	доломит	40 (т.н. 3001)	2,7	0 (т.н. 3000, 3007, 3008, 3009, 3010, 3011, 3013, 3014, 3018–3022)
	нерастворимый остаток	95,5 (т.н. 3002)	25,7	0 (т.н. 3003, 3005, 3006, 3009, 3010, 3013)
Нерастворимого остатка	карбонат	100 (т.н. 3006, 3009, 3010, 3013)	65,6	0 (т.н. 3002)
	нерастворимый остаток	100 (т.н. 3002)	25,7	0 (т.н. 3006, 3009, 3010, 3013)

Таблица 4

Состав пород беденикирской свиты по данным газоволометрического метода (А), метода нерастворимого остатка (Б) и петрографического исследования пород в шлифах (В)

Номер образца	Литологический состав (по микроскопическому описанию)	Литотип, по [Фіколіна и др., 2008]	Кальцит, %			Доломит, %		Нерастворимый остаток, %		
			А	Б	В	А	В	А	Б	В
3000	Известняк доломитизированный	1	95,4	94	40	0	0	4,6	6	60
3001	Доломит цианобактериально-водорослевый	7*	0	2,5	5	40	50	60	97,5	45
3002	То же	7*	0	0	10	4,5	35	95,5	100	55
3003	Известняк доломитизированный	2	96,9	95,2	20	3,1	5	0	4,8	75
3004	Известняк органогенный	2	-	97,3	40	-	-	-	2,7	60
3005	То же	2	94,8	96,2	30	5,2	0	0	3,8	70
3006	Известняк органогенный	2	99,2	100	50	0,8	1	0	0	49
3007	Известняк доломитизированный	1	77,2	65,5	25	0	10	22,8	34,5	65
3008	Известняк органогенный	2	98,4	97,5	40	0	0	1,6	2,5	60
3009	То же	2	100	100	35	0	1	0	0	60
3010	Известняк	1	100	100	40	0	0	0	0	60
3011	Известняк доломитизированный	1	96,5	94,2	40	0	20	3,5	5,8	40
3013	Известняк	1	100	100	40	0	1	0	0	60
3014	Известняк доломитизированный	1	97,1	95,5	30	0	10	2,9	4,5	60
3017	То же	1	88,4	75,5	20	0	15	11,6	24,5	65
3018	Песчаник	6	39,9	30,1	20	0	5	60,1	69,9	75
3019	То же	6	40,1	21,2	15	0	10	59,9	78,8	75
3020	То же	6	30,3	25,1	20	0	5	69,7	74,9	75
3021	То же	6	35,6	17,2	15	0	5	64,6	82,8	80
3022	То же	6	42,1	5,1	25	0	5	57,9	94,9	70

* Выделен нами впервые.

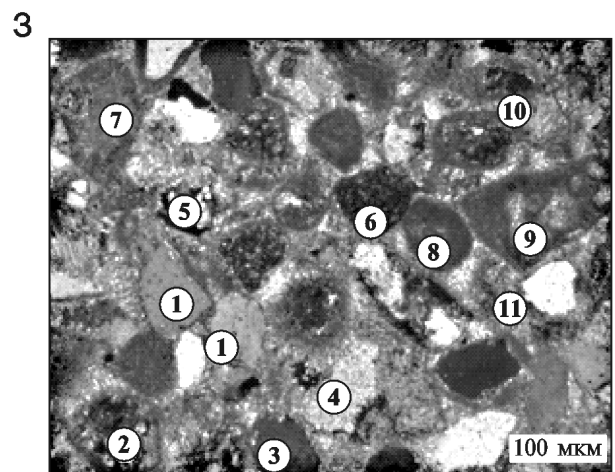
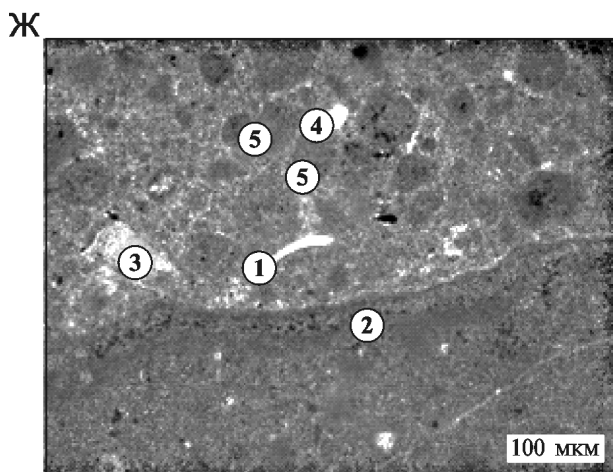
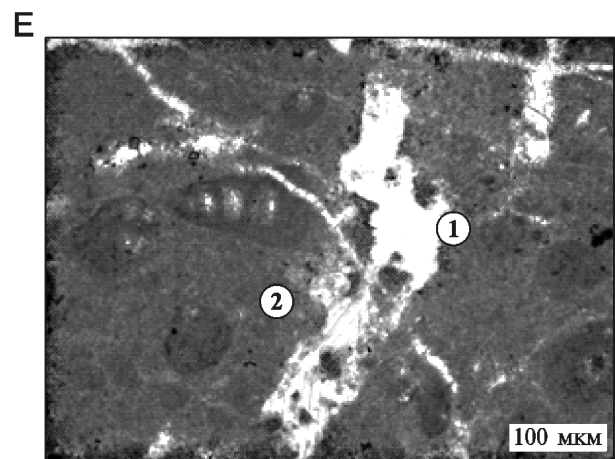
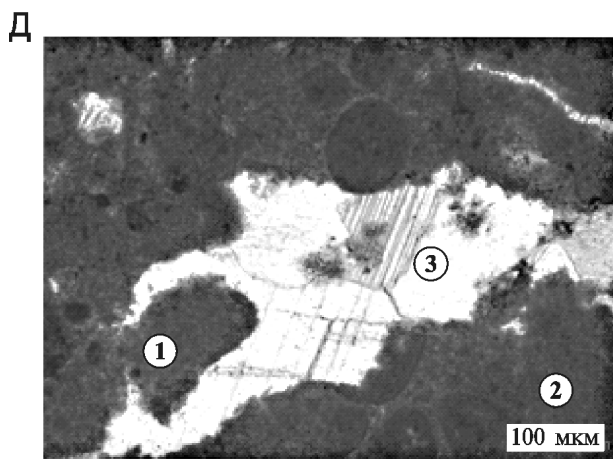
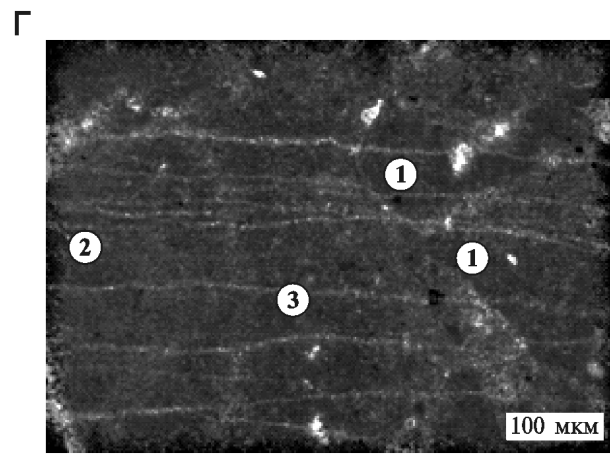
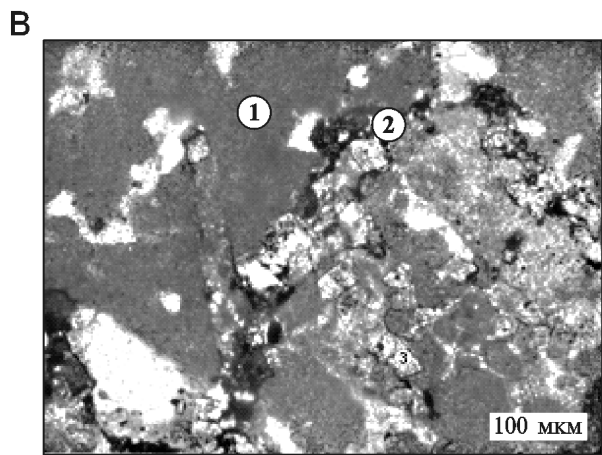
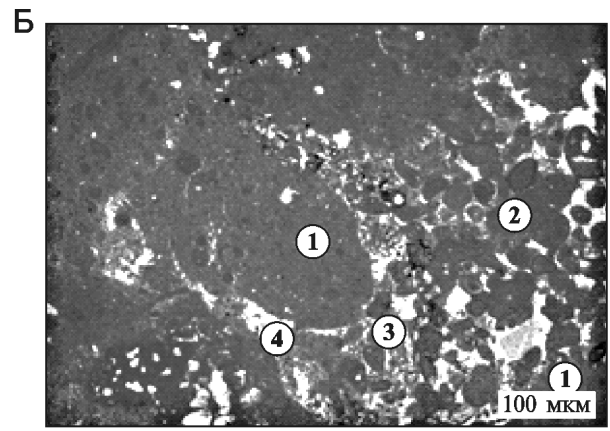
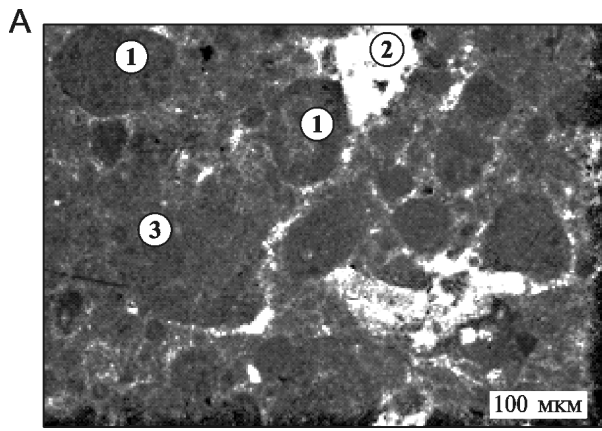
содержание доломита в исследованных образцах (не выше 4,5%), что также подтверждается исследованием микрофауны (см. выше).

В результате петрографического исследования отобранных образцов горных пород Е.В. Карповой и М.А. Варзановой (МГУ) определены следующие литологические типы: доломиты (тип 7); известняки разных структурных типов (1 и 2), в разной степени доломитовые, и песчаники (тип № 6). Приведем краткий обзор полученных и систематизированных нами данных, фото шлифов приведены на рис. 1.

*Доломит сфероагрегатный*¹⁰ (шлиф № 3001) цианобактериально-водорослевый (с участками строматолитовой текстуры), местами сплошной микритовый, с кальцитовым тонко- и мелко (до крупно-) кристаллического выполнением полостей и вторичных микротрещин, неслоистый, количество известковистого материала <5%. По-

Рис. 1. Фото шлифов: А — шлиф № 3001: 1 — сфероагрегаты; 2 — полости и пустоты выщелачивания, залеченные кальцитом и/или доломитом; 3 — участки сплошной микритовой массы; Б — шлиф № 3003: 1 — обломок гравийной размерности, 2 — обломок песчаной размерности, 3 — сфероагрегаты, 4 — кристаллический кальцит в межпоровом пространстве, 5 — обломок криноидеи; В — шлиф № 3003: 1 — основная микритовая масса; 2 — микростилолитовый шов; 3 — кристаллы доломита, подчеркнутые примазками органического вещества; Г — шлиф № 3004: 1 — сфероагрегаты, 2 — сплошная микритовая масса, 3 — трещиноватость; Д — шлиф № 3006: 1 — сфероагрегат; 2 — сплошная микритовая масса; 3 — пустоты, выполненные микрокристаллическим кальцитом; Е — шлиф № 3006: 1 — раковина фораминиферы в цианобактериально-водорослевой пленке, 2 — основная микритовая масса; Ж — шлиф № 3007: 1 — обломок раковины остракод, 2 — водорослевая корка, 3 — обломок криноидеи, 4 — обломок кварца, 5 — сфероагрегаты; З — шлиф № 3018: 1 — зерна кварца, 2 — кремь, 3 — обломок алевrolита, 4 — обломок гранитоида, 5 — плагиоклаз, 6 — обломок эффузива, 7 — сплошная микритовая масса, 8 — комок цианобактериально-водорослевый, 9 — фауна, 10 — цианобактериально-водорослевая пленка облекания обломков, 11 — поровый кальцит

¹⁰ Описание породы в шлифе не соответствует результату химического анализа, что можно объяснить распространением в породе тонкодисперсной глинистой примеси, которая «маскируется» под карбонатное вещество и, вероятно, преобладает в породе (около 60%).



рода состоит из микритовых комков и сгустков с участками микрояснокристаллического строения внутри (или без них), с нечеткими, размытыми контурами, часто сливающимися с обильными участками сплошного микритового доломита. Цианобактериально-водорослевые сообщества представлены корочками, каналцами и слоевищами, состоящими из отдельных нитей и их скоплений. Форма слоевищ шаровидная, трубчатая, редко кустистая. Отмечены редкие участки ламинито-полосчатого строения. Встречаются единичные зерна кварца мелко-тонкопесчаной размерности и единичные раковины фораминифер с микритизированной стенкой. Формируются такие породы в условиях замкнутой платформы (по поясам стандартных фаций Уилсона) на участках с невысоким гидродинамическим режимом. Доломитизация первично осажденного известкового материала происходила практически сингенетично благодаря бактериально-водорослевым сообществам, создававшим определенную геохимическую среду, которая способствовала садке магнезиальных соединений. Этот литотип в отложениях свиты ранее [Фіколіна и др., 2008] не отмечался.

Известняк доломитистый (10–15%), тип 1, по [Фіколіна и др., 2008] (шлиф № 3007). Прослеживаются сфероагрегатные (микритовые комки и сгустки размером от 0,03 до 0,5 мм), сплошные микритовые участки, единичные микритизированные раковины фораминифер; выполнение пустот и вторичных трещин яснокристаллическое кальцитовое. Породы неслоистые. Отмечены микростилолитовые швы, подчеркнутые органическим веществом, с амплитудой до 2 мм. Доломитизация (10–15%) приурочена как к микритовой составляющей в виде микрозернистой массы, сингенетично замещающей кальцитовую, так и к зонам стилолитов. Здесь доломитизация проявлена в виде идиоморфных монокристаллов тонкопесчаной размерности и их скоплений, образованных на стадии катагенеза. Доломиты прослеживаются и при заполнении пустот. Обстановки осадконакопления остаются прежними.

Известняк, тип 2, по [Фіколіна и др., 2008] (шлифы № 3003, 3004, 3006). В шлифах известняки обломочные, интракластовые, от среднекрупнопесчаных до гравийно-дресвяных, среднесортированные, неслоистые. Структура обломков, как и вмещающей межкомпонентной массы, сфероагрегатная, иногда сплошная микритовая. Сфероагрегаты представлены микритовыми комками и сгустками округлой и эллипсовидной формы размером от 0,05 до 0,4 мм, с размытыми контурами, часто сливающимися со сплошной микритовой массой. В межкомпонентном пространстве (помимо сфероагрегатов и микритовой массы) прослеживаются фрагменты цианобактериально-водорослевых сообществ, а также единичные микритизированные раковины фораминифер, об-

ломки скелетов криноидей и остракод. Форменные элементы цементированы мелко-среднезернистым кальцитом или микро-яснокристаллической доломитизированной известковой массой. В породе наблюдаются микростилолитовые швы, подчеркнутые концентрацией органического вещества (ОВ), с амплитудой до 3 мм, к которым приурочены монокристаллы вторичного доломита (5%) тонкозернистой размерности, с примазками ОВ по краям кристаллов. Порода разбита системой вторичных разнонаправленных пересекающихся трещин, выполненных микрояснозернистым кальцитом. В генезисе этого литотипа при сохранении в целом той же обстановки формирования прослеживается усиление гидродинамического режима, приведшее к дезинтеграции полуозатвердевшего ила и осадению его уже в виде обломков (без существенного переноса).

Песчаник, тип 6 (шлиф № 3018) тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, неслоистый, мезомиктовый, состоит из угловатокатанных зерен кварца (60%), полевого шпата (15%), литокластов (15%) (кварцитов, эффузивов, алевритов и кремней) с примесью кальцитовых сфероагрегатов (10%), единичных обломков раковин и слоевищ водорослевого генезиса. Многие компоненты породы находятся в бактериальной микритовой пленке. Цемент поровый (15–20%), кальцитовый тонкокристаллический. Формирование породы происходило в условиях морского мелководья с преобладающим волновым фактором.

Условия формирования. Комплекс ископаемой фауны, который включает фораминиферы, кораллы, моллюски, брахиоподы и криноидеи, характеризует мелководно-морской бассейн с нормальной соленостью, глубиной несколько десятков метров и температурой воды выше 20 °С (по наличию кораллов) и активной гидродинамикой (зона высокой волновой энергии). Это также подтверждается данными анализа микрофауны и частично результатами петрографического исследования пород в шлифах. В частности, разделены и уточнены гидродинамические условия мелководно-морской обстановки.

Выделены: 1) условия активной волновой энергии (песчаники, литотип 6); 2) карбонатная платформа в целом со спокойным гидродинамическим режимом, но периодически с его усилением и перемывом осадков дна (обломочный известняк); 3) карбонатная платформа, участки со спокойным гидродинамическим режимом (микритовый, доломитизированный известняк и цианобактериально-водорослевый доломит). Перечисленные выше обстановки свидетельствуют об эвстатических вариациях. В частности, в шлифах отмечены как относительно глубоководные формы (например, криноидеи и фораминиферы), так и сравнительно мелководные — цианобактерии

(строматолиты) и остракоды. В обнажении наблюдается элементарная пластовая цикличность, представленная переслаиванием пород с большей и меньшей карбонатностью.

По данным предшественников [Рудько, 2014], в разрезе установлены эвстатические циклы 2- и 3-го порядков, а скорость седиментации отложений свиты на примере известняков плато Демерджи определена в пределах 0,23–0,28 м/1000 лет.

Наличие остракод, помимо крайней мелководности, может свидетельствовать и о вариациях солености бассейна (опреснение или осолонение). В большинстве случаев остракоды характеризуют солоноватоводные бассейны, в которых соленость составляет 0,5–15‰ (правда, если они встречены в породе в значительном количестве). Присутствие доломитизированных известняков и доломитов могло бы указывать на повышенную соленость, но по результатам изучения пород в шлифах доломитизация связана с изменением химического состава окружающей среды бактериальными сообществами (сингенетическая) и позднее с заполнением каверн и околотрещинных ареолов (катагенетическая).

Изученный нами интервал разреза мощностью 532 м не охватывает всю видимую мощность выходов беденекирской свиты на Бабуган-яйле, но отметим, что полученные значения мощности, на наш взгляд, завышены вследствие наличия не менее четырех тектонических дислокаций (типа послойных срывов, надвигов) в районе точек наблюдения 3005, 3009, 3012 и 3014–3016. Иными

словами, можно говорить о повторении одного и того же (или разных частей) разреза свиты не менее четырех раз. По нашим оценкам, изученный нами фрагмент разреза свиты имел первоначальную мощность около 130–150 м. Определение первоначальной мощности требует дополнительных исследований.

Поэтому было бы некорректно реконструировать геологическую историю всего времени формирования осадков свиты. Тем не менее отмечена смена литологического состава пород и вариации ряда изученных параметров по разрезу. Нижняя часть разреза (образцы 3021, 3019, 3018, 3022, 3020), представленная чередованием песчаников и известняков мощностью 125 м, отвечает трансгрессивной обстановке (системе трактов). Средняя часть разреза (образцы 3017–3006), охарактеризованная чередованием известняков и мергелей, мощностью 266 м отвечает обстановке высокого уровня стояния и стабилизированному уровню воды в бассейне (первая половина тракта высокого стояния). Верхняя часть разреза, выполненная чередованием доломитов, доломитизированных известняков и известняков (образцы 3005–3000), мощностью 141 м отвечает регрессивной обстановке мелеющего бассейна (вторая половина тракта высокого стояния).

Установлены циклы флуктуаций содержания кальцита и нерастворимого остатка по данным газоволюметрического метода и метода нерастворимого остатка (рис. 2), что в большей степени можно объяснить эвстатическими вариациями.

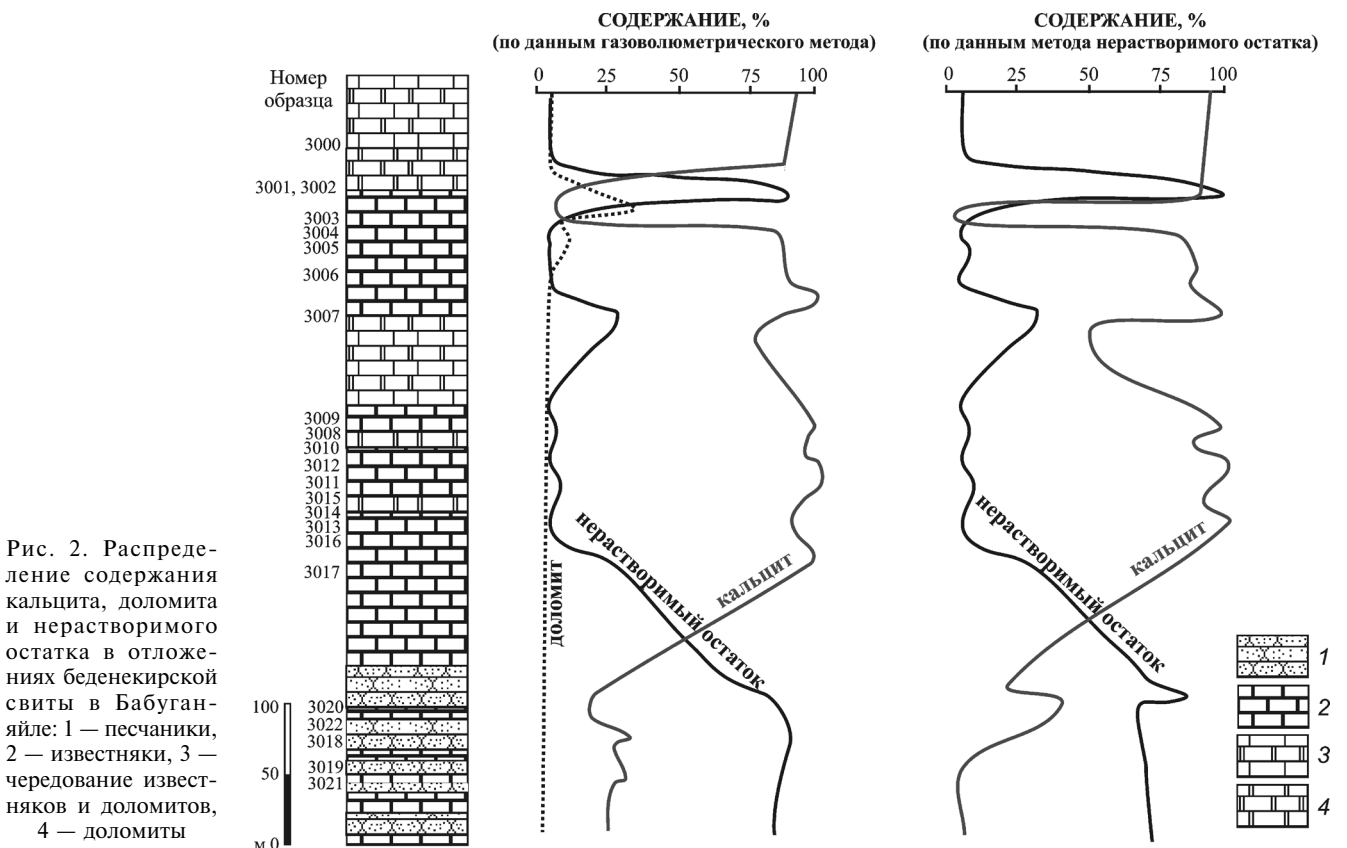


Рис. 2. Распределение содержания кальцита, доломита и нерастворимого остатка в отложениях беденекирской свиты в Бабуган-яйле: 1 — песчаники, 2 — известняки, 3 — чередование известняков и доломитов, 4 — доломиты

В геологической истории исследуемого региона ранее [Рудько, 2014] были выделены следующие этапы. В интервале с кимериджа по ранний титон, предшествующем формированию осадков беденекирской свиты (время формирования осадков ялтинской свиты), в условиях «быстрого прогибания бассейна и общей трансгрессии происходило формирование обширной карбонатной платформы в виде ступенчатого рампа» [там же, с. 23]. Затем, с позднего титона по берриас, в условиях «разнонаправленных тектонических движений и относительной регрессии» позднего титона (время формирования беденекирской свиты) имело место «изменение конфигурации платформы (превращение из ступенчатой в окаймленную) и формирование дельт гильбертова типа» (дельты, в которых фронтальная часть наносов заметно (до 35°) наклонена и образует ярко выраженные клиноформные тела) [там же, с. 23]. Также происходило «обмеление глубоководных частей бассейна, и формирование брекчий с разрушением части платформы на пике регрессии» [там же, с. 23].

Заключение. В результате исследования фрагмента разреза беденекирской свиты дана ее уточненная и дополненная характеристика, хорошо коррелирующая с результатами предшествующих работ. Шесть литотипов, характеризующих отложения свиты, дополнены седьмым — доломитом. Лабораторными методами подтверждена установленная на стадии полевых исследований доломитизация известняков. Определена природа доломитизации — сингенетическая и катагенетическая. Анализ распределения элементов залегания стратонев показал тектоническую дислоцирован-

ность толщи. Зоны дислокаций не коррелируют с доломитизацией толщи.

Дополнена палеонтологическая характеристика свиты цианобактериальными сообществами, остракодами и криноидеями, выделены обстановки с разной гидродинамической энергией (обстановка активной волновой энергии; карбонатная платформа в целом с невысоким гидродинамическим режимом, но с его периодическим усилением и перемывом осадков дна, а также карбонатная платформа и участки со слабым гидродинамическим режимом). В изученном разрезе установлены эвстатические вариации и выделены системные тракты. Эвстатические вариации во многом определялись тектоническим фактором.

В начале беденекирского времени (ранний титон) существовала карбонатная платформа типа ступенчатого рампа, в позднем титоне конфигурация бассейна изменилась в пользу окаймленной платформы, а в самом конце беденекирского времени (конец титона) возникла дельта гильбертового типа.

Палеогеографическая обстановка формирования осадков свиты характеризовалась в целом нормальной соленостью (иногда с вариациями в пользу увеличения солености морских вод), тепловодностью (температура выше 20 °С) и в целом активными гидродинамическими условиями (иногда с их уменьшением).

Методологически установлена хорошая корреляция между результатами, полученными с помощью газовольметрического метода и метода нерастворимого остатка. Исследование пород в шлифах позволило дополнить и уточнить результаты, полученные другими методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анфимова Г.В. Состояние изученности и проблемы исследования стратотипов юры Горного Крыма // Вісн. Харківського національного університету. Сер. Геологія. Географія. Екологія. 2015. № 1157, вип. 42. С. 11–19.

Рудько С.В. Литология проградационных структур в верхнеюрских-нижнемеловых отложениях Горного Крыма: Автореф. канд. дисс. М., 2014.

Фіколіна Л.А., Білокрис О.О., Обшарська Н.О. и др. Державна геологічна карта України. Масштаб 1: 200 000.

Кримська серія. Аркуші L-36-XXIX (Сімферополь), L-36-XXXV (Ялта). Пояснювальна записка. Київ: Державна геологічна служба, Казенне підприємство «Південнегеоцентр», УкрДГПІ, 2008.

Фролов В.Т. Литология. Кн. 1: Учебное пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. 336 с.

Поступила в редакцию
09.11.2016