

УДК 552.54:551.8(234.86)

Е.Ю. Барабошкин¹, Е.Е. Барабошкин²**СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ АЛЬБСКОГО КАМЕННОГО ДНА В РАЙОНЕ С. ЧЕРНОРЕЧЬЕ (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)³**

Изучены условия и история образования уникального геологического объекта — альбского каменного дна на поверхности верхнеюрских известняков в районе с. Черноречье (Юго-Западный Крым). Каменное дно покрыто сверлениями двустворок-камнеточцев, которые отнесены к разным ихновидам *Gastrochaenolites*: *G. aff. anauchen* [Wilson, Palmer, 1998], *G. cf. torpedo* [Kelly, Bromley, 1984], *G. lapidicus* [Kelly, Bromley, 1984], *G. isp.*, а также к *Trypanites isp.* Оценена средняя величина биоэрозии, составившая 0,0068 м³ для площади 1 м².

Ключевые слова: каменное дно, альб, биоэрозия, двустворки, сверления, седиментология, *Gastrochaenolites*, *Trypanites*, Крым, с. Черноречье.

The conditions and history of sedimentation of unique geological locality — Albian rockground on the surface of Tithonian limestones have been studied in Chernorechie Village region. The rockground is covered by borings of boring bivalves, which were referred to different ichnospecies of *Gastrochaenolites*: *G. aff. anauchen* [Wilson, Palmer, 1998], *G. cf. torpedo* [Kelly, Bromley, 1984], *G. lapidicus* [Kelly, Bromley, 1984], *G. isp.*, and to *Trypanites isp.* The moderate intensity of bioerosion was estimated as 0,0068 m³ for area 1 m².

Key words: rockground, Albian, bioerosion, bivalves, borings, sedimentology, *Gastrochaenolites*, *Trypanites*, Crimea, Chernorechie Village.

Введение. Каменное дно (рокграунд) — поверхность перерыва, возникшая на полностью литифицированных породах посредством механической и биологической эрозии и биоинкрустации. Подобные поверхности покрывают породы первой гряды Крымских гор во многих местах [Барабошкин, 2001; Барабошкин и др., 2002]. Одна из наиболее хорошо сохранившихся поверхностей такого типа — альбское каменное дно в районе с. Черноречье (рис. 1), она кратко описана В.М. Цейслером [1958], Р.Ф. Геккером и Е.А. Успенской [1966], с тех пор исследование этого уникального геологического объекта не проводилось.

В 2013 г. это каменное дно посещали авторы статьи совместно с Д.А. Мамонтовым, И.В. Панченко, В.С. Исаевым (МГУ) и А.В. Исаевой, участвовавшими в сборе материалов. Поверхность с многочисленными сверлениями экспонируется на площадке длиной около 200 м и шириной от 11 до 42 м (рис. 2, а) вдоль обочины проселочной дороги между селами Черноречье и Родное, а также в полотне дороги, на вершине обрыва в правом борту р. Черная. Площадка сложена титонскими известняками и перекрыта верхнеальбскими песчаниками и гравелитами. Сверления в каменном дне также выполнены песчаниками (рис. 2, г), но значительная часть из них отпрепарирована в естественных условиях (рис. 2, б).

Методы исследований. Для определения ихнотаксонов из наиболее хорошо сохранившихся сверлений были изготовлены слепки из точного поливинилсилоксанового (А-Силиконовый) слепочного материала высокой вязкости (Detaseal hydroflow putty = Детасил-База). Полученные слепки сфотографированы фотоаппаратом «Sony DSLR-A580» с объективом для макро-съемки.

Для исследования плотности сверлений (величины биоэрозии) размечено 5 площадок площадью 1 м² с максимальным числом сверлений (таблица); сделаны их детальные фото для дальнейшего дешифрирования и подсчета числа сверлений.

Литология исверленных и перекрывающих пород изучена в 7 шлифах, изготовленных в шлифовальной лаборатории геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова по стандартной методике. Шлифы исследованы и сфотографированы с использованием микроскопа «Carl Zeiss AxioLab A1» и камеры «AxioCam ICs 5». При описании терригенных пород использована классификация Аддена—Уэнтурта [Лидер, 1986], а карбонатных пород — модифицированная классификация Р. Данема [Flügel, 2010].

Результаты исследований и их обсуждение. *Стратиграфическое положение каменного дна.* В предальбский этап развития в Юго-Западном Крыму сформировались крупные эрозионные формы рельефа, которые

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, профессор, докт. геол.-минерал. н.; e-mail: barabosh@geol.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, студент; e-mail: baraboshkin_zhen@mail.ru

³ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-05-00745а).

Координаты площадок, плотность сверлений и величина биоэрозии

Номер площадки	Координаты	Число сверлений	$S, \text{ м}^2$	$V, \text{ м}^3$
1	N 44° 32'21,102", E 33° 42'14,255"	540	0,15	0,0075
2	N 44° 32'21,102", E 33° 42'13,661"	767	0,21	0,0105
3	N 44° 32'21,185", E 33° 42'13,187"	183	0,09	0,0045
4	N 44° 32'21,321", E 33° 42'12,873"	262	0,1	0,005
5	N 44° 32'21,137", E 33° 42'11,123"	627	0,13	0,0065
Среднее значение на площадке 1 м ²		476	0,136	0,0068
Среднее значение на площадке 200×20 м		1 904 000	544	27,2

особенно четко видны в местах, где альбские песчаники залегают на известняках кимериджа—титона и берриаса. В районе сел Родное, Терновка и Черноречье наблюдается облекание альбскими отложениями крупных массивов кимеридж-титонских известняков [Муратов, 1960; Геология СССР, 1969] байдарской серии [Бискэ, 1997]. К их контакту и приурочен страти-

графический перерыв, обычно выраженный поверхностью каменного дна (рис. 3).

Титонский возраст известняков определен по находкам гастропод и брахиопод [Геология СССР, 1969], а их мощность превышает 500 м [Бискэ, 1997]. Возраст глауконит-кварцевых песчаников установлен по присутствию многочисленных *Aucellina gryphaeoides* [Цейслер, 1958], указывающих на зоны *rostratum*—*perinflatum* верхнего альба. Кроме того, у с. Терновка в средней части той же толщи песчаников (25–30 м) в 2000 г. нами найден *Mortoniceras (Durnovarites) cf. perinflatum* — вид-индекс одноименной зоны верхнего альба [Барабошкин, 2001]. Поскольку сверления в каменном дне выполнены аналогичными песчаниками, то возраст их заполнения можно определить как позднеальбский.

Строение разреза и положение каменного дна. Склоны гор в месте выхода каменного дна поросли густым лесом, поэтому мы смогли описать лишь небольшой фрагмент разреза, непосредственно характеризующий каменное дно и примерно 1 м вышележащих песчаников (рис. 4).

Титонские известняки, в кровле которых расположено каменное дно, изучались как в автохтонных породах, так и в гальках карбонатов из заполнения сверлений и базального горизонта альба. Известняки представлены коралловыми и губковым (?) фреймстоунами и грейн-рудстоунами (рис. 5) видимой мощностью несколько десятков метров.

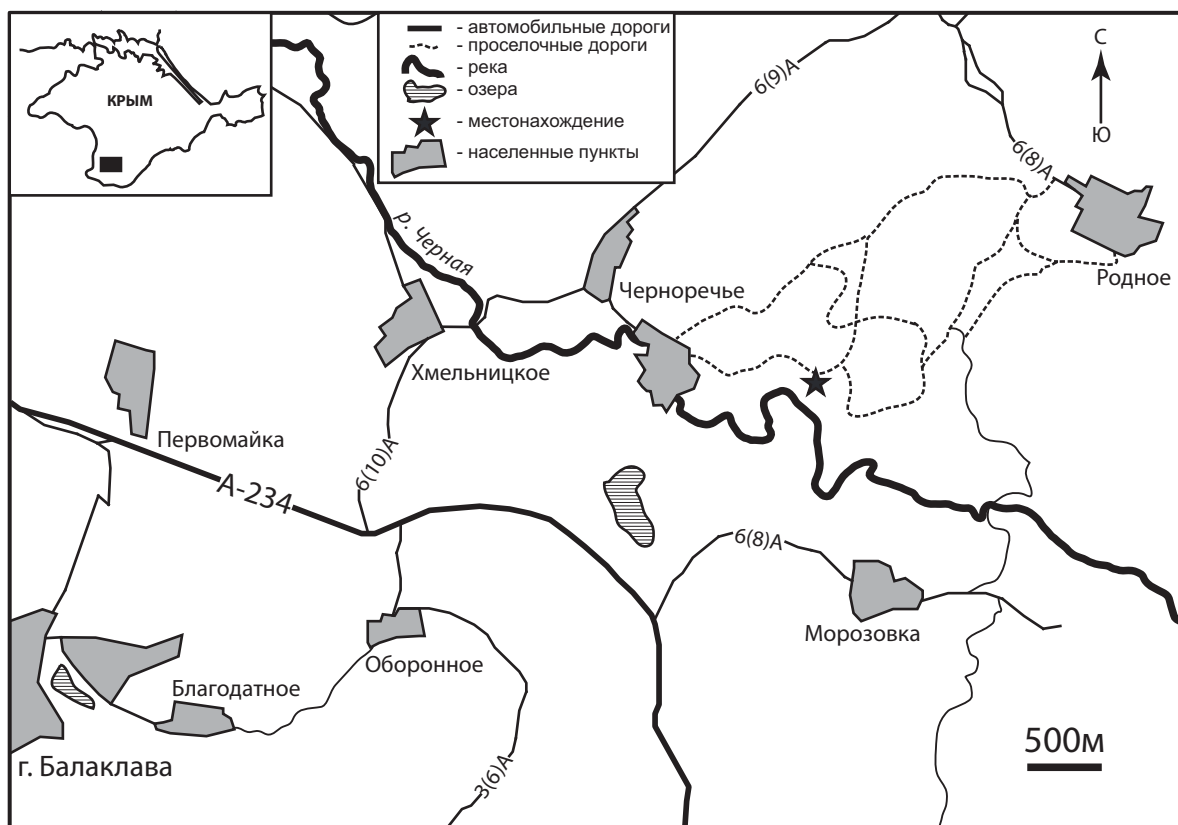


Рис. 1. Схема расположения каменного дна

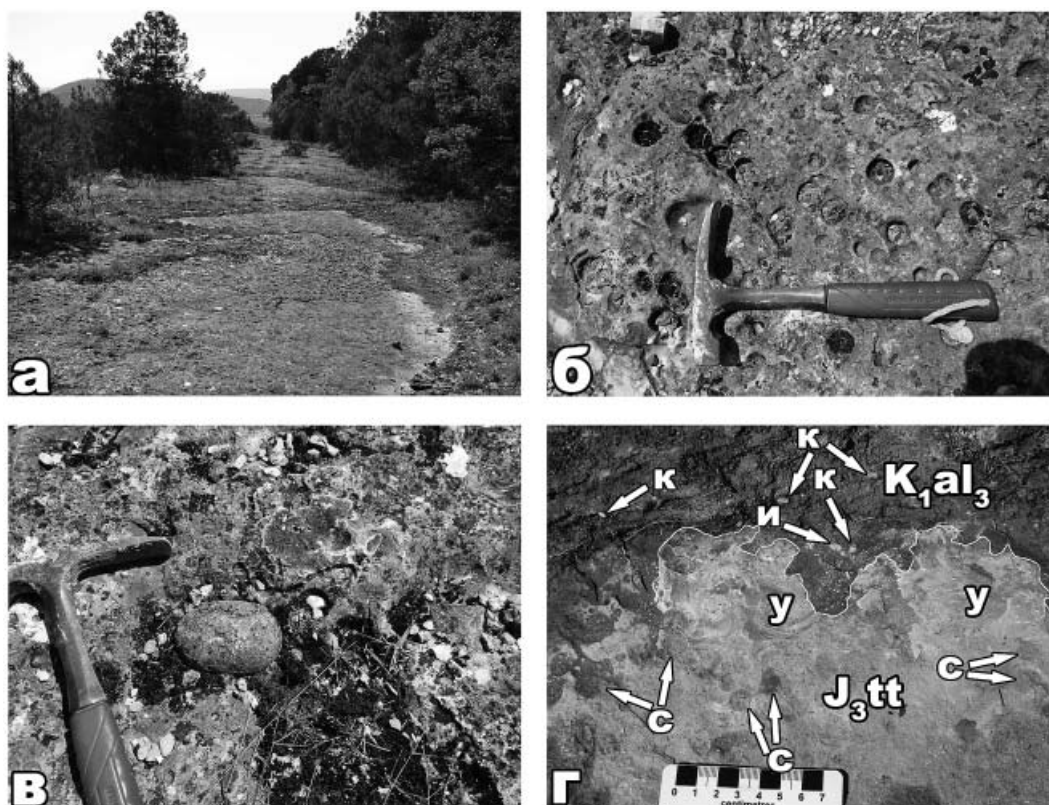


Рис. 2. Детали строения разреза: а — общий вид поверхности каменного дна; б — отпрепарированные сверления двустворок-камнеточцев. Разная глубина норок свидетельствует о разной величине эрозионного среза; в — хорошо окатанная галька известняков на поверхности каменного дна; г — поверхность каменного дна со сверлениями (с), которые заполнены песчаниками, приросшими устрицами (у), и перекрытая глауконит-кварцевыми песчаниками с кварцевой (к) и известняковой (и) галькой

Поверхность известняков, как уже отмечалось, покрыта сверлениями с разной глубиной (рис. 2, б). Максимальная наблюдавшаяся нами глубина составляет ~10 см, но отмечено значительное количество более мелких норок. Кроме того, большинство сверлений было эрозионно срезано во время альбской трансгрессии. Достаточно часто наблюдается основание очень крупных сверлений, 99% высоты которых эродировано. Это говорит о том, что первичный облик каменного дна был существенно изменен при углублении бассейна.

В шлифе Кр-5 (рис. 5, а, б) видна краевая часть альбского сверления *Gastrochaenolites* в титонском известняке. Известняк представлен перекристаллизованным коралловым фреймстоуном с мозаичным цементом замещения; размер кристаллов 0,01–0,2 мм, по данным [Flügel, 2010], породу можно отнести к стандартной микрофации (СМФ) 7.

Сверление *Gastrochaenolites* выполнено известковым разномерным кварц-глауконитовым песчаником с примесью гравия. Зерна плохо сортированы; в обломках присутствуют кварц (30%), преобладающая фракция 0,2 мм (60%); биокластовые и микритовые известняки фракции 0,5–1,2 мм (37%), а также единичные переотложенные онкоиды (2,8 мм); эффузивы (10%), кварциты (5%); отмечены зерна глауконита (3%) и слюда (2%). Цемент базальный. На фото (рис. 5, б) хорошо видно, что стенка *Gastrochaenolites* нарушена

более поздним сверлением *Trypanites* *isp.*, что свидетельствует о многостадийности формирования каменного дна. Вторичные сверления *Trypanites* зафиксированы и на слепках норок *Gastrochaenolites* (рис. 6, д).

Шлиф Кр-3 изготовлен из гальки, найденной внутри крупного сверления. Порода представляет собой агрегатно-зерновой грейн-рудстоун с раковинами бентосных фораминифер милиолид (рис. 5, в). В зернах встречены агрегаты (0,2–0,7 мм), единичные экстракласты и раковины милиолид (до 5%). Отмечены редкие зерна хорошо окатанного кварца (0,2 мм). Цемент кальцитовый друзовый. По [Flügel, 2010], породу можно отнести к СМФ 17–18.

Шлиф Кр-4 взят из гальки известняка (рис. 2, в) в базальном горизонте альба. Это перекристаллизованный губковый (?) фреймстоун (рис. 5, г) с несколькими ооидами в одной из полостей, по [Flügel, 2010], порода относится к СМФ 7.

Выше поверхности каменного дна разрез сложен биотурбированными разномерными глауконит-кварцевыми песчаниками (шлиф Кр-1) с поровым кальцитовым цементом (рис. 5, д, е). Сортировка зерен плохая, размер зерен варьирует от 0,05 до 2,5 мм, преобладающая фракция (60%) — 0,4 мм. Зерна полу- и слабоокатанные, представлены (%) кварцем (50), плагиоклазом (5), халцедоном (10); из литокластов присутствуют мшанковые, песчаные, микритовые известняки (до 20), обломки вулканических пород

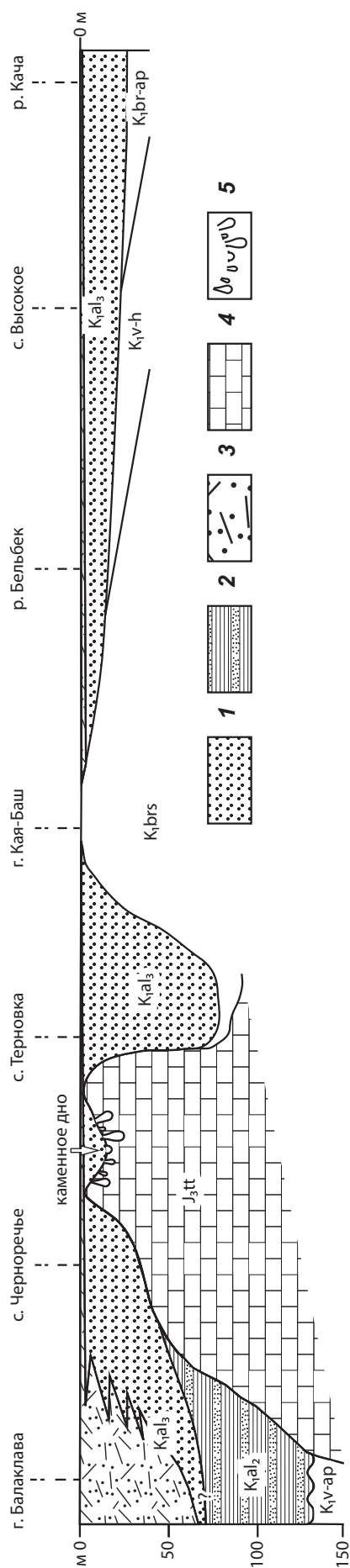


Рис. 3. Схема строения и условия залегания толщи верхнеальбских отложений в Юго-Западном Крыму, по [Муратов, 1960, с изменениями]: 1 — глауконит-кварцевые песчаники, 2 — глины с прослоями песчаников, 3 — туфогенные песчаники и туфы, 4 — известняки, 5 — сверления камнеточцев в каменном дне (вне масштаба)

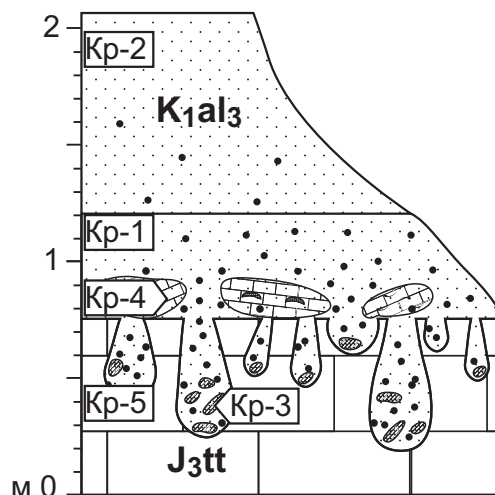


Рис. 4. Схематическое строение разреза и положение изученных образцов (шлифы Кр-1–Кр-5). Размер сверлений показан вне масштаба

(до 3), кварциты (2). Наблюдаются зерна аутигенного глауконита (5). Слой имеет мощность около 30–40 см и содержит большое количество кварцевых и известняковых галек разного размера (рис. 2, г).

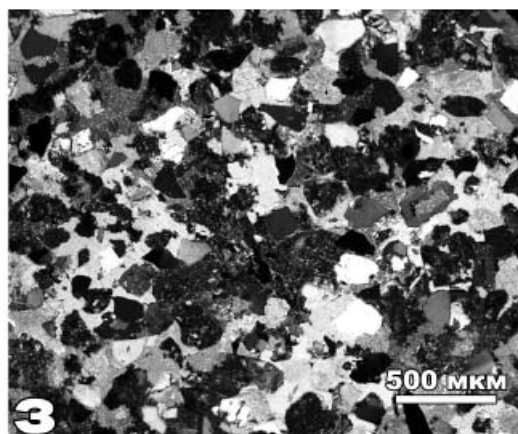
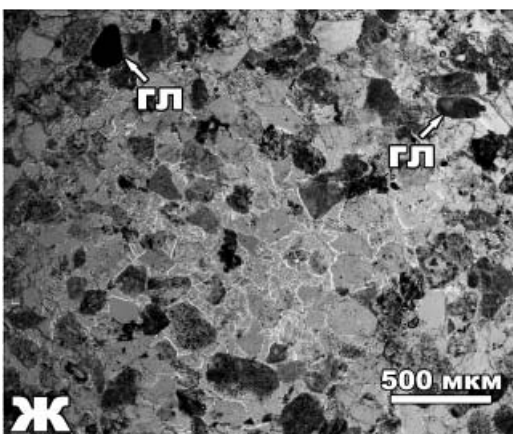
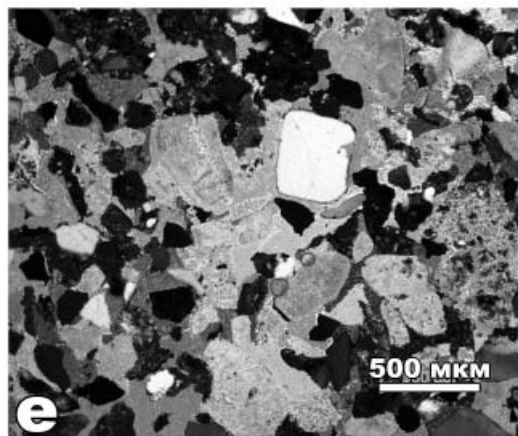
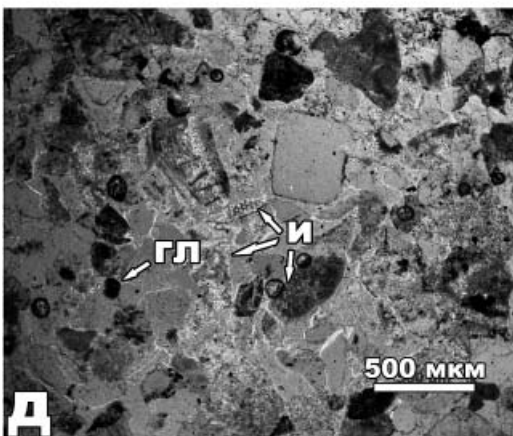
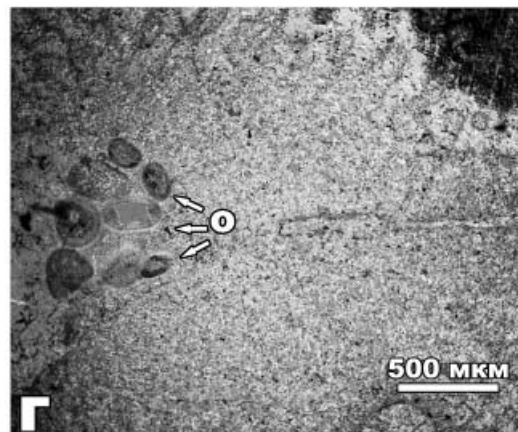
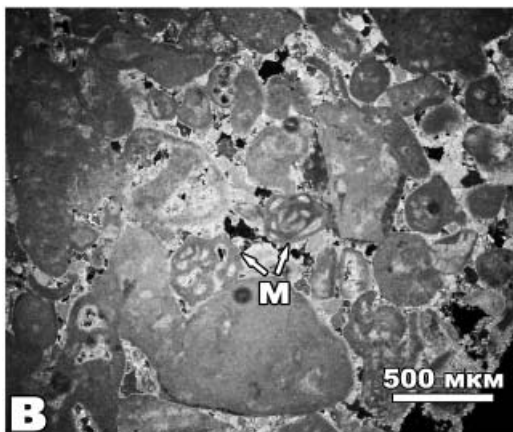
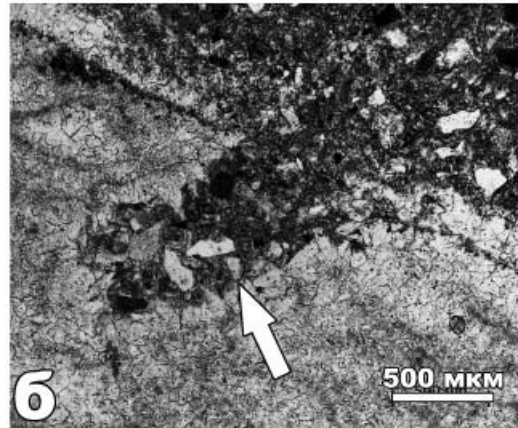
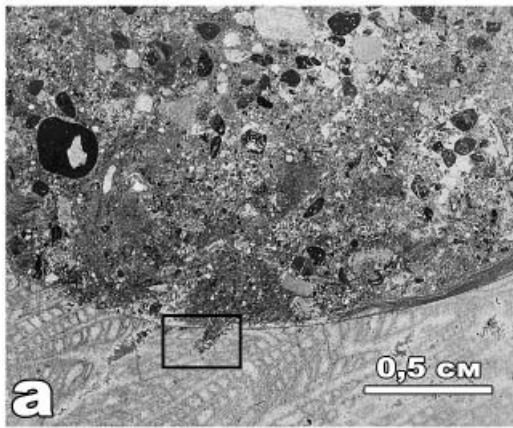
Завершает видимый разрез слой мелкозернистого биотурбированного глауконит-кварцевого песчаника (шлиф Кр-2). Порода состоит из полуокатанных и окатанных хорошо сортированных зерен размером 0,1–0,2 мм, представленных (%) кварцем (25–30) плагиоглазом (до 15), вулканитами (до 15), кварцитами (5), кластами известняка (5) и глауконитом (5).

Характеристика сверлений и оценка биоэрозии.

Как уже отмечалось, поверхность каменного дна нарушена сверлениями. Их количество сильно варьирует на площадке — от полного отсутствия (там, где современная и/или альбская эрозия полностью уничтожила норки камнеточцев) до значительной плотности (рис. 2, б, 7; таблица). Сверление — результат механической или химической переработки поверхности с удалением материала и образованием пространства, которое служит последующим постоянным местом обитания организма. Сверления могут образовывать моллюски, черви, ракообразные, губки, мшанки и другие организмы.

В.М. Цейслер [1958] указал, что сверления в рассматриваемом каменном дне принадлежат моллюскам

Рис. 5. Микроскопическое строение изученных пород: сверление *Gastrochaenolites*, заполненное верхнеальбским песчаником, в коралловом фреймстоуне титона, шлиф Кр-5, николи параллельны: а — фрагмент сверления *Gastrochaenolites*, рамкой обведен участок шлифа, изображенный на б; б — сверление *Trypanites* isp. (стрелка) в стенке *Gastrochaenolites*; в — агрегатно-зерновой грейн-рудстоун с милиолидами (м), титон, шлиф Кр-3, николи параллельны; г — губковый (?) фреймстоун с полостью, заполненной ооидами (о), титон, шлиф Кр-4, николи параллельны; д, е — разноразмерный песчаник с зернами известняков (и) и глауконита (гл), верхний альб, шлиф Кр-1: д — николи параллельны, е — николи скрещены; ж, з — мелкозернистый песчаник; гл — глауконит, верхний альб, шлиф Кр-2, николи: ж — параллельны, з — скрещены



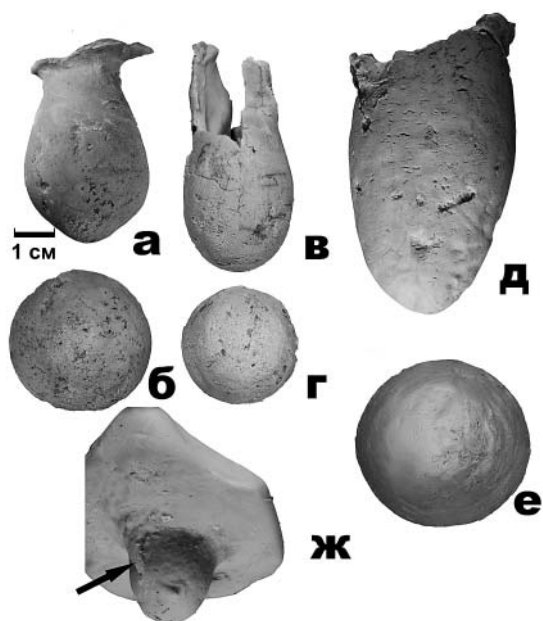


Рис. 6. Слпки сверлений камнеточцев *Gastrochaenolites*: а–б — *G. aff. anauchen* [Wilson, Palmer, 1998]: а — вид сбоку, б — вид в сечении; в–г — *G. lapidicus* [Kelly, Bromley, 1984]: в — вид сбоку, г — вид в сечении; д–е — *G. torpedo* [Kelly, Bromley, 1984]: д — вид сбоку, е — вид в сечении; ж — *G. isp.*, вторично просверленного *Trypanites* isp. (стрелка)

Lithodomus, остатки которых он встретил в норках. Позже Р.Ф. Геккер и Е.А. Успенская [1966] отнесли их к роду *Lithophaga*. В обоих случаях авторы единодушно признали, что сверления принадлежат двустворкам, но были сделаны определения самих моллюсков, а не типов их сверлений. По нашим наблюдениям, остатки самих камнеточцев редки (нами они не встречены), а морфология сверлений отличается разнообразием, что свидетельствует и о разнообразии самих сверлильщиков (рис. 6). Нами определены ихновиды *Gastrochaenolites*: *G. torpedo*, *G. lapidicus* [Kelly, Bromley, 1984], *G. aff. anauchen* [Wilson, Palmer, 1998], *G. isp.*, а также *Trypanites* isp. Определения в открытой номенклатуре связаны либо с тем, что сверления отличаются от известных видов (*G. aff. anauchen*), либо с тем, что гораздо чаще их верхняя часть срезана более поздней эрозией (в большинстве образцов).

По данным [Kelly, Bromley, 1984], продюсерами сверлений *G. torpedo* могут быть некоторые виды двустворок родов *Gastrochaena* и *Lithophaga*, в частности *Lithophaga lithophaga* (L.) или *Lithophaga patagonica* (D'Orb.) [Farinati, Zavala, 2002]. Продюсером *G. lapidicus* может быть *Gastrochaena dubia* (Pen.) [Donovan, Hensley, 2006] или *Barnea candida* (L.) [Donovan, 2013]. По данным [Suzuki, Hiranaka, 2008], сверления *G. anauchen* (= *G. turbinatus*) могут принадлежать двустворкам *Penitella kotakae* (Kanno et Matsuno).

Таким образом, изученные сверления *Gastrochaenolites* сделаны в твердом субстрате и принадлежат двустворкам-гастрохенидам. Способ сверления у них различен:

1) механическое сверление, которое позволяет двустворке, закрепившейся биссусом на поверхности субстрата, сделать первоначальное отверстие путем проворачивания под давлением собственной массы. В процессе сверления моллюск совершает движение вокруг своей оси, разрушает субстрат и формирует ход, увеличивающийся с ростом моллюска. Скорость продвижения в субстрате имеет родовые различия и достигает 11,4 мм в месяц [Рупперт и др., 2007];

2) химическое растворение субстрата за счет органических кислот [Carter, 1978]. Кислота выделяется из мантийных желез в виде капелек, имеющих большую плотность, чем вода, и проходит через переднюю часть раковины. Растворенный материал выносятся благодаря постоянному водотoku, создаваемому входным сифоном. Некоторые выносимые компоненты организм усваивает для дальнейшего роста, другие выходят наружу и маскируют сифоны.

Изучение нор *Gastrochaenolites* показывает, как организмы располагались на поверхности, а также какое количество материала субстрата было удалено в процессе их жизнедеятельности. Площадь биоэрозии подсчитана путем дешифрирования изображений с помощью графического редактора Photoshop. На каждом изображении отмечали все достоверные сверления (рис. 7), после чего рассчитывали плотность и общую площадь сверлений. Объем рассчитан приблизительно, исходя из условия, что средняя глубина сверлений составляет 5 см. Последняя определена как средняя величина самого крупного сверления (~10 см для *Gastrochaenolites torpedo*). В результате получилось, что на площадке 1 м² при средней плотности поселений 476 камнеточцев объем биоэрозии может достигать 0,0068 м³, а на всей изученной площади — ~27,2 м³ (таблица).

Попытка оценить плотность популяций и ориентировку сверлений для *G. lapidicus* и *G. torpedo* с помощью компьютерной обработки фотографий недавно предпринята для нижнемиоценовых отложений Португалии [Redweik et al., 2010], эти авторы не анализировали величину биоэрозии, но смогли получить сведения о направлении течений и ориентировке палеобереговой линии.

Сверления *Trypanites* принадлежат червям-полихетам, которые селятся, как правило, в приповерхностной части субстрата и проникают в него на небольшую глубину. Поэтому мы предполагаем, что такие сверления появились позже *Gastrochaenolites*, что подтверждается изучением шлифов (рис. 5, а, б). Объем биоэрозии, связанный с этими сверлениями, пока оценить невозможно.

История формирования каменного дна. В юрское время район исследований находился в пределах мелководной части карбонатной платформы, о чем свидетельствует присутствие фреймстоунов, миллилид, а также другие признаки, судя по строению разреза. В начале мела (вероятнее всего, в середине берриаса) платформа поднялась над поверхностью моря,

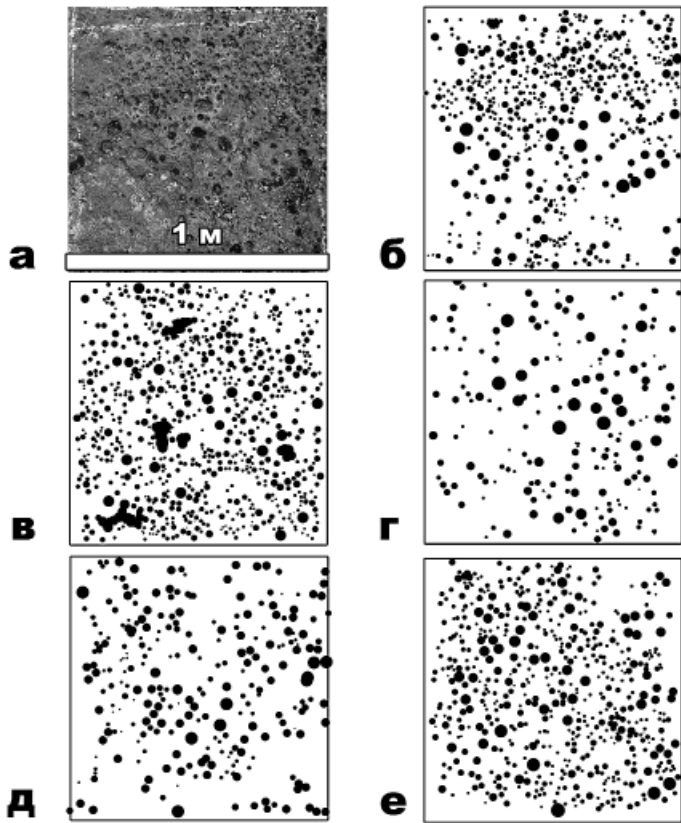


Рис. 7. Расположение сверлений на выбранных площадках: а — фото площадки 1; б — схема дешифрирования нор сверлильщиков на площадке 1; в–е — схемы дешифрирования нор сверлильщиков на площадках 2, 3, 4 и 5 соответственно

а осадки литифицировались (рис. 8, а). В конце берриаса—апте карбонатная платформа вновь погрузилась под уровень моря и была перекрыта пелагическими глинами, выполняющими Байдарскую, Варнаутскую котловины и выходящими на поверхность в карьере горы Гасфорта, на 1,5 км юго-западнее с. Черноречье [Барабошкин, 2001; Барабошкин и др., 2002]. В конце апта—начале альба район Первой гряды вновь приподнялся и деформировался, а меловые отложения местами полностью эродированы, в том числе в пределах рассматриваемого района.

В конце среднего альба началась новая трансгрессия моря — среднеальбские глины наблюдаются в балаклавском карьере (рис. 3; [Барабошкин, 2001]). Возможно, уже в этот момент рассматриваемый район погрузился под уровень моря, хотя прямых свидетельств этому нет. Ближе к концу альба мелкое море перекрыло всю территорию Юго-Западного Крыма. По всей видимости, именно тогда выступы юрских карбонатных отложений наиболее интенсивно заселялись двустворками-камнеточцами и формировалась поверхность каменного дна со сверлениями *Gastrochaenolites* (рис. 8, б), которые относятся к ихнофации *Trypanites* A. Зеелахера. Присутствующий на границе титона и альба перерыв можно оценить в 39 млн лет в соответствии с данными [Gradstein et al., 2012]. Первые генерации сверлений, очевидно, были унич-

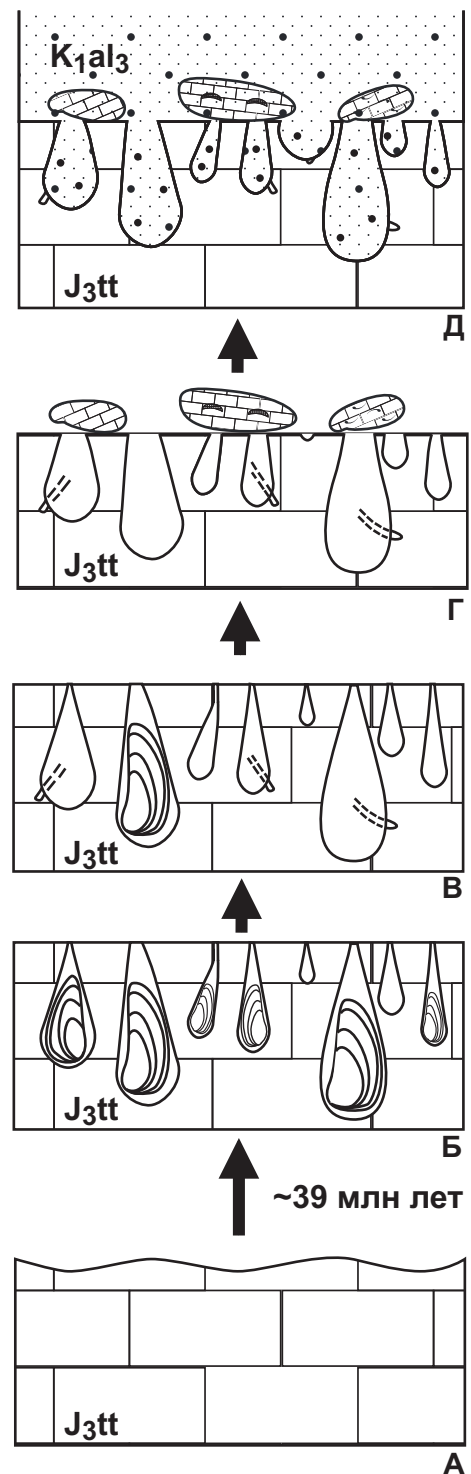


Рис. 8. Стадии формирования каменного дна (пояснения см. в тексте)

тожены эрозией. Их количество практически невозможно оценить, но на их существование указывает присутствие оснований крупных норок сверлильщиков в каменном дне.

Спустя некоторое время двустворки вымерли, а на их месте были образованы сверления последующих генераций, после гибели камнеточцев (всех или части) уже внутри их пустых норок селились черви-

полихеты, создававшие еще более поздние сверления *Trypanites* (рис. 8, в).

Затем поверхность снова была эродирована и выровнена с образованием галек известняков, не несущих видимых сверлений (рис. 2, в; 8, г), после чего началось поступление терригенного материала и сверления заполнились песчаным осадком (рис. 8, д).

Формирование аналогичных поверхностей каменного дна не редкость; рокграунды с близкой историей развития, но отличающиеся деталями, описаны из разных стратиграфических интервалов Португалии [Santos et al., 2010], Испании [de Gibert et al., 1994], Ферганы [Геккер, Успенская, 1966], Туркменистана [Барабошкин и др., 2002] и других регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабошкин Е.Ю. Нижний мел Восточно-Европейской платформы и ее южного обрамления (стратиграфия, палеогеография, борельно-тетическая корреляция): Автореф. докт. дисс. М., 2001. 50 с.

Барабошкин Е.Ю., Веймарн А.Б., Конаевич Л.Ф., Найдун Д.П. Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: Метод. рекомендации. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. 163 с.

Бискэ Г.С. Надвиговая позднемезозойская тектоника юго-западной оконечности Горного Крыма // Вестн. ЛГУ. Сер. 7. 1997. Вып. 2, № 14. С. 12–20.

Геккер Р.Ф., Успенская Е.А. Об индикаторном значении сглаженных поверхностей известняков, исверленных камнеточцами // Организм и среда в геологическом прошлом / Под ред. Р.Ф. Геккера. М.: Наука, 1966. С. 246–254.

Геология СССР. Т. 8. Крым. Ч. 1. Геологическое описание // Под ред. М.В. Муратова. М.: Недра, 1969. 576 с.

Лидер М. Седиментология. Процессы и продукты / Под ред. В.Г. Кузнецова. М.: Мир, 1986. 439 с.

Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. М.: ГОНТИ, 1960. 208 с.

Рунперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты. Т. 2. Низшие целомические животные / Под ред. А.А. Добровольского, А.И. Грановича. М.: Академия, 2007. 448 с.

Цейслер В.М. Сверлящие моллюски из альбских отложений Крыма // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1958. Т. 33, № 3. С. 132–133.

Carter J.G. Ecology and evolution of the Gastrochaenacea (Mollusca, Bivalvia) with notes on the evolution of the endolithic habitat // Peabody Mus. of Natural History, Yale University. 1978. Bull. 41. 92 p.

Donovan S.K. A recent example of the boring Gastrochaenolites lapidicus Kelly and Bromley and its producing organism

Закключение. В результате проведенных работ изучено строение альбского каменного дна (рокграунда) ихнофагии *Trypanites* и особенности его формирования в районе с. Черноречье. Впервые изучено разнообразие двустворок-камнеточцев, отнесенных к ихновидам *Gastrochaenolites*: *G. aff. anauchen* [Wilson, Palmer, 1998], *G. torpedo*, *G. lapidicus* [Kelly, Bromley, 1984], *G. isp.* Показано, что существовали сверления нескольких генераций, впоследствии эродировавшиеся, а на заключительной стадии сверлившиеся полихетами *Trypanites isp.* Впервые оценена средняя величина биоэрозии, которая на площадке 1 м² при средней плотности поселений в 476 особей составила ~0,0068 м³.

in north Norfolk, eastern England // Bull. Mizunami Fossil Museum. 2013. N 39. P. 69–71.

Donovan S.K., Hensley C. Gastrochaenolites Leymerie in the Cenozoic of the Antillean region // Int. J. Plant and Animal Traces. 2006. Vol. 13, N 1. P. 11–19.

Farinati E.A., Zavala C. Trace fossils on shelly substrate. An example from the Miocene of Patagonia, Argentina // Acta Geol. Hispánica. 2002. N 37. P. 29–36.

Flügel E. Microfacies analysis of Limestones. Analysis, interpretation, and application. Berlin: Springer, 2010. 894 p.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D. The geologic Time Scale. 2012. Vol. 1–2. 1144 p.

Gibert J.M. de, Martinell J., Domènech R. Marine Miocene sequences between L'Arrabassada and El Miracle beaches (Tarragona, NE Spain): Paleontological approach and sedimentological implications // Acta Geol. Hispánica. 1994. N 29. P. 133–148.

Kelly S.R.A., Bromley R.G. Ichnological nomenclature of clavate borings // J. Palaeontol. 1984. Vol. 27, N 4. P. 783–807.

Redweikab P., Dinisa J., Barreira E. et al. Spatial analysis of trace fossils for paleogeographic studies // 13th AGILE Int. Conf. on Geographic Inf. Sci. 2010. Portugal, Guimarães, 2010. 11 p.

Santos A., Mayoral E., da Silva C.M. et al. Trypanites ichnofacies: Palaeoenvironmental and tectonic implications. A case study from the Miocene disconformity at Foz da Fonte (Lower Tagus Basin, Portugal) // Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 2010. Vol. 292. Iss. 1–2. P. 35–43.

Suzuki A., Hiranaka N. Bioerosive structures formed by Miocene rock-boring bivalves in Hokkaido, Japan // Bull. Geol. Surv. Japan. 2008. N 59. P. 385–395.

Wilson M.A., Palmer T.J. The earliest Gastrochaenolites (Early Pennsylvanian, Arkansas, USA): an Upper Paleozoic bivalve boring? // J. Paleontol. 1998. Vol. 72. P. 769–772.

Поступила в редакцию
27.05.2014