

УДК 551.76(477.75)

Р.Р. Габдуллин¹, Н.В. Бадулина², Е.А. Бакай³, Е.В. Рубцова⁴,
 А.Ю. Юрченко⁵, Е.В. Карпова⁶, А.В. Иванов⁷, М.А. Варзанова⁸,
 А.В. Сергиенко⁹, Т.А. Коновалова¹⁰, М.В. Парахина¹¹

СТРОЕНИЕ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЕЛЛОВЕЙ-ОКСФОРДСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В РАЙОНЕ СУДАКСКОЙ БУХТЫ (КРЫМ)¹²

В результате обобщения собственных данных и анализа опубликованных и фондовых источников уточнены строение и условия формирования келловей-оксфордских отложений Судакской бухты. Впервые при изучении оксфордских отложений применен ботанический картировочный признак.

Ключевые слова: мезозойские отложения, келловейский ярус, оксфордский ярус, стратиграфия, Крым.

Composition and origin of Callovian–Oxfordian deposits of the Sudak Bay based upon generalizations of our own results and analysis of published and unpublished data were specified. A botanic feature for geological prospecting of Oxfordian limestones was used for the first time.

Key words: Mesozoic, Callovian stage, Oxfordian stage, stratigraphy, Crimea.

Введение. Несмотря на долгую историю геологического изучения (с XVIII в.) и обилие опубликованных работ по району окрестностей г. Судак, существует ряд кардинально отличающихся моделей геологического строения этого района [Фиколіна и др., 2008 и Юдин, 2009]. В ходе собственных полевых наблюдений последних лет и последующего комплекса лабораторных и камеральных работ нами накоплен большой фактический материал, позволяющий предложить новую — третью — модель геологического строения окрестностей г. Судак.

В ходе полевых работ 2015 г. в 15 точках наблюдений (т.н.) и на 14 разрезах нами были изучены терригенные и карбонатные отложения

нижней и верхней частей верхнесудакской под-свиты судакской свиты.

Материалы и методы исследований. 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 в районе Судакской бухты (рис. 1, А) были описаны отложения келловей и оксфорда верхней части судакской свиты ($J_{2-3}sd_2$) в 15 точках наблюдения, а также в районе с. Дачное в 2 точках наблюдения (рис. 1, Б)

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

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, ст. науч. с.; *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.; *e-mail:* bakay_lena@inbox.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, ст. науч. с.; *e-mail:* ekaterina.v.ru@yandex.ru

⁵ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра геологии и геохимии горючих ископаемых, инженер; *e-mail:* annette1988@inbox.ru

⁶ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии, доцент; *e-mail:* karhoff_2002@mail.ru

⁷ Саратовский государственный технический университет, Институт урбанистики, архитектуры и строительства, зам. директора института; *e-mail:* yashkovia@mail.ru

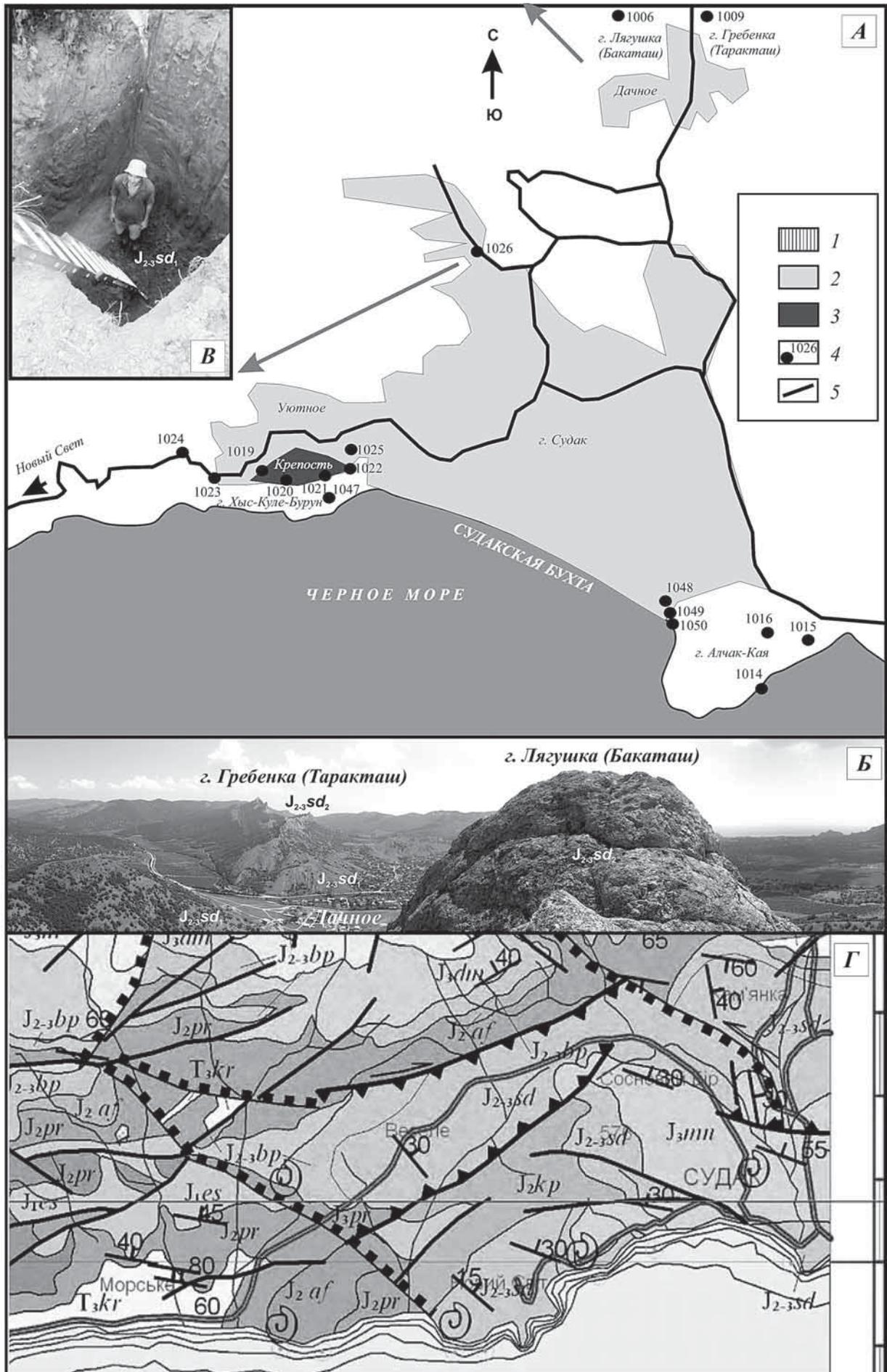
⁸ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, студентка; *e-mail:* maria.varzanova@yandex.ru

⁹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант; *e-mail:* sergienko.andrey94@yandex.ru

¹⁰ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра региональной геологии и истории Земли, магистрант; *e-mail:* konovalova777333@mail.ru

¹¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, студентка; *e-mail:* kabanpumba1321@gmail.com

¹² Работа поддержана грантом РФФИ (проекты № 15-05-03004, 15-05-04099), научные результаты получены с использованием комплекса оборудования для анализа стабильных изотопов легких элементов «Delta V Advantage», приобретенного по Программе развития Московского университета. Лабораторные работы выполнены при поддержке Минобрнауки России по инициативному проекту № 5.5177.2017/8.9.



с замером элементов залегания и отбором проб. Полевые наблюдения включали описание опорных разрезов и специализированные литолого-фациальные исследования в естественных обнажениях и горных выработках (рис. 1, В).

Лабораторные работы включали петрографическое исследование 10 шлифов, определение концентрации нерастворимого остатка и состава породообразующих минералов карбонатных пород (газоволюметрический метод и метод нерастворимого остатка) по 10 образцам, анализ изотопного состава углерода и кислорода карбонатов, палеотермометрия по 8 образцам (6 — из Судакской бухты, 2 — из района с. Дачное).

Шлифы изготовлены и описаны на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова. Петрографическое исследование горных пород в шлифах выполнено по стандартной методике Е.В. Карповой и М.А. Варзановой (МГУ). Растворение карбонатных пород для определения концентрации нерастворимого остатка проведено в уксусной кислоте по стандартной методике [Анализ..., 1969] на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова (аналитик — М.А. Варзанова, МГУ).

Газоволюметрический анализ был выполнен на приборе «Карбонатометр КМ-04» (аналитик Е.А. Бакай, МГУ), методика изложена в работе [Габдуллин и др., 2017].

Изотопный анализ проведен на комплексе оборудования для анализа стабильных изотопов легких элементов «Delta V Advantage» (аналитик А.Ю. Юрченко, МГУ). Методика анализа изложена в работах [Верзилин, 1979; Габдуллин и др., 2016; Каплин, Янина, 2010; Фор, 1989; Хефс, 1983].

На стадии камеральных работ выполнено ознакомление с коллекциями каменного материала по территории исследований (листы L-36-XXIX, L-36-XXX, L-36-XXXIV, L-37-XXXV) и интерпретированы данные аналитических исследований.

Литолого-стратиграфическая характеристика келловейских и оксфордских отложений района Судакской бухты. В окрестностях г. Судак отложения со второй половины среднего келловея по нижний оксфорд включительно отвечают судакской свите (рис. 1, Г). Судакская свита (J_{2-3sd}) представлена глинами с прослоями песчаников, известняков и линзами конгломератов внизу (нижняя подсвита, J_{2-3sd_1}), а также глинами с конкрециями сидеритов и биогермными массивами известняков в верхней части свиты (верхняя подсвита, J_{2-3sd_2}). Свита с размывом залегает на отложениях копсельской свиты, а верхняя согласная граница проводится по подошве манджильской свиты [Фіколіна и др., 2008], здесь отложения свиты обнажены полосой

шириной несколько сотен метров — несколько километров. Мощность нижней подсвиты составляет 20–180 м, а верхней — 600–800 м. Стратотип свиты описан М.В. Муратовым в 1949 г. [Анфимова, 2015] в окрестностях г. Судак, вблизи восточной рамки листа L-36-XXIX. На государственной геологической карте листа L-36-XXIX последнего издания [Успенская, 1969] картируемыми стратонами выступают ярусы; на геологической карте Украины [Фіколіна и др., 2008] в районе Судакской бухты показаны области распространения судакской свиты.

Типичные разрезы свиты прослежены в обнажениях г. Караул-Оба, Сокол, мысов Капчик, Коба-Кая, Алчак-Кая и Перчем. В частности, на северо-восточном склоне горы Караул-Оба нижняя часть разреза представлена тонкослоистыми песчаниками с конкрециями сидеритов, которые перекрываются известняками песчанистыми, а в юго-западном направлении и выше по разрезу замещаются массивными рифовыми известняками. Мощность известняков на северо-западных склонах г. Караул-Оба достигает 215 м, увеличиваясь до 400 м в юго-восточном направлении. На северном склоне нижняя часть биогермного массива составлена перекристаллизованным, неяснослоистым кораллово-водорослевым известняком, а верхняя (вблизи вершины) — слоистыми органогенно-детритовыми известняками [Фіколіна и др., 2008].

Из песчанистых известняков здесь определены кораллы *Isastraca proniagua* Thurm., I., *explanata* Goldf. и др. В северо-восточном направлении органогенно-детритовые и биогермные известняки замещаются по латерали известковыми разновидностями песчаников, обогащенных гравийным материалом. Подобные породы бронируют амфитеатр Новосветской бухты, а верхняя часть разреза здесь представлена глинами и алевролитами, среди которых находится крупный биогермный массив г. Сокол. Максимальная мощность рифогенных известняков достигает 500 м. Мощность отложенной судакской свиты в целом колеблется от 400 до 800 м [Фіколіна и др., 2008].

Основные литолого-петрографические типы пород судакской свиты представлены глинами, песчаниками, известняками. Глины темно-серые, с алевропелитовой структурой. Глинистая фракция представлена гидрослюдами (60%) и хлоритом (35%), а алевролитовая — кварцем, полевым шпатом, кальцитом, слюдой. Песчаники темно-серые, с псаммитовой структурой, в их составе присутствуют обломки кварца, полевого шпата, пироксена; цемент (до 20%) глинисто-карбонатный. Известняки серые, органогенно-обломочные, перекристаллизованные, составлены остатками

Рис. 1. Геологическое строение окрестностей г. Судак: А — схема расположения изученных разрезов Судакской бухты: 1 — Черное море; 2 — городская агломерация; 3 — Судакская крепость; 4 — точка наблюдения и ее номер; 5 — автомобильные дороги; Б — панорама района с. Дачное с горы Лягушка (Бакаташ); В — горная выработка в районе автостанции г. Судак; Г — фрагмент государственной геологической карты Украины (2008)

фауны (до 70%), сцементированы криптокристаллическим кальцитом [Фіколіна и др., 2008].

На материалах аэрокосмической съемки (МАКС) копсельская свита имеет серый или темный фототон, а судакская — белый или светлый фототон.

Известняки судакской свиты разрабатываются на малых месторождениях.

На карте аномалий магнитного поля область распространения толщи отвечает низким значениям $(-0,25 \div -0,5) \cdot 10^{-2}$ нТл, на карте аномалий гравитационного поля — высоким значениям (около 2,5–4,0 мГал).

Метаморфизм и метасоматические преобразования пород в ходе наших исследований и по данным предшественников не отмечены. Результаты радиологического определения возраста горных пород по данным предшественников нам неизвестны.

Судакская свита фаунистически охарактеризована неравномерно. Многочисленные остатки встречаются в нижней части разреза и относятся к зоне *Sigalloceras encodatum* и *Quenstedtoceras lamberti* среднего–позднего келловея. Верхняя часть несколько обеднена фаунистическими остатками, представлена фаунистическим комплексом зоны *Cardioceras cordatum* раннего оксфорда. В целом возраст судакской свиты соответствует второй половине среднего келловея–раннему оксфорду [Фіколіна и др., 2008]. Келловей-оксфордская граница проходит внутри отложений верхней подсвиты, при этом, скорее всего, терригенные толщи отвечают келловею, а карбонатные — оксфорду. Келловейские отложения верхесудакской подсвиты были изучены в 5 разрезах в окрестностях г. Судак, а также севернее — в районе с. Дачное (на горных массивах Бакаташ и Таракташ, где также обнажаются толщи нижнесудакской подсвиты). Описания разрезов района с. Дачное в статье не приводятся.

Разрез 1 (т.н. 1014). Район горы Алчак-Кая, береговая линия у подножия юго-восточной части вершины горы. В точке наблюдения находится пляж шириной 5–6 м, сложенный галькой известняков верхнесудакской подсвиты, галька имеет разные степень окатанности и размер. Соотношение окатанных и неокатанных фрагментов варьирует от гравия до крупных валунов, неокатанных — от дресвы до мелких глыб. Мощность отложений пляжной зоны во многом определяется размером валунов и глыб, но обычно составляет несколько десятков сантиметров. Коренные отложения в зоне пляжа представлены аргиллитами с сидеритовыми конкрециями верхнесудакской подсвиты, выше расположены выходы известняков оксфорда. На склоне г. Алчак-Кая, примыкающей к пляжу, обнаженность пород хорошая. Площадь покрытия растительностью составляет около 20%, в основном это травы.

Келловейские отложения здесь представлены цикличной толщей чередования двух элементов. Элемент «А» сложен карбонатными аргиллитами, которые имеют излом, типичный для мергеля, участками бурно реагируют с уксусной кислотой. В породе присутствуют мусковит и кварцевые жилы. Породы на свежем сколе серые, местами интенсивно серые, на выветрелой поверхности — серо-коричневые без видимой слоистости, при выветривании дают призматическую многогранную щебенку, местами тонкоплитчатую. Элемент «В» представлен аргиллитом карбонатным массивным, плотным, крепким, слабопесчанистым, с мусковитом, образует в склоне заметные выступы, участками ожелезнен при диагенезе, местами превращается в сидеритовые конкреции или подвергнут существенному ожелезнению, что при выветривании дает на его выветрелой поверхности характерную ржавую, красно-коричневую, местами оранжево-красную окраску. На свежем сколе порода серая, местами похожа на сильноглинистый и песчано-ожелезненный мергель, массивный, слоистость не отмечена. Азимут падения (аз. пд.) флишевой толщи келловея 283°, $\angle 47^\circ$. Разрез мощностью 54,5 м описан стратиграфически снизу вверх при движении вдоль береговой линии по падению слоев. Краткое послышное описание разреза приведено в табл. 1.

Установлена следующая закономерность: вверх по разрезу мощность карбонатных аргиллитов увеличивается (в 2 раза и более больше, чем в нижней части разреза). Мощность ожелезненных прослоев аргиллитов также существенно возрастает, например, со средней части разреза этим прослоям соответствуют конкреционные прослои сидерита.

Разрез 2 (т.н. 1023). Шоссе Судак–Новый Свет. В 20 м выше автодороги Судак–Новый Свет, в 1 км западнее западного замыкания Судакской бухты. Здесь на склоне и до основания привершинного клифа наблюдается толща циклического переслаивания алевролитов, на выветрелой поверхности серо-бурых и светло-коричневых на свежем сколе, с мусковитом, дающих при выветривании изометричную, угловатую щебенку, и конкреционных прослоев сидеритов или уровней сидеритовых конкреций (рис. 2, А). Отмечена умеренная реакция алевролитов с уксусной кислотой. В районе точки наблюдения площадь покрытия растительностью составляет около 35% и представлена в основном травой и хвойными деревьями. По своему составу, строению и возрасту толща аналогична отложениям г. Алчак-Кая. Она представлена циклическим переслаиванием конкреционных красновато-коричневых сидеритов («А») и серо-черных алевролитов («В»). Мощность 701 см. Краткое послышное описание разреза приведено на табл. 2. Образец № 1023/1 микроскопически (рис. 2, А) — песчаник

Таблица 1

Распределение мощности чередующихся элементов в пачке цикличного переслаивания аргиллитов с сидеритовыми конкрециями верхнесудакской подсыты ($J_{2-3}sd_2^1$) в разрезе 1 (т.н. 1014) на береговой линии у подножия юго-восточной части вершины горы Алчак-Кая

Номер слоя	Элемент цикла	Мощность, см	Примечания	Номер слоя	Элемент цикла	Мощность, см	Примечания
1	A	40		42	B	12	
2	B	7		43	A	74	Образец № 1014/50
3	A	142		44	B	10	Образец № 1014/51
4	B	8		45	A	105	
5	A	114		46	B	10	
6	B	20		47	A	115	
7	A	100		48	B	15	
8	B	13		49	A	140	
9	A	60	Образец № 1014/15	50	B	10	
10	B	10	Образец № 1014/16	51	A	12	Образец № 1014/58
11	A	5		52	B	24	Образец № 1014/59
12	B	9		53	A	116	
13	A	10		54	B	20	
14	B	8		55	A	44	
15	A	60		56	B	13	
16	B	10		57	A	44	
17	A	70		58	B	10	
18	B	10		59	A	127	
19	A	10		60	B	34	
20	B	10		61	A	220	Образец № 1014/68
21	A	116	Образец № 1014/27	62	B	20	Образец № 1014/69
22	B	10	Образец № 1014/28	63	A	60	
23	A	88		64	B	6	
24	B	14		65	A	163	
25	A	79	Образец № 1014/31	66	B	24	
26	B	12	Образец № 1014/32	67	A	101	
27	A	153		68	B	20	
28	B	10		69	A	82	
29	A	112		70	B	7	
30	B	14		71	A	23	Образец № 1014/78
31	A	12		72	B	45	Образец № 1014/79
32	B	3	В слое встречено ядро аммонита (примерно половина оборота спирально завитой раковины), высота оборота 5 см, длина 13 см, удовлетворительной формы сохранности	73	A	52	
				74	B	16	
33	A	180	Образец № 1014/39	75	A	106	Найден отпечаток аммонита удовлетворительной сохранности, а также отпечаток двустворчатого моллюска. Образец № 1014/83а (аммонит), образец № 1014/83б (двустворчатый моллюск)
34	B	10	В слое отчетливо видна флексура с амплитудой крыльев 116 см				
35	A	151	Образец № 1014/41а — сидерит. В одной из сидеритовых конкреций, найденной в осыпи, наблюдается отпечаток аммонита; образец № 1014/41б — макрофауна (аммонит)	77	A	226	
				78	B	5	
				79	A	323	Образец № 1014/87
				80	B	4	Образец № 1014/88
36	B	270		81	A	396	
37	A	13	Образец № 1014/45	82	B	8	Образец № 1014/7F (кораллы из осыпи)
38	B	12		83	A	120	
39	A	74		84	B	12	
40	B	10		85	A	80	Образец № 1014/93
41	A	175		86	B	10	Образец № 1014/94

тонкозернистый, алевроитовый (25–30%), хорошо сортированный, с элементами косой слоистости. Состоит из плохоокатанных мезомиктовых зерен кварца (60%), плагиоклаза и калиевых полевых шпатов (15–20%), литокластов магматических и метаморфических пород (15–20%), редко слюд (5%) с пленочным гидрослюдистым, местами хлоритовым цементом, вторично известковистым (5–7%), аз. пд. толщи 141°, $\angle 19^\circ$. Затем вверх по склону еще на протяжении 9–11 м наблюдаются отдельные выходы крупных мощных прослоев сидеритовых конкреций (мощность 0,3–0,4 м), переслаивающихся с алевролитами (рис. 2, А). Элементы залегания не меняются.

Таблица 2

Распределение мощности чередующихся элементов в пачке циклического переслаивания аргиллитов с сидеритовыми конкрециями верхнесудакской подсвиты ($J_{2-3}sd_2^1$) в разрезе 2 (т.н. 1023) на шоссе Судак–Новый Свет

Номер слоя	Элемент цикла	Мощность, см	Примечания
1	А	20	Образец № 1023/1 (песчаник), образец № 1023/2 (алевролит)
2	В	82	
3	А	19	
4	В	123	
5	А	8	
6	В	112	
7	А	21	Образец № 1023/7
8	В	23	Образец № 1023/8
9	А	15	
10	В	72	
11	А	9	
12	В	42	
13	А	19	
14	В	111	
15	А	25	

Разрез 3 (т.н. 1024) расположен в 300 м западнее западной окраины с. Уютное, на шоссе Судак–Новый Свет. Наблюдаются коренные выходы терминальной части толщи переслаивания алевролитов и конкреционных прослоев сидеритов келловейского возраста (рис. 2, Б). Видимая мощность обнажения более 1 м. Выше без явного стратиграфического перерыва залегает толща песчаных известняков оксфордского возраста, местами с тонкими линзами или прослоями алевролитов коричнево-серого цвета. Элементы

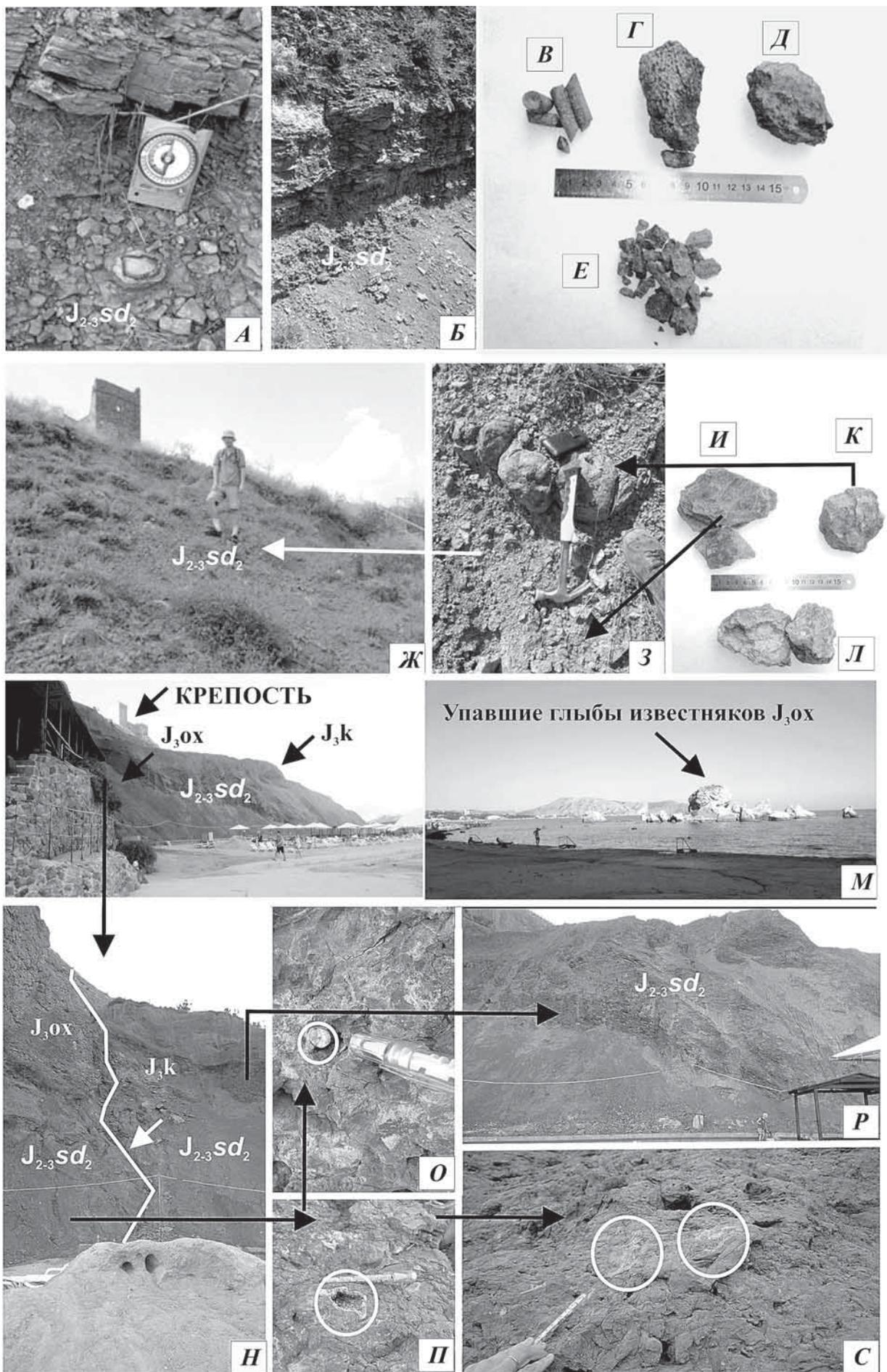
залегания келловейских и оксфордских пород одинаковы и аналогичны значениям в предыдущей точке наблюдения. Тектонические дислокации отсутствуют.

Разрез 4 (т.н. 1025) находится на северо-восточной периферии крепостной стены Генуэзской крепости, на середине расстояния между ул. Генуэзская Крепость и ул. Рыбачья, на тропе, идущей от крепости к пляжу. На склоне видны выходы толщи переслаивания алевролитов и конкреционных прослоев сидеритов келловейского возраста с фауной (рис. 2, В–Е). В алевролитах встречены органические остатки макрофауны: стебли криноидей и фрагменты кубков губок. Стебли криноидей залегают по слоистости. Образцы макрофауны взяты из слабопесчанистого карбонатного алевролита и ожелезненного алевролита (который при диагенезе мог бы превратиться в сидеритовую конкрецию).

Таким образом, отложения келловейского яруса представлены карбонатными аргиллитами, карбонатными массивными аргиллитами, прослоями алевролитов и сидеритовых конкреций, сидеритами.

Разрез 5 (т.н. 1026), северная окраина г. Судак, улица Чехова, д. 18 (рис. 1, В). В точке был вырыт шурф глубиной 2,83 м. На всех четырех стенках шурфа вскрыт однообразный разрез четвертичных отложений, находящихся в горизонтальном залегании. По северо-западной стенке шурфа разрез сложен (стратиграфически сверху вниз) следующим образом: слой 1 — почвенно-растительный (p-d IV), мощность 35 см; слой 2 — супесь коричневая, на выветрелой поверхности бежево-коричневая со щебнем известняков, дресвой и гравием (p-d IV), мощность 49 см; слой 3 — горизонт щебня известняков в супесчаном коричневом заполнителе (p-d IV), мощность 5 см; слой 4 аналогичен слою 2 (p-d IV), мощность 9 см; слой 5 аналогичен 3, но размер обломков примерно в 2 раза мельче, в основном содержит дресву (p-d IV), мощность 9 см; слой 6 — супесь бурая, на выветрелой поверхности светло-бурая с единичными включениями щебня песчаников и известняков (p-d IV), мощность 130 см; слой 7 — коренные отложения пород келловейского возраста, представленные известковистыми аргиллитами из толщи переслаивания аргиллитов с прослоями сидеритовых конкреций. Видимая мощность >30 см (образец № 1026/7). Суммарная мощность описанных чет-

Рис. 2. Фото обнажений: А — толща циклического переслаивания алевролитов и прослоев сидеритовых конкреций (т.н. 1023); Б — коренные выходы терминальной части келловейских отложений (т.н. 1024); В — стебли криноидей в келловейских отложениях (т.н. 1025); Г — фрагменты кубков губок в келловейских отложениях (т.н. 1025); Д — ожелезненный алевролит (т.н. 1025); Е — песчаный алевролит (т.н. 1025); Ж — келловейские терригенные отложения подстилают известняки оксфорда (т.н. 1025); З — толща циклического переслаивания алевролитов и прослоев сидеритовых конкреций (т.н. 1025); И — алевролит (т.н. 1025); К — сидерит (т.н. 1025); Л — известняк оксфордского яруса (т.н. 1025); М — панорама западного замыкания Судакской бухты, на мелководье видны глыбы оксфордских известняков; Н — на пляже отложения келловейские ($J_{2-3}sd_2$) и оксфордские ($J_{2-3}sd_2$) расположены на одном гипсометрическом уровне (белая линия — разделяющая их граница); О — стебли криноидей в мраморизованных известняках; П — рудисты, замещенные кальцитом; Р — толща циклического переслаивания алевролитов и прослоев сидеритовых конкреций верхнесудакской подсвиты ($J_{2-3}sd_2$); С — скопления рудистов



вертикальных отложений в северо-западной стенке составляет 2,37 м.

Граница келловейских и оксфордских отложений исследована на западном и восточном окончаниях Судакской бухты в разрезах 2, 4, 6 и 7.

Разрез 2 (т.н. 1023). Выше пачки переслаивания алевролитов и сидеритовых конкреций келловейского возраста наблюдается толща переслаивания алевролитов и известняков оксфордского возраста. Выше по склону виден привершинный уступ (клиф), образованный известняками оксфорда (рис. 2, В). Известняки на выветрелой поверхности серо-бурые, на свежем сколе светло-серые с остатками макрофауны двустворчатых моллюсков и иглокожих. Известняки образуют привершинный клиф высотой 25 м (рис. 3, образцы № 1023/2 и № 1023/3). Образец № 1023/2 микроскопически представляет собой коралловый фреймстоун (60%) с флот-вакстоуновым заполнителем (5–10%), с примесью алевритового тонкопесчанистого материала, с вторично инкрустированным сидеритом (10%) по скелетным формам и алеврито-глинистого вещества. Глинистый материал осадился, и в условиях диагенеза сформировался сидерит с интракластами (рис. 3, Б, В). Образец № 1023/3 в шлифе представляет собой коралловую постройку (88%) с редким цианобактериально-водорослевым замещением. Отсутствует другая морская фауна (рис. 3, Г, Д).

Элементы залегания оксфордских известняков аналогичны таковым у келловейских алевролитов, что свидетельствует об отсутствии углового несогласия и, скорее всего, согласном залегании терригенных (келловей) и карбонатных (оксфорд) толщ. Непосредственно в этой точке келловей-оксфордская граница не обнажена, однако ей соответствует выровненная площадка, выше которой залегает толща переслаивания оксфордских известняков. Границе отвечает задернованный слой, покрывающий эту часть разреза. Мощность разреза оксфорда оценивается в 6,5 м.

Разрез 4 (т.н. 1025). Известняки оксфордского возраста подстилаются толщей переслаивания алевролитов и сидеритовых конкреций по периферии Генуэзской крепости (рис. 2, Ж–К). Элементы залегания толщи переслаивания следующие: аз. пд. 6° , $\angle 18^\circ$. В районе точки наблюдения расположены дренажные каналы и водосборные сооружения, которые указывают на то, что сквозь трещиноватый массив известняков происходит инфильтрация атмосферных осадков и их высачивание на келловей-оксфордской границе. Породы келловей являются водоупором. Алевролиты толщи переслаивания алевролитов и сидеритовых конкреций имеют глинистую примесь, местами встречаются пласты аргиллитов. В осыпи найдены известняки оксфорда (рис. 2, Л).

Разрез 6 (т.н. 1047). Западная оконечность пляжа Судакской бухты, под Генуэзской крепо-

стью (рис. 2, М–С). Обнаженность пород хорошая, растительность почти отсутствует. На пляже наблюдаются отложения келловей и оксфорда на одном гипсометрическом уровне (рис. 2, Н). Видны выходы аргиллитов с конкреционными прослоями сидеритовых конкреций келловей и глыба известняков оксфорда, на которой стоит Судакская крепость. Известняки бурно реагируют с уксусной кислотой, на свежем сколе они черные, на выветрелой поверхности — серые. Известняки мраморизованные, содержат стебли криноидей диаметром до 1 см (рис. 2, О), видны скопления рудистов, замещенных кальцитом (рис. 2, П, С). Поверхность известняков несет следы растворения от морской соли и покрыта местами черно-оранжевыми лишайниками *Rhizocarpon geographicum* (L.) и кустистыми серо-белыми лишайниками *Parmelia sulcata* Taylor. Аз. пд. 320° , $\angle 33^\circ$. Отсюда взяты образцы № 1047/1 (аргиллит) и № 1047/2 (известняк). Микроскопически образец № 1047/1 представляет собой алевролит, местами содержащий хлорит, известковистый, с примесью тонкозернистого материала (20%), хорошо сортированный, неслоистый. Состоит из неокатанных зерен кварца (75–80%), слюды (5%), полевых шпатов и плаггиоклаза (10–15%) и единичных литокластов метаморфических и магматических пород с поровым гидрослюдистым цементом (рис. 3, Е). Образец № 1047/2 микроскопически представляет собой известняк доломитовый (82%), микро-яснозернистый с примесью алевритового материала (<5%) с участками вторичного сидерита, неслоистый.

В верхней части обнажения плащеобразно залегают обвальное-оползневые отложения голоцена (dr-ds IV) — карбонатные супеси с глыбами и брекчиями известняков мощностью 10–15 м. На мелководье, на расстоянии несколько десятков метров от береговой линии лежат глыбы оксфордских известняков, видимая часть которых над урезом воды составляет 15 м и больше (рис. 3, М). Обычно такое геологическое строение интерпретируется либо как кластолит известняков (оксфорд) в аргиллитовом матриксе (келловей), либо как результат тектонических дислокаций (послойных и субпослойных срывов), в том числе как тектонический меланж [Юдин, 2009, 2011]. По нашему мнению, районы послойных и субпослойных срывов и зона «меланжа» в районе Судак в действительности представляет собой часть оползня-обвала, в которой терригенные отложения келловей полностью дезинтегрированы, а известняки на участках вблизи зон скольжения блоков несут следы механической обработки, порою комковатая, местами имеет жирный блеск с примазками аргиллитов.

Разрез 7 (т.н. 1015). В основании привершинного клифа г. Алчак-Кая, на восточном склоне. Наблюдается плавный переход толщи переслаивания

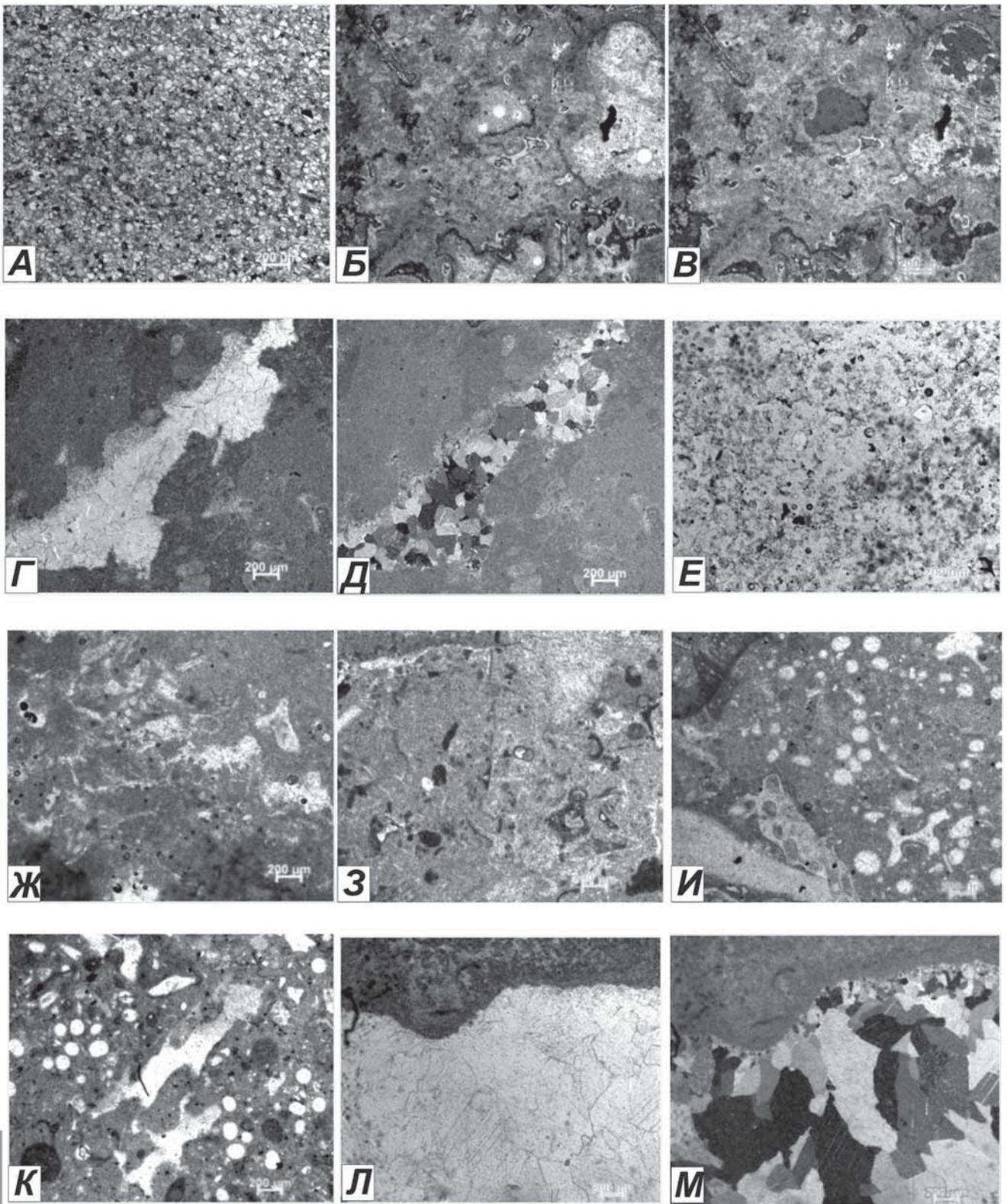


Рис 3. Микрофотографии шлифов: *А* — образец № 1023/1 (анализатор выключен), песчаник тонкозернистый алевритовый; *Б* — образец № 1023/2, коралловый фреймстоун с флоат-вакстоуновым заполнителем (анализатор выключен); *В* — то же (анализатор включен); *Г* — образец № 1023/3, коралловая постройка с редким цианобактериально-водорослевым замещением (анализатор выключен); *Д* — то же (анализатор включен); *Е* — образец № 1047/1, алевролит с примесью тонкозернистого материала, хорошо сортированный, неслоистый (анализатор выключен); *Ж* — образец № 1016, полибиокластовый известняк, флоатстоун; *З* — образец № 1019, обломочный известняк, флоатстоун (анализатор выключен); *И* — образец № 1020, известняк с литокластами цианобактериально-водорослевых известняков, сферовых известняков, погруженных в цианобактериально-водорослевой матрикс (анализатор выключен); *К* — образец № 1021, коралловая постройка, известняк с мелкокристаллическим вторичным скелетным каркасом и микритовым цианобактериально-водорослевым заполнением межскелетного пространства (анализатор выключен); *Л* — образец № 1022, известняк от вакстоуна до флоатстоуна с участками фреймстоуна, обломок кораллитов с цианобактериально-водорослевым заполнением пустот и микритовым матриксом с примесью тонкопесчаного алевритистого материала (анализатор выключен); *М* — то же, анализатор включен

аргиллитов и конкреционных прослоев сидеритов келловей к толще переслаивания известняков и терригенных пород оксфорда. Обнаженность пород хорошая. Площадь покрытия растительностью составляет около 15%, в основном растительность представлена травами, карликовыми деревьями. Тектонические контакты не отмечены. Описание опорного разреза келловей-оксфордских отложений стратиграфически снизу вверх приведено в табл. 3. В разрезе выделено 8 типов элементов пластовых циклитов.

Таблица 3

Распределение мощности чередующихся элементов в пачке циклического переслаивания терригенно-карбонатных отложений верхнесудакской подсвиты ($J_{2-3}sd_2^2$) в разрезе 7 (т.н. 1015) в основании привершинного клифа на восточном склоне горы Алчак-Кая

Номер слоя	Элемент цикла	Мощность, см	Примечания
1	А	>50	Образец № 1015/1
2	В	22	Элемент «В» аналогичен слою 21 в точке 1014. Образец № 1015/2 — конкреции сидерита
3	А	40	В кровле виден постепенный переход без каких-либо видимых следов перерыва в вышележащий слой (№ 4) оксфордского возраста
4	С	135	Образцы № 1015/4а (известняк оолитовый с кварцевыми жилами, серый на свежем сколе, на выветрелом — серо-коричневый); № 1015/4б (макрофауна, кораллы); № 1015/4в (макрофауна, двустворчатые моллюски); № 1015/4д (макрофауна, ихнофоссилии); № 1015/4е (макрофауна, иглокожие)
5	Д	22	
6	С	135	Здесь мощность прослоев известняков существенно больше и составляет около 25 см
7	Е	30–50	
8	Ф	13	Образец № 1015/8
9	Е	10	
10	Ф	7	
11	Е	17	
12	С	58	
13	Е	100	
14	Г	115	
15	Н	2	Образец № 1015/15
16	Г	170	
17	Н	5	
18	Г	85	
19	Н	4	
20	Г	9266	

Элемент «А» сложен известковистым аргиллитом. Элемент «В» аналогичен слою 21 в т.н. 1014. Элемент «С» представлен пачкой сильно-

песчанистых и менее песчанистых аргиллитов (в кровле с линзами и линзовидными прослоями известняков) мощностью несколько сантиметров, содержащих огромное количество кораллов (одиночных), а также остатков ракообразных, двустворчатых моллюсков, а также многочисленные ходы доннороющих животных (ихнофоссилии) в виде окремнелых нежелезненных песчаников. Аргиллиты и алевролиты сильноизвестковистые, хорошо реагируют с уксусной кислотой. Биогенные известняки бурно реагируют с уксусной кислотой. Также встречаются остатки иглокожих (цидароидных морских ежей).

Элемент «Д» выполнен аргиллитом известковистым, черным, на выветрелом сколе серым. Образует изометричную остроугольную щебенку. Элемент «Е» сложен алевролитом неяснослоистым, серым на свежем сколе и серо-коричневым, ржаво-красным на выветрелой поверхности. Слабо реагирует с уксусной кислотой. Элемент «Ф» — алевролит серый, слабоизвестковистый, слабо реагирует с уксусной кислотой, массивный. Элемент «Г» — известняк массивный, неяснослоистый, с кварцевыми жилами, на свежем сколе серый, на выветрелой поверхности серо-коричневый, на 50% покрытый черно-оранжевыми лишайниками *Rhizocarpon geographicum* (L.) и кустистыми серо-белыми лишайниками *Parmelia sulcata* Taylor, без видимой макрофауны. Элемент «Н» сложен известняком песчанистым, менее плотным, чем предыдущий слой, образует в профиле выветривания западины. Элемент встречается в виде мелких прослоев, что придает склону ступенчатый характер. Эти слои подчеркивают линейно распределенную на склоне растительность травянистых и древесных форм. Суммарная мощность этого интервала разреза составляет 103 м. Далее ступенчатость на склоне исчезает и начинается привершинный клиф, образованный толщей известняков мощностью 54 м. По мере подъема к вершине никаких принципиальных изменений в характере толще не заметно, находок макрофауны нет. На вершине горы (т.н. 1016) встречены кальцитовые жилы мощностью 15–20 см и длиной несколько метров с субвертикальным залеганием. Аз. пр. 60°. Микроскопически образец № 1016 представлен полибиокластовым известняком, флоатстоуном, состоит из обломков кораллов (5%), мшанок (2%), криноидей (3%), брахиопод (1%), моллюсков (2%), гастропод (3%), талломов зеленых водорослей с обильным микритовым цианобактериально-водорослевым заполнением, местами сплошной микритовый, с вторичными гигахристаллическими зернами кальцита (80%) в пустотах (рис. 3, Ж). Мощность опорного разреза составляет 157 м.

Оксфордские отложения были исследованы в разрезах 8–14 на западном и восточном замыканиях Судакской бухты.

Разрез 8 (т.н. 1048) в устье р. Суук-Су, восточная оконечность Судакской бухты, западный склон горы (мыса) Алчак-Кая, у таблички «Заповедник Алчак-Кая». В точке наблюдения обнаженность пород хорошая, площадь покрытия растительностью не более 35% (травы и деревья). Скорость течения реки в области впадения в Черное море 0,4 м/с. В устьевой части реки много бытового мусора (tIV). В русле наблюдается аллювий (aIV), сложенный галькой и мелкими обломками известняков оксфордского яруса, представленных в нижней части известковистыми песчаниками и переслаиванием известняков и песчаников, присутствует мелководно-морская фауна двустворчатых моллюсков (пектениды, образец № 1048/1). Породы аналогичны таковым в базальной части разреза г. Алчак-Кая на противоположном восточном склоне в т.н. 1015 и на г. Хыс-Куле-Бурун (т.н. 1047), на которой стоит Судакская крепость. Таким образом, под русловым аллювием р. Суук-Су проходит граница между толщей известковистых аргиллитов с конкреционными прослоями сидеритовых конкреций келловей и известняками оксфорда (под скальным массивом установлен знак: «осторожно, камнепад»). С массива известняков плащеобразно спускаются по склонам обвальнo-осыпные отложения голоцена мощностью 4–6 м в нижней части, представленные щебнистыми супесями и брекчиями известковистыми, бурно реагирующими с уксусной кислотой, присутствуют щебень и глыбы разного размера. Местами у береговой линии или на мелководье видны обвалившиеся крупные глыбы оксфордских известняков размером до 10–15 м в поперечнике (аналогичны описанным в противоположной части Судакской бухты в т.н. 1047). Причиной этих обвалов служит, с одной стороны, морская абразия, с другой — гравитационные процессы в сочетании с процессами выветривания. В районе этой точки отмечены следы выщелачивания известняков — мелкие карстовые формы (каверны, воронки), а также крупные (гроты). От этой точки начинается окультуренная туристическая тропа, ведущая с западной части мыса Алчак-Кая к его восточной и вершинной частям.

Разрезы 9 и 10 (т.н. 1049 и 1050) находятся на 70 м южнее точки 1048 (т.н. 1049) и на 82 м южнее точки 1049 (т.н. 1050), на туристической тропе. Обнаженность пород хорошая, площадь покрытия растительностью не более 27% (травы и деревья). Туристическая тропа (аналогичная тропе Голицына в пос. Новый Свет) идет вдоль массива оксфордских известняков, представленных здесь еще более молодыми интервалами известковой толщи, в основном толщей переслаивания известняков и песчаников без макрофауны, но с жилами кальцита (мощность до 0,5 м и длина несколько метров, образец № 1049/1 — кальцит) и песчаников, аналогичных таковым в разрезе на

противоположном восточном склоне в т.н. 1015. У береговой линии в районе тропы и на мелководье видны крупные глыбы оксфордских известняков размером до 12–15 м в поперечнике (аналогичны описанным в противоположной части Судакской бухты, в т.н. 1047 и в т.н. 1048) в обвалившемся состоянии. Причиной этих обвалов служит, с одной стороны, морская абразия, с другой — гравитационные процессы в сочетании с процессами выветривания. Видны следы выщелачивания известняков: мелкие карстовые формы — каверны, воронки, а также крупные — навесы.

Разрез 11 (т.н. 1019) находится на г. (мыс) Хыс-Куле-Бурун, юго-западный угол Судакской крепости (пос. Уютное). Известняки покрыты черно-оранжевыми лишайниками *Rhizocarpon geographicum* (L.) и кустистыми серо-белыми лишайниками *Parmelia sulcata* Taylor, а также редкими, преимущественно хвойными деревьями и травянистыми растениями, которые в основном растут по трещинам выветривания или маркируют неясную слоистость в массиве известняков. Элементы залегания слоистости: аз. пд. 115°, $\angle 36^\circ$. В массиве видны фрагменты скелетов макрофауны, преимущественно моллюсков и иглокожих, что свидетельствует о биогенном происхождении этой толщи. Обнаженность пород хорошая, площадь покрытия растительностью составляет около 5% (рис. 4, А). Известняки на выветрелой поверхности серые, иногда светло-коричневые, на свежем сколе интенсивно серые, местами со следами перекристаллизации, преимущественно массивные (рис. 4, Б, В). Микроскопически образец № 1019 представляет собой обломочный известняк, флоатстоун, состоит из литокластов цианобактериально-водорослевых известняков (52%), строматолитовых известняков (40%), иногда с мельчайшим детритом. Биокластовая часть состоит из брахиопод (3%), фораминифер (2%), пеллеципод (2%), талломов водорослей (3%), криноидей (2%), среднесортированных комков и стустков цианобактериально-водорослевого кальцита. Известняк среднесортированный и разнокатанный, с поровым, базальным микро-яскокристаллическим цементом (рис. 3, З). Видимая мощность известняков составляет около 16 м. Породы образуют почти отвесный клиф (рис. 4, А, Д). Неясная слоистость подчеркнута в профиле выветривания параллельными западинами, которые отвечают менее устойчивой к выветриванию разности песчаных известняков (рис. 4, Д). По пути от т.н. 1019 к т.н. 1020 наблюдается циклическая толща переслаивания двух разностей известняков, примерно на середине расстояния был взят образец № 1019/20 из массивной разности известняков (рис. 4, Е).

Разрез 12 (т.н. 1020) на южной окраине крепостной стены под триангуляционным знаком у вершины г. Хыс-Куле-Бурун. Ближе к вершине слоистость становится нечеткой, трещины по

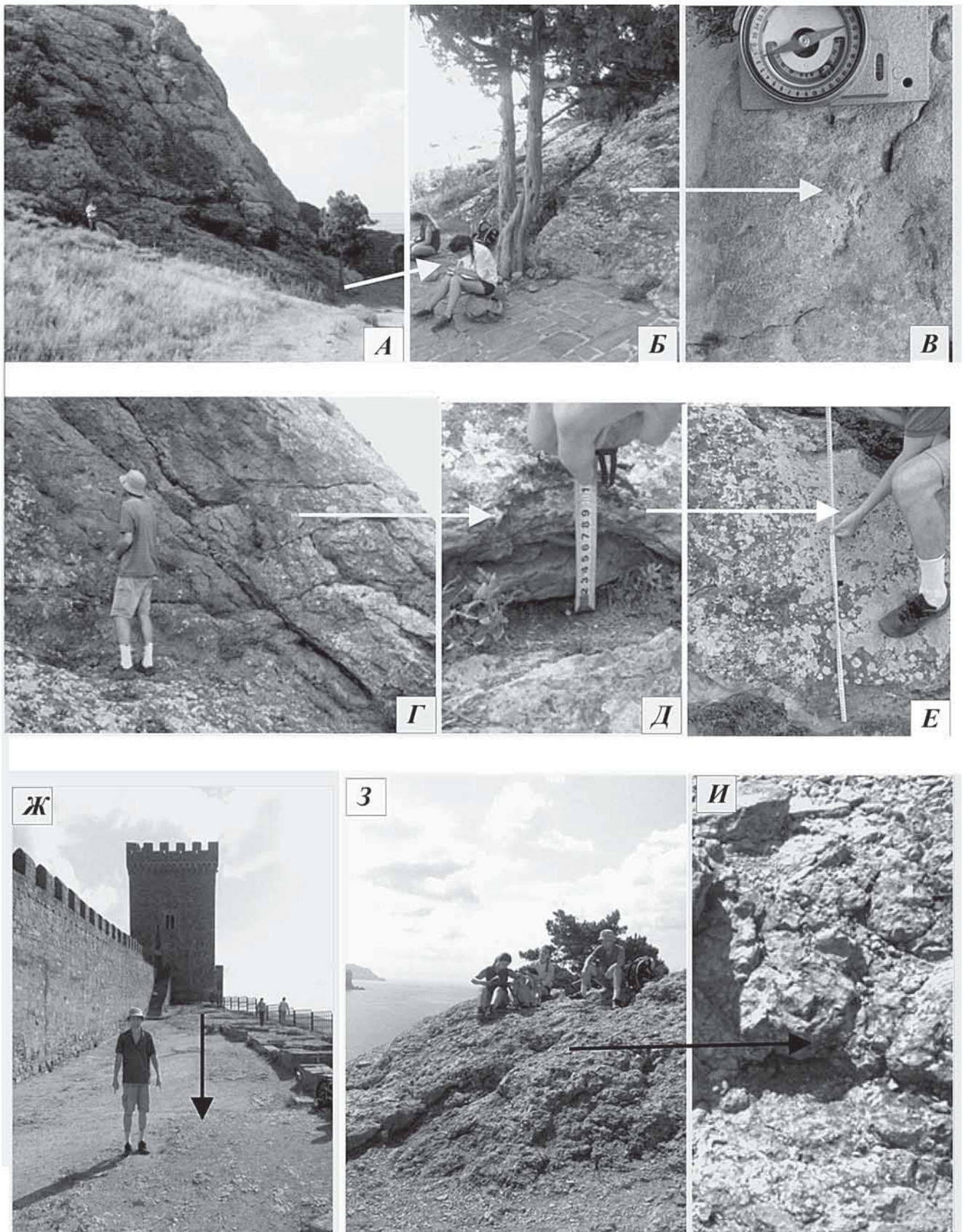


Рис. 4. Фото обнажений: *А* — известняки оксфорда, образующие почти отвесный клиф (т.н. 1019); *Б* — то же, видны чередующиеся массивные и рыхлые разности известняков (т.н. 1019); *В* — массивные известняки (т.н. 1019); *Г* — видна полостчатость на скальном массиве, образованная чередованием более плотных и менее плотных разностей известняков (т.н. 1019); *Д* — песчанистые известняки, менее устойчивые к разрушению, чем массивные известняки, образуют западины в профиле выветривания выступы; *Е* — массивный известняк, отвечающая выровненной поверхности кровли известняков оксфорда (т.н. 1021); *Ж* — смотровая площадка верхнего замка Генуэзской крепости, отвечающая выровненной поверхности кровли известняков оксфорда (т.н. 1021); *З* — известняки массивные, желваковидные, неяснослоистые (т.н. 1022); *И* — то же, но крупнее (т.н. 1022)

плоскостям напластования меняют элементы залегания (аз. пд. 234° , $\angle 37^\circ$). В точке наблюдения известняки становятся комковатыми, брекчиевидными, узловатыми, с неясно выраженной слоистостью или без нее, с жилами кальцита и кварца, с перекристаллизованными остатками макрофауны (преимущественно из призматического слоя раковин моллюсков). Образец № 1020 микроскопически аналогичен образцу № 1016 и представляет собой известняк с литокластами цианобактериально-водорослевых известняков (48%), сферовых известняков (36%), погруженных в цианобактериально-водорослевой матрикс (рис. 3, *И*). Карбонатный массив разбит многочисленными трещинами, по которым растут травы и хвойные деревья. По трещинам происходит нисходящая фильтрация атмосферных осадков. Породы местами слабовлажные, в таких участках много мокриц. Ориентировочная мощность отложений оксфордского возраста при их описании от т.н. 1019 к т.н. 1020 составляет около 70 м.

Разрез 13 (т.н. 1021). Юго-восточный угол крепостной стены, у донжона (главной башни замка, рис. 4, *Ж*). На верхней части массива известняков оксфордского возраста расположен верхний замок Генуэзской крепости. С небольшой смотровой площадки, отвечающей выровненной поверхности кровли известняков, открывается вид на Судакскую бухту, в которой видны крупные обрушившиеся глыбы скального массива. Известняки по мере движения от т.н. 1020 к т.н. 1021 по строению, составу и свойствам аналогичны описанным ранее в т.н. 1020 и микроскопически (образец № 1021) представляют собой коралловую постройку. Это известняк (80%) с мелкокристаллическим вторичным скелетным каркасом и микритовым цианобактериально-водорослевым заполнением межскелетного пространства (рис. 3, *К*).

Разрез 14 (т.н. 1022) приурочен к восточному углу крепостной стены. Здесь наблюдаются цианобактериально-водорослевые известняки, в основном массивные, неяснослоистые, желваковидные (рис. 4, *З, И*). Образец № 1022 микроскопически представляет собой обломок кораллитов с цианобактериально-водорослевым заполнением пустот и микритовым матриксом с примесью тонкопесчаного алевритистового материала (8%). Порода в шлифе варьирует от вакстоуна до флотстоуна с участками фреймстоуна (рис. 4, *Л, М*). Рифостроящими организмами были кораллы, цианобактерии, водоросли и рудисты. Встречаются травянистые растения и редкие деревья. Во всех изученных точках, в которых обнажены оксфордские известняки, отмечено, что их поверхность покрыта лишайниками, описанными в т.н. 1019.

Результаты исследований и их обсуждение.

В результате исследований в ходе полевых работ 2015 г. строение верхнесудакской подсвиты судакской свиты можно разделить на две части: нижнюю (преимущественно терригенную) и верхнюю (в основном карбонатную); выделенные нами в поле и в лабораторных условиях литотипы основных пород подсвиты в целом совпадают с результатами предшествующих исследований [Фіколіна и др., 2008].

В большинстве изученных разрезов в пределах окрестностей г. Судак границе келловей и оксфорда в разрезе отвечает стратиграфическое несогласие, причем элементы залегания толщ, разделенных несогласием, не меняются. Граница проходит внутри верхнесудакской подсвиты. В единственном месте — на западном замыкании Судакской бухты под Генуэзской крепостью (мыс Хыс-Куле-Бурун) — наблюдалось залегание нижней терригенной и верхней карбонатной частей верхнесудакской подсвиты на одном альтиметрическом уровне, что ранее [Юдин, 2009, 2011] интерпретировалось как результат тектонических дислокаций (последних и субпоследних срывов), в том числе как тектонический меланж (здесь и в районе г. Алчак-Кая). По нашему мнению, районы последних и субпоследних срывов и зона «меланжа» в районе Судака в действительности представляют собой часть оползня-обвала, в котором терригенные отложения келловей полностью дезинтегрированы, а известняки на участках вблизи зон скольжения блоков несут следы механической обработки, комковатые, местами имеют жирный блеск с примазками аргиллитов. Впервые модель крупных оползней-обвалов на южном берегу Крыма была предложена О.В. Зеркалем и Е.Н. Самариным¹³ (МГУ) в 2017 г. Мы придерживаемся этих соображений.

По результатам лабораторных исследований (метод нерастворимого остатка, газоволюметрический метод и петрографическое исследование пород в шлифах) получены данные о минеральном составе изученных пород (табл. 4 и 5). Отмечено почти полное отсутствие доломита в изученных пробах. Определено среднее содержание кальцита (карбонатность) по данным трех методов (табл. 5).

По результатам собственных полевых наблюдений и лабораторным исследованиям, а также по данным предшественников [Фіколіна и др., 2008] можно заключить, что основными рифостроящими организмами в оксфордское время (во время накопления осадков верхней части верхнесудакской подсвиты) были кораллы, цианобактерии, водоросли, рудисты. Также в состав палеоценоза рифа входили иглокожие и моллюски. Наличие кораллов в изученных породах свидетельствует о том, что

¹³ Об этом впервые было сказано в устном докладе О.В. Зеркала, Е.Н. Самарина «Роль крупномасштабных склоновых процессов в формировании четвертичных образований южного берега Крымского полуострова (на участке Алушта–Судак)» на X Всероссийском совещании по изучению четвертичного периода «Фундаментальные проблемы четвертичного периода: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований» (Москва, 25–29 сентября 2017 г.).

Таблица 4

Минеральный состав пород верхнесудакской подсвиты

Номер образца	Метод нерастворимого остатка		Газоволюметрический метод			Петрографический метод (название породы) и карбонатность (кальцит), %
	карбонатность (кальцит), %	нерастворимый остаток, %	кальцит, %	доломит, %	нерастворимый остаток, %	
1015	0	0	0	0	100	аргиллит, 0
1016	27,3	72,7	90,2	0,0	9,8	полибиокластовый известняк, 80
1019	7	93	88,6	0,0	11,4	известняк, 60
1021	22,5	77,5	83,9	0,0	16,1	коралловый известняк, 52
1022	7,9	92,1	82,5	0,0	17,5	обломок кораллитов, 50
1023/1	0	0	0	0	100	песчаник
1023/2	15,5	84,5	67,7	0,0	32,3	коралловый известняк, 60
1023/3	33,8	66,2	88,7	0,7	10,6	коралловый известняк, 88
1047/1	8,5	91,5	8,1	0,0	91,9	алевролит, 8
1047/2	20,7	79,3	82,3	2	15,6	доломитовый известняк, 82

Таблица 5

Общая карбонатность пород верхнесудакской подсвиты по данным разных методов

Номер образца	Метод нерастворимого остатка, %	Геохимический метод (доломит+кальцит), %	Петрографический метод, %	Средняя карбонатность, %
1016	27,3	90,2	80	65,8
1019	7	88,6	60	51,8
1021	22,5	83,9	52	52,8
1022	7,9	82,5	50	46,8
1023/2	15,5	67,7	60	47,7
1023/3	33,8	88,7	88	70,2
1047/1	8,5	8,1	5	7,2
1047/2	20,7	82,3	82	61,6

температура воды была в среднем выше 20 °С в оксфордское время. Вместе с тем наличие среди рифостроителей цианобактерий и водорослей указывает на вариации температуры.

Определение палеотемператур (табл. 6) показало, что средняя палеотемпература на северной окраине океана Тетис по разрезам Судакской бухты составляла 23,6 °С (полученное значение

Таблица 6

Сравнение значений содержания $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$ (‰VPDB) и T (°С) при $\delta^{18}\text{O}$ воды, равной 0‰, для пород верхней части верхнесудакской подсвиты

Номер образца	$\delta^{13}\text{C}$, ‰VPDB	$\delta^{18}\text{O}$, ‰VPDB	T , °С при $\delta^{18}\text{O}$ воды, равной 0‰
1015*	-0,125	-6,28	46
1022	3,795	-1,69	22
1021	4,265	-0,73	17
1023/3	3,205	-1,2	19
1016	2,435	-4,11	34
1019	4,095	-0,51	16
1006/1	1,105	-4,64	37
1009/1	3,155	-1,36	20

* Курсив — значения, не принятые к расчету.

температуры, равное 46 °С, в дальнейших расчетах не учитывалось), в то время как для южной окраины океана Тетис характерны значения около 25 °С и более. Климат в течение геологического времени от келловей к оксфорду и в течение оксфордского века постепенно становился более теплым [Matthias et al., 2017; Wierzbowski, 2015].

Судакская свита отвечает позднеюрской трансгрессии, начавшейся в позднем келловее, которая распространялась из участков наиболее устойчивого в то время прогибания — западной части прогиба Юго-Западного Крыма, восточной части прогиба Восточного Крыма и Судакского прогиба. Седиментация осадков свиты проходила в условиях нормальноморских океанских вод и потепления климата (смена терригенных фаций на карбонатные), а также частых эвстатических вариаций (пестрота осадков, фаций свиты).

Изученный стратиграфический интервал разреза отвечает келловей-оксфордскому комплексу синрифтовых осадков келловей-берриасской мегасеквенции [Okay, Nikishin, 2015; Nikishin et al., 2015]. Осадки нижней подсвиты и нижней части верхней подсвиты судакской свиты формировались в Судакском глубоководном прогибе и представлены флишевым комплексом — глинами с прослоями песчаников, известняков и линзами

конгломератов (нижняя подсвита ($J_{2-3}sd_1^1$)), а также известковистыми аргиллитами (глинами) с конкрециями сидеритов (нижняя часть верхней подсвиты ($J_{2-3}sd_2^1$)). С течением геологического времени глубина бассейна постепенно уменьшалась, о чем свидетельствует сначала появление глубоководных форм — аммонитов, криноидей и губок в самом конце келловей ($J_{2-3}sd_2^1$), а позднее, начиная с оксфорда, — более мелководных форм, включая рифостроящих кораллов в толще терригенно-карбонатных осадков ($J_{2-3}sd_2^2$). Глубина в раннеоксфордское время составляла несколько десятков метров (по кораллам) или даже меньше (по цианобактериальным постройкам).

При картировании исследуемых отложений был применен ботанический косвенный картировочный признак. Поверхность известняков верхней части верхнесудакской подсвиты несет следы растворения от морской соли и часто покрыта черно-оранжевыми лишайниками *Rhizocarpon geographicum* (L.) и кустистыми серо-белыми лишайниками *Parmelia sulcata* Taylor, что делает невозможным изучение первичной структуры и текстуры породы (за исключением района тропы Голицына в Новом Свете).

В результате процессов выветривания происходит разрушение биогермных карбонатных массивов, блоки и глыбы которых обваливаются или оползают по склонам Первой гряды, а также почвообразование.

В Судакском районе основной тип почв — коричневые горные щебнистые. На территории Крымского полуострова площадь распространения этих почв очень невелика. Они формируются на Южном берегу Крыма под влиянием климатического барьера — Главной гряды гор с высотами 1200–1500 м — на продуктах выветривания известняков, мергелей, глинистых сланцев, песчаников, магматических пород. Процесс почвообразования здесь напрямую связан со специфическим гидротермическим режимом, который формируется в зимнее время (влажно и тепло). Летом происхо-

дит консервация гумусовых веществ почвы из-за замедления процесса минерализации в условиях засушливого климата. Коричневые горные щебнистые почвы на элювии и делювии коренных пород отличаются большим содержанием карбонатов во всем профиле, содержат значительное количество гумуса (7–10%), формируются под ксерофитными (растения сухих мест обитания, засухоустойчивые) лесами и зарослями кустарников. Климат района очень засушливый, жаркий, с очень мягкой зимой (Крымское южнобережное субсредиземноморье).

Заключение. Приведена характеристика верхнекелловейских и нижнеоксфордских отложений, относящихся к судакской свите, на основе изучения 14 разрезов в районе Судакской бухты.

Впервые был применен ботанический косвенный картировочный признак — поверхность известняков верхней части верхнесудакской подсвиты несет следы растворения от морской соли и часто покрыта черно-оранжевыми лишайниками *Rhizocarpon geographicum* (L.) и кустистыми серо-белыми лишайниками *Parmelia sulcata* Taylor.

Основными рифостроящими организмами в оксфордское время (во время накопления осадков верхней части верхнесудакской подсвиты) были кораллы, цианобактерии, водоросли, рудисты. Также в состав палеоценоза рифа входили иглокожие и моллюски. Наличие кораллов в изученных породах свидетельствует о том, что температура воды была в оксфордское время в среднем выше 20 °С, что подтверждается полученным нами средним значением палеотемпературы 23,6 °С. Присутствие среди рифостроителей цианобактерий и водорослей указывает на вариации температуры.

Нами предложена новая модель крупных оползней-обвалов, объясняющая присутствие локальных участков «дислоцированного» залегания разных частей одной свиты, ранее интерпретируемых как «зоны меланжа».

Благодарности. Авторы благодарны А.М. Никишину (МГУ) за консультации в ходе полевых наблюдений и интерпретации полученных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анфимова Г.В. Состояние изученности и проблемы исследования стратотипов юры Горного Крыма // Вісн. Харків. нац-го ун-ту. Сер. Геологія. Географія. Екологія. 2015. Вип. 42, № 1157. С. 11–19.

Верзилин Н.Н. Методы палеогеографических исследований. Л.: Недра, 1979. 247 с.

Габдуллин Р.Р., Самарин Е.Н., Иванов А.В. и др. Литолого-геохимическая, петромагнитная и палеоэкологическая характеристика условий осадконакопления в Ульяновско-Саратовском прогибе в кампане–зеландии // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2016. № 5. С. 27–38.

Габдуллин Р.Р., Бадулина Н.В., Бакай Е.А. и др. Строение и условия формирования отложений беднекирской свиты (титонский ярус) Горного Крыма // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 2017. № 6.

Каплин П.А., Янина Т.А. Методы палеогеографических реконструкций: Метод. пособие. М.: Географический факультет МГУ, 2010. 430 с.

Успенская Е.А. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Лист L-36-XXIX. Объясн. зап. Киев: Киевгеология, 1973.

Фіколіна Л.А., Білокрис О.О., Обшарська Н.О. и др. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200000. Кримська серія. Аркуші L-36-XXIX (Сімферополь), L-36-XXXV (Ялта). Поясн. зап. Київ: Державна геол. служба, Казеннепідприємство «Південекогеоцентр», УкрДГРІ, 2008.

Фор Г. Основы изотопной геологии. М.: Мир, 1989. 590 с.

Хефе Й. Геохимия стабильных изотопов. М.: Мысль, 1983. 200 с.

Юдин В.В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙ-ПИ, 2011. 336 с.

Юдин В.В. Геологическая карта и разрезы Горного, Предгорного Крыма. Масштаб 1:200 000. Симферополь: Союзкарта, 2009.

Matthias A., Fürsich F.T., Abdelhady A.A. et al. Middle to Late Jurassic equatorial seawater temperatures and latitudinal temperature gradients based on stable isotopes of brachiopods and oysters from Gebel Maghara, Egypt // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 2017. Vol. 468. P. 301–313.

Okay A., Nikishin A.M. Tectonic evolution of the southern margin of Laurasia in the Black Sea region // *Intern. Geol. Rev.* 2015. Vol. 57, N 5–8. P. 1051–1076.

Nikishin A.M., Wannier M., Alekseev A.S. et al. Mesozoic to recent geological history of southern Crimea and the Eastern Black Sea region: Tectonic evolution of the Eastern Black Sea and Caucasus // *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* L.: Publ. House, 2015. Vol. 428. SP428.1.

Wierzbowski H. Seawater temperatures and carbon isotope variations in central European basins at the Middle–Late Jurassic transition (Late Callovian–Early Kimmeridgian) // *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 2015. Vol. 440. P. 506–523.

Поступила в редакцию
25.08.2017