

Кандинов М.Н., Крол А.А.

*МГУ имени М.В. Ломоносова НИИ и Музей антропологии,
125009, ул. Моховая, д. 11, Москва, Россия*

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СРЕДНЕВЕКОВОЙ АРХИТЕКТУРЕ АРХЕОЛОГИЧЕСКОГО ПАМЯТНИКА ДЕРАХЕЙБ (СУДАН)

Материалы и методы. Материалом послужили образцы светло-серой породы с более светлыми и более темными вкраплениями, взятые при исследовании архитектурных сооружений археологического памятника Дерахейб (Судан), который с 2017 года исследует Нубийская археолого-антропологическая экспедиция НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В.Ломоносова. Эта порода использовалась при заливке полов в Здании 3 (Мечеть) и в качестве связующего материала в кладке стен объекта Северная крепость.

В ходе исследования внутренних помещений Северной крепости были также найдены артефакты – вырезанные из той же породы декоративные архитектурные элементы.

По соглашению с Национальной корпорацией по древностям и музеям Республики Судан образцы были вывезены в Россию. Изготовленные шлифы были исследованы в НИИ и Музее антропологии МГУ.

Результаты. Проведенный анализ шлифов показал, что материалом для заливки полов и для изготовления связующего вещества в архитектурных сооружениях памятника Дерахейб, а также для декоративных архитектурных элементов послужили сильно измененные вулканогенно-метаморфические породы, метаморфизованные туфы кислого или щелочного состава, широко распространенные в данном районе Судана.

Заключение. Проведенное исследование свидетельствует о том, что строители, возводившие здания в Дерахейбе в средневековый период, использовали «подручный» материал, так как доставлять строительные материалы из долины Нила было весьма затруднительно, учитывая местоположение памятника почти в центре Нубийской пустыни. Залежи туфа на территории памятника позволило архитекторам Дерахейба возводить прочные здания с использованием местных материалов.

Результаты проведенного исследования позволяют выработать более точные рекомендации для реставрации средневековых архитектурных памятников Дерахейба.

Ключевые слова: археология; геология; петрография; Нубийская экспедиция НИИМА МГУ; Дерахейб; строительные материалы; вулканический туф

Введение

В 2018 году Нубийская археолого-антропологическая экспедиция НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова провела второй сезон полевых работ на памятнике Дерахейб (Республика Судан) [Крол с соавт., 2019] (рис. 1).

Одним из объектов, исследованных в сезоне 2018 г. было Здание 3, расположенное на городище. Здание представляет собой прямоугольное открытое пространство 29x16 м, обнесенное стеной, сложенной из плит сланца (рис. 2).

Лучше всего сохранилась восточная стена здания, имеющая два целых и два частично разрушенных арочных проема, полукруглый выступ посередине стены и два входа по бокам от него (рис. 3).

Снимок, сделанный с квадрокоптера, позволяет предполагать, что восточная половина здания была перекрыта (см. рис. 2).

В сезоне 2018 года по обе стороны от выступа в центральной части восточной стены, были заложены стратиграфические траншеи. Было выявлено, что внутри здания верхний слой, плотностью около 30 см представляет собой слой разрушения и состоит из завалов сланцевых плит; фрагментов строительного раствора, использовавшегося при кладке; мелкопесчанной супеси. Ниже следует слой запустения здания – слой песка плотностью около 20 см. Под этим слоем был обнаружен хорошо сохранившийся плотный пол здания толщиной около 5-7 см из светло-серой породы с более светлыми и более темными вкраплениями¹ (рис. 4). Судя по её строению и расположению на памятнике, порода имеет искусственное происхождение (т.н. «напольное покрытие» типа штукатурки).

¹ Полученные результаты позволили выдвигать предположение, что Здание 3 служило пятничной мечетью города Аль-Аллаки, локализуемого на месте Дерахейба. [Крол, 2020]. На это, в первую очередь, указывает архитектура сооружения – традиционный для культовых сооружений раннеисламской архитектуры гипостиль, внутреннее пространство которого делилось на две почти равные части: открытый двор (сахн) и крытую молитвенную часть, примыкающую к восточной стене, в середине которой располагался полукруглый выступ, ниша – михраб, являющийся важнейшей частью любой мечети, указывающий направление на Мекку [Крол с соавт., 2019, с. 137-138].



Рисунок 1. Карта, сделанная на основе сервиса Google Планета Земля с указанием основных географических названий, упомянутых в статье
Figure 1. Map made on the base of Google Earth



Рисунок 2. Общий вид Здания 3. Снимок с квадрокоптера И. Шкрибляк
Figure 2. Overview of the Building 3. Picture from the drone was taken by I. Shkribliak

Материалы и методы

Изучены образцы горной породы, взятые при исследовании архитектурных сооружений археологического памятника Дерахейб (Судан). Эта порода использовалась как при заливке полов в Здании 3 (Мечеть) и в качестве связующего материала в кладке стен объекта Северная Крепость. Также из нее состоят найденные артефакты – вырезанные декоративные архитектурные элементы. По соглашению с Национальной корпорацией по древностям и музеям Республики Судан образцы были вывезены в Россию. Изготовленные шлифы были исследованы в НИИ и Музее антропологии МГУ.



Рисунок 3. Восточная стена Здания 3. Снимок с квадрокоптера И. Шкрибляк
 Figure 3. Eastern Wall of the Building 3. Picture from the drone was taken by I. Shkribliak



Рисунок 4. Детальный вид «напольного покрытия» в Здании 3 сверху.
 Снимок с квадрокоптера И. Шкрибляк
 Figure 4. Detailed view of the floor in the Building 3 from above. Picture from the drone was taken by I. Shkribliak

Результаты

Изучение напольного покрытия Здания 3

Авторы с помощью петрографических шлифов изучили состав материала напольного покрытия Здания 3 (рис. 5-9).

Первое, что четко фиксируется, это микробрекчиевая структура материала, что естественно, поскольку перед употреблением строителями она была размолена и перемешана.

Основная масса состоит из мелких обломков зерен кварца, вулканического стекла, измененного (серицитизированного) полевого шпата. Он имеет характерные для калиевого полевого шпата двойники и частично замещается карбонатом. Из группы амфиболов наблюдаются зерна зеленоватого цвета – вероятно, роговая обманка

или актинолит. Крупные обломки частично замещены серицитом до мусковита. Биотит зеленоватый, также сильно изменен, но его относительно мало (рис. 9). Кроме этого, встречаются минералы с высоким рельефом из группы пироксенов – вероятно, диопсид или эгирин (рис. 6, 7).

Что-либо похожее на гипс и клинкерные минералы (алит, белит и др.) не встречено. Размер обломков, составляющих основную массу, колеблется от 0,2-0,1 мм и менее. Встречаются капельки вулканического стекла размером 0,1 мм и менее. Глинистые и карбонатные минералы присутствуют в основной массе за счет разрушения полевого шпата и биотита (рис. 5, 6, 7).

Кроме основной массы встречаются обломки сильно измененной первичной породы размером до 2-3 мм (рис. 5). В них также определяются обломки

кварца и полевого шпата, а также зерна биотита, амфиболов. Основная масса обломков цементируется бурым мелкозернистым пепловым материалом, обломками кристалликов олигоклаза, микроклина, кварца и вулканического стекла. По минеральному составу обломочная фракция соответствует риолитовому или трахитовому туфу. Учитывая минеральный состав основной массы «напольного покрытия», можно с уверенностью утверждать, что исходным сырьем для него служили сильно измененные вулканогенно-метаморфические породы, широко развитые в данном районе – метаморфизованные туфы кислого или щелочного состава. Макроскопически порода твердая или средней твердости, цвет розовый, наблюдается некоторая пористость.

Для сравнения мы приводим фотографию шлифа трахитового туфа из района Зибенгебирге (Германия) (рис. 10), который нам любезно предоставил сотрудник Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН – петрограф В.В. Романова, после просмотра наших шлифов. Это туф трахитовый кристалло-лито-витрокластический бежевого цвета брекчиевого строения, состоящий из обломков (1-10, редко до 20 мм) пород (до 30%) преимущественно белой пемзы и темных базальтов, обломков (1-2 мм) кристаллов (до 10%) полевых шпатов и темноцветных минералов, а также тонкопористого витрокластического цемента. Отличием этой породы от материала «напольного покрытия» является присутствие в последнем кварца, что позволило отнести исходные породы «напольного покрытия» по составу не к трахитовым туфам (как в Зибенгебирге), а именно к риолитовым туфам, хотя, судя по геологическому строению, в окрестностях памятника Дерахейб присутствуют обе разновидности этих туфов.

Геологическое строение Дерахейба достаточно своеобразно. Эта территория расположена в пределах Нубийско-Аравийского щита, где на поверхность выходят различные верхнедокембрийские и более древние образования, интенсивно измененные в позднем докембрии. Таким образом, в строении района участвуют преимущественно древние метаморфизованные породы, слагающие окрестные горы, и кайнозойские терригенно-осадочные, преимущественно обломочные образования, выполняющие горные долины (вади) (рис. 11) [Геология..., 1973].

На геологической схеме (рис. 12), построенной по материалам немецких исследователей Р. и Д. Клемм [Klemm, Klemm, 2013, Fig. 6.103], пачки древних сильно измененных слоистых метаморфических отложений и кислых туфы – метариолитов – находятся вблизи Дерахейба, на расстоянии первых километров. Естественно, строители использовали подручный камень, поскольку он подходил для их целей.

В данном случае название «вулканический туф» относится к породе, которая имеет вулканогенно-осадочное происхождение. Это эксплозивно-обломочные образования, возникшие из твердых продуктов вулканических извержений: пепла, песка, лапилли, бомб, обломков горных пород невулканического происхождения и других, впоследствии уплотненных и сцементированных. Формирование данных пород произошло в позднем докембрии, а в фанерозойское время они интенсивно разрушались и изменялись. За многие миллионы лет породы подверглись как физическому, так и химическому выветриванию, в результате чего многие первичные минералы подвергались карбонатизации, гидрослюдизации и другим процессам. Следует отметить, что туфами также называют и гидротермально-осадочные породы, но в отличие от вулканогенных туфов, они являются существенно карбонатными породами. В районе Дерахейб последние не встречаются.

Как известно, вулканический туф (особенно кислых пород) может великолепно служить и стеновым камнем. Одним из самых ценных качеств этой горной породы является легкая обработка – вулканический туф может обрабатываться топором и пилой. Например, из вулканического туфа сделано подавляющее большинство статуй моаи на острове Пасхи [Baker, 1968]. В Германии трахитовый пепловый туф из массива Айфель называют трасом. Молотый трасс служит добавкой к цементу, он повышает плотность и химическую стойкость бетона [Schaaff, 2011].

На территории Египта до настоящего времени известно лишь одно месторождение туфа, материал из которого использовался древними и средневековыми жителями долины Нила. Это каменоломни Джебель-Манзал-эс-Сейл, обнаруженные в 1994 году в Восточной пустыне исследовательской

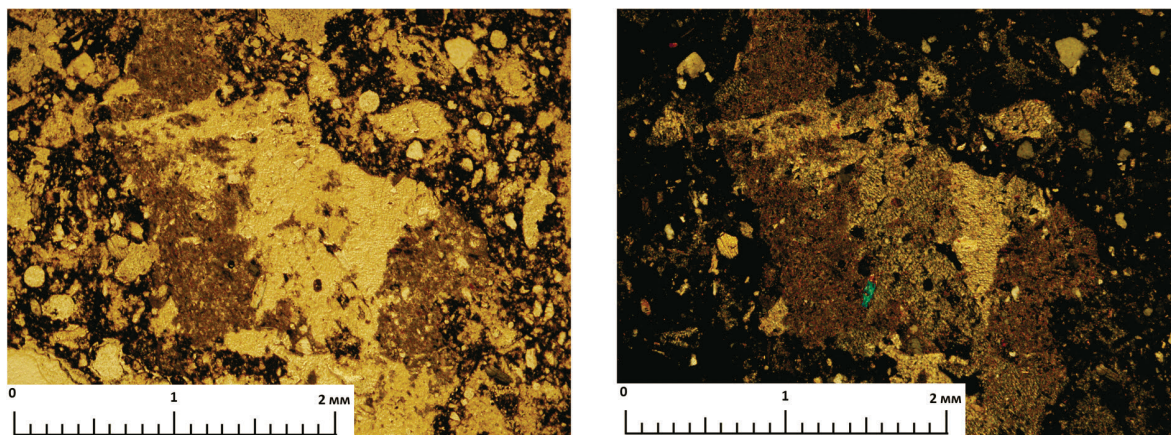


Рисунок 5. Шлиф № 1/18. Крупный обломок первичной породы (риолитового туфа) в шлифеобразца «напольного покрытия». Хорошо видна брекчиевая структура породы. Обломок сильно изменен. В его центральной части наблюдается кристалл биотита.

Здесь и далее: слева николи параллельны, справа – скрещены

Figure 5. Thin section No. 1/18. A large fragment of primary rock (rhyolite tuff) in the thin section of the sample from the Floor. The breccia structure of the rock is clearly visible. The fragment is heavily altered.

A biotite crystal is observed in its central part. Here and further: on the left, the nicols are parallel, on the right – crossed

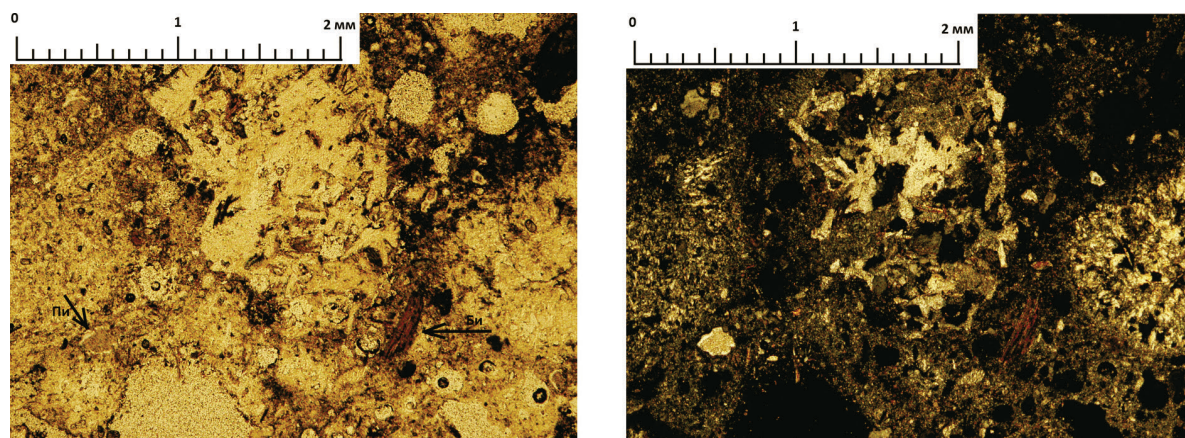


Рисунок 6. Шлиф № 2/18. Обломки пироксена и мусковита в основной массе «напольного покрытия». Видно, что обломки туфа сильно изменены

Figure 6. Thin section No. 2/18. Fragments of pyroxene and muscovite in the sample from the Floor. It is seen that the tuff fragments are strongly altered

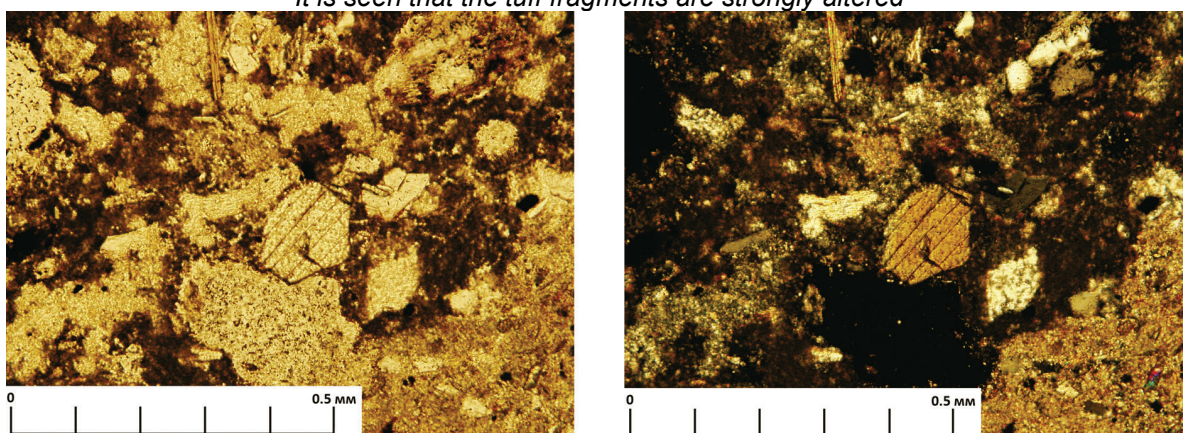


Рисунок 7. Шлиф № 1/18. Кристалл пироксена в основной массе «напольного покрытия»

Figure 7. Thin section No. 1/18. Pyroxene crystal in the sample from the Floor

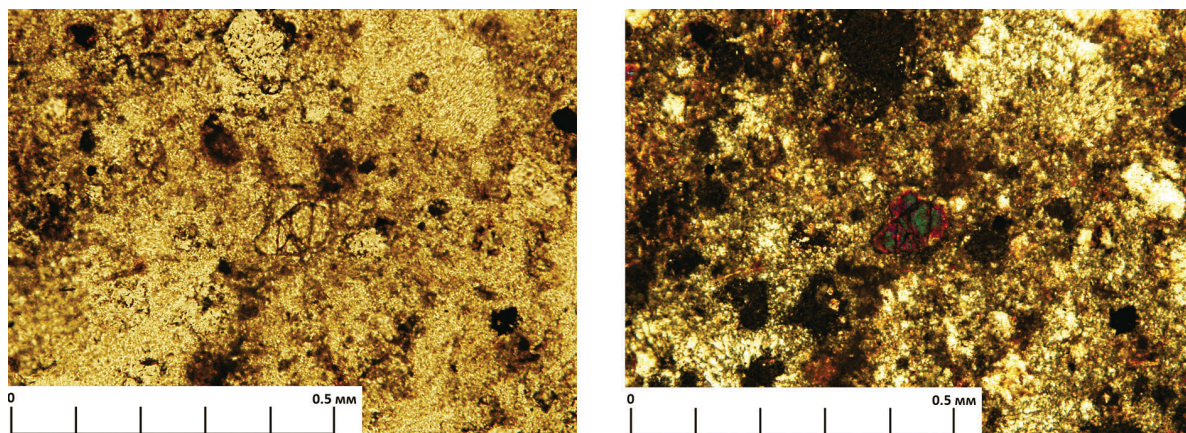


Рисунок 8. Шлиф № 2/18. Обломок пироксена в основной массе «напольного покрытия»
 Figure 8. Thin section No. 2/18. Pyroxene crystal in the sample from the Floor

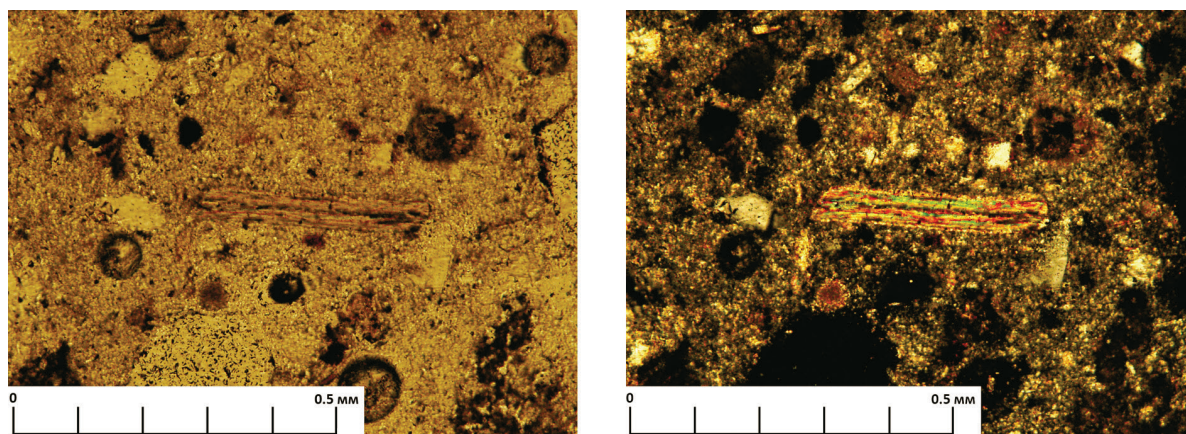


Рисунок 9. Шлиф № 1/18. Лейста биотита в основной массе «напольного покрытия»
 Figure 9. Thin section No. 1/18. Leista biotite in the sample from the Floor

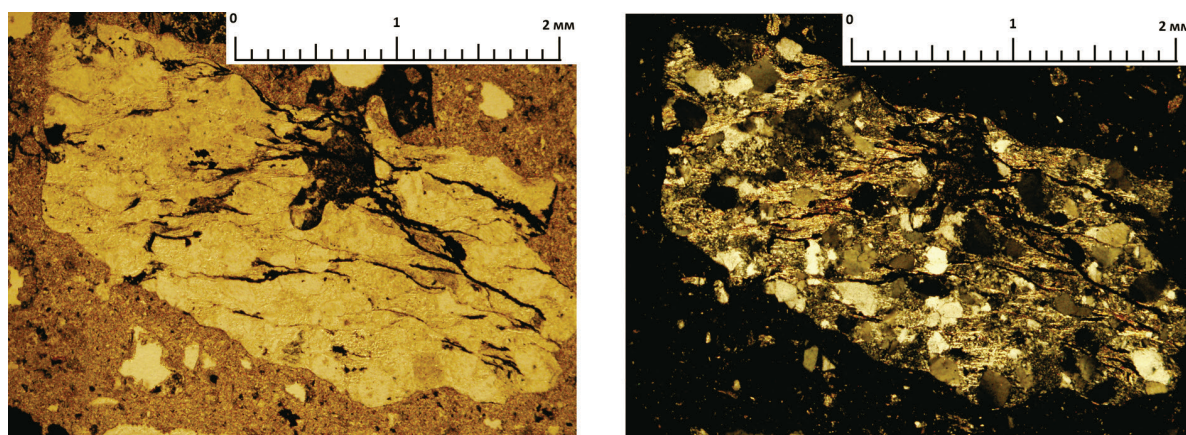


Рисунок 10. Шлиф № GP-08821. Трахитовый туф из района Зибенгебурге (Германия)
 Figure 10. Thin section No. GP-08821. Trachitic tuff from the Siebengebirge region (Germany)

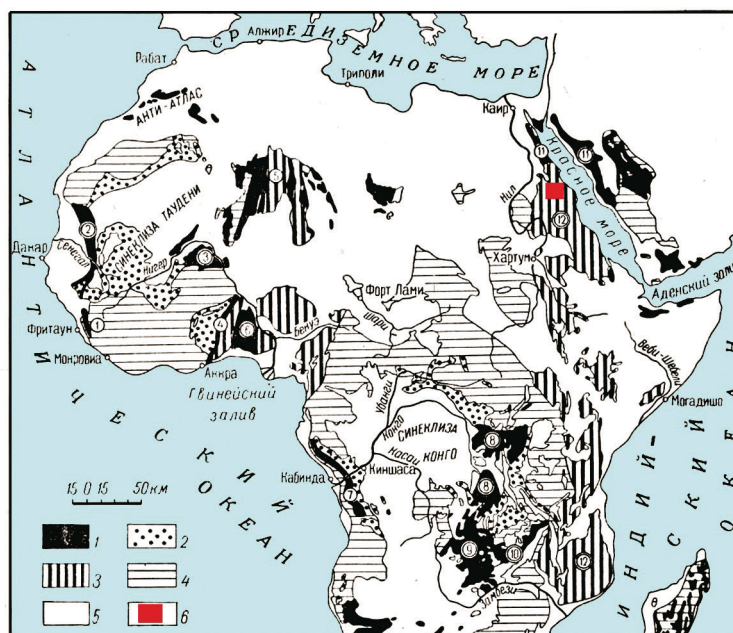


Рисунок 11. Карта выходов докембрийских пород в Африке
Figure 11. Map of outcrops of Precambrian rocks in Africa

Примечания. 1 – складчатые верхнедокембрийские образования; 2 – горизонтальные и субгоризонтальные верхнедокембрийские образования; 3 – выходы верхнедокембрийских и более древних пород, активизированных в позднем докембрии; 4 – дорифейские породы; 5 – выходы фанерозойских пород; 6 – положение района, где находится памятник Дерахейб в пределах Нубийско-Аравийского щита.

Notes. 1 – folded Upper Precambrian formations; 2 – horizontal and subhorizontal Upper Precambrian formations; 3 – outcrops of Upper Precambrian and older rocks activated in the Late Precambrian; 4 – pre-Riphean breeds; 5 – outcrops of Phanerozoic rocks; 6 – the position of the area where the Deraheib monument is located within the Nubian-Arabian shield.

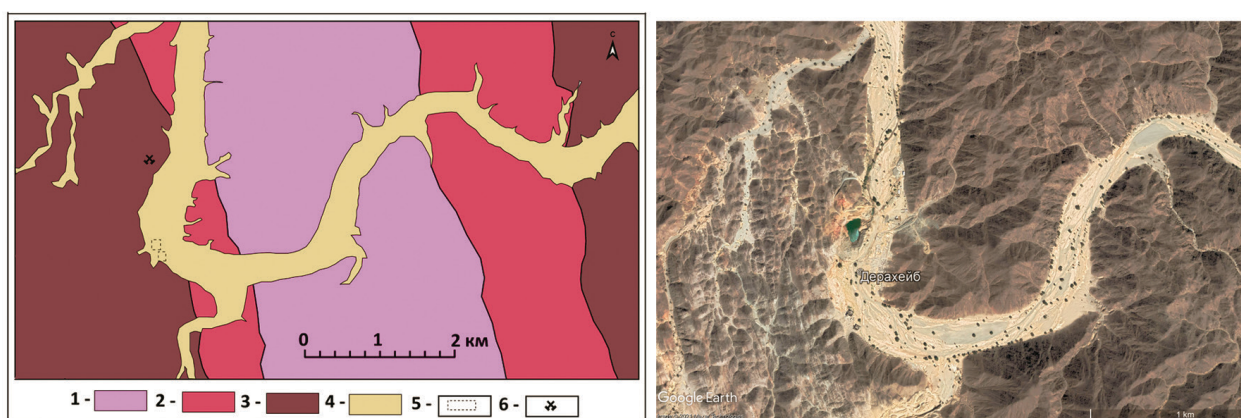


Рисунок 12. Геологическая схема строения района Дерахейб (составлена по материалам R. Klemm и D. Klemm, 2013, Fig. 6.103)

Figure 12. Geological scheme of the structure of the Deraheib area (based on the materials of R. Klemm and D. Klemm, 2013, Fig. 6.103)

Примечания. 1 – богатые полевым шпатом амфиболиты и метаанортозиты; 2 – слоистые метаморфические отложения и кислые туфы – метариолиты; 3 – метаморфические сланцы, конгломераты и агломераты; 4 – четвертичные отложения Вади-аль-Аллаки; 5 – средневековое городище Аль-Аллаки и Северная крепость; 6 – коренные месторождения золота. Справа показан космический снимок района, выполненный на основе сервиса Google Планета Земля.

Notes. 1 – amphibolites and metaorthosites rich in feldspar; 2 – layered metamorphic deposits and felsic tuffs – metariolites; 3 – metamorphic shales, conglomerates and agglomerates; 4 – Quaternary deposits of Wadi al-Allaqi; 5 – Medieval settlement Al-Allaqi and the Northern Fortress; 6 – primary gold deposits. On the right is a satellite image of the area, made on the basis of the Google Earth service.

группой во главе с геологом Джеймсом А. Харреллом [Ancient Egyptian ..., 2000, p. 60-62]. Ими были обнаружены сотни заготовок из туфа, которые по предположению исследователей, отправляли в долину Нила. Оттуда их по реке развозили в разные мастерские, где из заготовок делали сосуды, миски, тарелки и др. [Harrell et al., 2000, p. 39-40]. К сожалению, на памятнике не было обнаружено керамики или каких-то артефактов, которые бы позволили датировать время добычи камня. Исследователи сделали вывод о том, что каменоломни использовались в раннединастический период на том основании, что все известные предметы посуды из туфа датируются именно этим временем. По мнению исследователей, сосуды из туфа и туфогенных известняков составляют приблизительно один процент из общего числа раннединастических сосудов, изготовленных из камня [Aston, 1994].

Что касается использования туфа в древнем и средневековом Судане, то нам не известно публикаций, в которых бы сообщалось о применении этого материала для изготовления керамики или в архитектуре.

Изучение связующего материала в кладке стен объекта Северная крепость

В третий сезон (февраль-март 2020 года) археологических работ на памятнике Дерахейб основным объектом исследований Нубийской экспедиции НИИМА МГУ была Северная Крепость (рис. 13). Локальные раскопки Северной крепости имели целью установление конструктивных особенностей этого объекта (глубина залегания фундамента, высота стен, особенности кладки и т.д.), а также возможной даты основания крепости. Рядом с башней, в которой располагался вход в крепость, была заложена стратиграфическая траншея, а также был расчищен заплывший грабительский котлован, что позволило выявить наличие подпорной стены. Кроме того, была зачищена одна из стен грабительского котлована, которая позволила проследить строительную историю памятника. В основании стены был выявлен слой, связанный с периодом строительства или ремонта крепости.

В нем также были найдены фрагменты плотной светло-серой породы, иногда имевшей обработанные, ровные поверхности. На одном таком обломке сохранилась резьба (рис. 14).

Можно предположить, что на фрагменте изображена каннелированная колонна и арка. Этот артефакт был привезен в Москву, где с задней поверхности был сделан шлиф. Изучение шлифа показало, что это тот же сильно измененный вулканический туф, правда, несколько более плотный. Эти находки свидетельствуют о том, что в Дерахейбе вулканический туф применялся не только в качестве цемента, но и как декоративный материал, используемый в архитектуре.

В этом слое также была обнаружена монета – фельс египетского правителя Ахмеда Ибн Тулуна, отчеканенный в Египте в 258 году Хиджры, который соответствует 871/2 г. н.э.² Эта важная для хронологии памятника находка позволяет датировать основание (или же перестройку) крепости IX в.

Другой раскоп в середине северо-западной стены Северной крепости проводился у так называемого «окна» – квадратного отверстия в стене, ведущего в Помещение 1. Это помещение было частично выбрано грабителями. В ходе работ был просеян грабительский выброс из Помещения 1 и проведены раскопки в самом помещении. В его заполнении, в частности, были также обнаружены многочисленные фрагменты плотной светло-серой породы, некоторые из которых имеют вырезанные элементы. Сделанные шлифы указывают на то, что фрагменты породы также являются туфом.

Не исключено, что вулканический туф использовался не только в качестве штукатурки или для изготовления декора, но и для отливки определенных плиток или панелей, которые затем использовались для различных нужд в архитектуре города.

Другим строительным материалом в Дерахейбе служили метаморфические кристаллические сланцы и конгломераты, широко представленные в бортах Вади-Аль-Аллаки. Обломки этих пород хорошо видны на рисунках 13 и 15, где они широко использовались в качестве стенового материала.

² Прочтение легенды на монете принадлежит научному сотруднику Института востоковедения РАН Е.Ю. Гончарову. Монета была отреставрирована художником-реставратором отдела реставрации и консервации ГМИИ имени А.С. Пушкина Ю.А. Ворониным.



Рисунок 13. Стратиграфическая траншея перед входом в Северную крепость.
Снимок с квадрокоптера: К. Самурский
Figure 13. Test trench along the entrance to the Northern Fortress.
Picture taken from the dron by K. Samurski



Рисунок 14. Фрагмент вулканического туфа с вырезанными декоративными элементами.
Фото: А. Крол

Figure 14. Fragment of the tuffa with carved decorative elements. Photo: A. Krol

Заключение

Проведенное исследование показало, что строители, возводившие здания в Дерахейбе в средневековый период, использовали «подручный» материал, поскольку доставлять строительные материалы из долины Нила было весьма затруднительно, а залежи туфа в районе памятника позволило архитекторам Дерахейба возводить прочные здания с использованием местных материалов.

Результаты проведенного исследования позволят выработать более точные рекомендации для реставрации средневековых архитектурных памятников Дерахейба.

Данное исследование подтверждает давно известный и практически неоспоримый вывод о том, что древние люди всегда и во всех регионах, использовали близлежащие полезные ископаемые для своих нужд, создавая при этом новые технологии.



Рисунок 15. Фрагмент стены Северной крепости, сложенный из плит кристаллического сланца и конгломерата. В центре - квадратное отверстие, ведущее в Помещение 1
 Figure 15. Wall of the Northern Fortress built of the slate slabs. In the center – opening to the Room 1

Благодарности

Третий сезон Нубийской экспедиции НИИМА МГУ на памятнике Дерахейб проходил при финансовой поддержке Е.В. Боковой и Института биоархеологии Британского музея.

Во время полевых работ на памятнике и последующей обработки материалов было использовано оборудование, купленное по программе развития МГУ: цифровая зеркальная фотокамера Canon EOS5DRS body, объектив CANON EF 16-35mm f/4L IS USM, объектив Canon EF 24-105mm f/4L IS II USM, объектив Canon EF 100mm f/2 USM, штатив Manfrotto MT055CXPR03, голова шаровая Manfrotto MH496-BH, осветитель светодиодный Manfrotto MLUMIEART-BK LED Lumie Art (Договор №1047-44-2019); системный блок DW Optimum, монитор 27" iiyama XB2779QQS-S1 (Договор № 1150-44-2019); тахеометр Sokkia iM-105, отражатель для тахеометра CP R111 (Договор № № 1073-44-2019); квадрокоптер DJI Mavic 2 Pro (Договор № 1074-44-2019); ноутбук Panasonic Toughbook CF-31 CF-314B500N9 (Договор № 1048-44-2019).

Авторы благодарны генеральному директору Национальной корпорации по древностям и музеям Республики Судан Абд эль-Рахману Али Мухаммаду за разрешение вывезти образцы на анализ.

Хочется поблагодарить сотрудника Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН – В.В. Романову за оказанные консультации по петрографическому составу горных пород.

Авторы также признательны научному сотруднику Института востоковедения РАН Е.Ю. Гончарову и художнику-реставратору Отдела реставрации и консервации Государственного музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина Ю.А. Воронина за изучение и реставрацию монеты египетского правителя Ахмеда Ибн Тулуна, найденную при раскопках.

Библиография

Геология и полезные ископаемые Африки. М., Изд. «Недра», 1973, 544 с.

Крол А.А., Березина Н.Я., Зайцев Ю.П., Решетникова Н.Я. Сезон 2018 года Нубийской археолого-антропологической экспедиции НИИ и Музея антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова на памятнике Дерахейб (Республика Судан) // Вестник Московского университета. Серия XXIII: Антропология, 2019. № 2. С. 134–144. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.2.134-144.

Крол А.А. Сведения арабских источников IX–XV вв. по истории региона Вади-ал-'Аллақи (Египет, Судан) // Аравийский древности. Сборник статей в честь 70-летия Александра Всеволодовича Седова. М.: Изд-во вост. лит., 2020. С. 203–217. ISBN 978-5-6044950-5-6.

Сведения об авторах

Кандинов Михаил Николаевич, к.э.-м.н.,
 ORCID ID: 0000-0001-8095-0978; kmn_49@mail.ru;
 Крол Алексей Александрович, к.и.н.;
 ORCID ID: 0000-0002-5601-2890; alexykrol@gmail.com.

Поступила в редакцию 30.08.2021,
 принята к публикации 10.09.2021.

BUILDING MATERIALS IN THE MEDIEVAL ARCHITECTURE OF THE ARCHAEOLOGICAL SITE OF DERAHEIB (SUDAN)

Materials and methods. *The material for the article was samples of light gray rock with lighter and darker inclusions taken during the study of architectural structures of the archaeological site Deraheib (Sudan), which has been investigated since 2017 by the Nubian Archaeological and Anthropological Mission of the Research Institute and Museum of Anthropology of the Lomonosov Moscow State University (NAAM). This rock was used for making floor in Building 3 (Mosque) and as a bonding material in the walls of the Northern Fortress. Decorative architectural elements carved from the same rock were found during the study of the interior rooms of the Northern Fortress.*

Samples of this rock were taken into Russia by agreement with the National Corporation for Antiquities and Museums (NCAM) of the Republic of Sudan. The prepared thin sections were examined at the Research Institute and the Museum of Anthropology of the Lomonosov Moscow State University.

Results. *The analysis of thin sections showed that highly altered volcanic-metamorphic rocks, metamorphosed tuffs of acidic or alkaline composition, widespread in this region of Sudan, served as the material for pouring floors and for the making of a binder in the architectural structures of Deraheib, as well as for decorative architectural elements.*

Discussion. *The conducted research indicates that the architects who erected buildings in Deraheib in the medieval period used locally available material, since it was very difficult to deliver building materials from the Nile Valley, taken into account the location of the monument almost in the center of the Nubian Desert. The tuff deposits at the site allowed the architects to build durable structures using local materials. The results of the study will allow to elaborate more accurate recommendations for the restoration of medieval architectural monuments of Deraheib.*

Keywords: archeology; geology; petrography; Nubian expedition of NIIM MSU; Derakheib; building materials; volcanic tuff

References

Geologiya i poleznye iskopaemye Afriki [Geology and minerals of Africa]. Moscow, Nedra Publ., 1973, 544 p. (In Russ.).

Krol A.A., Berezina N.Ya., Zaitsev Yu.P., Reshetnikova N.Ya. Sezon 2018 goda Nubiiskoi arkhologo-antropologicheskoi ekspeditsii NII i Muzeya antropologii MGU imeni M.V. Lomonosova na pamyatnike Derakheib (Respublika Sudan) [2018 Season of the Nubian Archaeological-Anthropological Mission of the Anuchin Research Institute and Museum of Anthropology, Lomonosov Moscow State University at the Site Deraheib]. *Moscow University Anthropology Bulletin* [Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seria XXIII: Antropologia], 2019, 2. pp. 134–144. DOI: 10.32521/2074-8132.2019.2.134-144. (In Russ.).

Krol A.A. Svedeniya arabskikh istochnikov IX–XV vv. po istorii regiona Wādi-al-'Allāqī (Egipet, Sudan) [Arabic sources of 9th–15th centuries on the history of the Wādi al-'Allāqī area (Egypt and Sudan)]. In: *Araviiskii drevnosti. Sbornik statei v chest' 70-letiya Aleksandra Vsevolodovicha Sedova* [Arabian Antiquities. Studies Dedicated to Alexander Sedov on the Occasion of His Seventieth Birthday], Moscow, 2020. pp. 203–217. ISBN 978-5-6044950-5-6. (In Russ.).

Aston B.G. *Ancient Egyptian Stone Vessels: Material and Forms*. Heidelberg, 1994.

Baker P.E. Preliminary Account of Recent Geological Investigations on Easter Island. *Geological Magazine*, 1968, 104 (2), pp. 116–122.

Harrell J.A., Brown V.M., Masoud M.S. An Early Dynastic Quarry for Stone Vessels at Gebel Manzal el-Seyl, Eastern Desert. *The Journal of Egyptian Archaeology*, 2000, 86, pp. 33–42.

Klemm R., Klemm D. *Gold and Gold Mining in Ancient Egypt and Nubia, Geoarchaeology of the Ancient Gold Mining Sites in the Egyptian and Sudanese Eastern Deserts*. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 2013. 663 p.

Schaaff H. Ein Altes Bergwerk und ein Experiment – zur Antiken und Mittelalterlichen Technik der Tuffsteingewinnung. *Archaeologisches Korrespondenzblatt*, 2011, 41, pp. 531–542.

Ancient Egyptian Materials and Technology. Eds. by Paul T. Nicholson and Ian Shaw. Cambridge, University Press, 2000. 702 p. ISBN 0-521-45257-0.

Information about the Authors

Krol Alexei Alexandrovich, PhD;
ORCID ID: 0000-0002-5601-2890; alexykrol@gmail.com;
Kandinov Mikhail Nikolaevitch, PhD;
ORCID ID: 0000-0001-8095-0978; kmn_49@mail.ru.