

ЛЁССОВО-ПОЧВЕННЫЕ СЕРИИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

УДК 902.551.89(575.3)

СТРАТИГРАФИЯ И ГЕОХРОНОЛОГИЯ СТОЯНКИ РАННЕГО ПАЛЕОЛИТА
КУЛЬДАРА (ТАДЖИКИСТАН)[#]

© 2024 г. Е. П. Кулакова^{1,2*}, А. А. Анойкин², Т. У. Худжагелдиев³, П. М. Сосин⁴,
О. А. Токарева^{2,5}, А. Ч. Караев³, А. Г. Рыбалко², Р. Н. Курбанов^{2,5,6}

¹ Институт физики Земли имени О. Ю. Шмидта РАН, Москва, Россия

² Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, Россия

³ Институт истории, археологии и этнографии имени А. Дониша НАНТ, Душанбе, Таджикистан

⁴ Институт водных проблем, гидроэнергетики и экологии НАНТ, Душанбе, Таджикистан

⁵ Институт географии РАН, Москва, Россия

⁶ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

* E-mail: ek.kula@yandex.ru

Поступила в редакцию 03.08.2023 г.

После доработки 08.12.2023 г.

Принята к публикации 28.03.2024 г.

Стоянка Кульдара, приуроченная к лёссовому плато Ховалинг в Южном Таджикистане, является наиболее древним стратифицированным памятником раннего палеолита в Центральной Азии. Здесь в конце XX в. были обнаружены каменные орудия в педокомплексах 11 и 12, возраст которых по геологическим данным оценивался ~0.9 млн л., что определило археологические материалы Кульдары как свидетельство наиболее раннего проникновения древних людей в юго-восточные районы Центральной Азии. Но несмотря на большое значение стоянки для понимания условий и хронологии первоначального заселения региона, хроностратиграфическое изучение полного разреза лёссово-почвенных серий в месте стоянки ранее никогда не проводилось. В связи с чем была критически затруднена региональная корреляция данного памятника.

Мы представляем результаты комплексного исследования стратиграфической последовательности разреза Кульдара от современной почвы по педокомплекс 11 на обрыве восточного борта одноименного ручья. Нами были проведены: почвенное описание и детальное палеомагнитное исследование, измерение магнитной восприимчивости и ее частотной зависимости, археологические работы. На основе полученных данных впервые проведена корреляция с изотопно-кислородной шкалой Мирового океана, что позволило оценить возраст вскрытых педокомплексов и выявить значительные эрозионные события в верхней части разреза. В результате проведенных археологических работ получена коллекция каменных орудий из педокомплексов 4, 5, 6 и 10. Эти артефакты свидетельствуют о регулярном присутствии древних людей в районе стоянки после начального эпизода заселения ~0.9 млн л., а проведенная хроностратиграфическая корреляция позволяет точнее оценить время отдельных этапов этого присутствия.

Ключевые слова: лёссовый палеолит, лёссово-почвенные серии, палеомагнетизм, магнитная восприимчивость, геоархеология

DOI: 10.31857/S2949178924020047, EDN: PNYKXZ

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Лёссовый палеолит Таджикистана

На территории Центральной Азии высокая зависимость ландшафтов к климатическим изменениям, в первую очередь, к увлажнению, проявилась в фор-

мировании мощных толщ лёссово-почвенных серий (ЛПС), образующих сплошной покров от южных склонов Копетдага на западе до предгорий Памира, Алая и Тянь-Шаня на востоке (Muhs, 2013). В межледниковые периоды здесь формировались серии полигенетичных палеопочв, иногда разделенные незначительными по мощности лёссовыми прослоями, которые в совокупности образуют педокомплексы (Смоликова, 1969). Педокомплекс (ПК) может содержать от одной до нескольких палеопочв, соответствующих одному межгляциалу. В сухие и холодные

[#] Ссылка для цитирования: Кулакова Е. П., Анойкин А. А., Худжагелдиев Т. У. и др. (2024). Стратиграфия и геохронология стоянки раннего палеолита Кульдара (Таджикистан). *Геоморфология и палеогеография*. Т. 55. № 2. С. 86—107. <https://doi.org/10.31857/S2949178924020047>; <https://elibrary.ru/PNYKXZ>

условия ледниковых эпох формировались мощные толщи лёссов. Продолжительность одного лёссово-почвенного цикла в среднем плейстоцене составляла ~100 тыс. лет (Додонов, 2002). Наиболее полные лёссово-почвенные разрезы (мощность до 200 м) известны в настоящее время на территории Южного Таджикистана, где в пределах лёссового плато Ховалинг исследована серия естественных обнажений. Уникальной особенностью разрезов Ховалинга является высокая детальность записи субаэрального осадконакопления четвертичного периода (содержат до 40 ПК) и значительный хронологический охват (более 2.7 млн лет, Zan et al., 2022).

С лёссово-почвенными отложениями связан ряд стоянок древнейших этапов каменного века, изучение которых позволили выдающемуся советскому археологу В.А. Ранову разработать концепцию “лёссового палеолита” (Ranov, 1995; Ранов, Шефер, 2000). Этим термином он обозначал каменные орудия раннего и среднего палеолита, залегающие в водораздельных лёссах и погребенных в них почвах. Подобные комплексы фиксируются в различных регионах (Средняя Азия, Китай, Восточная Европа и др.) и, по мнению В.А. Ранова, имеют ряд общих черт: связь археологических материалов преимущественно с палеопочвами; рассеянность находок, обычно не образующих выраженных археологических горизонтов; доминирование среди артефактов продуктов первичного расщепления; малочисленность орудий; практически полное отсутствие фаунистических остатков (Гладилин, Ситливый, 1992; Ранов, Шефер, 2000). Типичные индустрии “лёссового палеолита”, представленные на ряде памятников в Южном Таджикистане, были открыты В.А. Рановым в 80-е гг. XX в. (Ранов, Шефер, 2000; Ранов, Каримова, 2005; Ranov, 1995).

К началу XXI века в Таджикистане было известно семь памятников лёссового палеолита, на которых имелся массовый археологический материал: Кульдара (ПК 12—11); Оби-Мазар 6 (ПК 6), Каратау (ПК 6); Лахути-I (ПК 5), Оби-Мазар 4 (ПК 4), Хонако-III (ПК 4, 2 и 1) и Дусты (ПК 1). Практически все они находятся в среднем течении р. Оби-Мазар (Ранов, Шефер, 2000). В последние годы в регионе получены новые археологические материалы, в частности из ПК 5 и 6 на стоянке Лахути-IV (Аноikin и др., 2023).

Вопрос о происхождении индустрий лёссового палеолита остается открытым, но, исходя из установленного возраста по результатам корреляций ПК с изотопно-кислородной шкалой (Ранов, Шефер, 2000; Худжагелдиев и др., 2019), считается, что засе-

ление региона началось в финале раннего плейстоцена. На основании имеющихся материалов можно выделить четыре основных этапа эволюции палеолитических индустрий лёссовых стоянок юго-востока Центральной Азии: раннепалеолитический кульдаринский (0.9 млн л. н., ПК 12, 11); раннепалеолитический каратауский (0.6—0.4 млн л. н., ПК 6—4); среднепалеолитический пластинчатый (0.2 млн л. н., ПК 2); среднепалеолитический левалуа-мустьерский (0.1 млн л. н., ПК 1). Предположительно, смена индустриальных этапов была, в первую очередь, связана со сменой населения и крупными региональными природными событиями (Anoikin et al., 2023). При этом одним из наиболее интересных и актуальных вопросов, связанных с изучением этого представительного комплекса стоянок, является тема начального заселения региона, проблематика которой практически полностью связана с материалами памятника Кульдара (рис. 1).

1.2. История работ и современное состояние исследований стоянки Кульдара

Стоянка Кульдара расположена ~1.5 км юго-западнее кишлака Лахути (Ховалинский район) на левом берегу р. Оби-Мазар в одноименном сае (ущелье), протяженность которого составляет 5—6 км (рис. 1, (б)). Сай образован водотоком, в настоящее время имеющего вид небольшого ручья, питающегося серией родников. Высота обнажений лёссовых стенок на отдельных участках составляет до 70—80 м и в них прослеживается до 15 педокомплексов. Первые каменные артефакты (два отщепы) в районе стоянки были найдены Г.П. Павловым в 1980 г. (Ранов, 1988). На участке локализации археологического материала правый берег ручья представляет собой практически вертикальную стенку высотой до 60 м (рис. 2), а левый — приподнятую над водотоком относительно ровную поверхность, поднимающуюся невысокими, возможно, связанными с оползневыми блоками, уступами к удаленному на 50—70 м противоположному высокому борту ущелья.

Основной цикл исследовательских работ на стоянке проводился в 1981—1984 гг. под руководством В.А. Ранова при участии геологов А.Е. Додонова, А.В. Пенькова, М.М. Пахомова, почвоведов С.П. Ломова и П.М. Сосина (Ранов, 1988; 1991; Ранов, Амосова, 1990; Ранов и др., 1987; Додонов, 2002). Раннепалеолитические материалы были получены из раскопа, расположенного на левом борту ручья, вблизи русла, врезанного в полого поднимающуюся поверхность берегового уступа высотой 7—8 м. Площадь

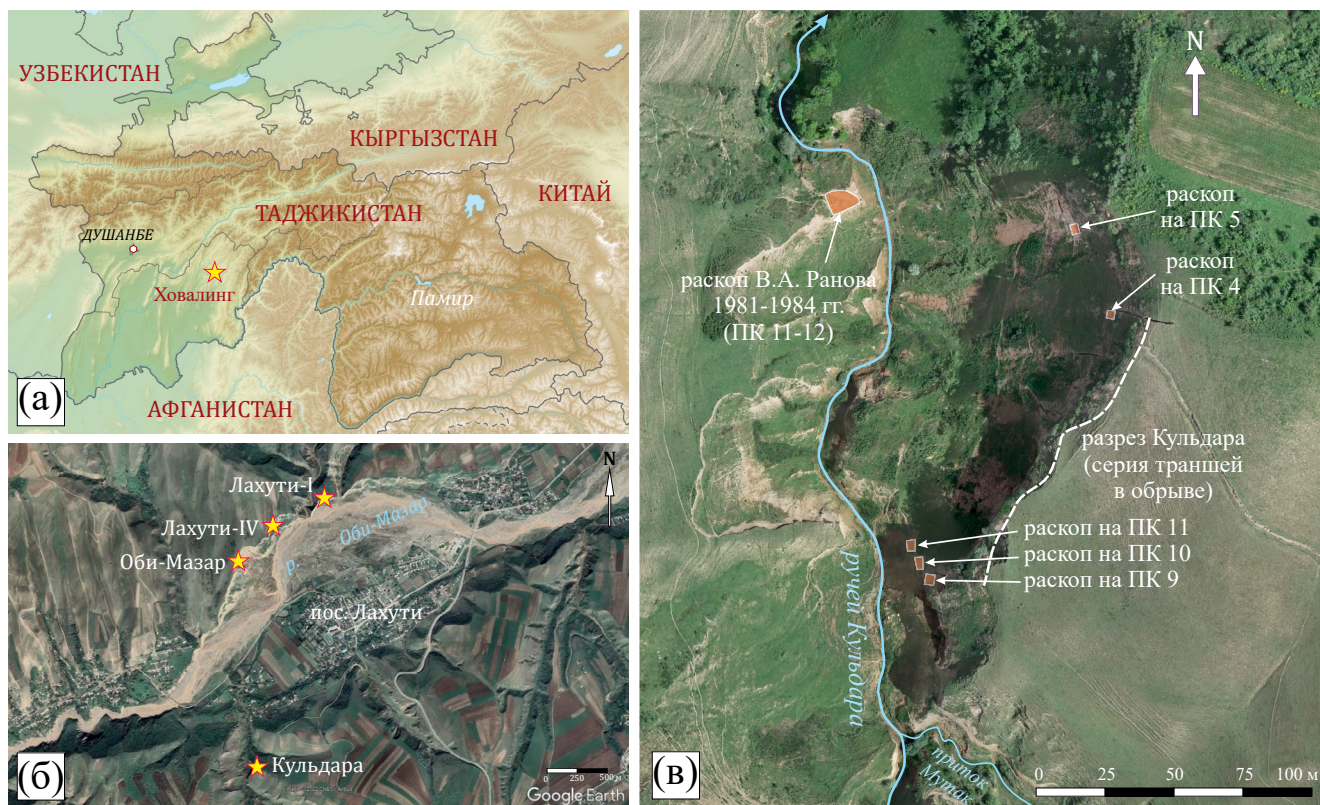


Рис. 1. Расположение региона исследования (стоянки Кульдара) на карте Таджикистана (а), положение стоянки и опорных памятников лёссового палеолита долины р. Оби-Мазар (б) и археологических раскопов 1981–1984 гг. и 2021 г. на ортофотоплане цифровой модели местности (в).

Fig. 1. Location of the study region (Kuldara site) on the map of Tajikistan (а), position of the Kuldara site and other Obi-Mazar River valley sites of loessic Paleolithic (б), and position of 1981–1984 and 2021 archaeological excavations of the Kuldara site on the orthophotoplan of the digital surface model (в).

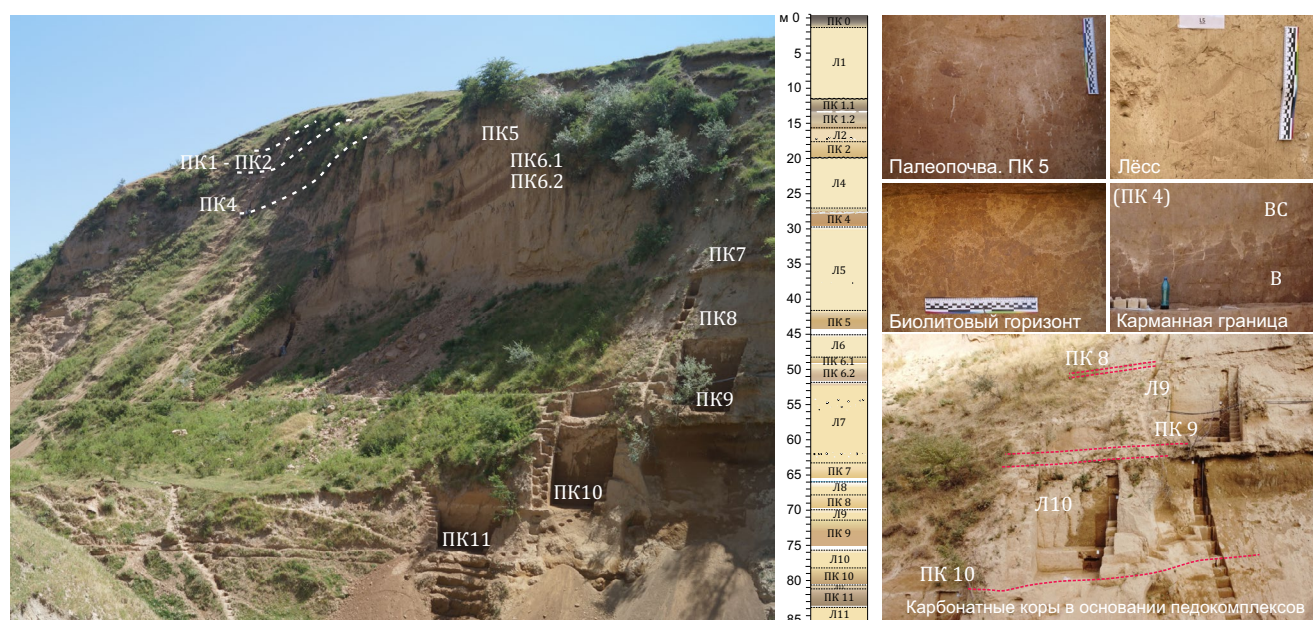


Рис. 2. Перспективная фотография общего вида на разрез правого борта сая, литологическая колонка вскрытого разреза и фотографии литологических разностей.

Fig. 2. Perspective photograph of a general view of the section on the right side of ravine, lithological column of the uncovered section, and photographs of lithologic differences.

раскопанного участка составила 66 м². Согласно опубликованным материалам (Ранов и др., 1987), артефакты здесь зафиксированы в двух палеопочвах, залегающих в основании вскрытого разреза, мощностью до 5 м, и разделенных карбонатной коркой. Суммарная мощность двух ПК составила до 2.5 м. На основе гипсометрического положения они были определены как ПК 11 и 12. После того, как границы раскопа вышли за пределы площади распространения отложений ПК, работы на памятнике были прекращены. Археологический материал залегал хаотично, во “взвешенном” состоянии, не образуя скоплений и выраженных горизонтов концентрации. Суммарно в обоих ПК было зафиксировано 96 находок, из которых более половины составили аморфные обломки, мелкие галечки и неопределимые фрагменты костей. К категории артефактов В.А. Рановым было отнесено 40 предметов, которые рассматривались как единый комплекс, вне зависимости от их залегания в конкретном ПК.

Возраст стоянки был определен по сводному палеомагнитному разрезу. Палеомагнитные пробы, взятые А.В. Пеньковым из обеих палеопочв, в которых были обнаружены артефакты, показали обратную намагниченность. Предшествующая граница Матуяма—Брюнес была обнаружена в вертикальном обрыве противоположного борта, а следующая смена полярности — верхняя граница Харамильо — установлена в русле ручья ниже по течению от места раскопа. Соответственно, палеопочвы раскопа являлись раннеплейстоценовыми, и согласно общей стратиграфии педокомплексов региона, возраст находок в ПК 11 был определен как 720—750 тыс. л., в ПК 12 — 820—850 тыс. л. (Ранов и др., 1987; Ранов, 1988). Тем не менее стоит отметить, что эти работы характеризуют нехватка и/или низкий уровень надежности первичных данных, в первую очередь палеомагнитного анализа и микроморфологической характеристики палеопочв, на основании которых выполнено хроностратиграфическое расчленение разреза.

Особый интерес вызывает также уже существовавшая в первые годы изучения стоянки дискуссия об инситности толщи, исследованной основным раскопом. Так, В.А. Ранов (1988) указал на существующее мнение П.М. Сосина о расположении основного раскопа на съехавшем с верхней части лёссовой серии оползневом блоке. Это мнение подтверждалось выполненным почвоведом П.М. Сосиным в 1981 году обследованием разреза в стенке основного раскопа (личное сообщение), которое показало характерные признаки блокового смещения материала — неровные

границы почв, наличие тонких песчаных прослоев, присутствие линз лёссового материала в толще палеопочвы. Таким образом, дискуссия об инситности, отсутствие надежной и единой магнитостратиграфической колонки и абсолютных дат являются препятствием для региональных корреляций разреза стоянки и сравнения археологических материалов с другими опорными памятниками раннего палеолита Евразии, без которых реконструкция процессов первоначального заселения человеком Центральной Азии остается неполной и слабо аргументированной.

Основной целью данной работы является установление надежной хроностратиграфии разреза Кульдара. Для этого было проведено изучение отвесного правого борта ручья напротив места раскопа 1981—1984 гг. и, тем самым, исследование педокомплексов в их ненарушенном залегании. Основным хроностратиграфическим инструментом в нашей работе выступает корреляционный анализ магнитной восприимчивости и изотопно-кислородной кривой Мирового океана, распространенный в практике изучения лёссово-почвенных серий (Forster, Heller, 1994; Dodonov, Baiguzina, 1995; Ding et al., 2002; Большаков, 2006), так как оба этих параметра являются климатозависимыми. Изменение климата влияет на магнитную минералогия пород. В частности, в периоды потепления при протекании активных процессов педогенеза образуются мельчайшие зерна магнетита (Maher, Taylor, 1988), повышенная концентрация которых существенно увеличивает магнитную восприимчивость (МВ) палеопочв в лёссово-почвенных сериях. Пики МВ коррелируют с морскими изотопными стадиями, что позволяет дать оценку возраста каждого педокомплекса. Корреляционный анализ для разреза Кульдара проводится впервые.

1.3. Объект исследования

Лёссово-почвенный разрез Кульдара (38.28277° N, 69.88564° E) находится в 1.8 км к югу от группы других объектов лёссового палеолита — разрезов Оби-Мазар, Лахути-I и недавно открытой стоянки Лахути-IV (рис. 1, (б)). Новые работы в 2021—2022 годах проводились на правом берегу сая, вскрывающем отвесную лёссовую стенку, соответствующей разрезу I в сводной схеме В.А. Ранова (Ранов и др., 1987). Для характеристики полной последовательности ЛПС были вскрыты отложения от современной почвы (ПК 0) по ПК 11, суммарной мощностью 84 м (рис. 2). Полевое исследование верхней части разреза, ранее никогда не изучавшейся, выявило значительные эрозионные события и отсутствие, как минимум,

одного целого педокомплекса (ПК 3). В результате работ были проведены новые археологические раскопки, детальное палеомагнитное опробование, в частности, изучение записи инверсии Матуяма–Брюнес (опубликовано в Kulakova, Kurbanov, 2023), а также непрерывное измерение полевой магнитной восприимчивости и другие сопутствующие петромагнитные исследования. Верхняя часть разреза была отобрана для датирования методом оптически стимулированной люминесценции (OSL).

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Полевые исследования

Расчистка обнажения осуществлялась подготовкой траншей и закладкой археологических раскопов (на ПК 4, 5, 9, 10 и 11). Соотнесение участков между собой производилось по маркирующим кальцитовым горизонтам в основании педокомплексов (рис. 2). Для отложений было выполнено подробное литологическое и макроморфологическое описание палеопочв и лёссов, проводимое П.М. Сосиным по российской системе, описанной в “Почвенной съемке” (1959) (Розанов, 2004), после актуализированное по международной классификации WRB (2022). Полевое измерение значений магнитной восприимчивости производилось при помощи портативного каппаметра ПИМВ (Геодевайс, Россия) и выполнялось сплошным образом на всю мощность разреза с шагом каждые 3 см. На участках карбонатных кор в основании ПК сплошные измерения не проводились, и были получены лишь единичные данные, где было возможно обеспечить плотное прилегание измерительной поверхности прибора для выполнения замера.

Для составления детальной магнитостратиграфической шкалы был произведен отбор ориентированных образцов для палеомагнитного анализа через каждые 50 см. Верхняя часть разреза (6 м глубины от дневной поверхности) отобрана с помощью пластмассовых контейнеров (объем 7 см³, ASC Scientific, США), однако в связи с увеличивающейся с глубиной плотностью осадка и возможными деформациями при вбивании, в дальнейшем предпочтение было отдано вырезанию блоков. Штуфы размерами 15×10×10 см вырезались вручную ножом или при помощи аккумуляторной пилы. Передняя вертикальная поверхность блока выравнивалась, впоследствии выполнялось ее ориентирование (замер элементов падения) с помощью горного геологического компаса. Для разреза были опробованы 173 уровня: верхние 12

уровней (глубины 0–6 м) были отобраны с использованием пластмассовых контейнеров, последующий 161 уровень (6–84 м) — ориентированными блоками.

Переходная зона последней инверсии магнитного поля — Матуяма–Брюнес (М/Б) — выделенная в разрезе по результатам анализа пилотной партии образцов, была изучена более детально. Интервал мощностью 5.3 м был отобран последовательно идущими друг за другом ориентированными блоками, шириной 15 см и высотой 20–25 см. В итоге, в разрезе Кульдара были отобраны 34 блока, покрывающих интервал глубин 74.7–80 м (из коры ПК 9 на глубинах 75.20–75.73 м отбор не проводился) и охватывающих низ ПК 9, Л10 и верх ПК 10.

Распиловка ориентированных блоков проводилась в совместной российско-таджикской геоархеологической лаборатории в Институте истории, археологии и этнографии имени А. Дониша НАНТ в г. Душанбе, Таджикистан. Блоки высушивались до полного выхода влаги, распиловка осуществлялась как вручную с использованием ножовок по металлу, так и на камнерезном станке. Из блоков, отобранных для магнитостратиграфии, перпендикулярно ориентированной поверхности выпиливалось по одному горизонтальному слайсу толщиной 2 см из центра блока; блоки из переходной зоны М/Б полностью распиливались на слайсы. Из каждого слайса вырезалось несколько дублей-кубиков с ребром 2 см в количестве от 2 до 6 штук на слайс (в среднем 3–4), а из зоны М/Б вырезалось по 5 дублей. Все полученные палеомагнитные характеристики впоследствии осреднялись по образцам-дублям (Fisher, 1953) и отражали значения для каждого уровня. Общий объем изученного материала для разреза Кульдара составил 678 образцов (161 уровень) для основной части разреза и 1460 образцов (231 уровень) для переходной зоны инверсии М/Б.

2.2. Лабораторные исследования

Обработка палеомагнитных коллекций выполнялась в лаборатории Главного геомагнитного поля и петромагнетизма и на оборудовании центра коллективного пользования “Петрофизика, геомеханика и палеомагнетизм” Института физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН. Измерения вектора остаточной намагниченности производились на криогенном SQUID-магнитометре (2G Enterprises, США) и выполнялись в пространстве, экранированном от внешнего магнитного поля многослойным пермалловым экраном. Температурная чистка выполнялась до температуры 580 °С, число шагов чистки составило 13.

Для терморазмагничивания использовалась немагнитная печь ММТД24 (Magnetic measurements, Великобритания). Чистка переменным магнитным полем осуществлялась до амплитуд переменного поля в 120 мТл. Число шагов чистки составило 19, измерения проводились в автоматическом режиме на том же магнитометре по стандартной методике (Таухе, 2010).

Для выбора вида магнитной чистки были изучены две пилотные коллекции по 33 образца с использованием образцов-дублей, охватывающих всю мощность разреза. Сравнение результатов чистки температурой и переменным полем для дублей показало, что они статистически схожие. При этом в случае образцов из переходной зоны, где величина остаточной намагниченности в целом ниже, качество записи температурного размагничивания немного выше, чем при размагничивании переменным полем. Поэтому для магнитостратиграфической задачи по определению знака полярности образцы проходили чистку переменным полем, а образцы из переходной зоны инверсии М/Б подвергались как температурной магнитной чистке (для 2 образцов-дублей из каждого уровня), так и чистке переменным магнитным полем (все остальные дубли). Обработка результатов магнитных чисток выполнялась в соответствии со стандартной методикой (Kirschvink, 1980) при помощи пакета программ PMGSC (Enkin, 1994). Для каждого исследуемого уровня было проведено осреднение направлений характеристической компоненты намагниченности, полученных с образцов-дублей.

Измерение частотной зависимости магнитной восприимчивости (χ_{fd}) осуществлялось на каппабридже MFK1-FA (AGICO, Чехия) и производилось на рабочих частотах $LF = 976$ Гц и $HF = 15616$ Гц, с последующим нормированием полученных значений на массу измеренных образцов. Процентный параметр частотной зависимости рассчитывался следующим образом: $\chi_{fd}(\%) = [(\chi_{LF} - \chi_{HF}) / \chi_{LF}] \times 100$.

2.3. Методика археологических исследований

Археологические исследования Кульдары в 2021 г. проводились на правом берегу ручья, где все ПК залегают *in situ*. В целях определения места закладки раскопов предварительно был проведен осмотр поверхности склона и участков обнажения палеопочв для поиска артефактов, однако он не дал результатов, кроме одной находки в обвалившемся блоке палеопочвы из ПК 6. В связи с этим принцип организации проведения раскопочных работ был принят

исходя из рельефа поверхности разреза, наличия участков обнажения палеопочв и увязки раскопов с заложенными геологическими траншеями, охвативших несколькими участками всю толщу разреза. Раскопы в ПК 4 и 5 были заложены в северной части обнажения напротив раскопа 1981—1984 гг., другая группа раскопов (в ПК 9, 10, 11) расположена в 130 м южнее, в 50 м ниже по течению от места впадения в ручей Кульдара правого притока Мутак (рис. 1, (в)). Уровень ПК 12 был недоступен из-за высокого уровня воды в ручье.

Все раскопы и траншеи имеют привязку к топографическому плану местности, для фиксации находок в вертикальной плоскости использовалась принятая на этом плане относительная система высот. Одновременно проводились замеры высоты нахождения находок над поверхностью карбонатной коры, подстилающей ПК, как это практиковалось при исследовании памятников лёссового палеолита в 1970—1980-е гг.

В связи с тем, что исследования проводились на склоне лёссового обнажения, раскопы в педокомплексах закладывались с тремя стенками. Фронтальная стенка по глубине охватывала зону от карбонатной коры верхнего педокомплекса (для ПК 9—11, где мощность лёсса была небольшой) или начала горизонта ВС, где проявлялись первые почвенные процессы (для ПК 4 и 5), до коры в основании исследуемого ПК. Исходя из объемов предстоящих земляных работ при прохождении толщи педокомплекса, наличия рабочей силы и сроков экспедиции ширина раскопов была принята 4 м по их основанию.

В виду специфики памятников лёссового палеолита, связанной с очень низкой концентрацией находок и отсутствием элементов культурного слоя как такового (очаги, рабочие площадки, следы строений и т. д.), раскопки проводились условными горизонтами по 15—20 см с тонкими вертикальными срезами при помощи лопат. В плотном карбонатизированном слое при рыхлении грунта применялось кайло. При обнаружении находок они расчищались мелким инструментом и после фиксации в трехмерном пространстве и фотофиксации снимались с места обнаружения.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Строение разреза Кульдара

В разрезе Кульдара отложения представлены характерным для Южного Таджикистана чередованием лёссов и палеопочв. Специфической особенностью

лѣссово-почвенных серий всего региона является чередование четырех основных типов отложений: лѣссов, биолитовых горизонтов, палеопочв и карбонатных кор (см. рис. 2). Так как отложения в рамках одного типа меняются незначительно, мы приводим описание наиболее типичного облика и сокращенную характеристику разреза.

3.1.1. Лѣссовые слои (Л)

Представлены суглинком средним, палевым и желтым, бесструктурным, тонко-слабо пористым, с точками и пятнами CaCO_3 по порам и вертикальным трещинам, на отдельных уровнях отмечается наличие кротовин и биолитов-капсул. Некоторые интервалы характеризуются наличием карбонатных конкреций от первых мм до 15 см.

3.1.2. Палеопочвы

Образованы суглинком средним и тяжелым с различными оттенками коричневого, серого и бурого, структура зернистая, ореховатая, глыбистая. Содержат биолиты-касулы, пятна Fe-Mn, точки и сеть прожилков CaCO_3 по корешкам. Вся толща ЛПС пропитана кальцитом, за исключением срединного горизонта палеопочв некоторых ПК. Палеопочвы имеют различную выраженность в разрезе, их можно разделить на три типа. Развитые межледниковые палеопочвы наиболее отчетливо выделяются в разрезе увеличенной мощностью, темным цветом (коричневые и серые), более глинистым составом, в их строении выделяются почвенные горизонты Bw и Bt. Менее развитые межледниковые палеопочвы также хорошо выражены в разрезе и могут быть легко идентифицированы. Они обычно имеют меньшую мощность, коричневые и светло-бурые тона, содержат меньше глинистых частиц, представлены в основном горизонтом Bw. Встречаются также слабо развитые межстадиальные палеопочвы, которые выделяются в толще лѣсса по незначительному увеличению глинистости, наличию биолитов-капсул, более темному цвету.

3.1.3. Биолитовые горизонты

Являются интересной особенностью ЛПС региона. Они представлены суглинком средним с комковато-глыбистой структурой, с обилием округлых биолитов-капсул, заполненных более темным материалом. Капсулы являются камерами, образованными в результате жизнедеятельности жуков родов чернотелок (сем. Tenebrionidae) и хрущей (подсем. Melolonthinae) (Ломов, Ранов, 1984; Токарева и др., 2024), их границы подчеркнуты плотными карбонат-

ными стенками. Встречаются горизонты с биолитами-капсулами без плотной оболочки и кальцитовыми новообразованиями внутри, но обилием CaCO_3 по порам между биолитами. Также часты кротовины диаметром до 10 см с белесым или коричневым заполнением, зачастую из вышележащих горизонтов. Глубина их проникновения может достигать 1.5 м. Биолитовые горизонты являются переходными толщами, отражающими начальный этап почвообразования в педокомплексе, и указывают на аридные и относительно теплые условия формирования этих горизонтов, в отличие от лѣссов (Ломов, Ранов, 1984).

3.1.4. Выраженные палеопочвы

Имеют в основании карбонатные коры — слои вторичной аккумуляции CaCO_3 . Коры могут быть как в виде тонких горизонтальных слоев, так и сцементированного слоя, состоящего из крупных конкреций. Коры неоднородны по простиранию и мощности, а их генезис связывают с выщелачиванием кальцита из почвенного профиля с аккумуляцией в нижней части профиля и/или с гидрогенно-аккумулятивным процессом (Розанов, 2002; Field book..., 2012).

Для верхней части разреза (11—20 м) отмечено влияние эрозии, при полевом описании были выявлены две резкие эрозионные границы. В разрезе Кульдара на этом интервале отсутствуют минимум 3 палеопочвы, которые П.М. Сосиным на основе многолетнего опыта работ на ЛПС Таджикистана были отнесены к одной из почв ПК 2 и двум почвам ПК 3. Также отсутствует Л3 и сильно эродирован Л2. Верхние слои ЛПС Кульдара по ПК 2 характеризуются высокой пористостью, а ниже под эрозионной границей, начиная с Л4, имеют уже неясную тонкую пористость и становятся, в целом, уплотненными. Отмечается общее падение слоев на СВ (азимут 57—60) под углом 13°, отражающее палеорельеф и падение склона, на котором происходило осадконакопление пылеватых частиц.

Серии слоев, отражающих этап, соответствующий рангу ледниковье/межледниковье, объединены нами в пачки. Отдельного обсуждения заслуживает отнесение переходных слоев, называемых почвоведомы ВС, к этапу ледниковья или межледниковья. В данном нами описании мы включаем слой ВС над палеопочвой в педокомплекс, а биолитовый горизонт ВС под палеопочвой (при наличии коры — под корой) к стадии ледниковья и пачке лѣсса, так как исходный материал этих слоев сложен лѣссом и аккумуляровался в похолодание, а впоследствии прорабатывался педогенными процессами. В разрезе Кульдара выделяется 22 пачки (сверху вниз, рис. 3, (а)):

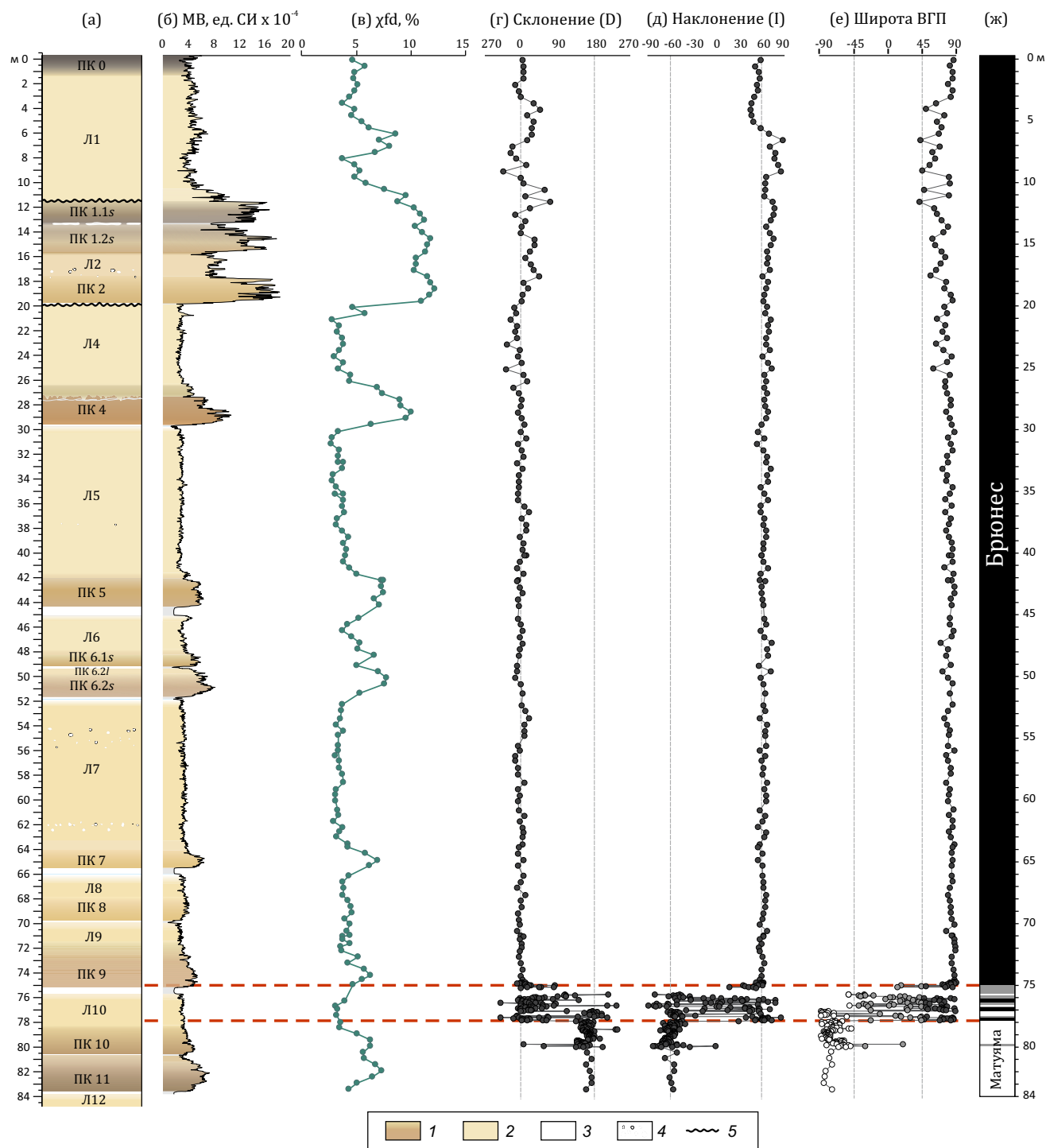


Рис. 3. Литологическая колонка разреза Кульдара (а), кривая полевой магнитной восприимчивости (МВ) (б), частотная зависимость магнитной восприимчивости (χ_{fd} , %) (в), кривые изменения магнитного склонения (D) и наклонения (I) (г, д), широта виртуального геомагнитного полюса (ВГП) (е) и магнитостратиграфическая колонка (ж). Эрозионные границы отмечены волнистой линией.

1 — педокомплекс (ПК), 2 — лёсс (Л), 3 — карбонатные коры, 4 — карбонатные конкреции, 5 — эрозионные границы.

Fig. 3. Lithologic chart of the Kul'dara section (a), field magnetic susceptibility curve (MS) (б), frequency dependence of magnetic susceptibility (χ_{fd} , %) (в), magnetic declination (D) and inclination (I) curves (г, д), virtual geomagnetic pole (VGP) latitude (е), and magnetostratigraphic column (ж). The erosional boundaries are marked with a wavy line. 1 — pedocomplex (PC), 2 — loess (L), 3 — petrocalcic horizons, 4 — carbonate nodules, 5 — erosion boundaries.

- I. 0—1.50 м. Современная темно-серая, выщелоченная, сильноосмытая почва (ПК 0). Переход постепенный.
- II. 1.50—11.53 м. Л1, желто-палевый. Переход резкий, по эрозионной границе.
- III. 11.53—15.30 м. ПК 1, состоящий из двух развитых палеопочв темно-коричневого цвета с серым оттенком. Верх первой почвы срезан. Переход постепенный.
- IV. 15.30—17.60 м. Л2, темно-желтый. Может быть отнесен к переходному горизонту ВС, повсеместно встречаются биолиты-капсулы. На глубине 16.73—17.18 м выделяется горизонт с конкрециями CaCO_3 до 10 см. Переход постепенный.
- V. 17.60—19.85 м. ПК 2, в виде одной развитой палеопочвы. В основании — карбонатная кора мощностью 2—4 см, состоящая из не связанных между собой конкреций. Переход резкий в лёсс по выраженной эрозионной границе.
- VI. 19.85—27.05 м. Л4, палевый. Переход постепенный.
- VII. 27.05—29.70 м. ПК 4, в виде одной мощной палеопочвы темно-коричневого цвета. Граница между горизонтами ВС и В карманная, с белесыми затеками, похожими на ходы землероев, и тонкими желто-белесыми полосами (обогащенных CaCO_3) по простиранию (рис. 2). В основании почвы — белесая карбонатная кора. Переход резкий.
- VIII. 29.70—41.60 м. Л5, желто-палевый. На глубинах 29.70—30.25 м биолитовый горизонт. В интервале 34—37 м встречаются редкие конкреции CaCO_3 до 4—9 см. Переход постепенный.
- IX. 41.60—45.05 м. ПК 5 в виде одной мощной развитой темно-коричневого с красноватым оттенком цвета палеопочвы. В основании мощная многослойная карбонатная кора. Переход резкий.
- X. 45.05—48.25 м. Л6, темно-желтый. На глубинах 45.05—45.55 м биолитовый горизонт. Переход заметный.
- XI. 48.25—51.80 м. ПК 6, представлен двумя развитыми палеопочвами, темно-коричневого цвета, разделенными небольшим лёссовым (ВС) прослоем (ПК6.2l). В основании первой палеопочвы (ПК6.1s) слоистая карбонатная кора невыдержанной мощности (до 15 см). В основании второй палеопочвы (ПК6.2s) — белесая, очень плотная, состоящая из отдельных крупных сцементированных конкреций карбонатная кора. Переход резкий.
- XII. 51.80—63.29 м. Л7, желтый. На глубинах 51.8—52.4 м биолитовый горизонт. Выделяются конкреционные горизонты на ~54—56 и 60.2—62.5 м с конкрециями CaCO_3 до 10 и даже 21 см. На 63.13—63.41 м отмечается горизонт из крупных карбонатных конкреций до 15 см. Переход ясный.
- XIII. 63.29—66.0 м. ПК 7, представлен одной менее развитой ярко-коричневого цвета палеопочвой. В основании — белесая, плотная карбонатная кора. Переход резкий.
- XIV. 66.0—67.84 м. Л8, желтый. На глубинах 66.0—66.79 м биолитовый горизонт с биолитами без плотной оболочки, обогащен CaCO_3 между ними. Переход постепенный.
- XV. 67.84—69.95 м. ПК 8, представлен одной слабо развитой коричневого цвета палеопочвой. В основании мощная карбонатная кора из слоистых полос и конкреций. Переход резкий. Считается межстадиальной палеопочвой (Ранов, 2000).
- XVI. 69.95—71.42 м. Л9, желтый. На глубинах 69.95—70.5 м биолитовый горизонт. Переход постепенный.
- XVII. 71.42—75.70 м. ПК 9. Представлен одной мощной умеренно развитой палеопочвой коричневого цвета. В основании мощная, очень плотная карбонатная кора из горизонтальных слоев и конкреций. Переход резкий.
- XVIII. 75.70—78.23 м. Л10, желтый. На глубинах 75.7—76.18 м биолитовый горизонт. На интервале 76.83—77.65 м содержит много конкреций до 10 см. Переход постепенный.
- XIX. 78.23—80.70 м. ПК 10, представлен одной менее развитой палеопочвой коричневого цвета. В основании желто-белесая неоднородная по простиранию карбонатная кора, без горизонтальных слоев. Переход резкий.
- XX. 80.70—81.20 м. Л11, темно-желтый. Чистый лёсс как таковой отсутствует, на данных глубинах только биолитовый горизонт, ниже переходящий в горизонт ВС ПК 11. Переход заметный по CaCO_3 .
- XXI. 81.20—83.80 м. ПК 11, представлен одной развитой палеопочвой коричневого цвета. В основании твердая желто-белесая карбонатная кора, разделенная на крупные конкреции. Переход резкий.
- XXII. 83.80—>84.80 м. Л12, желтый. На глубинах 83.8—84.04 м биолитовый горизонт.

3.2. Магнитная восприимчивость

По данным полевой МВ уверенно выделяются горизонты палеопочв, значения для которых превы-

шают средние значения для лёссов в 2—3 раза (рис. 3, (б)). Пики кривой МВ хорошо соотносятся с выделенными в разрезе палеопочвами, что позволяет использовать ее как основу для стратиграфического расчленения разреза. Исключением является современная почва (ПК 0), которая расположена на крутом склоне в 30° и подвергается перевыпасу скота, из-за чего непрерывно эродирована, что не позволяет ей развить полноценный почвенный профиль. Поэтому она не выделяется по данным МВ.

Для верхней части разреза — по ПК 2 — характерны повышенные значения МВ по сравнению с нижней частью, что справедливо для трех верхних педокомплексов всех лёссово-почвенных разрезов Таджикистана — например, Дараи Калон (Dodonov et al., 2006), Карамайдан (Forster, Heller, 1994), Хонако-П (Додонов, 2002). МВ для верхней части разреза Кульдара изменяется в среднем диапазоне значений 4.5×10^{-4} ед. СИ для лёсса, доходя до 18.3×10^{-4} в ПК 2; в нижней части варьирует со средними значениями $2.8\text{—}3.2 \times 10^{-4}$ для лёссов и $4.1\text{—}10.6 \times 10^{-4}$ ед. СИ для палеопочв. Частотная зависимость МВ (χ_{fd}) обнаруживает схожее поведение, где значения для лёссов составляют 5% и доходят до 12% в ПК 1 и 2, в то время как в нижней части значения для лёссов не превышают 3%, а для палеопочв — 7% (рис. 3, (в)).

Увеличение МВ в верхних педокомплексах, вероятно, связано с региональной перестройкой климата (Додонов, 2002). Повышенные значения параметра χ_{fd} свидетельствуют о большем количестве ультратонких зерен магнетита/маггемита в верхней части разреза. Эти зерна из-за своего размера подвержены более интенсивному вымыванию, поэтому можно предположить, что разница в величине значений обусловлена существованием жаркого и влажного климата в раннем и среднем плейстоцене. Это косвенно подтверждается наличием более мощных иллювиальных горизонтов — карбонатных кор — в основании нижних педокомплексов изученной части разреза (Ломов, Ранов, 1984). Впоследствии, начиная с ПК 3 (хотя ПК 3 отсутствует в разрезе Кульдара, это наблюдается в более полных разрезах) прослеживается общая тенденция климата к аридизации и похолоданию (Ранов, 2000), поэтому ультратонкие зерна магнетита/маггемита сохраняются в большем объеме.

3.3. Магнитостратиграфия

Изученная часть разреза целиком охватывает эпоху прямой полярности Брюнес, переходную зону инверсии Матуяма—Брюнес и верхнюю часть эпохи обратной полярности Матуяма. Ступенчатая

магнитная чистка выявляет две компоненты намагниченности в образцах: низкокоэрцитивную/низкотемпературную современную компоненту вязкой природы и высококоэрцитивную/высокотемпературную стабильную компоненту, вероятно, первичной природы, называемую нами характеристической. Для интервалов стабильной полярности Брюнес и Матуяма палеомагнитный сигнал хорошего качества, характеристическая компонента уверенно выделяется в интервале 15(30)—120 мТл и 350—580 °С (рис. 4). Современная компонента часто совпадает или незначительно отличается от направлений эпохи Брюнес (рис. 4, образцы 56, 132), а для обратно намагниченных образцов становится антиподальной (рис. 4, образцы 156, 160). После осреднения выделенных направлений в образцах-дублях с одного уровня были получены кривые изменения палеомагнитных характеристик (склонение и наклонение) по разрезу, а также рассчитанные на их основе широты виртуального геомагнитного полюса (ВГП), представленные на рис. 3, (г—е). Среднее направление характеристической компоненты для прямонамагниченной части разреза: $D = 1.7^\circ$, $I = 63.7^\circ$ ($\alpha_{95} = 1.2$, $N = 155$), обратнонамагниченной части: $D = 168.7^\circ$, $I = -58.2^\circ$ ($\alpha_{95} = 3.3$, $N = 10$).

Переход полярности Матуяма—Брюнес охватывает в разрезе зону ~3 м на интервале глубин 75.0—77.9 м и включает в себя 7 скачков полярности и аномальные/промежуточные направления (рис. 4, образцы 5-3, 5-6). Последними мы называем направления, для которых широта ВГП находится в интервале от -45° до 45° , то есть выходит за пределы нормальных вековых вариаций геомагнитного полюса. В переходной зоне качество палеомагнитного сигнала в среднем значительно ниже, до плохого, что связано с меньшей степенью упорядочения магнитных минералов, вызванной снижением напряженности геомагнитного поля во время инверсий (Valet et al., 2005). Подробные результаты детального изучения границы М/Б в разрезе Кульдара приведены в статье (Kulakova, Kurbanov, 2023).

Большая часть перехода находится в лёссе между ПК 9 и 10. Однако мы впервые детально, надежно и на современном уровне качества (осреднение нескольких образцов с уровня и применение двух видов чистки) проследили переход и выявили его окончание в ПК 9. Так, последние обратные направления фиксируются в горизонте ВС под корой ПК 9, когда уже активно стали проявляться почвообразовательные процессы. При этом в горизонте Вt над корой фиксируется последняя зона переходных направлений (рис. 3, (ж)).

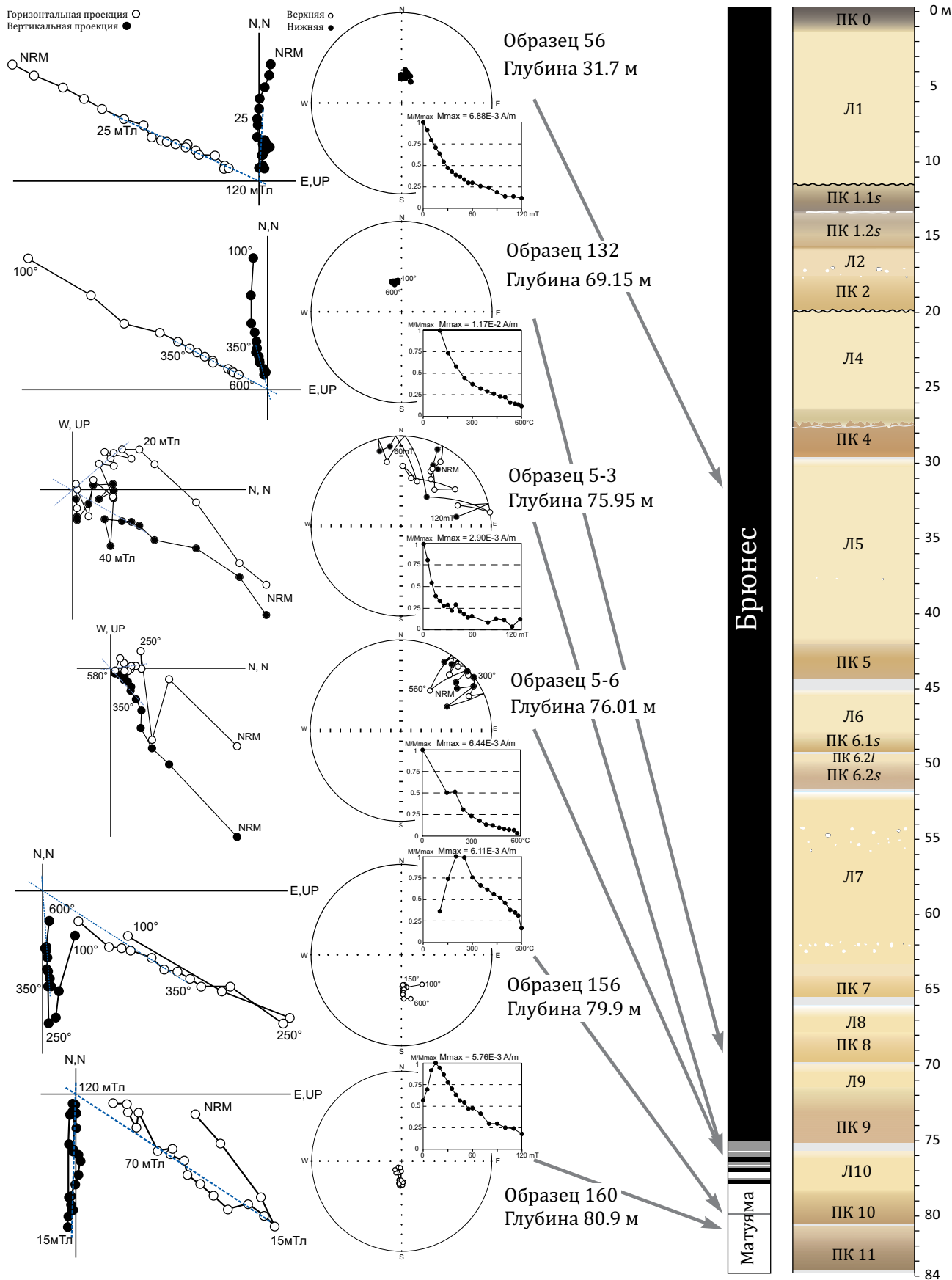




Рис. 4. Характерные ортогональные проекции вектора естественной остаточной намагниченности, стереограммы и кривые размагничивания для образцов с разных уровней разреза Кульдара.

Fig. 4. Characteristic orthogonal NRM demagnetization plots, stereograms and demagnetization plots for samples from different levels of the Kuldara section.

Научная проблема о несогласованности палеомагнитной записи инверсии Матюяма—Брюнес в морских и субаэральных отложениях, когда на суше граница М/Б фиксируется в лёссах, формировавшихся в ледниковый этап МИС 20, а в донных осадках — в межледниковую эпоху МИС 19, широко известна (Zhou, Shackleton, 1999; Большаков, 2006), но это несогласие пока не нашло окончательного решения в практике изучения лёссов (например, Zhou et al., 2014; Liu et al., 2015 и многие другие). Возраст границы М/Б на настоящий момент определяется как 773 тыс. л. (Cohen, Gibbard, 2019), соответствуя началу теплой подстадии МИС 19с, во время которой в Таджикистане происходило формирование ПК 9 (Додонов, 2002). Первые палеомагнитные данные для ЛПС Ховалинга, полученные А.В. Пеньковым, относят границу М/Б к Л10 (Додонов, Пеньков, 1977; Пеньков, Гамов, 1980), что несомненно поднимало вопрос возможности палеоклиматической корреляции суши и океана и давало простор для дискуссии об отнесении ПК 9 к МИС 19. Анализ предшествующих работ выявил, что причиной такого значительного занижения положения границы М/Б в ЛПС Таджикистана в данных А.В. Пенькова служит неполнота магнитной чистки образцов для надежного определения полярности в переходной зоне. Температурно-временная чистка, используемая А.В. Пеньковым для образцов Кульдара — выдержка в течение 6 часов при температуре 160 °С (Ранов и др. 1987), недостаточна для отделения вторичной современной компоненты. Поэтому слабые обратно намагниченные образцы могли ошибочно приниматься за прямо намагниченные, что существенно занизило границу М/Б.

Наши детальные результаты изучения палеомагнитной записи перехода снимают противоречие в палеоклиматической корреляции океана и суши, как минимум для разреза Кульдара. Мы проводим палеомагнитную границу М/Б по окончании аномальных направлений в основании ПК 9, что соответствует завершению подстадии МИС 19с. При этом очевидно смещение границы чуть более, чем на метр вниз от уровня, где она определяется согласно своей недавней оценке возраста (начало МИС 19с, Kulakova, Kurbanov, 2023), что свидетельствует о сложности процесса фиксации палеомагнитного

сигнала лёссово-почвенными сериями и его запаздывании. Вероятно, более поздние педогенные процессы, пронизывающие толщу Л10, также ответственны и за ложные зоны прямой полярности в переходе (Spassov et al., 2003).

3.4. Археологическая коллекция 2021 г.

Археологический материал был получен практически во всех раскопах. Общее количество находок небольшое, что отражает особенность лёссового палеолита — малочисленность артефактов и их низкая концентрация в пределах слоя.

В ПК 11 на раскопе площадью 4×2 м и глубиной 3.5 м, несмотря на его близость к месту исследования этого ПК в 1981—1984 гг. (около 150 м на СЗ), обнаружены лишь мелкая галька длиной 0.7 см и фрагмент кости животного. В расположенном выше раскопе в ПК 10 на площади 4×2 м при глубине 4 м обнаружены первичный отщеп подквадратной формы (4×4×0.8 см) с точечной ударной площадкой и мелкая галька. Найденный отщеп является первым артефактом в Таджикистане, полученным из ПК 10, который до настоящего времени считался археологически “немым” (рис. 5, (а)). В раскопе на ПК 9 на площади 4×2.5 м при глубине 4 м обнаружены лишь мелкие гальки размерами 2—4 см (8 экз.). Отмечая присутствие мелких галек среди находок из указанных педокомплексов, можно упомянуть, что они в большом количестве ранее были найдены при раскопках 11-го и 12-го ПК, преимущественно имели размер 2—3 см, а некоторые из них несли на себе негативы сколов (Ранов, 1988, с. 227). Один артефакт был обнаружен в обвалившемся из ПК 6.2 блоке в середине обнажения и представлен вторичным отщепом подтреугольной формы, с галечной ударной площадкой (рис. 5, (б)).

В северной группе раскопов среди немногочисленных находок присутствует несколько нуклеусов, оформленные на гальках. Раскоп в ПК 5 заложен напротив раскопа 1981 г., имеет площадь 4×2 м при глубине 3 м. Здесь, на высоте 1.5 м над карбонатной корой в основании раскопа, обнаружен один артефакт. Это нуклеус одноплощадочный однофронтальный, рабочая площадка галечная, фронт скалывания подпрямоугольной формы, с негативами мелких и средних отщепов. Расщепление проводи-

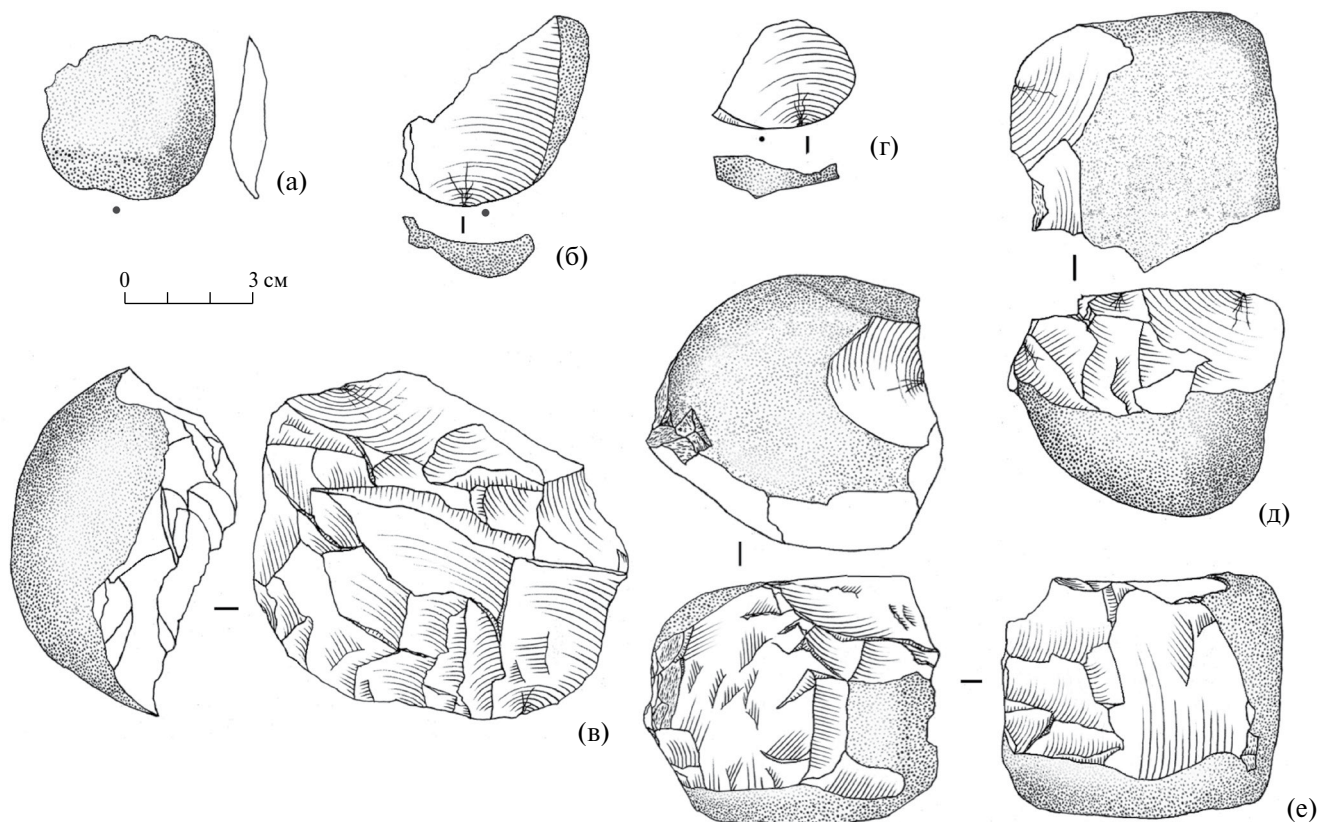


Рис. 5. Археологический материал из стоянки Кульдара (раскопки 2021 г.): (а) — отщеп из ПК 10; (б) — отщеп из ПК 6; (в) — нуклеус из ПК 5; (г) — отщеп; (д, е) — нуклеусы из ПК 4 (рисунок Т.У. Худжагелдиева).

Fig. 5. Archaeological material from the Kuldara site (excavations in 2021): (a) — flake from PC 10; (б) — flake from PC 6; (в) — core from PC 5; (г) — chip; (д, е) — cores from PC 4 (drawing by T.U. Khudjageldiev).

лось по продольно-конвергентной схеме, основание усечено поперечным сколом, тыльная сторона выпуклая и покрыта галечной коркой (рис. 5, (в)).

В раскопе на ПК 4, заложенного чуть южнее раскопа в ПК 5, на площади 4×2 м при глубине 3 м найдены два нуклеуса, мелкий отщеп с естественной ударной площадкой (рис. 5, (г)) и четыре мелких гальки длиной 1—3 см. Первый из нуклеусов двуплощадочный двуфронтальный, выполнен на гальке с уплощенными сторонами и с суженным основанием (рис. 5, (д)). Ударные площадки естественные, один фронт скалывания слабовыпуклый, с негативами конвергентных разноразмерных снятий, достигающих до его середины. На втором фронте скалывания, смежным с первым, представлены негативы двух широких средних отщепов, снятых по конвергентной схеме.

Второй нуклеус двуплощадочный двуфронтальный, выполнен на гальке подкубовидной формы (рис. 5, (е)). В начале расщепления в качестве ударной площадки использовалась естественная поверхность гальки. Фронт скалывания слабовыпуклый, в левой

части имеется негатив крупного скола, в правой представлены негативы серии сколов с заломными окончаниями на $\frac{1}{2}$ длины нуклеуса. В дальнейшем скалывание отщепов осуществлялось по смежной плоскости, при этом предыдущая поверхность скалывания послужила ударной площадкой. Векторы скалывания на фронтах перпендикулярны между собой, что позволяет отнести нуклеус к ортогональному двуфронтальному типу. Основание нуклеуса покрыто естественной коркой.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

4.1. Особенности строения лёссово-почвенных серий Таджикистана

Лёссово-почвенные серии Таджикистана занимают внутриконтинентальную позицию и обрамляются высокогорными системами Памира, Тибета и Гиндукуша с востока и юга. С одной стороны, так как активная неотектоническая фаза горообразования началась в позднем палеогене (олигоцене),

то к раннему плейстоцену (~2.6 млн л. н.), когда началось накопление лёссов в Таджикистане, эти горные системы уже были достаточно высокими (Додонов, 2002) и ограничивали проникновение муссонов со стороны Тихого или Индийского океанов. Это проявляется в отсутствии зональности лёссово-почвенных разрезов Таджикистана по степени увлажнения в зависимости от удаления от побережья. Орографическая обособленность ЛПС Южного Таджикистана привела к образованию тесной связи с глобальными климатическими процессами северного полушария и формированием под их влиянием. Глобальные изменения климата контролировали температурный и водный режимы, поэтому ЛПС Таджикистана довольно однородны в ареале своего распространения и имеют ряд общих закономерностей в строении. С другой стороны, фазы активизации тектонических движений горных массивов играют уже роль регионального фактора и могли влиять на амплитуды климатического отклика ЛПС.

При корреляции лёссово-почвенных серий Таджикистана с глобальными шкалами необходимо учитывать ряд закономерностей в их строении. Для раннеплейстоценовых слоев (МИС 25 и древнее) характерно чередование развитых педокомплексов красноватых оттенков, подчиненное положение либо полное отсутствие слоев лёсса, наличие выраженных карбонатных кор. С конца позднего плейстоцена лёссовые слои наращивают свою мощность, и на протяжении первой половины среднего плейстоцена (включая МИС 10) они начинают преобладать над палеопочвами, их мощность может превышать 5—7 м. Растет и мощность палеопочв, у которых появляются коричневые и бурые тона, но по-прежнему сохраняются выраженные карбонатные коры. Во второй половине среднего (МИС 9 и моложе) и в позднем плейстоцене лёссовые слои преобладают над палеопочвами, их мощность может превышать 10 м. Почвы развитые, темно-коричневого цвета, и лёссы, и палеопочвы имеют сероватый оттенок. Карбонатные коры палеопочв тонкие и выражены как разобщенные карбонатные конкреции или вовсе отсутствуют. Таким образом, в строении ЛПС Таджикистана наблюдается генеральный тренд усиления аридизации и похолодания климата.

Развитие почв преимущественно контролируется глобальными климатическими параметрами — температурным режимом и количеством атмосферных осадков — и в меньшей степени геоморфологической позицией, которая влияет на режим увлажнения. Поэтому мощности педокомплексов, в целом, ре-

гионально выдержаны. Формирование лёссов же значительно зависит от фактора геоморфологического положения, что приводит к разной мощности разновозрастных лёссовых толщ в различных разрезах Таджикистана. Максимальная мощность лёссов характерна для возвышенных участков водораздельных хребтов, а на склонах и на более низких геоморфологических уровнях, активные эрозионные процессы приводят либо к пониженной мощности лёссов, либо к полному отсутствию отдельных интервалов. Поэтому, хоть общие закономерности строения ЛПС Таджикистана и позволяют коррелировать разрезы между собой по реперным горизонтам, для достоверности этих корреляций необходимо привлекать дополнительные методы, как: магнитная восприимчивость, гранулометрический состав, магнитостратиграфические реперы, данные абсолютного датирования.

4.2. Хроностратиграфия разреза Кульдара

Изучение серии опорных разрезов позволило разработать региональные стратиграфические схемы ЛПС Таджикистана (Додонов, 2002; Ранов, Шефер, 2000; Ding et al., 2002). Различными авторами представлены корреляции слоев лёссов и палеопочв с изотопно-кислородной шкалой, основанные на данных о магнитостратиграфии (Пеньков, Гамов, 1980; Додонов, 2002; Nazarov et al., 2020), кривых магнитной восприимчивости и грансостава (Ding et al., 2002; Dodonov, Baiguzina, 1995), почвенного расчленения (Bronger, 2003), единичных данных об абсолютном возрасте (Frechen, Dodonov, 1998; Лаухин и др., 2004) и археологических материалах (Ranov, 1995; Schafer, Ranov, Sosin, 1998). Разрез Кульдара в полной мере отражает региональные особенности строения лёссов и палеопочв, что позволяет проводить корреляции с глобальными событиями. С учетом особенностей педокомплексов, петро- и палеомагнитных данных, результатов археологических исследований нами разработана хроностратиграфическая схема разреза Кульдара (рис. 6).

Верхние 11 м разреза представлены эродированной современной почвой мощностью 1.5 м, развивающейся на мощной пачке лёсса Л1, охватывающего стадии МИС 2—4. Теплая стадия МИС 3 в Таджикистане представлена очень слабо развитой интерстадиальной почвой, едва фиксируемой по появлению биолитов-капсул и увеличению магнитной восприимчивости (Додонов, 2002; Токарева и др., 2024). В Кульдаре этот интерстадиал не был визуально зафиксирован, однако выделяется на глубине ~5—8 м по пику на частотной зависимости МВ (рис. 6, (д)).

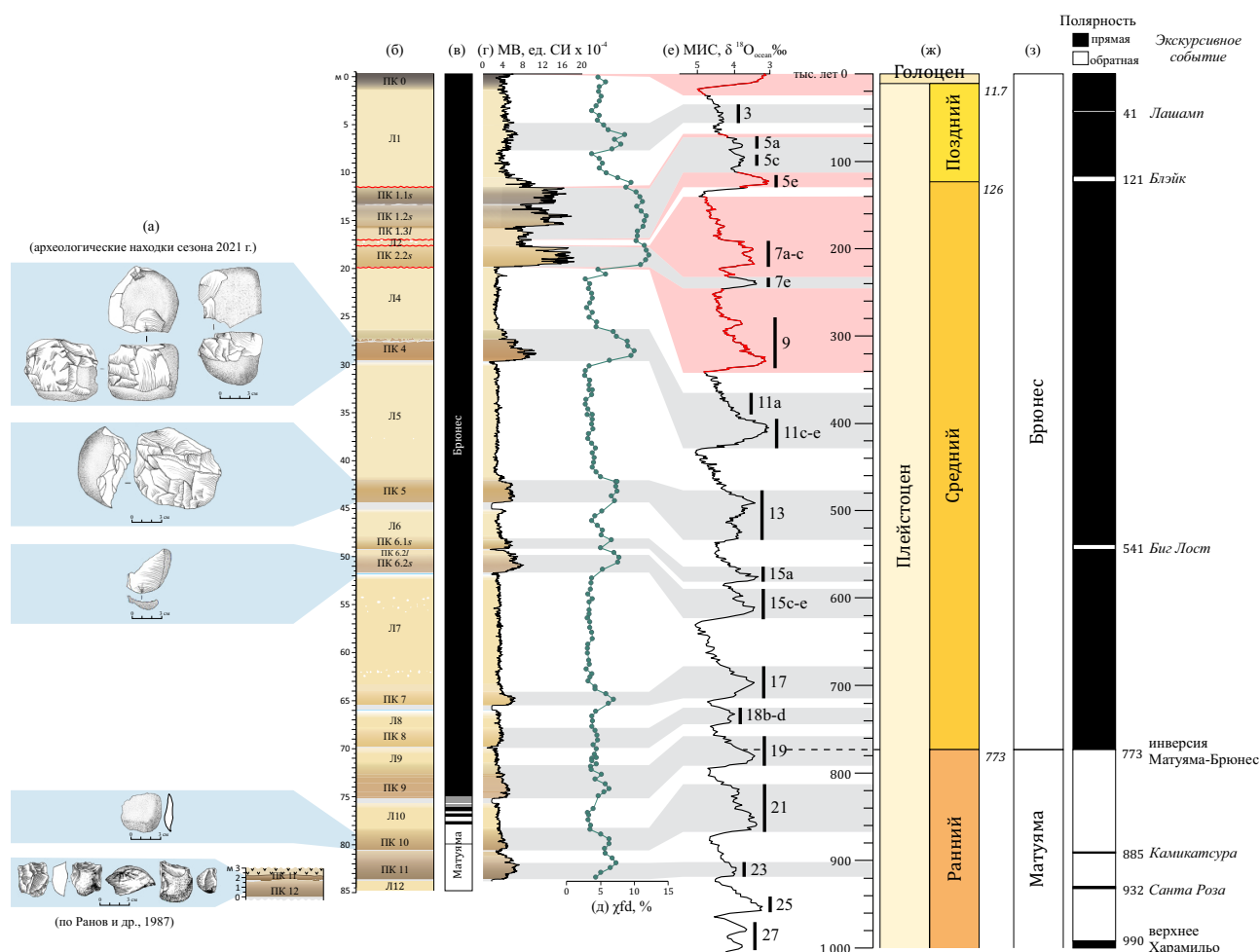


Рис. 6. Сводная хроностратиграфическая схема стоянки Кульдаара: артефакты (а), литологическая колонка (б), шкала магнитной зональности (в), кривая магнитной восприимчивости (г), кривая частотной зависимости магнитной восприимчивости (д), морские изотопные стадии (е), стратиграфические подразделения четвертичного периода (ж) и глобальная магнитостратиграфическая шкала (з). МИС даны по (Lisiecki, Raymo, 2005), геологическая шкала по (Cohen, Gibbard, 2019).

Fig. 6. Summary chronostratigraphic scheme of the Kuldara site: artifacts (a), lithologic column (б), magnetic zonation scale (в), magnetic susceptibility curve (г), frequency dependence of magnetic susceptibility (д), marine isotope stages (е), Quaternary stratigraphic subdivisions (ж), and global magnetostratigraphic scale (з). MIS is given by (Lisiecki, Raymo, 2005), geologic scale by (Cohen, Gibbard, 2019).

Интервал 11–20 м имеет сложное строение и при корреляции только по значениям МВ может быть вариативным в интерпретации. Благодаря результатам многолетнего изучения ЛПС Таджикистана предшественниками, на настоящий момент мы имеем региональный облик и набор характеристик для каждого педокомплекса, что ложится в основу педостратиграфической корреляции разрезов. ПК 1 представлен тремя темно-коричневыми палеопочвами с высокими пиками МВ (Додонов, 2002); толща Л2 представлена мощным “типичным” (по определению Smalley et al., 2011) лёссом — однородным алевритом, пористым, с высокими содержаниями

CaCO_3 , низкими значениями МВ и минимальными педогенными изменениями. В обнажении Хонако-III Л2 в среднем составляет 8 м (Худжагелдиев, 2012), достигая максимальной мощности 12 м в разрезе Хонако-II, в разрезе Дараи Калон Л2 достигает мощности 17 м (Dodonov et al., 2006). ПК 2 преимущественно представлен двумя палеопочвами с выраженным прослоем затронутого педогенезом лёсса характерного оливкового цвета (Сосин и др., 2015). Толща Л3 достигает мощностей 6.2 и 8 м в разрезах Хонако-II и Дараи Калон (Dodonov et al., 2006), а ПК 3 обычно представлен двумя идущими одна над другой палеопочвами с небольшими карбонатными корами

или конкреционными горизонтами в основании (Додонов, 2002).

При полевом исследовании разреза Кульдара были зафиксированы две эрозионные границы с резким характером перехода между почвенными горизонтами в начале и конце интервала 11—20 м, а также маломощность и отсутствие характеристик типичного лёсса для толщи Л2, которая довольно значительно изменена педогенными процессами. П.М. Сосин, выполнявший полевое почвенное описание, предположил, что в разрезе сохранились две палеопочвы ПК 1, сильно эродированный и измененный Л2 и одна почва ПК 2 с последующим резким переходом в Л4 и полным отсутствием Л3 и ПК 3. Кривая МВ в целом согласуется с данным предположением, но не позволяет более детально определить возраст сохранившихся палеопочв. Результаты OSL датирования (Buylaert et al., 2024) подтверждают это предположение и указывают также на наличие еще двух хиатусов на глубинах 17 и 17.6 м в толще Л2. Таким образом, верхние две палеопочвы (11.5—13.4 и 13.4—15.3 м) относятся к МИС 5а и 5с. При этом резкость перехода Л1 в палеопочву ПК 1.1s, наблюдаемая также в небольшом скачке МВ, свидетельствует о кратковременном эрозионном событии порядка первых тысяч лет. Последующие 1.7 м Л2, согласно возрастным определениям (~100—110 тыс. л.), могут быть отнесены к лёссовому прослою ПК 1.3l подстадии МИС 5d. Третья почва ПК 1, соответствующая МИС 5е, отсутствует в разрезе, переходя на глубине 17 м в измененный и сильно эродированный лёсс Л2 начала МИС 6 (глубины 17—17.6 м). Развитая ниже палеопочва мощностью 2.25 м на глубинах 17.6—19.85 м, может быть соотнесена со второй палеопочвой ПК 2 (~230—245 тыс. л.) и, соответственно, подстадией МИС 7е (рис. 6, (е)). Соответственно, большая часть Л2 и первая палеопочва ПК 2 отсутствуют в разрезе Кульдара. В основании второй палеопочвы ПК 2 на глубине 19.85 м отмечается ярко выраженная эрозионная граница — резкий переход в пачку ниже лежащего лёсса.

Расположенная ниже пачка представлена типичным лёссом мощностью 7.2 м. Ниже лежащий педокомплекс на глубине 27—30 м представлен развитой палеопочвой с характерным темно-коричневым цветом, но со значениями МВ в 2 раза ниже вышележащих палеопочв (рис. 6, (г)). Особенности структуры этого ПК, мощность, наличие карбонатной коры в основании и археологических артефактов (см. выше) позволяют коррелировать этот педокомплекс с ПК 4 региональной схемы. Этот

вывод подтверждается тем, что, во-первых, ПК 3 выражен двумя палеопочвами и двумя отчетливыми пиками МВ со значениями порядка пиков МВ для ПК 1 и 2 (Forster, Heller, 1994; Dodonov et al., 2006), а во-вторых, характеризуется практически полным отсутствием археологических находок (Ранов, Каримова, 2005). На основании этих выводов мы наблюдаем отсутствие палеопочв, которые могут быть соотнесены с ПК 3 Ховалингского лёссового плато. Поэтому мы коррелируем пачку лёсса с Л4 региональной схемы ЛПС (МИС 10) и ниже лежащий педокомплекс с ПК 4 (МИС 11). Соответственно, ярко выраженная эрозионная граница на глубине 19.85 м над пачкой лёсса указывает на хиатус, охватывающий эпохи МИС 9 — МИС 8.

В средней части разреза на интервале 30—66 м выделено чередование пачек лёсса и педокомплексов, которое в полной мере вписывается в региональный и глобальный контекст. Отсутствие выраженных эрозионных границ позволяет нумеровать педокомплексы без перерывов. Так, ниже ПК 4, пачка Л5 представлена мощной толщей лёсса (>12 м), переходящего в развитую палеопочву ПК 5. Особенности педокомплекса и характер кривой МВ позволяет уверенно коррелировать его с МИС 13, а Л5 — с ледниковой эпохой МИС 12. Ниже лежащий ПК 6 является сдвоенным (включающим две палеопочвы, разделенных небольшим лёссовым прослоем) и соответствует двум хорошо выраженным подстадиям МИС 15. Разделяющая ПК 6 и ПК 5 маломощная пачка лёсса Л6 соотносится с МИС 14, менее продолжительной и холодной стадией по сравнению с соседними ледниковьями. Мощность ниже лежащего лёсса Л7 превышает 12 м, что характерно и для других более полных разрезов региона (например, Карамайдан, Forster, Heller, 1994; Дараи Калон, Dodonov et al., 2006) и, по-видимому, связано с активной седиментацией в период МИС 16. Педокомплекс ПК 7 представлен менее развитой палеопочвой, отмеченной на кривой МВ одним узким пиком, и соотносится с МИС 17.

Для нижней части разреза (66—85 м) характерно подчиненное положение лёссов. Нижние педокомплексы, начиная с ПК 8, часто лежат друг на друге, или разделены маломощной (≤ 2 м) лёссовой пачкой. Для хроностратиграфических построений на этом интервале важно положение границы М/Б в основании ПК 9, на уровне ~75 м (Kulakova, Kurbanov, 2023). На этом основании мы соотносим ПК 9 с МИС 19, а менее выраженная палеопочва ПК 8, характеризующаяся очень слабым пиком на кривой МВ, коррелируется с интерстадиальным потеплением

МИС 18b-d. Расположенные в основании разреза ниже границы М/Б, ПК 10 и 11 хорошо соотносятся с завершающими ранний плейстоцен межледниковьями МИС 21 и 23.

4.3. Археологическая коллекция Кульдары и ее региональное значение

Каменная индустрия Кульдары из ПК 11–12, полученная В.А. Рановым, по ряду признаков соответствует мелкоорудийным комплексам раннего палеолита и не имеет аналогов ни в одной из известных в настоящее время каменных индустрий Таджикистана (Ranov, 1995). Вероятно, она представляет специфический технокомплекс, относящийся к начальному этапу заселения региона, принципиально отличающийся от более поздней каратауской культуры. Каратауская культура характеризуется галечной индустрией с массовым присутствием артефактов в ПК 6, 5, 4 (Ранов, 2000). Единичные находки из ПК 3 (Оби-Мазар, Хонако-II), ПК 7 (Оби-Мазар, Хонако-II), ПК 8 и 9 (Хонако-II) по своим морфологическим признакам также относятся к каратауской культуре (Ранов, 2000).

Новые археологические исследования разреза Кульдара позволили выявить следы обитания первобытного человека в более молодых отложениях над ранее исследованными В.А. Рановым ПК 11 и 12. Находки каменных артефактов получены из ПК 4, 5, 6 и 10, что позволяет считать это местонахождение многослойным палеолитическим памятником. Материалы из ПК 4, 5 и 6 демонстрируют более развитую технику расщепления камня, основанную на “продвинутом” использовании галечного сырья, и могут быть отнесены к каратауской культуре. Неясной пока остается культурная принадлежность материалов из 10-го ПК — единственная на сегодняшний день находка из этого ПК в Кульдаре по своим метрическим показателям соответствует артефактам индустрии ПК 11–12, однако это не дает оснований относить ее именно к мелкоорудийным комплексам.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные новые геологические и археологические данные позволяют считать Кульдару древнейшим многослойным стратифицированным палеолитическим объектом в Центральной Азии. В верхней части разреза (11–20 м) выявлены многочисленные эрозионные события и хиатусы. Отсутствуют нижняя палеопочва ПК 1, большая часть Л2, верхняя

палеопочва ПК 2 и полностью интервалы Л3 и ПК 3. Детальное палеомагнитное апробирование позволило получить новую магнитостратиграфическую шкалу и охарактеризовать переход Матуяма—Брюнес. Граница М/Б выявлена на глубине ~75 м в основании ПК 9. На основе полевых данных о строении разреза, положения границы М/Б и данных магнитной восприимчивости проведена корреляция с изотопно-кислородной кривой Мирового океана и разработана итоговая хроностратиграфическая схема разреза Кульдара.

Несмотря на свою малочисленность, новые археологические находки на правом борту ручья хорошо вписываются в технокомплекс каратауской культуры раннего палеолита юго-востока Центральной Азии, дополняя имеющиеся представления об этапах заселения стоянки Кульдара. Выявлены эпизоды присутствия древнего человека в периоды: 364–427 тыс. л. н. (МИС 11, ПК 4), 474–528 тыс. л. н. (МИС 13, ПК 5), 563–621 тыс. л. н. (МИС 15, ПК 6), 820–865 тыс. л. н. (МИС 21, ПК 10, ранее считавшийся “немым”). Раскоп 1981–1984 гг., вскрывающий ПК 11 и 12, согласно нашей хроностратиграфической схеме, может характеризовать этап заселения в раннем плейстоцене 900–960 тыс. л. н. Но однозначные выводы об этапе первоначального заселения стоянки, связанный с находками из ПК 11 и 12, требуют дополнительного исследования и обоснования возраста.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность руководству Национальной академии наук Таджикистана, вице-президенту НАНТ, член-корр. НАНТ А.С. Саидову, директору Института истории, археологии и этнографии имени А. Дониша НАНТ профессору Н.К. Убайдулло, заместителю директора Национального музея Таджикистана к. и. н. Ш. Ходжаеву, директору ИАЭТ СО РАН чл.-корр. РАН А.И. Кривошапкину за всестороннюю поддержку в проведении исследований, руководителю проекта ТНОСА Dr. J.-P. Buylaert и профессору A.S. Murgat за участие в обсуждении результатов. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект 22-18-00568).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Анойкин А.А., Рыбалко А.Г., Худжагелдиев Т.У. и др. (2023). Лахути-IV — новая стоянка лёссового палеолита в Таджикистане. *Археология, этнография*

- и антропология Евразии. Т. 51. № 2. С. 3—13. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2023.51.2.003-013>
- Большаков В. А. (2006). Корреляция континентальных и глубоководных отложений плейстоцена: постановка вопроса и некоторые проблемы. *Известия РАН. Серия географическая*. № 4. С. 16—28.
- Гладилин В. Н., Ситливый В. И. (1992). Ашель Центральной Европы. Киев: Наукова думка. 267 с.
- Додонов А. Е. (2002). Четвертичный период Средней Азии: стратиграфия, корреляция, палеогеография. Москва: ГЕОС. 250 с.
- Додонов А. Е., Пеньков А. В. (1977). Некоторые данные по стратиграфии водораздельных лёссов Таджикской депрессии (Южный Таджикистан). *Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода АН СССР*. № 476. С. 67—76.
- Лаухин С. А., Ранов В. А., Власов В. К. и др. (2004). Радиотермолюминесцентное датирование плейстоцена Южного Таджикистана. *Археологические работы в Таджикистане*. Вып. XXIX. С. 36—66.
- Ломов С. П., Ранов В. А. (1984). Погребенные почвы Таджикистана и распределение в них палеолитических орудий. *Почвоведение*. № 4. С. 21—30.
- Пеньков А. В., Гамов Л. Н. (1980). Палеомагнитные реперы в плиоцен-четвертичных толщах Южного Таджикистана. В сб.: *Граница неогена и четвертичной системы*. Москва: Наука. С. 184—189.
- Почвенная съемка. (1959). Москва: Почвенный институт им. Докучаева. 346 с.
- Ранов В. А. (1988). Работы отряда по изучению каменного века в 1981 г. *Археологические работы в Таджикистане*. Вып. XXI. С. 201—233.
- Ранов В. А. (1991). Работы отряда по изучению каменного века в 1983 г. *Археологические работы в Таджикистане*. Вып. XXIII. С. 116—142.
- Ранов В. А. (2000). Лёссово-почвенная формация южного Таджикистана и лёссовый палеолит. *Археологические работы в Таджикистане*. Вып. XXVII. С. 21—49.
- Ранов В. А., Амосова А. Г. (1990). Работы отряда по изучению каменного века в 1982 г. *Археологические работы в Таджикистане*. Вып. XXII. С. 161—194.
- Ранов В. А., Додонов А. Е., Ломов С. П. и др. (1987). Кульдара — новый нижнепалеолитический памятник Южного Таджикистана. *Бюллетень Комиссии по изучению четвертичного периода*. № 56. С. 65—75.
- Ранов В. А., Каримова Г. Р. (2005). Каменный век Афганско-Таджикской депрессии. Душанбе: Деваштич. 252 с.
- Ранов В. А., Шефер Й. (2000). Лёссовый палеолит. *Археология, этнография и антропология Евразии*. № 2. С. 20—32.
- Розанов Б. Г. (2004). Морфология почв: учебник для высшей школы. М.: Академический проект. 432 с.
- Смоликова Л. (1969) Погребенные почвы в лёссах, полигенез погребенных почв. В сб.: *Лёсс — перигляциал — палеолит на территории Средней и Восточной Европы*. Москва: ВИНТИ. С. 182—187.
- Сосин П. М., Шефер Й., Турсина Т. В., Ранов В. А. (2015). Палеопочвы разреза Хонако-3 (геохронология, строение, состав). В сб.: *Возвращение к истокам: сб. памяти выдающегося археолога В. А. Ранова*. Новосибирск: Изд-во ИАЭТ СО РАН. С. 57—67.
- Токарева О. А., Лебедева М. П., Сосин П. М. и др. (2024). Строение и свойства палеопочв позднего плейстоцена лёссово-почвенного разреза Оби-Мазар (Таджикистан). *Известия РАН. Серия географическая*. Т. 88. № 2. С. 176—195. <https://doi.org/10.31857/S2587556624020067>
- Худжагелдиев Т. (2012). Палеолитические стоянки в лёссово-почвенном разрезе Хонако (Ховалингский район). *Наследие предков*. № 15. С. 108—118.
- Худжагелдиев Т. У., Колобова К. А., Шнайдер С. В., Кривошапкин А. И. (2019) Первое свидетельство бифасиальной технологии в среднем палеолите Таджикистана. *Stratum Plus. Археология и культурная антропология*. № 1. С. 265—277.
- Alken P., Thébault E., Beggan C. D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth, Planets Space*. V. 73. № 1. P. 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Anoikin A., Sosin P., Rybalko A. et al. (2023). Lakhuti-IV — A new site of the early Palaeolithic in Central Asia (Tajikistan). *Archaeological Research in Asia*. V. 35. P. 100466. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2023.100466>
- Bronger A. (2003). Correlation of loess-paleosol sequences in East and Central Asia with SE Central Europe: towards a continental Quaternary pedostratigraphy and paleoclimatic history. *Quat. Int.* V. 106—107. P. 11—31.
- Cohen K. M., Gibbard P. L. (2019). Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years, version 2019 Q1-500. *Quat. Int.* V. 500. P. 20—31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.03.009>
- Ding Z. L., Ranov V. A., Yang S. L. et al. (2002). The loess record in southern Tajikistan and correlation with Chinese loess. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 200. P. 387—400. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(02\)00637-4](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(02)00637-4)
- Dodonov A. E., Baiguzina L. L. (1995). Loess stratigraphy of Central Asia: Palaeoclimatic and palaeoenvironmental aspects. *Quat. Sci. Rev.* V. 14. Iss. 7—8. P. 707—720. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00054-2)
- Dodonov A. E., Sadchikova T. A., Sedov S. N. et al. (2006). Multidisciplinary approach for paleoenvironmental reconstruction in loess-paleosol studies of the Darai Kalon section, Southern Tajikistan. *Quat. Int.* V. 152—153. P. 48—58.
- Enkin R. J. (1994). A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Pacific Geoscience Centre, Geological Survey of Canada. 16 p.
- Field book for describing and sampling soils. (2012). Schoneberger P. J., Wysocki D. A., Benham E. C. (Eds.). Government Printing Office. 300 p.
- Fisher R. A. (1953). Dispersion on a sphere. *Proc. R. Soc. London, Ser. A*. V. 217. P. 295—305.
- Forster Th., Heller F. (1994). Loess deposits from the Tajik depression (Central Asia): Magnetic properties and palaeoclimate. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 128. P. 501—512.
- Frechen M., Dodonov A. E. (1998). Loess chronology of the Middle and Upper Pleistocene in Tadjikistan. *Int. J. Earth Sci.* V. 87. Iss. 1. P. 2—20. <https://doi.org/10.1007/s005310050185>

- IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. *International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition*. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Kirschvink J. L. (1980). The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophys. J. Int.* V. 62. P. 699—718. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1980.tb02601.x>
- Kulakova E. P., Kurbanov R. N. (2023). First paleomagnetic data on the Matuyama-Brunhes transition in the loess-paleosol series of Tajikistan. In: Kosterov A., Lyskova E., Mironova I. et al. (Eds.). *Problems of Geocosmos-2022. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. P. 67—84. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40728-4_6
- Lisiecki L. E., Raymo M. E. (2005). A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*. V. 20. PA1003. <https://doi.org/10.1029/2004PA001071>
- Liu Q., Jin C., Hu P. et al. (2015). Magnetostratigraphy of Chinese loess-paleosol sequences. *Earth-Sci. Rev.* V. 150. P. 139—167. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2015.07.009>
- Maher B. A., Taylor R. M. (1988). Formation of ultrafine-grained magnetite in soils. *Nature*. V. 336. P. 368—371. <https://doi.org/10.1038/336368a0>
- Muhs D. R. (2013). Loess and its geomorphic, stratigraphic, and paleoclimatic significance in the Quaternary. In: Shroder J. (Ed. in Chief), Lancaster N., Sherman D. J., Baas A. C. W. (Eds.) *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA. V. 11. Aeolian Geomorphology. P. 149—183.
- Nazarov P., Zhongshan S., Mamadjanov Y., Sajid Z. (2020). Loess deposits in southern Tajikistan (Central Asia): Magnetic properties and paleoclimate. *Quat. Geochronology*. V. 60. P. 101114. <https://doi.org/10.1016/j.qua-geo.2020.101114>
- Ranov V. (1995). The “loessic palaeolithic” in South Tajikistan, Central Asia: Its industries, chronology and correlation. *Quat. Sci. Rev.* V. 14. Iss. 7—8. P. 731—745. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00055-0)
- Schafer J., Ranov V. A., Sosin P. M. (1998). The “cultural evolution” of Man and the chronostratigraphical background of changing environment in the loess paleosol sequences of Obi-Mazar and Khonako (Tajikistan). *Anthropology*. V. 36. P. 121—135.
- Smalley I. J., Marković S. B., Svircev Z. (2011). Loess is almost totally formed by the accumulation of dust. *Quat. Int.* V. 240. P. 4—11.
- Spassov S., Heller F., Evans M. E. et al. (2003). A lock-in model for the complex Matuyama-Brunhes boundary record of the loess/paleosol sequence at Lingtai (Central Chinese Loess Plateau). *Geophys. J. Int.* V. 155. P. 350—366.
- Tauxe L. (2010). *Essentials of paleomagnetism*. Berkeley: University of California Press. 489 p.
- Valet J.-P., Meynadier L., Guyodo Y. (2005). Geomagnetic dipole strength and reversal rate over the past two million years. *Nature*. V. 435. P. 802—805. <https://doi.org/10.1038/nature03674>
- Zhou L. P., Shackleton N. J. (1999). Misleading positions of geomagnetic reversal boundaries in Eurasian loess and implications for correlation between continental and marine sedimentary sequences. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 168. Iss. 1-2. P. 117—130. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(99\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(99)00052-7)
- Zhou W., Beck J. W., Kong X. et al. (2014). Timing of the Brunhes-Matuyama magnetic polarity reversal in Chinese loess using ^{10}Be . *Geology*. V. 42. Iss. 6. P. 467—470. <https://doi.org/10.1130/G35443.1>

STRATIGRAPHY AND GEOCHRONOLOGY OF THE KULDARA EARLY PALEOLITHIC SITE (TAJIKISTAN)¹

E. P. Kulakova^{a,b#}, A. A. Anoikin^b, T. U. Khudjageldiev^c, P. M. Sosin^d, O. A. Tokareva^{b,e},
A. Ch. Karayev^c, A. G. Rybalko^b, and R. N. Kurbanov^{b,e,f}

^a Shmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

^b Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk, Russia

^c Donish Institute of History, Archaeology and Ethnography NAST, Dushanbe, Tajikistan

^d Institute of Water Problems, Hydropower and Ecology NAST, Dushanbe, Tajikistan

^e Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

^f Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

[#] E-mail: ek.kula@yandex.ru

The Kuldara site, situated near the Khovaling loess plateau in Southern Tajikistan, stands as the most ancient stratified site of the Early Paleolithic in Central Asia. Here, at the end of the 20th century, stone

¹ For citation: Kulakova E. P., Anoikin A. A., Khudjageldiev T. U. et al. (2024). Stratigraphy and geochronology of the Kuldara Early Paleolithic Site (Tajikistan). *Geomorfologiya i Paleogeografiya*. V. 55. № 2. P. 86—107. (in Russ.). <https://doi.org/10.31857/S2949178924020047>; <https://elibrary.ru/PNYKXZ>

tools were discovered in pedocomplexes 11 and 12, with an estimated age of ~0.9 million years according to geological data. This discovery marked the archaeological materials from Kuldara as evidence of the earliest penetration of ancient people into the southeastern regions of Central Asia. However, despite the significant importance of the site in understanding the conditions and chronology of the initial settlement in the region, a chronostratigraphic study of the complete section of loess-paleosol series at the site had never been conducted before. Consequently, the regional correlation of this monument was critically challenging. We present the results of a comprehensive study of the stratigraphic sequence of the Kuldara section from modern soil to pedocomplex 11 on the cliff of the eastern bank of the same-named stream. We conducted soil description and detailed paleomagnetic research, measured magnetic susceptibility and its frequency dependence, and carried out archaeological work. Based on the obtained data, we performed, for the first time, a correlation with the oxygen isotope scale of the World Ocean, allowing us to estimate the age of the exposed pedocomplexes and identify significant erosion events in the upper part of the section. As a result of the archaeological work conducted, a collection of stone tools was obtained from pedocomplexes 4, 5, 6, and 10. These artifacts indicate the regular presence of ancient people at the site after the initial episode of settlement around ~0.9 million years ago, and the conducted chronostratigraphic correlation enables a more precise estimation of the timing of individual stages of this presence.

Keywords: loessic Palaeolithic, loess-paleosol sequences, paleomagnetism, magnetic susceptibility, geoarchaeology

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their gratitude to the leadership of the National Academy of Sciences of Tajikistan, vice-President of NAST, corresponding member of NAST A.S. Saidov; director of the Donish Institute of History, Archaeology and Ethnography of NAST Prof. N.K. Ubaidullo, deputy director of the National Museum of Tajikistan Dr. S. Khojaev, director of IAET SB RAS, corresponding member of RAS A. I. Krivoshekin for their comprehensive support in conducting the research, and to Dr. J.-P. Buylaert, head of the THOCA project, and Prof. A.S. Murray for their participation in the discussion of the results. The study was supported by the Russian Science Foundation (project 22-18-00568).

REFERENCES

- Alken P., Thébault E., Beggan C. D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth, Planets Space*. V. 73. № 1. P. 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Anoikin A., Sosin P., Rybalko A. et al. (2023). Lakhuti-IV — A new site of the early Palaeolithic in Central Asia (Tajikistan). *Archaeological Res. in Asia*. V. 35. P. 100466. <https://doi.org/10.1016/j.ara.2023.100466>
- Anoikin A. A., A. G. Rybalko, Khudjageldiev T. U. et al. (2023). Lakhuti-IV: A New Site of the Loessic Paleolithic in Tajikistan. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Yevrazii*. Iss. 51. № 2. P. 3—13. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2023.51.2.003-013>
- Bolshakov V. A. (2006). Correlation of continental and deep-sea deposits of the Pleistocene: a statement of the question and some problems. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. № 4. P. 16—28. (in Russ.)
- Bronger A. (2003). Correlation of loess-paleosol sequences in East and Central Asia with SE Central Europe: towards a continental Quaternary pedostratigraphy and paleoclimatic history. *Quat. Int.* V. 106—107. P. 11—31.
- Cohen K. M., Gibbard P. L. (2019). Global chronostratigraphical correlation table for the last 2.7 million years, version 2019 Q1-500. *Quat. Int.* V. 500. P. 20—31. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.03.009>
- Ding Z. L., Ranov V. A., Yang S. L. et al. (2002). The loess record in southern Tajikistan and correlation with Chinese loess. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 200. P. 387—400. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(02\)00637-4](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(02)00637-4)
- Dodonov A. E. (2002). Chetvertichnyi period Srednei Azii: stratigrafiya, korrelyatsiya, paleogeografiya (Quaternary period of Central Asia: stratigraphy, correlation, paleogeography). Moscow: GEOS (Publ.). 250 p. (in Russ.)
- Dodonov A. E., Baiguzina L. L. (1995). Loess stratigraphy of Central Asia: Palaeoclimatic and palaeoenvironmental aspects. *Quat. Sci. Rev.* V. 14. Iss. 7—8. P. 707—720. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00054-2)
- Dodonov A. E., Penkov A. V. (1977). Some data on the stratigraphy of watershed loess in the Tajik Depression (Southern Tajikistan). *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda AN SSSR*. № 47b. P. 67—76. (in Russ.)
- Dodonov A. E., Sadchikova T. A., Sedov S. N. et al. (2006). Multidisciplinary approach for paleoenvironmental reconstruction in loess-paleosol studies of the Darai Kalon section, Southern Tajikistan. *Quat. Int.* V. 152—153. P. 48—58.
- Enkin R. J. (1994). A computer program package for analysis and presentation of paleomagnetic data. Pacific Geoscience Centre, Geological Survey of Canada. 16 p.
- Field book for describing and sampling soils. (2012). Schoneberger P. J., Wysocki D. A., Benham E. C. (Eds.). Government Printing Office. 300 p.
- Fisher R. A. (1953). Dispersion on a sphere. *Proc. R. Soc. London, Ser. A*. V. 217. P. 295—305.

- Forster Th., Heller F. (1994). Loess deposits from the Tajik depression (Central Asia): Magnetic properties and palaeoclimate. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 128. P. 501–512.
- Frechen M., Dodonov A. E. (1998). Loess chronology of the Middle and Upper Pleistocene in Tadjikistan. *Int. J. Earth Sci.* V. 87. Iss. 1. P. 2–20. <https://doi.org/10.1007/s005310050185>
- Gladilin V. N., Sitliviy V. I. (1992). Ashel' Tsentral'noi Evropy (Acheulean of Central Europe). Kiev: Naukova dumka (Publ.). 267 p. (in Russ.)
- IUSS Working Group WRB. (2022). World Reference Base for Soil Resources. *International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition*. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Khudjageldiev T. (2012). Palaeolithic sites in the loess-paleosol section of Khonako (Khovaling district). *Nasledie predkov*. № 15. P. 108–118. (in Russ.)
- Khudjageldiev T. U., Kolobova K. A., Schnaider S. V., Krivoshapkin A. I. (2019). First evidence of bifacial technology in the Middle Palaeolithic of Tajikistan. *Stratum Plus: Arkheologiya i kul'turnaya antropologiya*. № 1. P. 265–277. (in Russ.)
- Kirschvink J. L. (1980). The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophys. J. Int.* V. 62. P. 699–718. <https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.1980.tb02601.x>
- Kulakova E. P., Kurbanov R. N. (2023). First paleomagnetic data on the Matuyama-Brunhes transition in the loess-paleosol series of Tajikistan. In: Kosterov A., Lyskova E., Mironova I. et al. (Eds.). *Problems of Geocosmos-2022. Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences*. Springer, Cham. P. 67–84. https://doi.org/10.1007/978-3-031-40728-4_6
- Laukhin S. A., Ranov V. A., Vlasov V. K. et al. (2004). Radiothermoluminescence dating of the Pleistocene of Southern Tajikistan. *Arkheologicheskie raboty v Tadjikistane*. Iss. XXIX. P. 36–66. (in Russ.)
- Lisiecki L. E., Raymo M. E. (2005). A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography*. V. 20. PA1003. <https://doi.org/10.1029/2004PA001071>
- Liu Q., Jin C., Hu P. et al. (2015). Magnetostratigraphy of Chinese loess-paleosol sequences. *Earth-Sci. Rev.* V. 150. P. 139–167. <https://doi.org/10.1016/j.earsci-rev.2015.07.009>
- Lomov S. P., Ranov V. A. (1984). Buried soils of Tajikistan and the distribution of Paleolithic tools in them. *Pochvo-vedenie*. № 4. P. 21–30. (in Russ.)
- Maher B. A., Taylor R. M. (1988). Formation of ultrafine-grained magnetite in soils. *Nature*. V. 336. P. 368–371. <https://doi.org/10.1038/336368a0>
- Muhs D. R. (2013). Loess and its geomorphic, stratigraphic, and paleoclimatic significance in the Quaternary. In: Shroder, J. (Ed. in Chief), Lancaster, N., Sherman, D. J., Baas, A. C. W. (Eds.). *Treatise on Geomorphology*. Academic Press, San Diego, CA. V. 11. Aeolian Geomorphology. P. 149–183.
- Nazarov P., Zhongshan S., Mamadjanov Y., Sajid Z. (2020). Loess deposits in southern Tajikistan (Central Asia): Magnetic properties and paleoclimate. *Quat. Geochronology*. V. 60. P. 101114. <https://doi.org/10.1016/j.qua-geo.2020.101114>
- Penkov A. V., Gamov L. N. (1980). Paleomagnetic benchmarks in the Pliocene-Quaternary strata of Southern Tajikistan. In: *Granitsa neogena i chetvertichnoi sistemy*. M.: Nauka (Publ.). P. 184–189. (in Russ.)
- Ranov V. (1995). The “loessic palaeolithic” in South Tadjikistan, Central Asia: Its industries, chronology and correlation. *Quat. Sci. Rev.* V. 14. Iss. 7–8. P. 731–745. [https://doi.org/10.1016/0277-3791\(95\)00055-0](https://doi.org/10.1016/0277-3791(95)00055-0)
- Ranov V. A. (1988). Works of the Stone Age study group in 1981. *Arkheologicheskie raboty v Tadjikistane*. Vol. XXI. P. 201–233. (in Russ.)
- Ranov V. A. (1991). Works of the Stone Age study group in 1983. *Arkheologicheskie raboty v Tadjikistane*. Vol. XXIII. P. 116–142. (in Russ.)
- Ranov V. A. (2000). Loess-paleosol formation of Southern Tajikistan and Loess Palaeolithic. *Arkheologicheskie raboty v Tadjikistane*. Vol. XXVII. P. 21–49. (in Russ.)
- Ranov V. A., Amosova A. G. (1990). Works of the Stone Age study group in 1982. *Arkheologicheskie raboty v Tadjikistane*. V. XXII. P. 161–194. (in Russ.)
- Ranov V. A., Dodonov A. E., Lomov S. P. et al. (1987). Kuldara — a new Early Palaeolithic site in Southern Tajikistan. *Byulleten' Komissii po izucheniyu chetvertichnogo perioda*. № 56. P. 65–75. (in Russ.)
- Ranov V. A., Karimova G. R. (2005). Stone age of the Afghan-Tajik Depression. Dushanbe: Devashtich (Publ.). 252 p. (in Russ.)
- Ranov V. A., Schaefer J. (2000). Loess Palaeolithic. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii*. № 2. P. 20–32. (in Russ.)
- Rozanov B. G. (2004). Morphology of soils: a textbook for higher education. Moscow: Akademicheskii proekt (Publ.). 432 p. (in Russ.)
- Schafer J., Ranov V. A., Sosin P. M. (1998). The “cultural evolution” of Man and the chronostratigraphical background of changing environment in the loess paleosol sequences of Obi-Mazar and Khonako (Tajikistan). *Antropology*. V. 36. P. 121–135.
- Smalley I. J., Marković S. B., Svircev Z. (2011). Loess is almost totally formed by the accumulayion of dust. *Quat. Int.* V. 240. P. 4–11.
- Smolikova L. (1969). Buried soils in loess, polygenesis of buried soils. In: *Less — periglyatsial — paleolit na territorii Srednei i Vostochnoi Evropy*. Moscow: VINITI (Publ.). P. 182–187. (in Russ.)
- Soil survey. (1959). Moscow, V. V. Dokuchaev Soil Science Institute. 346 p. (in Russ.)
- Sosin P. M., Shefer Y., Tursova T. V., Ranov V. A. (2015). Paleosols of Khonako-3 (geochronology, structure, composition). In: *Coming back to beginnings: In memory of an outstanding archaeologist Vadim Ranov*. Novosibirsk: Publishing Department of Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS. P. 57–67. (in Russ.)
- Spassov S., Heller F., Evans M. E. et al. (2003). A lock-in model for the complex Matuyama-Brunhes boundary record of the loess/paleosol sequence at Lingtai (Central Chinese Loess Plateau). *Geophys. J. Int.* V. 155. P. 350–366.

- Tauxe L. (2010). *Essentials of paleomagnetism*. Berkeley: University of California Press. 489 p.
- Tokareva O. A., Lebedeva M. P., Sosin P. M. et al. (2024). Structure and properties of Late Pleistocene paleosols of the loess-paleosol section of Obi-Mazar (Tajikistan). *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*. V. 88. № 2. С. 176–195. <https://doi.org/10.31857/S2587556624020067>.
- Valet J.-P., Meynadier L., Guyodo Y. (2005). Geomagnetic dipole strength and reversal rate over the past two million years. *Nature*. V. 435. P. 802–805. <https://doi.org/10.1038/nature03674>
- Zhou L. P., Shackleton N. J. (1999). Misleading positions of geomagnetic reversal boundaries in Eurasian loess and implications for correlation between continental and marine sedimentary sequences. *Earth Planet. Sci. Lett.* V. 168. Iss. 1–2. P. 117–130. [https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(99\)00052-7](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(99)00052-7)
- Zhou W., Beck J. W., Kong X. et al. (2014). Timing of the Brunhes–Matuyama magnetic polarity reversal in Chinese loess using ^{10}Be . *Geology*. V. 42. Iss. 6. P. 467–470. <https://doi.org/10.1130/G35443.1>