

ГЕНЕЗИС
И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48

ГЕОАРХЕОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВ И ЗЕМЛЯНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ КРУПНОГО КУРГАНА БРОНЗОВОГО ВЕКА,
КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ

© 2023 г. А. Э. Сверчкова^а, *, О. С. Хохлова^б, А. О. Макеев^с, Е. Н. Асеева^с, П. Г. Куст^д,
Т. Н. Мякшина^б, Т. Ф. Трегуб^е, И. А. Козмирчук^ф

^аИнститут географии РАН, Старомонетный пер., 29, Москва, 119017 Россия

^бИнститут физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
ул. Институтская, 2, Пушкино, Московская область, 142290 Россия

^сМГУ им. М.В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, Москва, 119991 Россия

^дПочвенный институт им. В.В. Докучаева, Пыжевский пер., 7, стр. 7, Москва, 119017 Россия

^еВоронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394018 Россия

^фФонд научного краеведения, Липецкой области, ул. Зегеля, 23а, Липецк, 398002 Россия

*e-mail: acha3107@gmail.com

Поступила в редакцию 01.02.2023 г.

После доработки 27.06.2023 г.

Принята к публикации 28.06.2023 г.

Изучен хроноряд палеопочв, погребенных под разновозрастными конструкциями крупного ($h - 3.5$ м, $d - 74$ м) кургана Шумный в Краснодарском крае. Курган сооружен представителями катакомбной (4800–4200 л. н. или XXVIII–XXII вв. до н. э.) и срубной (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.) культур бронзового века. В кургане выявлено пять конструкций, сооруженных из местных почв и антропогенных примесей, при этом каждая из последующих перекрывала предыдущую и выходила за ее пределы, погребая все новое пространство; под каждой конструкцией изучена погребенная почва. За время строительства кургана (4800–3000 л. н. или XXVIII–X вв. до н. э.) в почвах увеличились содержание органического углерода и показателя магнитной восприимчивости, уменьшились степень нарушенности профиля землероями, сократилось содержание карбонатов и обменного натрия в составе обменных оснований. Такая же направленность изменений морфологических, а также основных физико-химических свойств обнаружена и в материалах курганных конструкций, от ранней к поздней. Почвы, использованные для возведения разновозрастных конструкций кургана, имели разные свойства на момент сооружения той или иной конструкции и собирались с существенно большей, чем занимает курган, площади, что повышает достоверность проведенных исследований. На основе анализа свойств погребенных почв и материалов конструкций предложена схема изменения климатических условий за период строительства кургана: от раннекатакомбного к срубному времени – увеличилось атмосферное увлажнение и снизилась среднегодовая температура. Для погребенных почв проведен палинологический анализ, который независимо от палеопочвенных данных подтверждает выводы об изменениях климата. На основе морфологических и аналитических исследований раннекатакомбное время дополнительно охарактеризовано как аридное. Такие климатические условия привели к растрескиванию, дегумификации и окарбоначиванию верхних горизонтов палеопочв в финале этого времени. Техничко-технологические приемы, использованные при строительстве кургана, включали трамбовку земляного материала в сухом и влажном виде, грубое замешивание, добавление речного ила, углей и костей.

Ключевые слова: эволюция почв, реконструкция климата, погребенные почвы бронзового века, микроморфология почв, курганные конструкции, палинология

DOI: 10.31857/S0032180X23600129, EDN: WJNAVS

ВВЕДЕНИЕ

Геоархеологические исследования курганных сооружений представляют интерес для геологии, геоморфологии, археологии и географии. Изучаемые при этом погребенные почвы позволяют реконструировать историю формирования курган-

ных сооружений, культурную хронологию и изменения условий окружающей среды. Основным объектом палеопочвенных исследований курганных сооружений длительное время являлись лишь погребенные почвы, а перекрывающие их курганные конструкции часто не получали долж-

ного внимания [32, 45]. Однако знания о строении и вещественном составе самих земляных конструкций являются ценным дополнительным источником информации об исторических, археологических, природных и экологических изменениях.

Традиция возведения кургана над могилой возникла примерно 6000 лет назад среди племен эпохи неолита [13] и быстро распространилась практически по всей Евразии. Традиционно считается, что курганы возводились из земляного материала, в произвольном (хаотичном) порядке насыпанного над могилой умершего, при этом материал мог браться из рва, непосредственно примыкающего к кургану, либо с территории, расположенной вблизи кургана [30, 43]. Однако совсем немногие археологические культуры использовали такой прием при строительстве курганов [43], такие курганы имеют небольшие размеры. При возведении крупных монументальных курганов высотой более 2–3 м и диаметром от нескольких десятков до первых сотен метров, использовались более сложные строительные технологии с целью укрепления сооружения и придания им достаточной прочности для сохранности в течение тысячелетий. В таких курганах отмечаются различные конструктивные элементы: “кирпичи” из перемешанного земляного материала, дерновые блоки, вырезанные из верха гумусового горизонта целинной черноземной почвы, обмазки из речного ила, обкладки, включение антропогенного материала и другие [25, 30, 41]. Недавние исследования показывают, что свойства земляного материала курганных конструкций сопоставимы со свойствами погребенных почв и способны подтвердить и дополнить сведения об изменчивости свойств палеопочв, погребенных под курганами [37, 38, 46].

В частности, для степной зоны Восточной Европы их изучение имеет большое значение и является неотъемлемой частью геоархеологического анализа курганов, особенно крупных, представляющих собой монументальные сооружения своеобразной земляной архитектуры [15, 16], что убедительно показано в ряде работ [23, 42, 46, 37, 38]. В настоящей работе геоархеологический анализ подразумевает проведение междисциплинарных исследований, направленных на изучение археологических объектов методами естественных наук, в том числе геологии, географии, физики, химии, биологии и почвоведения.

Стоит отметить, что палеопочвенные исследования археологических памятников, как для бронзового, раннего железного веков, так и для средневековья в степных районах Приазовья и Нижнего Дона единичны и разрозненны во времени по всей второй половине голоцена [1, 17, 19–23, 44]. Опираясь на литературные данные,

нельзя сделать однозначных выводов о климатических флуктуациях в течение второй половины голоцена в связи с малым объемом данных и с некоторым противоречием характеристик климатических условий и временных границ. Можно лишь предположить, что эпоха бронзового века сопровождалась частыми климатическими колебаниями — на основе теоретического анализа выделяются фазы гумидного и аридного климата внутри 1000- и 2000-летнего ритмов [21]. Но для подтверждения этой теоретической схемы необходимо продолжать накопление фактического материала.

Цель работы — на основе геоархеологического анализа выявить изменения свойств погребенных почв и материалов земляных конструкций кургана Шумный, сооружавшегося в течение длительного времени в бронзовом веке (от раннекатакомбной к срубной культуре — 4800–3000 л. н. или XXVIII–X вв. до н. э.) и провести палеоклиматическую реконструкцию для указанного временного интервала.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Курган Шумный расположен в Усть-Лабинском районе, в центре степной части Краснодарского края, недалеко от ст. Тенгинская (рис. 1а). Координаты центральной точки кургана R — 45.156350° N 40.048550° E. Раскопки проводили под руководством И.А. Козмирчука в ходе охранно-спасательных работ. Объектами исследования послужили конструкции кургана и погребенные под ними почвы. Для выявления эволюционных трендов последние сравнивали с разрезами фоновых почв, заложенными вблизи кургана.

Район исследования находится на стыке двух структур Скифской плиты: Западно-Кубанского прогиба и Восточно-Кубанской впадины и относится к северо-восточной части Закубанской равнины, территория которой изрезана долинами рек Лаба, Чалмык и Фарс, пологими и глубокими балками и лощинами с преобладающим уклоном на север [23].

Климат района исследования умеренно континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет +10°C. Лето жаркое со средней температурой, июля +23°C, средняя температура января около –3°C. Осадки в большей части выпадают в виде дождей, их среднегодовое количество колеблется от 510 до 620 мм. Коэффициент увлажнения <1 (КУ = 0.3), район относится к зоне недостаточного увлажнения. Безморозный период составляет около 190–200 дней, зима длится 40–45 дней и отличается небольшой высотой снежного покрова (до 15 см). Почвы промерзают на глубину 20–25 см [23].

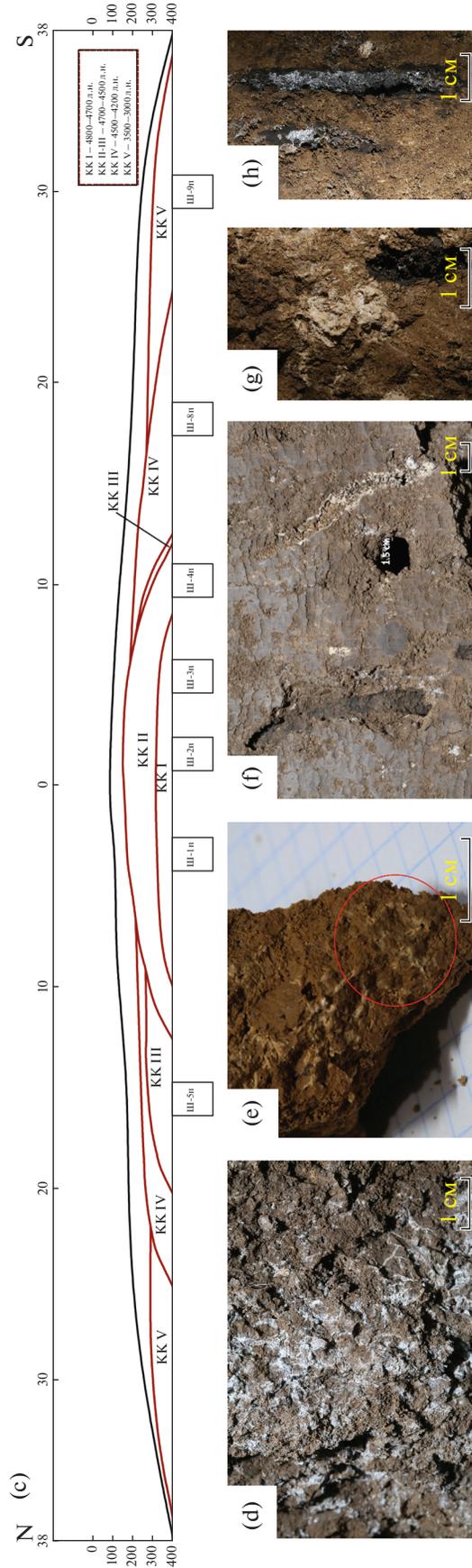
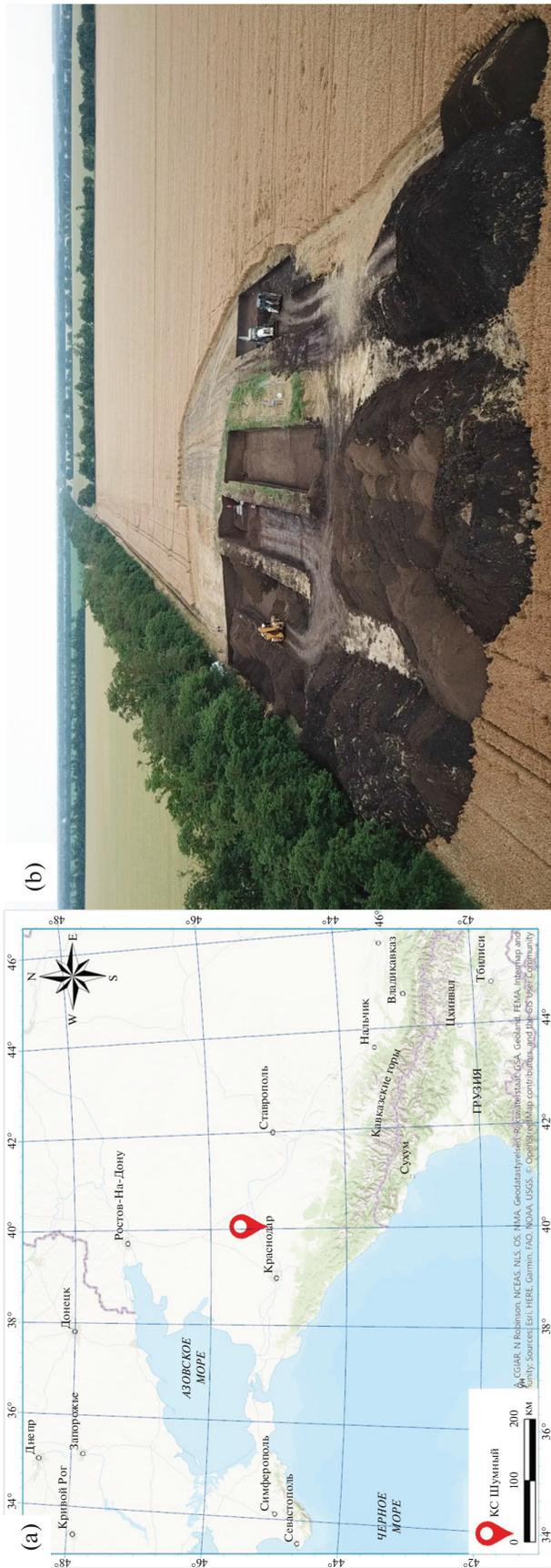


Рис. 1. Расположение кургана Шумный на карте (а), фото начала раскопок (б), условная схема кургана Шумный (с) (схема является условной в связи с тем, что многие разрезы были заложены на перпендикулярных бровках или на одной и той же бровке, но на разных стенках, и такое расположение невозможно показать на двухмерном рисунке), фото: карбонатный мицелий, разрез Ш-1п (90–100 см) (д), глинистые куланы по границам педов в горизонте ВСкв, разрез Ш-1п (е), зоотурбация, разрез Ш-1п (ф), уплотненная белоглазка, образующая скопления в горизонте Вкв, разрез Ш-9п, (г) карбонатный псевдомицелий корнеходов, разрез Ш-9п (h).

В почвенном покрове преобладают черноземы различной степени выщелоченности. Почвообразующими породами служат четвертичные тяжелые лёссовидные суглинки [23].

Курган находится на междуречье рек Малый Зеленчук и Средний Зеленчук (притоки р. Кубань) (рис. 1а), с абсолютными высотами 108.1–112 м. По данным топографической карты L-37-105 (М 1 : 100 000) вершина кургана находится на отметке 111.9 м (триангуляционная точка). Водораздельная поверхность ровная, со слабым уклоном $<1^\circ$ в сторону долины р. Малый Зеленчук, занята сельскохозяйственными угодьями с зерновыми культурами. Поля разделены лесополосами шириной около 10 м, распашка территории практически повсеместная. На бровках кургана четко выражена граница как глубокого пахотного горизонта (80 см), так, отмечается и граница пахотного горизонта более мелкой вспашки – около 25 см.

Диаметр кургана составлял 74 м, высота – 3.5 м. Курган характеризовался округлой формой, в сечении сегментовидный близкий к конусу с уплощенной вершиной (рис. 1б, 1с). На ней была расположена железная трехгранная триангуляционная вышка. Периферическая часть кургана распахиловалась. Через юго-западную полу кургана проложен действующий газопровод. Очевидно, до его строительства курган был выше. Бровки кургана (стенки траншеи через курган) были ориентированы с С–С–В на Ю–Ю–З и с З–С–З на В–Ю–В. Центр кургана был смещен к северу из-за недавних строительных работ. В центре кургана на уровне поверхности сохранившейся погребенной почвы было найдено несколько разрушенных майкопских погребений (~6000–5000 л. н. или ~VI–V тыс. до н. э.), перекрывающая курганная конструкция, вероятно, была уничтожена в ходе сооружения более поздних конструкций и не сохранилась. Все датировки приведены на основе археологических данных. Наиболее ранним погребением, с сохранившейся над ним первой курганной конструкцией (КК I), являлось погребение 6. Оно принадлежало к северокавказской раннекатакомбной культуре (4800–4700 л. н. или XXVIII–XXVII вв. до н. э.). Под КК I было заложено 3 почвенных разреза – Ш-1п, Ш-2п и Ш-3п (рис. 1с). Над КК I были расположены КК II и III, датированные раннекатакомбным временем (4700–4500 л. н. или XXVII–XXV вв. до н. э.), под каждой из которых изучен почвенный разрез, Ш-4п и Ш-5п соответственно. КК IV связана с позднекатакомбным временем (4500–4200 л. н. или XXV–XXII вв. до н. э.), под ней изучен разрез Ш-8п. КК V перекрывала КК IV и фиксировалась только по краям кургана, так как в центре была разрушена установкой триангуляционного знака и распашкой, под ней изучен разрез Ш-9п (рис. 1с). Возведение КК V относится к финалу бронзового века, срубной культуре, 3500–3000 л. н. или XV–

X вв. до н. э. Также в непосредственной близости от кургана изучены две фоновые почвы – разрез Ш-6ф и Ш-7ф.

В ходе раскопок было проведено полевое морфологическое описание почвенных профилей и земляных конструкций, цвет горизонтов определяли по шкале Манселла в полевых образцах, индексы почвенных горизонтов приведены по WRB-2022 [34], а почвы диагностированы по классификации и диагностике почв России [12] и по WRB-2022 [34]. Все погребенные почвы имели сходную влажность, так как были погребены долгое время под большой мощностью курганных конструкций. В каждом из изученных разрезов до глубины 100 см образцы отбирали с интервалом 10 см, глубже отбор проводили с интервалом 20 см. Образцы из земляных КК отбирали с интервалом 10 см, пробы из горизонта плантажной вспашки на поверхности кургана не исследовали.

В лаборатории образцы высушивали, растирали и пропускали через сито 1 мм для общих физико-химических анализов и 0.25 мм – для определения органического углерода и магнитной восприимчивости. Определяли 1) общее содержание углерода – методом Тюрина в модификации Антоновой с соавт. [2] с титриметрическим окончанием; 2) CO_2 карбонатов – манометрически по разнице давлений в контроле и образце в герметичных сосудах с резиновыми пробками, в которых образцы реагировали с 10%-ной HCl , результаты пересчитывали на C ($\text{C}_{\text{карб}}$) [6]. Содержание органического углерода ($\text{C}_{\text{орг}}$) вычисляли вычитанием $\text{C}_{\text{карб}}$ из содержания $\text{C}_{\text{общ}}$; 3) потери при прокаливании (ППП) – нагреванием образца до 900°C в течение 1 ч [3]. В ППП, т.е. в разницу веса почвы до и после нагревания при 900°C при свободном доступе воздуха, входят химически связанная вода, гумус, CO_2 карбонатов, адсорбированные газы и хлориды [3]; 4) обменные катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} определяли по Шмуку [6], K^+ и Na^+ – методом Шолленбергера (вытеснение катионов раствором ацетата аммония), с последующим определением K^+ и Na^+ пламенно-фотометрическим методом, а Ca^{2+} и Mg^{2+} – комплексонометрически [3]; 5) гранулометрический состав – методом пипетки с использованием пирофосфата натрия для диспергирования, фракции рассчитаны на абсолютно сухой навеску с учетом определения гигроскопической влаги [5]; 6) магнитную восприимчивость (МВ) – в лабораторных условиях с помощью прибора Carrabridge KLY-2 (Чехословакия) в Центре коллективного пользования ИФХиБПП РАН, Пушкино. Для обработки результатов исследований и построения графиков использовали программы Microsoft Excel, CorelDraw.

Микроморфологический анализ шлифов и фототрафирование проводили на микроскопе Axio-

Scope A1 Carl Zeiss (Германия) в ЦКП ИФХиБПП РАН. При исследовании материала курганных конструкций особое внимание уделяли наличию признаков антропогенного происхождения. Используемые термины соответствуют общепринятой терминологии [7].

Палинологический анализ был выполнен Т.Ф. Трегуб (Воронежский государственный университет) по модифицированной методике Гричука [8]. Эта методика позволяет в процессе обработки образцов избавиться как от пленки железисто-алюмосиликатного состава, которая может сокращать выход органической фракции при мацерации, так и от сильноразбухающих глинистых минералов, которые могут налипать на зерна спор и пыльцы, препятствуя разделению минеральной и органической фракций [24]. Принадлежность спор и пыльцы к определенным семействам, секциям, родам и видам определяли с помощью оптического микроскопа на основе различий в морфологическом строении микрофоссилий с учетом структурных и скульптурных особенностей строения экзины (верхнего слоя оболочки зерна). Для получения спорово-пыльцевых данных было изучено 8 проб из 7 погребенных и 1 современной почвы, отобранных из 0–5 см с поверхности. Все пробы после обогащения содержали спектры достаточной насыщенности для восстановления палеоландшафтной обстановки времени накопления отложений курганов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Погребенные почвы

Морфологический анализ. Все несрезанные палеопочвы, погребенные под КК I-V (4800–3000 л. н. или XXVIII–X вв. до н. э.), характеризуются постоянной мощностью гумусовых горизонтов и относительным постоянством набора и мощностей основных генетических горизонтов: Ahkb1 (до глубины 50 см), Ahkb2 (до 110 см), ABkb (до 150 см), Bkb (до 210 см), BCkb (до 250 см). Основные морфологические характеристики почв изученного хроноряда представлены в табл. 1.

Для почв разрезов Ш-1п...Ш-3п, погребенных под КК I (4800–4700 л. н. или XXVIII–XXVII вв. до н. э.), отмечается буровато-темно-серый цвет горизонта Ahkb1 (10YR 3/2), который становится чуть светлее в нижней части горизонта Ahkb2 (10YR 4/2). В этих горизонтах карбонатные новообразования вверху представлены еле видимыми выпотами и нитевидными формами, а в нижней части (с глубины примерно 70 см) четко выраженным псевдомицелием (рис. 1d). В горизонте ABkb и глубже диагностирована уплотненная прочная (затвердевшая) белоглазка. Характерный размер составляет не более 0.5 см в диаметре, с глубиной количество таких карбонатных новооб-

разований возрастает. Карбонатный мицелий достигает максимума по количеству и выраженности в горизонте Bkb; здесь начинают встречаться карбонатные трубочки, полагаем, что они унаследованы от лёссовидных суглинков и наиболее хорошо выраженные в горизонте BCkb, а также диагностирована единичная уплотненная белоглазка около 1 см в диаметре. Здесь отмечаются отчетливые глинистые кутаны по граням структурных отдельностей (рис. 1e). Хорошо заметна деятельность мезофауны в виде ходов землероев, как прямых, заполненных темным гумусовым материалом, так и обратных – с буровато-палевым карбонатным материалом горизонта BCkb, 8–12 см в диаметре (рис. 1f). Некоторые из этих ходов характеризуются диффузными границами и пробиты корнеходами, т.е. они уже были старыми на момент погребения почвы. Корнеходы проявляются в виде вертикальных каналов, заполненных темным гумусовым материалом с обилием копролитов, идущих практически до дна разреза. При этом наиболее обильные и наиболее темные корнеходы отмечаются в горизонтах Ahkb и ABkb, где они достигают 6–7 см в длину (отдельные до 40 см) и 8 мм в ширину; ниже длина и ширина корнеходов уменьшается, в горизонте Bkb они покрыты карбонатными выпотами. Высота КК I над местом заложения разрезов погребенных почв колеблется от 150 до 200 см.

Почвы, погребенные под КК II, III (разрезы Ш-4п и Ш-5п) – 4700–4500 л. н. или XXVII–XXV вв. до н. э., отличаются лучшей выраженностью и большим разнообразием карбонатных аккумуляций в горизонте Ahkb по сравнению с разрезами Ш-1п...Ш-3п: карбонатный налет отмечается на гранях крупных педов, псевдомицелиарные формы пронизывают всю массу горизонта от поверхности почвы до глубины 110 см. Практически с самого верха почвенного профиля встречается уплотненная белоглазка размером 0.3–0.4 см в диаметре. Ходы землероев также заполнены карбонатным материалом. Вертикальные корнеходы наполнены копролитами и гумусированным темным материалом на ~50% в нижней части гумусового горизонта Ahkb2, при этом здесь резко возрастает обилие и протяженность этих ходов. В горизонте Bkb корнеходы часто пустые, темный материал в них отсутствует, стенки корнеходов покрыты густой сетью карбонатного псевдомицелия. В этом горизонте уплотненная белоглазка достигает 1.5 см в диаметре. По степени изрытости эти два разреза похожи на разрезы Ш-1п...Ш-3п, здесь также много старых нор. Высота КК II в месте заложения разреза Ш-4п составляет 150 см, а разреза Ш-5п – 190 см.

В разрезе Ш-8п, изученном под КК IV (4500–4200 л. н. или XXV–XXII вв. до н. э.), в горизонтах Ahkb1 и Ahkb2 окраска чуть темнее, чем в разрезах под КК I–III: переходная от 10YR 3/2 к 3/1 и от 4/2

Таблица 1. Морфологические характеристики почв изученного хроноряд в кургане Шумный

Горизонт	Мощность	Цвет	Структура	Видимые формы КНО	Зоотурбированность
Современная почва, Разрез Ш-6ф, Ш-7ф Агрочернозем миграционно-сегрегационный сверхмощный легкоглинистый на лёссовидных карбонатных суглинках, Haplic Chernozem (Loamic, Pachic, Aric)					
Ap	0–22	10YR2/1	Глыбистая	–	–
Ah(p)	22–45	10YR3/1	Копрогенная, комковато-зернистая	–	–
Ah(k)	45–70	10YR3/1-2/2	Мелкокомковато-зернистая	Слабовыраженный мицелий	–
ABk	70–150	10YR4/2	Угловато-комковатая с зернистостью	Псевдомицелий, трубочки и уплотненная белоглазка	Прямые норы, d 0.5–1 см
Bk	150–210	10YR6/4	Крупнокомковатая	Мелкая белоглазка, единично – d крупная до 1.5 см	Норы d до 2–3 см. С гор. ABk корнеходы промицелированы или пустые
BCk	190–230	10YR6/6-6/4	Глыбисто-комковатая	Скопления уплотненной белоглазки, псевдомицелий, карбонатные трубочки	
Погребенная почва, разрезы Ш-1п, Ш-2п, Ш-3п. Северо-кавказская раннекатакомбная культура (XXVIII– XVII вв. до н. э.) Миграционно-сегрегационный чернозем сверхмощный, легкоглинистый на лёссовидных суглинках, Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)					
Ahkb1	0–50	10YR3/2	Комковато-зернистая	Карбонатные выпоты и нитевидные формы карбонатов	–
Ahkb2	50–110	10YR4/2	Крупнокомковато-зернистая	Псевдомицелий	–
ABkb	110–150	10YR5/3-5/4	Призматически-угловато-комковатая	Мицелий, белоглазка (d не более 0.5 см)	–
Bkb	150–210	10YR6/4-5/4/	Призматическая	Максимум мицелия и карбонатные трубочки	Прямые и обратные норы землероев (d 0.8–1.2 см), корнеходы с обилием капролитов, покрытые карбонатными выпотами
BCkb	210–250		Бесструктурный	Мицелий, карбонатные трубочки, белоглазка уплотненная (d 1 см)	
Погребенная почва, Разрез Ш-4п, Ш-5п. Раннекатакомбная культура (XXVIII–XXV до н. э.) Миграционно-сегрегационный чернозем сверхмощный, легкоглинистый на лёссовидных суглинках Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)					
Ahkb1	0–50	10YR3/2	Комковато-угловатая с зернистостью	Псевдомицелий, белоглазка (d 0.3–0.4 см)	–
Ahkb2	50–110	10YR3/2-3/3	Комковато-зернистая	Псевдомицелий, карбонатный налет на гранях крупных педов, белоглазка (d 0.3–0.4 см)	–
ABkb	110–150	10YR4/2	Комковато-зернистая	Псевдомицелий, единичная белоглазка	–
Bkb	150–210	10YR5/4–6/4	Непрочно-призматическая с ореховатостью и копролитами	Карбонатный псевдомицелий, белоглазка (d до 1.5 см)	Прямые и обратные норы землероев, промицелированные корнеходы
BCkb	210–250	10YR6/4	Глыбистая, неяснокомковатая	Белоглазка уплотненная	

Таблица 1. Продолжение

Горизонт	Мощность	Цвет	Структура	Видимые формы КНО	Зоотурбированность
Погребенная почва, Разрез Ш-8п. Позднекатакомбная культура (XXV–XXII вв. до н. э.) Миграционно-сегрегационные черноземы сверхмощные, легкоглинистые на лёссовидных суглинках, Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)					
Ahkb1	0–50	10YR3/2-3/1	Комковато-угловатая с зернистостью	Мицелий	–
Ahkb2	50–110	10YR4/2-3/2	Мелкопризматическая, комковато-зернистая	Мицелий	–
ABkb	110–150	10YR4/3	Призматически крупнокомковатая	Мицелий	–
Bkb	150–210	10YR5/4	Призматическая	Максимальная выраженность карбонатных трубочек и уплотненной белоглазки (<i>d</i> до 2 см) – около 5% от среза горизонта	Преобладание “старых” нор землероев, слабо промицелированные корнеходы
BCkb	210–250	10YR6/4-5/4	Глыбистая, неяснокомковатая	Уплотненная белоглазка <i>d</i> до 4–5 см – около 7% от среза горизонта	
Погребенная почва, Разрез Ш-9п. Срубная культура (XV–X вв. до н. э.) Миграционно-сегрегационный чернозем сверхмощный, легкоглинистый на лёссовидных суглинках, Haplic Chernozem (Loamic, Pachic)					
Ahkb1	0–50	10YR2/2	Комковато-зернистая	–	–
Ahkb2	50–110	10YR3/3	Крупнокомковатая	–	–
ABkb	110–150	10YR4/3	Призматически крупнокомковатая	Мицелий	–
Bkb	150–210	10YR5/3	Призматическая	Скопления уплотненной белоглазки, псевдомицелий, карбонатные трубочки	Единичные норы землероев, промицелированные корнеходы
BCkb	210–250	10YR6/4	Глыбистая	Скопление уплотненной белоглазки	

к 3/2 соответственно; слабее выражен карбонатный псевдомицелий почвенной массы и корнеходов, чем в разрезах Ш-4п и Ш-5п. В горизонте Bkb максимальная выраженность карбонатных трубочек и уплотненной белоглазки, диаметр белоглазки достигает 2 см, она занимает около 5% от среза горизонта. Визуально уменьшается количество нор землероев, преобладают старые норы. Высота КК IV над разрезом Ш-8п достигает 150 см.

В разрезе Ш-9п под КК V (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.), цвет горизонтов Ahb1 и Ahkb2 10YR 2/2 и 3/3 соответственно, т.е. наиболее темный среди всех палеопочв хронорядя; в горизонте Ahkb2 выделяются контрастные по цвету свежие корнеходы (10YR 3/1-3/2). Еще более заметным, чем в разрезе Ш-8п, становится уменьшение числа свежих нор землероев, как в этих горизонтах, так и ниже – в горизонтах ABkb и Bkb. До глубины 40 см, т.е. во всем горизонте Ahb1, почвенная масса практически не вскипает, вскипание отмечается здесь лишь в редких “старых” норах с обилием

карбонатного псевдомицелия. Глубина аккумуляции карбонатов смещается вниз по профилю. Карбонатные новообразования в горизонте Bkb представлены преимущественно в виде уплотненной белоглазки, образующей скопления, что не наблюдается больше ни в одной из рассмотренных палеопочв (рис. 1g). Здесь обнаружены корнеходы с наибольшим (по сравнению с остальными палеопочвами) количеством псевдомицелия, некоторые из них заняты псевдомицелием полностью (рис. 1h). Мощность КК V над разрезом Ш-9п составляет 115 см.

Видимых аккумуляций гипса в профилях изученных палеопочв не обнаружено.

Погребенные почвы классифицированы как миграционно-сегрегационные черноземы сверхмощные, легкоглинистые на лёссовидных суглинках [12] или Haplic Chernozem (Loamic, Pachic) [34].

Фоновые почвы, представленные разрезами Ш-6ф и Ш-7ф, имеют следующее строение

профиля: Ap (до 22 см)—Ah(p) (до 45 см)—Ah (до 70 см)—ABk (до 150 см)—Bk (до 210 см)—BCk (до 230 см). Горизонты Ap и Ah(p) характеризуются более темной по сравнению с погребенными почвами окраской, 10YR 2/1, не вскипают от HCl и не содержат карбонатных новообразований до глубины 70 см. В горизонтах ABk, Bk так же, как в погребенных почвах, карбонатные новообразования представлены псевдомицелием, трубочками и уплотненной белоглазкой. Деятельность роющих животных заметна, начиная с горизонта ABk, норы заполнены темным материалом, имеют не более 0.5–1 см в диаметре, лишь в горизонтах Bk и BCk встречаются норы до 2–3 см в диаметре. Корнеходы в основном промицелированы или пустые, т.е. в них не отмечается темного материала, они встречаются, начиная с горизонта ABk.

Фоновые почвы классифицированы как агрочерноземы миграционно-сегрегационные сверхмощные легкоглинистые на лёссовидных карбонатных суглинках [12] и *Naрlic Chernozem (Loamic, Pachic, Agic)* [34].

Микроморфологический анализ, в связи со схожестью набора и мощности почвенных горизонтов, включает в себя сравнение основных микроморфологических характеристик поочередно для каждого горизонта всех почв, двигаясь каждый раз от центра к периферии кургана (т.е. от меньших номеров разрезов погребенных почв к большему) (рис. 2).

Горизонт Ahkb1/Ah1(p)(kb)

В горизонте Ahkb1 в разрезах Ш-1п и Ш-4п диагностирован точечный гумус, рассеянный в тонкодисперсном материале (ТДМ), размеры точек не превышают 100 мкм. Зернистые копрогенные агрегаты встречаются в обособленных микроразонах, имеются и угловатые агрегаты либо микроразоны с консолидированной почвенной массой (рис. 2а, 2б Ah1(p)(kb)). В разрезе Ш-8п нарастают, а в разрезе Ш-9п достигают максимума размеры точечных включений гумуса (до 100–200 мкм). В указанных разрезах помимо точечного, гумус представлен сгустковыми формами и пропиткой (рис. 2с, 2д, Ah1(p)(kb)). Даже в слежавшемся под давлением КК почвенном материале в микроразонах воздействия почвенной мезофауны отчетливо прослеживается зернистая структура. В целом, проработка почвенной массы горизонта мезофауной в разрезах Ш-8п и Ш-9п больше, чем в Ш-1п, Ш-4п.

В разрезах Ш-1п и Ш-4п в горизонте Ahkb1 карбонатные аккумуляции представлены микритовыми кутанами (coatings) и инфилингами (рис. 2ф, Ah1(p)(kb)); в разрезе Ш-4п карбонатных аккумуляций в порах в целом больше, дополнительно в них широко распространены окарбоначенные

корневые клетки (ОКК) (calcified root cells), выполненные спаритом (рис. 2г, Ah1(p)(kb), внизу снимка). В разрезе Ш-8п карбонатные натеки фрагментарны, видны растворяющиеся зерна кальцита в центре пор, а также отмечен процесс дробления карбонатных аккумуляций мезофауной (рис. 2ж, Ah1(p)(kb)). В почвенной массе горизонта Ahkb1 разреза Ш-8п много осветленных микроразнов, указывающих на процесс интенсивной обработки почвы атмосферной влагой, ее временного застоя. В разрезе Ш-9п в горизонте Ahb1 общая масса бескарбонатна, ТДМ имеет гумусово-железисто-глинистый состав, чешуйчатую, изредка вокругпоровую ориентировку (рис. 2и, Ah1(p)(kb)).

Горизонт Ap современной почвы (разрез Ш-6ф) в целом похож на Ahb1 разреза Ш-9п по формам гумуса и отсутствию карбонатов (рис. 2е, 2ж Ah1(p)(kb) соответственно). Но в результате распашки микроструктура этого горизонта современной почвы преобразована: почвенная масса консолидирована, разбита трещинами усыхания на угловатые блоки, признаки деятельности мезофауны отсутствуют (рис. 2е, Ah1(p)(kb)).

Горизонт Ah(k)b2

В нижней части гумусово-аккумулятивного горизонта Ah(k)b2, в разрезах Ш-1п и Ш-4п видны как зернистые, так и комковатые агрегаты, активная деятельность мезофауны отмечается по наличию микроагрегатов копрогенной структуры, гумус точечный и сгустковый, равномерно распределен в ТДМ (рис. 2а, 2б, Ah(k)b2). В разрезах Ш-8п и Ш-9п гумус точечный и пропиточный, структура не отличается от разрезов Ш-1п и Ш-4п (рис. 2с, 2д, Ah(k)b2).

Карбонатные аккумуляции в горизонте Ah(k)b2 в разрезах Ш-1п и Ш-4п представлены микритовыми натеками и игольчатым кальцитом в порах и вокруг зернистых агрегатов в копролитах. Отмечены микроразоны с карбонатной пропиткой общей массы (рис. 2ф, 2г, Ah(k)b2). Поверх карбонатных аккумуляций и среди копролитов — небольшие пятна оксидов железа (рис. 2г, Ah(k)b2). В темном прогумусированном почвенном материале диагностируются осветленные микроразоны. Вероятно, их осветление связано с наличием в ТДМ карбонатного материала, а иногда такие микроразоны возникают в результате снятия железисто-гумусовых пленок при прохождении избыточной влаги, ее сезонном застое. В разрезе Ш-8п наблюдаются тончайшие карбонатные микритовые пленки в порах-каналах, четко проявляются признаки деструкции карбонатных новообразований деятельностью мезофауны (рис. 2ж, Ah(k)b2). В разрезе Ш-9п горизонт Ahb2 не содержит карбонатов. В нем более ясно, чем в вышележащем горизонте, прослеживается околопоровая

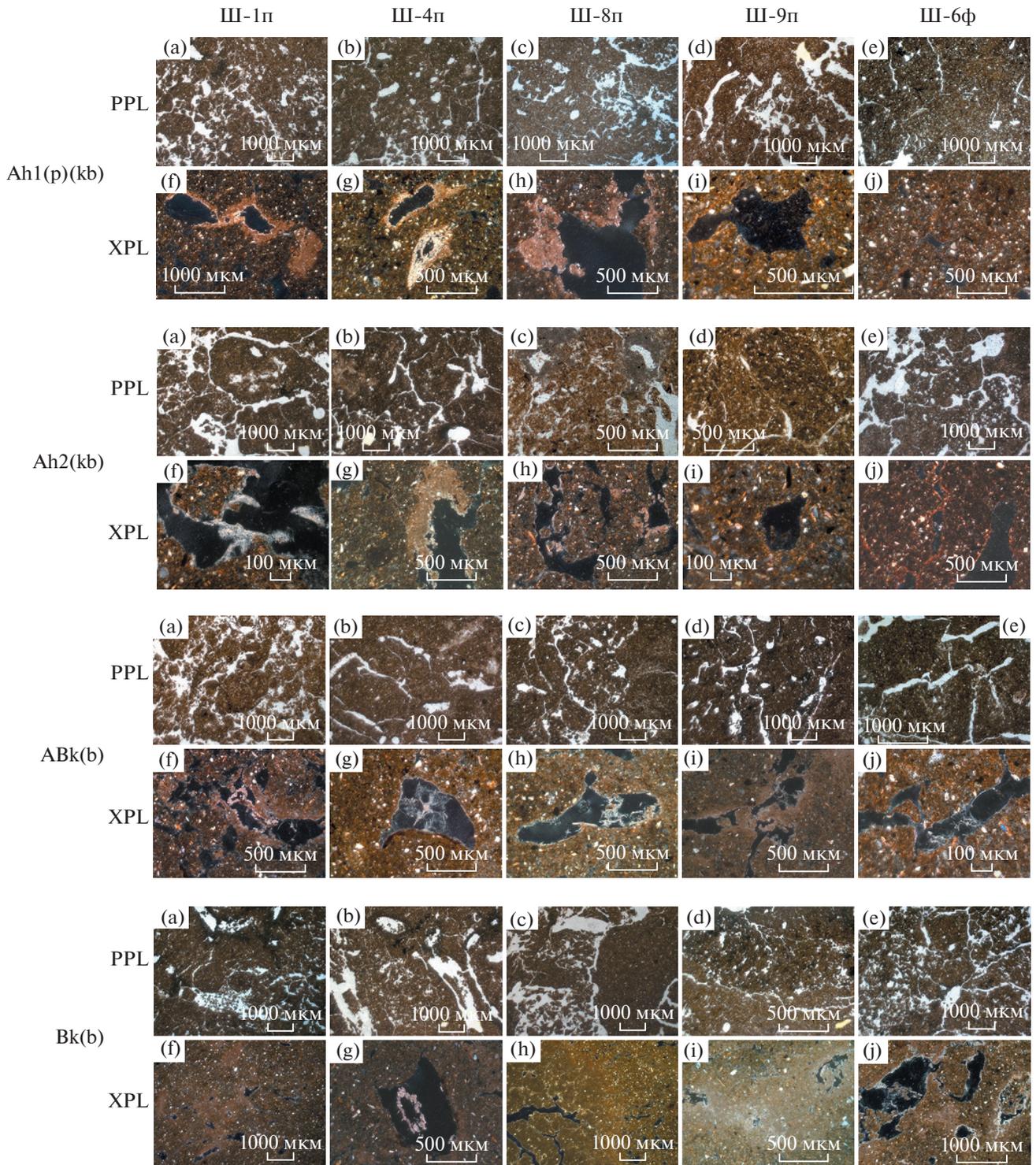


Рис. 2. Микроморфологическое строение генетических горизонтов погребенных и современной почв хроноряда кургана Шумный. Вверху даны номера разрезов, слева – индексы горизонтов, наличие или отсутствие анализатора. Пояснения в тексте.

ориентировка гумусово-железисто-глинистой ТДМ, но по-прежнему преобладает чешуйчатая (рис. 2i, Ah(k)b2). Зоны осветления ТДМ в этом образце повсеместны.

Современная почва и палеопочва разреза Ш-9п в горизонте Ahb2 уже практически не отличаются, только гумусовая пропитка в первой имеет более темный цвет, так как гумус в современной

почве не подвергался диагенетической биоминерализации в результате погребения (рис. 2d, 2с, 2е и 2i, 2j, Ah(k)b2).

Горизонт АВкб

В горизонте АВкб разрезов Ш-1п и Ш-4п сохраняются практически все признаки аккумуляции гумуса, что и для лежащего выше горизонта. Хорошо выражена деятельность мезофауны (рис. 2а, 2b, АВк(b)). Вместе с тем в разрезе Ш-4п появляются очень тонкие и непротяженные поры-трещины, расположенные друг к другу под острыми углами. Такие поры характерны для почв с признаками слитости либо контрастного и интенсивного иссушения. Отмечаются микрозоны осветления ТДМ (рис. 2b, АВк(b)). В разрезах Ш-8п и Ш-9п не выявлено отличий по формам гумуса от разрезов Ш-1п и Ш-4п (рис. 2с, 2d, АВк(b)).

Карбонатные аккумуляции в горизонте АВкб в разрезах Ш-1п и Ш-4п представлены игольчатыми короткими кристаллами в отдельных порах, окруженных островными или прерывистыми Fe-глинистыми пленками, появляются пропиточные карбонаты с кристаллитовым микростроением в микрозонах их концентрации (рис. 2f, 2g, АВк(b)). Вместе с тем в разрезе Ш-8п, но особенно в Ш-9п, фиксируется гораздо более сильное окарбонативание рассматриваемого горизонта АВкб: пропиточные формы практически повсеместны (рис. 2h, 2i, АВк(b)). Примечательно, что сквозь кристаллитовое микростроение пропиточных карбонатов в разрезе Ш-9п видны микрозоны с чешуйчатой ориентировкой железисто-глинистой ТДМ (рис. 2i, АВк(b)).

Горизонт АВк современной почвы заметно проработан мезофауной, диагностируются копролиты, обогащенные органическим веществом, поскольку они более темного цвета, чем окружающая окарбонатенная почвенная масса. Почвенная масса агрегирована, выявлены комковатые агрегаты (рис. 2е, АВк(b)). По степени окарбонатенности схож с разрезами Ш-8п и Ш-9п (рис. 2j, АВк(b)).

Горизонт Вкб

В горизонте Вкб разреза Ш-1п и особенно Ш-4п отмечается угловато-блоковая микроструктура. Агрегаты разделены порами-трещинами, расположенными под острыми углами друг к другу (рис. 2а, 2b, Вк(b)), тогда как в разрезах Ш-8п и Ш-9п микроструктура массивная, и сеть трещин не прослеживается. Тем не менее, в отдельных микрозонах в описываемом горизонте в разрезах Ш-8п и Ш-9п диагностирована сравнительно активная деятельность мезофауны (рис. 2с, 2d, Вк(b)).

Горизонты Вкб погребенных почв различаются по степени окарбонатенности. Для разрезов Ш-1п и Ш-4п характерна неравномерная окарбонатенность: пропиточные микрозоны (кристаллитовое микростроение) с микритовыми пленками и инфилингами в порах сменяются менее карбонатными микрозонами (рис. 2f, 2g, Вк(b)), в разрезе Ш-4п встречаются ОКК; поверх карбонатных аккумуляций появляются в заметном количестве пятна оксидов железа. Окарбонатенность этого горизонта в разрезе Ш-8п и особенно в Ш-9п значительно больше, разнообразие карбонатных аккумуляций достигает максимума, встречаются ОКК, игольчатый кальцит, микритовые пленки в порах, пропиточные микрозоны в ТДМ, нодулы со скрытокристаллическим строением (рис. 2h, 2i, Вк(b)).

Современная почва в этом горизонте очень похожа на разрезы Ш-8п и Ш-9п (рис. 2d, 2с, 2е). Горизонт Вк в разрезе Ш-6ф сильно окарбонатен, есть как пропиточные, так и игольчатые формы, скрытокристаллические нодулы. Сплошь окарбонатены копролиты мезофауны, но при этом карбонаты в краевой части копролитов имеют признаки растворения (рис. 2j, Вк(b)). По микроморфологическому строению профиля (за исключением признаков, связанных с распашкой) современная почва наиболее близка к почве разреза Ш-9п.

Исследования *гранулометрического состава* показали, что в исследуемых почвах содержание частиц <0.01 мм составляет от 64 до 73%, а содержание илистой фракции (<0.001 мм) в некоторых случаях достигает 45% (среднем около 35%). Распределение этих фракций по профилям изученных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как легкая глина.

По *содержанию* $C_{орг}$ все палеопочвы характеризуются в 1.5–2 раза меньшим его количеством по сравнению с фоновыми разрезами (рис. 3а). Максимальные значения в современной почве приурочены к верхнему пахотному горизонту Ар и составляют 2.0–2.2%, тогда как в верхнем горизонте погребенных почв значения варьируют от 0.7–0.9% в разрезах Ш-1п...Ш-5п до 1.5% в разрезе Ш-9п. На глубине около 70–80 см во всех погребенных почвах значения $C_{орг}$ схожи и не превышают 0.6–0.7%.

В связи с длительностью погребения около 4000–5000 лет в верхних горизонтах погребенных почв остается от 30 до 50% от исходного содержания органического вещества [11]. Пересчет полученных данных с учетом убыли органического углерода в процессе диагенеза показывает, что в верхнем горизонте погребенных почв с наименьшим актуальным содержанием $C_{орг}$ (разрезы Ш-1п

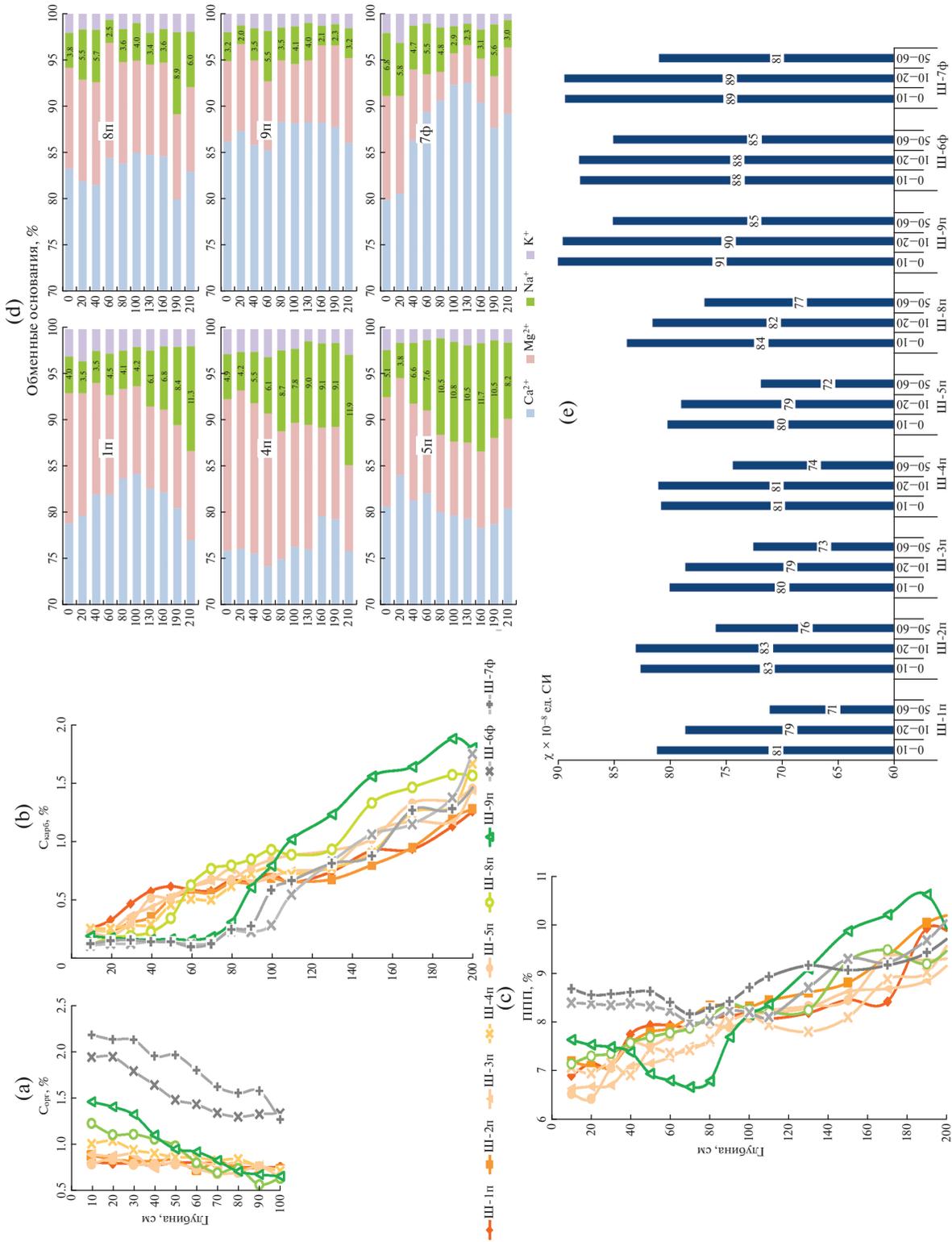


Рис. 3. Профильное распределение $S_{орг}$ (а), $S_{обм}$ (б), ППП (с), обменных оснований (d), МВ (е) в почвах изученного хроноряда кургана Шумный.

и Ш-5п – раннекатакомбное время) реконструированные значения составляют 1.8%, а с большим актуальным содержанием (разрез Ш-9п – срубное время) – 3.8%.

В *распределении* $S_{\text{карб}}$ по профилям изученных погребенных и современных почв отмечается ясная тенденция увеличения его содержания с глубиной: от 0.1% вверху до 1.9% внизу (рис. 3б). Наибольшее содержание $S_{\text{карб}}$ в верхней части профиля обнаружено в раннекатакомбных погребенных почвах (разрезы Ш-1п...Ш-5п), максимальные значения на глубине 40 см составляют 0.6%, тогда как в срубной почве разреза Ш-9п и в современных почвах (разрезы Ш-6ф и Ш-7ф), эти значения не превышают 0.15%. Содержание $S_{\text{карб}}$ возрастает с глубиной и достигает максимума в нижней части профиля, для палеопочв в разрезах Ш-1п...Ш-5п эти значения в среднем составляют 1.5%, а для разрезов Ш-8п и Ш-9п – 1.9%. Все палеопочвы, кроме разреза Ш-9п, имеют схожий характер распределения $S_{\text{карб}}$: постепенное увеличение значений к нижней части профиля, без выраженных максимумов аккумуляции, тогда как разрез Ш-9п отличается резким скачком возрастания содержания $S_{\text{карб}}$ на глубине 90–100 см. В фоновых почвах содержание $S_{\text{карб}}$ увеличивается с 0.1% в верхней части профиля до 0.8% в средней, максимум приурочен к 200 см и составляет 1.8%.

Кривая распределения ППП в изученных почвах практически повторяет таковую для $S_{\text{карб}}$ в карбонатных горизонтах, показывая, что именно карбонаты вносят наиболее существенный вклад в величину ППП, а также подтверждая достоверность измерения $S_{\text{карб}}$, так как данные получены принципиально разными методами (термическим – ППП и химическим – $S_{\text{карб}}$) (рис. 3с).

По величине *магнитной восприимчивости*, измеренной в первом полуметре профилей погребенных и фоновых почв, можно проследить снижение содержания с глубиной и увеличение значений от начала к концу строительства кургана (рис. 3д). Наименьшими значениями χ ((79–81) $\times 10^{-8}$ ед. СИ) в верхних 20 см характеризуются раннекатакомбные почвы разрезов Ш-4п...Ш-5п, а наибольшие приурочены к срубной почве разреза Ш-9п (91 $\times 10^{-8}$ ед. СИ) и современным почвам ((88–89) $\times 10^{-8}$ ед. СИ).

По данным содержания *обменных оснований* видно, что во всех изученных почвах преобладает обменный кальций, составляя >70% от суммы катионов (рис. 3е). Содержание обменного натрия и магния заметно различается в почвах хронорядя. Наибольшие величины обменного натрия приурочены к нижней части профилей раннекатакомбных палеопочв разрезов Ш-4п, Ш-5п и достигают 11.9%, а в среднем по профилю значения не опускаются ниже 5–6%. В срубной палеопочве

разреза Ш-9п содержание обменного натрия колеблется от 2 до 5.5% по всему профилю. Содержание обменного магния достигает максимума в раннекатакомбной почве разреза Ш-4п – 16.5%, в палеопочве срубного времени разрез Ш-9п значения не превышают 9.4%. Процентное содержание обменного натрия и магния в составе обменных оснований в современной почве ближе к содержанию в почве срубного времени (разрез Ш-9п).

Курганные конструкции

Морфологический анализ курганных конструкций. КК I–IV сооружались одна за другой достаточно быстро, поэтому в процессе полевых работ на них не отмечено горизонтов даже инициальных почв.

КК I сооружена из сильногумусированного, практически черного материала. Ее поверхность четко диагностирована по иссиня-черным пятнам и вкраплениям углистых частиц. В поле предполагали, что КК I могла быть сооружена из вырезанных с близлежащей территории дерновых блоков с высоким содержанием органического вещества. Над разрезом Ш-1п КК I и погребенная под нею почва разделяются прерывистым и тонким (не более 1 см толщиной) выкидом из палево-желтого материала, по которому в поле четко идентифицирована поверхность погребенной почвы.

КК II слабо отличается от КК I, сложена также однородно черным сильногумусированным материалом. Здесь встречаются мелкие кусочки прокала красно-бурого цвета, которые, в частности, были замечены в месте заложения разреза Ш-4п.

КК III выделена по специфичному залеганию – ее склоны характеризуются большей крутизной по сравнению с КК I и II. Для создания более крутого склона КК III, очевидно, использовали особые приемы приготовления материала. Цвет основной массы материала КК I, II и III по шкале Манселла определен как 10YR 3/2.

КК IV характеризуется более светлым цветом, 10YR 4/2, что вероятно связано с большим содержанием карбонатов. Так, материал КК IV интенсивнее вскипал от HCl, чем в КК I–III. Светлый цвет и активное вскипание позволяют заключить, что КК IV сложена материалом с примесью горизонта Bk.

Материал КК V немного темнее КК IV по цвету и менее интенсивно вскипал от HCl: отмечено фрагментарное очень слабое вскипание или его полное отсутствие, тогда как для остальных КК фиксировалось сплошное вскипание.

Микроморфологический анализ курганных конструкций показал, что материал КК I сильно уплотнен, консолидирован. Поровое пространство характеризуется наличием пор-ваг с сильно

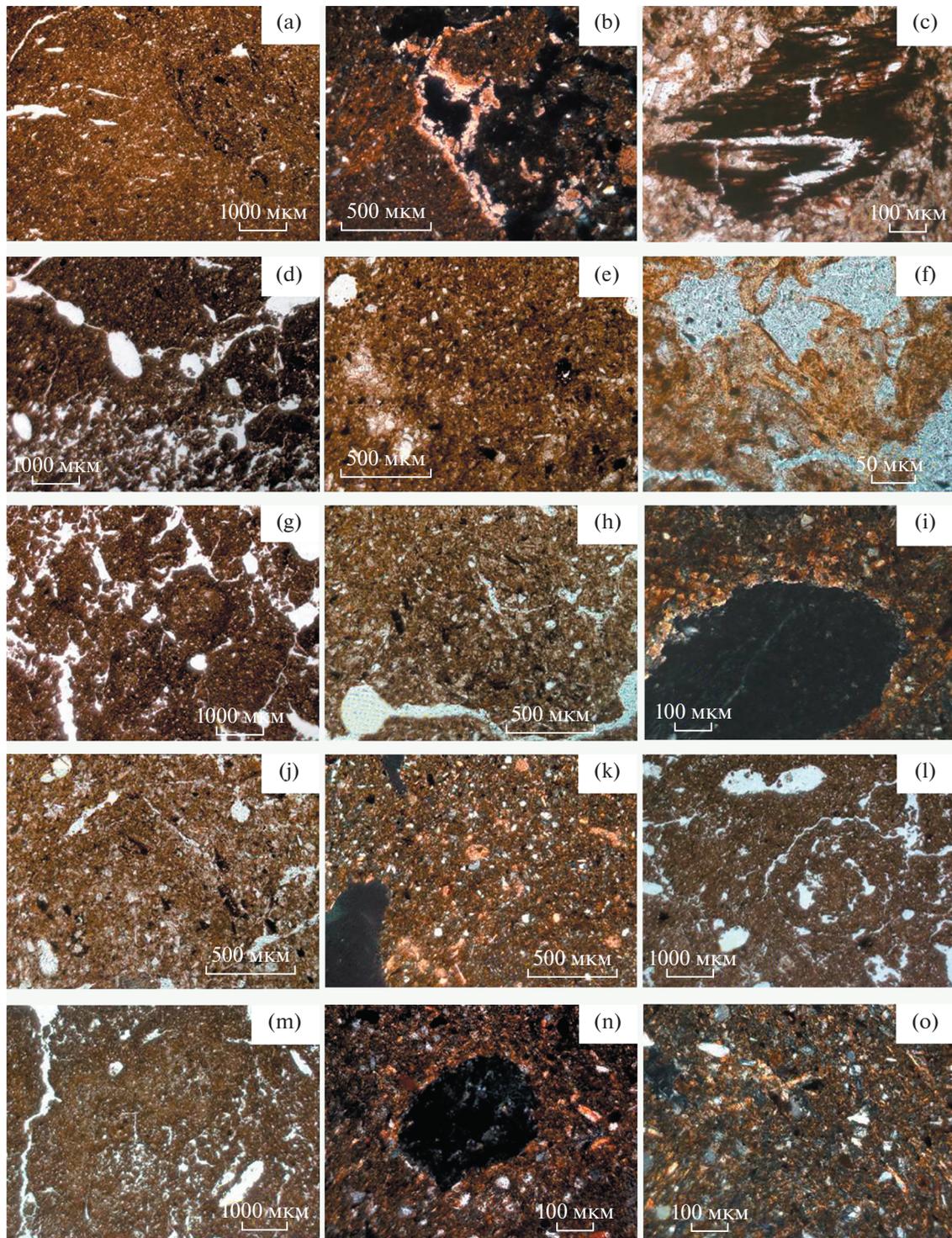


Рис. 4. Микроморфологическое строение конструкций кургана Шумный: КК I (a–c), КК II (d–f), КК III (g–i), КК IV (j–l), КК V (m–o). Фото b, i, k, n, o сняты с анализатором (XPL), остальные – без анализатора (PPL). Пояснения в тексте.

изрезанной конфигурацией и редкими параллельными трещинами усыхания (рис. 4a). Материал общей массы обогащен органическим веществом, что диагностировано по темно-серой пропитке. Карбонатные стяжения приурочены к

порам и расположены в них упорядоченно, как и в исходной почве, хотя отмечаются признаки начала их растворения в центре пор (рис. 4b). К антропогенным добавкам можно отнести углистые включения, местами имеющие четкое клеточное

строение, что характерно для древесного угля; таких включений много (рис. 4с). Диагностированы признаки замешивания, выраженные в равномерном распределении угольной пыли в ТДМ (рис. 4а), также имеются микрозоны, контрастно окрашенные оксидами железа, но при этом не отмечено комочков замешанного материала.

КК II имеет зональное по пористости микростроение: выделяются как уплотненные (рис. 4д, верхняя часть снимка), так и разбитые сетью неупорядоченных трещин и пор сильно дезинтегрированные микрозоны (рис. 4д, нижняя часть снимка). Уплотненные микрозоны характеризуются контрастным строением: при наличии полностью обезжелезненных микроучастков (рис. 4е, слева по краю снимка) выделяются интенсивно окрашенные оксидами железа (рис. 4е, справа основная часть снимка). КК II характеризуется самым темным цветом общей массы, что выражено в сплошной пропитке аморфным органическим веществом (рис. 4д, 4е) и связано с высокой гумусированностью материала. Карбонатные стяжения приурочены к порам и расположены в них упорядоченно. Отмечаются включения материала антропогенного происхождения: обломок речной раковины, сильноминерализованный обломок кости (рис. 4ф, в центре снимка), а также углефицированное органическое вещество, не имеющая клеточного строения.

Материал КК III характеризуется обильными трещинами усыхания (рис. 4г, 4h). Карбонатные стяжения в порах перекристаллизованы, иногда сильно истончены и покрыты пленками оксидов железа (рис. 4и). Диагностированы включения углефицированной органики, как имеющей, так и не имеющей клеточного строения. Важно отметить, что, в отличие от нижележащих КК I и II, КК III демонстрирует признаки значительного изменения исходного материала горизонта Ah погребенной почвы: выделяются комковидные микроагрегаты замешанного материала, подчеркнутые полосами оксидов Fe (рис. 4г, центр) или угольной пыли (рис. 4h, центр);

КК IV характеризуется отчетливыми признаками растрескивания материала (рис. 4j), узкие трещины расположены друг к другу под острыми углами, как и в горизонте АВkb позднекатакомной почвы. Материал КК IV заметно отличается от материала первых трех насыпей более светлым цветом основной массы, т.е. меньшей степенью пропитки материала аморфным гумусом. Только здесь в основной массе разбросаны мелкие (<100 мкм) карбонатные аккумуляции, сложенные микритом и не приуроченные к порам (рис. 4к). Как и в КК III, здесь отмечаются комковидные микроагрегаты замешанного материала (рис. 4l), углистые включения, расположенные по кругу (рис. 4j).

Материал КК V характеризуется микрizonaльностью по степени уплотнения: наряду с сильноконсолированными микроучастками отмечается множество пор-ваг, встречаются крупные протяженные трещины (рис. 4m). Основная масса практически бескарбонатная, ТДМ имеет гумусово-глинисто-железистый состав (рис. 4m) с околоторовой ориентацией железисто-глинистого ТДМ (рис. 4n). Включений углефицированного органического вещества немного, они отмечаются лишь в отдельных микрозонах (рис. 4o). Встречаются остатки сильнофосфатизированных костей. Комковидные агрегаты здесь, если и можно выделить, то только предположительно (рис. 4m, центр).

В материале всех изученных КК обнаруживаются специфические скопления гумусово-железистых округлых пятен в ТДМ, похожие на колонии микроорганизмов (рис. 5la–1e). Иногда такие скопления сопровождаются обломками речных раковин (рис. 5la–1c, 2e, указано стрелками). Максимальное количество мелких колоний представлено в КК II и III. Они обильно встречаются и в КК IV, но более крупные и четко выраженные (рис. 5ld). В КК V видны единичные колонии, они более сильно окрашены оксидами железа, чем гумусом (рис. 5le). Колонии практически везде сопровождаются мелкими осколками раковин и обломками карбонатных пород. Подобных, похожих на колонии, пятен не зафиксировано ни в одном из горизонтов погребенных под курганом почв.

Физико-химические свойства. Гранулометрический состав всех КК характеризуется как легкая глина. Содержание $C_{\text{орг}}$ (рис. 5a) в КК I–IV не превышает 1% и колеблется в диапазоне 0.1–1.0%; при этом оно минимально для материала КК II и составляет 0.8%. В КК V отмечается наибольшее содержание $C_{\text{орг}}$ – 1.6%. Распределение процентного содержания $C_{\text{карб}}$ (рис. 5b) в КК отражает обратную картину – максимальные значения здесь приурочены к материалу КК II и составляют 0.3%, а минимальные к КК V – 0.1%. ППП колеблются от 7–7.5 в КК I–IV до 8% в КК V (рис. 5c).

МВ характеризуется минимальной величиной в материале КК II (80.2×10^{-8} ед. СИ), хотя КК I, III и IV имеют лишь немного большие величины ($80.4–84.9 \times 10^{-8}$ ед. СИ). Отмечается тренд увеличения магнитной восприимчивости от ранней (КК I) к поздней (КК V) конструкциям в кургане, в последней она достигает максимума – 92.6×10^{-8} ед. СИ (рис. 5d).

В составе обменных оснований во всех изученных КК безусловно преобладает кальций, составляя более 75–80% от суммы катионов (рис. 5e). Содержание магния колеблется в пределах 9–13%, калия во всех КК около 2%. Вместе с тем доля обменного натрия в составе обменных оснований

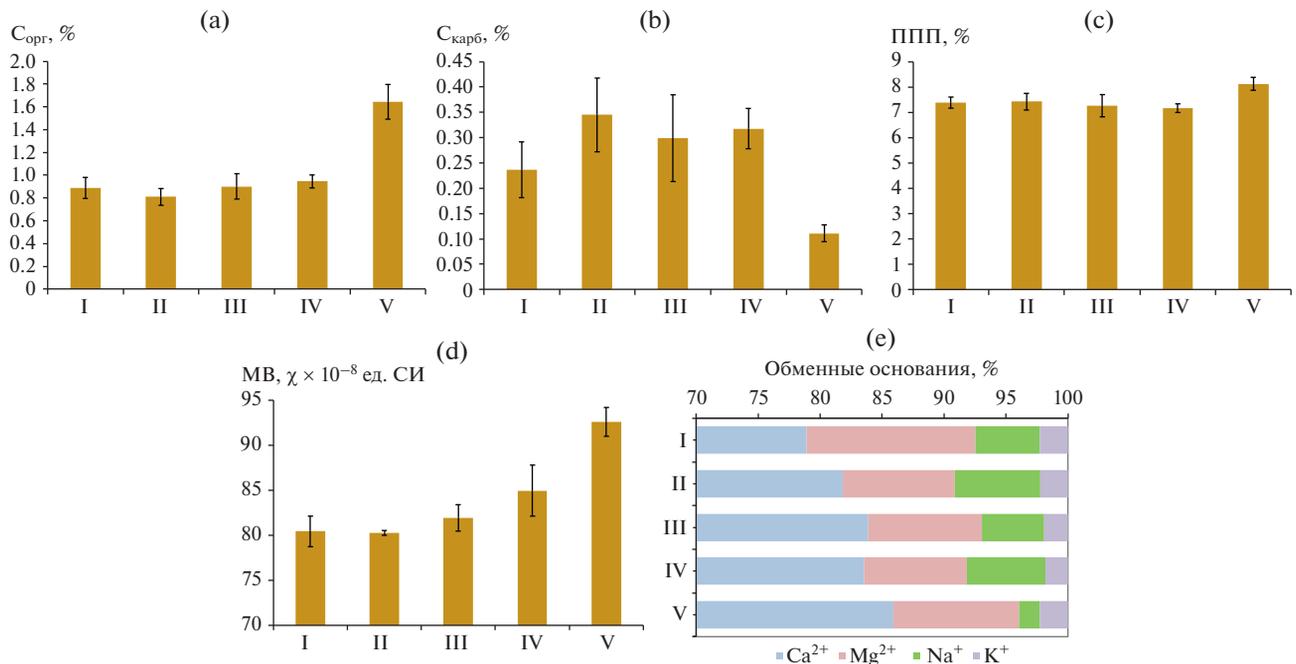


Рис. 5. Физико-химические свойства материала курганных конструкций кургана Шумный. Содержание $C_{\text{орг}}$ (а), $C_{\text{карб}}$ (б), ППП (с), MB (д), обменных оснований (е). I–V на горизонтальной оси (а–д) и горизонтальной оси е – номер курганный конструкции кургана Шумный.

заметно различается. Наиболее высокое содержание отмечается в КК II и составляет 6.9%, тогда как для КК V всего 1.7%. В других КК значения колеблются от 5.0 до 6.4%.

Спорово-пыльцевой анализ. В верхних горизонтах разрезов Ш-1п...Ш-3п – раннекатакомбное время (4800–4700 л. н. или XXVIII–XXVII вв. до н. э.) – палиноспектры имеют близкий состав: преобладает пыльца покрытосеменных растений, пыльца хвойных растений имеет второстепенное значение. В данной подгруппе преобладает пыльца сосны, морфологические особенности которых позволяют отнести их к секции *Sula* и виду *Pinus kochiana*. Современный ареал сосны Коха приурочен к более южным областям и территории Крыма. Кроме этого, в группе голосеменных растений отмечены единичные зерна пихты (*Abies*), ели (*Picea*), можжевельника (*Juniperus*).

В подгруппе древесных покрытосеменных растений преобладает пыльца мелколиственных пород: берез (*Betula*), ольхи (*Alnus*), ивы (*Salix*). Широколиственные породы представлены пыльцой дуба (*Quercus*), вяза (*Ulmus*), а в палеопочве Ш-1п отмечены единичные зерна липы (*Tilia*) и граба (*Carpinus*).

Травянистая растительность слагается в основном пылью злаков и разнотравья. Споры представлены многожизновыми (*Polypodiaceae*), уховниковыми (*Ophioglossaceae*) и плауновыми (*Lycopodiaceae*). Кроме этого, отмечены единичные зерна сфагновых мхов.

Вышеописанный состав палиноспектров может свидетельствовать о развитии на прилегающей территории в раннекатакомбное время (4800–4700 л. н. или XXVIII–XXVII вв. до н. э.) разреженных сосняков по склонам водоразделов, с небольшими куртинами лесной растительности на самих водоразделах, где превалировали дубравы с участием, клена, липы, граба, вяза, с подлеском из представителей семейства *Rosaceae*: шиповника, малины, ежевики, облепихи (*Hippophae rhamnoides*) и орешника (*Corylus*). На опушках и полянах присутствовали земляничники. В долине были развиты в основном березняки и ольшаники.

Состав палиноспектров проб из палеопочв позднекатакомбного времени (4700–4200 л. н. или XXVII–XXII вв. до н. э.) разрезов Ш-4п, Ш-5п и Ш-8п близок. В пробах хвойные породы представлены пылью сосны, близкой по морфологии виду *Pinus kochiana*. Единично отмечена пыльца пихты (*Abies*), ели (*Picea*), лиственницы (*Larix*) и можжевельника (*Juniperus*).

Возрастает роль покрытосеменных древесных пород, становится богаче видовой состав пыли. На фоне преобладания пыли мелколиственных пород в составе широколиственной ассоциации появляется пыльца грецкого ореха (*Juglans*), максимальные значения которой отмечены в пробе из разреза Ш-4п. Единично в пробе из разреза Ш-5п обнаружена пыльца каркаса (*Celtis glabrata*). Наличие этих двух элементов флоры – грецкого ореха и каркаса, указывает на значи-

тельное потепление климата. На данном этапе на плакорах были развиты дубово-вязовые леса несомкнутого ряда, с участием клена, граба, каркаса, грецкого ореха. Подлесок формировали лещина и элементы семейства розоцветных (*Rosales*). Склоны водоразделов могли быть заняты сосновым редколесьем. Вдоль береговой линии водоемов доминировали ольшаники и ивняки.

Среди травянистых растений в пробе из разреза Ш-4п максимальную из всех сравниваемых проб долю составляла пыльца маревых (*Chenopodiaceae*), а в пробе из разреза Ш-5п обнаружены пыльцевые зерна полыни (*Artemisia*), что указывает на аридизацию климата. Поскольку больше ни в одной из проб, кроме современной почвы, такого количества пыльцы маревых не встречается, и полностью отсутствуют даже единично зерна полыни, можно заключить, что аридизация имела эпизодический характер, не была продолжительной. В современной почве высокая доля пыльцы маревых, помимо современной аридизации климата, может быть обусловлена тотальным нарушением растительного покрова за счет агрогенной деятельности

Проба срубной палеопочвы (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.) разреза Ш-9п характеризуется примерно равным содержанием пыльцы древесной и травянистой растительности. Здесь в составе проб среди хвойных пород появляется пыльца сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) наравне с сосной Коха, а также отмечено появление спор дифазиума альпийского (*Diphazium alpinum* (L.) Rothm.). Резко беднеет видовой состав пыльцы покрытосеменных древесных пород. Березняки и ивняки произрастали вблизи водоемов, на водоразделах широко были развиты дубово-вязовые (*Querus-Ulmus*) леса, с участием липы (*Tilia*), бияричины (*Legustrum vulgare*) и жасмина (*Jasminium fruticans*). Состав пыльцы травянистой растительности отражает примерно те же экологические условия, что и для предыдущего этапа. Резкое сокращение участия пыльцы злаковых растений может указывать на увеличение количества осадков и появление сильнообводненных территорий к моменту заложения V КК (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.). На это указывает большое количество спор ликоподиеллы заливаемой (*Lycopodiella inundata*) и появление спор дифазиума альпийского (*Diphazium complanatum*).

В целом палиноспектр разреза Ш-9п свидетельствует об увеличении увлажнения по сравнению с условиями для других разрезов и, возможно, похолодании в срубное время (табл. 2).

Пыльцевой спектр пробы из современной почвы отразил примерно равные соотношения пыльцы древесной и травянистой растительности. Состав пыльцы хвойных пород представлен сосной Коха, сосной обыкновенной и можже-

вельником. Эти группировки образуют заросли по склонам возвышенностей, где сосна Коха формирует низкорослые криволесья. На водоразделах развиты в основном вязовые леса с участием ясеня и единично дуба, липы, грецкого ореха. Березняки и ольшаники занимают переувлажненные участки и прибрежные линии водоемов, что соответствует растительности пойм близлежащих рек Малый Зеленчук и Средний Зеленчук (притоки р. Кубань). Состав пыльцы трав отражает существование на прилегающей территории луговых ассоциаций (пойменные луга), а также наличие пахотных угодий (злаков 10.8%). Значительное количество пыльцы маревых (*Chenopodiaceae* 24.4%) в данном случае указывает на расширение площадей, нарушенных при хозяйственной деятельности человека. В настоящее время на территории исследований на водоразделах развиты причерноморские дерновинно-злаковые сухие ковыльные степи, а в предгорьях Западного Кавказа – причерноморско-заволжские степи с локальными дубовыми лесами.

Описание палинологического спектра современной растительности характеризует растительный покров значительного региона усреднено, что неоднократно подчеркивалось палинологами при проведении спорово-пыльцевого анализа.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Курганные конструкции – свойства и технологии строительства. Комплекс проведенных исследований дает возможность предположить из чего и каким образом создавалась та или иная КК.

Для создания КК I (4800–4700 л. н. или XXVIII–XXVII вв. до н. э.) использовали материал горизонта Ahb палеопочв, представленных в разрезах Ш-1п...Ш-3п. На это указывает темный цвет КК I, сопоставимое содержание органического вещества в ней и в указанном горизонте палеопочв и равномерное распределение гумусовой пропитки в ее материале, установленное на основе микроморфологического анализа. Для строительства КК I применяли грубый замес – наиболее примитивный способ строительства кургана, при котором почвенный и антропогенный материал совсем недолго и нетщательно перемешивали и в таком виде выкладывали в КК. При таком замешивании часть почвенного материала не разрушается, сохраняется его изначальная (почвенная) структура и сложение, что отмечалось при микроморфологическом изучении. Вместе с тем, на замешивание указывают относительно равномерное распределение в материале КК I углестых частиц и чередование разноокрашенных оксидов железа и чередование микрозон; на трамбовку – уплотненность материала (рис. 4а) и наличие пор-ваг [30], а на использование воды – подвижность оксидов железа, обнаруженная в материале КК I и не вы-

Таблица 2. Спорово-пыльцевые данные педохроноряда в кургане Шумный

Состав спорово-пыльцевых спектров	Разрез							
	Ш-1п	Ш-2п	Ш-3п	Ш-4п	Ш-5п	Ш-8п	Ш-9п	Ш-6ф
Всего пыльцы древесной растительности, %	34.3	30.4	47.9	28.5	36.4	31.5	43.3	44.8
Всего пыльцы травянистой растительности, %	47.8	56.3	35.7	50.4	40.5	45.3	38.3	38.7
Всего спор, %	17.9	13.3	16.4	21.1	23.1	23.2	18.4	16.5
Всего насчитано зерен, шт	201	135	171	274	173	181	141	232
<i>Picea aff. abies</i> (L.) Karst.		2.4	3.6	1.3	—	—	—	—
<i>Pinus sect. Sula</i>	24.6	31.8	25.6	25.6	15.9	36.8	16.4	27.9
<i>P. sylvestris</i> L.	—	—	—	—	—	—	13.1	10.6
<i>Abies aff. alba</i> Mill.	2.9	—	—	—	1.6	—	—	—
<i>Larix aff. polonica</i> Racib.	—	—	—	—	1.6	—	—	—
<i>Juniperus communis</i> L.	4.3	7.3	18.4	6.4	6.3	—	6.6	5.8
Всего пыльцы голосеменных растений, % от суммы пыльцы древесных	31.8	41.5	47.6	66.7	25.4	36.8	36.1	44.2
<i>B. sect. Albae et Fruticosa</i>	20.3	19.5	9.8	12.8	11.1	10.5	13.1	18.3
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	18.8	12.2	6.1	11.6	12.7	10.5	6.6	3.8
<i>Corylus avellana</i> L.	4.5	—	4.8	3.8	9.5	5.3	—	2.9
<i>Carpinus betulus</i> L.	5.8	—	3.8	—	6.5	3.5	—	—
<i>Celtis aff. caucasica</i> Willd.	—	—	—	—	3.2	—	—	—
<i>Quercus robur</i> L.	4.3	9.7	4.8	10.2	6.3	1.7	6.6	1.9
<i>Acer aff. platanoides</i> L.	1.4	—	—	3.8	4.8	3.6	4.9	—
<i>Tilia cordata</i> Mill.	2.9	—	—	—	—	—	3.3	1.9
<i>Legustrum vulgare</i> L.	—	—	—	—	—	—	3.3	—
<i>Juglans regia</i> L.	—	—	2.4	6.4	3.1	3.5	—	1.9
<i>Ulmus aff. foliacea</i> Gilib.	5.9	7.3	9.8	8.9	11.1	12.3	14.6	12.6
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.	—	—	3.6	3.8	3.2	7.0	6.6	6.7
<i>Salix cinerea</i> L.	4.3	4.9	7.3	5.4	3.1	5.3	4.9	5.8
Всего пыльцы покрытосеменных древесных растений, % от суммы пыльцы древесных	68.1	58.5	52.4	66.7	74.6	63.2	63.5	55.8
<i>Chenopodiaceae</i>	7.7	8.6	3.4	19.9	5.5	18.6	7.5	24.4
<i>Compositae</i>	3.2		3.3	7.2	2.7	4.0	—	3.9
<i>Artemisia</i> sp.					0.9			
<i>Asteraceae</i>		1.1						
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	12.1	11.7	4.5	5.2	14.5	4.2		2.3
<i>Aretium tomentosum</i> Mill.							1.3	
<i>Arenaria graminifolia</i> Schrod.	—	—	—	—	—	1.6	—	—
<i>Scobiosa ochroleuca</i> L.	—	—	—	—	—	—	1.3	—
<i>Crassulaceae</i>	—	—	—					0.8
<i>Sedum acre</i> L.				0.5				
<i>Hedera taurica</i> Coer.	—	—	—	2.0	—	—	—	—
<i>Althaea officinalis</i> L.	—	—	—	—	—	—	1.3	—
<i>Jasminium fruticans</i> L.	—	—	—	—	1.8.	—	2.5	3.9
<i>Grossulariaceae</i>	—	—	—	0.5	—	—	—	—
<i>Cichoriaceae</i>	4.5	10.6	5.6	7.1	—	12.1	16.1	7.8
<i>Liliaceae</i>	0.7	7.4		2.6	0.9	3.2	3.8	3.1

Таблица 2. Окончание

Состав спорово-пыльцевых спектров	Разрез							
	Ш-1п	Ш-2п	Ш-3п	Ш-4п	Ш-5п	Ш-8п	Ш-9п	Ш-6ф
<i>Lilium aff. martagon</i> L.	0.7			0.5	2.7			
<i>Asphodelina lutea</i> (L.) Roichend.			1.2					
Urticaceae	0.7	–	–	–	–	0.8	–	0.8
Polygonaceae	–	–	–	–	–	–		0.8
<i>Polygonum amphiliun</i> L.				1.1				
<i>Polygonum bistorta</i> L.							5.0	
Valerianaceae	–	–	–	–	–	–		1.7
<i>Valeriana aff. stolonifera</i> Crern.							1.3	
<i>Polemonium coeruleum</i> L.	–	–	–	–	1.8	–	–	–
Fabaceae	4.5	6.4	4.6	5.2	1.8	7.2	5.0	3.1
Ranunculaceae		2.1	–	–		–	–	–
<i>Adonis wolgensis</i> Stev.					0.9			
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	3.2	–	–	–	–	–	–	–
<i>Scheuchzeria palustris</i> L.		2.1		2.0	1.8			
<i>Linum tenuifolium</i> L.	0.7	7.4	5.6	–	–	–	–	–
<i>Plumbago europaea</i> L.	–	3.2	–	–	–	–		–
<i>Limonium capsicum</i> (Willd) Gams.							1.3	
<i>Potamogeton natan</i> L.	–	–	–	–	–	–	1.3	–
<i>Nelumbo capsicum</i> (DC.) Fisch.	–	–	–	–	0.9	–	–	–
<i>Gentiana aff. pneumonanthe</i> L.	0.7	–	–	–	–	–	–	–
<i>Veronica beccabunga</i> L.	0.7	–	–	1.0	–	–	–	–
Poaceae	23.5	12.8	20.2	6.1	20.2	8.8	6.3	10.8
Lamiaceae			4.4	2.0	4.5	2.4		3.9
<i>Salvia verticillata</i> L.	2.3							
<i>Glechoma hirsula</i> Waldst.		2.1						
Rosaceae	6.8	5.3	15.7	7.6	2.7	2.4	13.3	4.6
Сyperaceae	0.7	4.9	–	–	–	–	–	1.6
Typhaceae	–	–	–	–	–	0.8	–	0.8
Всего пыльцы травянистых растений, % от суммы травянистых и спор	72.7	80.8	68.5	70.4	63.6	66.1	67.5	72.7
Polypodiaceae	8.3	10.6	6.7	8.2	13.6	6.4	3.8	2.3
Lycopodiaceae				4.1	3.6	4.8	5.0	3.1
<i>Lycopodium selago</i> L.	2.3		4.5					
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.		2.2	10.1	4.1	7.2	6.5	7.5	1.6
<i>Diphazium alpinum</i> (L.) Rothm.							2.5	
<i>Pteridium tauricum</i> (C. Presl) V.	8.3		4.5	4.1	2.9	3.2	6.3	4.7
Ophioglossaceae	3.0	4.2	3.4	7.1	6.4	5.6	6.3	3.9
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	–	–	–	–	–	3.2	–	3.1
Huperziaceae	–	–	–	–	0.9	–	–	–
Osmundaceae	–	–	–	–	0.9	–	–	1.6
<i>Sphagnum</i> sp.	1.5	1.1	2.3	–	0.9	2.4	1.3	–
Bryales	3.8	1.1	–	2.0	–	1.6	–	7.0
Всего спор, % от суммы травянистых и спор	27.3	19.2	31.5	29.6	36.4	33.9	32.5	27.3

явленная в горизонте Ahb палеопочв. Древесный уголь добавляли, как в виде относительно крупных частиц, так и пыли. Наличие в порах ненарушенных карбонатных аккумуляций, таких же, как описаны в горизонте Ahb, говорит о том, что использование воды было непродолжительным, а ее воздействие на используемый почвенный материал — небольшим.

При строительстве КК II (4700–4500 л. н. или XXVII–XXV вв. до н. э.) применялись также грубый замес и трамбовка в сухом состоянии, либо при небольшом увлажнении. Об этом свидетельствует высокая неоднородность материала КК II (рис. 4d), в котором почвенные признаки изменены несущественно и легко читаются. Так же, как для КК I, при строительстве КК II использовался преимущественно материал горизонта Ahb с небольшой примесью антропогенных материалов: угольная пыль от сжигания травы, кости.

Свойства материала КК III (4700–4500 л. н. или XXVII–XXV вв. до н. э.) свидетельствуют о применении более тщательного замеса с использованием большего, чем для КК I–II, количества воды, на что указывают полосы оксидов железа и перекристаллизованные карбонатные стяжения в порах, которые иногда сильно истончены и покрыты пленками оксидов железа (рис. 4i).

Таким образом, при сходстве исходных материалов, взятых для строительства всех трех конструкций, КК III выделяется наиболее значительными масштабами использования воды, как по количеству, так и по длительности воздействия, приведшими к заметным изменениям исходного микростроения ТДМ горизонта Ahb и карбонатных стяжений. Лишь в КК III отчетливы признаки замешивания материала, что, по-видимому, было необходимо для обеспечения большей прочности и устойчивости при создании ее крутых склонов.

Приемы, использованные при строительстве КК IV (4500–4200 л. н. или XXV–XXII вв. до н. э.): интенсивное механическое воздействие в виде замешивания и трамбовки с большим использованием воды, добавление углефицированного органического вещества, использование смеси горизонтов Ah и AVk из почвы, аналогичной той, что представлена в разрезе Ш–8п. Возможны добавки материала горизонта Vkb, о чем свидетельствует большое количество карбонатных аккумуляций в основной массе материала только в КК IV (рис. 4k).

Основное отличие КК V (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.) от всех остальных в том, что она сооружена практически из бескарбонатного материала горизонта Ah палеопочвы, аналогичной той, что представлена в разрезе Ш–9п. Приемы сооружения те же, что и для более ранних КК — замешивание и трамбовка с использованием воды. Об этом свидетельствуют начальная стадия ориентировки железисто-глинистого ТДМ вокруг

пор (рис. 4n) и растрескивание почвенной массы после высыхания (рис. 4m). По сравнению с другими КК антропогенных материалов здесь использовали меньше, так как отмечается совсем небольшое количество углефицированного органического вещества (рис. 4o) и включений сильно разложившихся костей.

Описанные скопления гумусово-железистых округлых пятен в ТДМ всех конструкций кургана (рис. S1), как нам представляется, свидетельствуют об использовании речного ила при их создании, поскольку не обнаружено аналогичных гумусово-железистых новообразований ни в одном из горизонтов изученных погребенных почв. Кроме того, практически во всех КК наличие таких новообразований сопровождалось присутствием обломков речных раковин или карбонатных пород. Можно заключить, что использовали речной ил для создания всех КК, но особенно много для КК II и III. Использование речного ила — довольно рутинная практика при строительстве курганов как в степной [37, 46], так и лесной зоне России [42].

Физико-химические свойства материалов КК указывают на существенные различия между сооруженными в катакомбное и срубное время. Материалы КК I–IV близки по физико-химическим свойствам и отличаются от КК V, материалом для строительства которой послужила почва, аналогичная изученной в разрезе Ш–9п. В материале КК V достигают максимума содержание $S_{орг}$, величина MB, и минимума — содержание $S_{карб}$ и Na в составе обменных оснований. Эти изменения указывают на увеличение атмосферных осадков от раннекатакомбного к срубному времени. При этом более детальный анализ первых четырех КК показывает, что материал КК II, взятый из почвы, актуальной времени сооружения этой КК, (в кургане подобная почва представлена в разрезе Ш–4п), имеет наибольшие величины содержания $S_{карб}$, Na в составе обменных оснований и наименьшие $S_{орг}$ и MB. Это указывает на то, что в пределах раннекатакомбного времени климатические условия менялись в сторону аридизации.

Основной материал для строительства кургана, в частности, каждой КК, брался преимущественно из верхних горизонтов почв, а учитывая внушительные размеры памятника, ясно, что он собирался с достаточно большой площади, выходящей далеко за пределы кургана. Лишь редко и в малых количествах использовался материал срединных горизонтов. Это важно помнить при сравнении свойств материалов КК и погребенных под ними почв.

Свойства почв. Морфологический анализ показал, что в раннекатакомбное время происходило усиление карбонатности гумусового горизонта Ahkb изученных палеопочв: от разрезов

Ш-1п...Ш-3п под КК I, к разрезам Ш-4п и Ш-5п, погребенных под КК II и III соответственно: увеличивалось морфологическое проявление карбонатных аккумуляций, выпотов и псевдомицелия. В разрезах Ш-4п и Ш-5п корнеходы не выделялись контрастно темным цветом на фоне общей массы горизонтов Ahkb и, были заполнены копролитами не более, чем на 50%, в горизонте AVkb они были в основном пустыми, а в горизонте Vkb было заметно, что корнеходы утратили свои четкие границы, превратились в расплывчатые, чуть более темные, чем окружающая почва, полосы, в большинстве случаев они содержали карбонатный псевдомицелий.

В палеопочве, погребенной в позднекатакомбное время под КК IV, разрез Ш-8п, отмечаются начальные, малозаметные признаки усиления процессов гумусонакопления, выраженные в более темном цвете гумусового горизонта по сравнению с раннекатакомбными палеопочвами, а также ослабления аккумуляции карбонатов — уменьшение выраженности псевдомицелия в общей массе гумусового горизонта. На основе оценки количества и качества нор землероев на стенке разреза здесь можно говорить об уменьшении активности почвенных животных, выраженной в снижении числа свежих нор в разрезе Ш-8п.

В палеопочве, погребенной в срубное время под КК V, разрез Ш-9п, признаки усиления процессов гумусонакопления и значительного уменьшения аккумуляции карбонатов в гумусовом горизонте становятся ярко выраженными: цвет гумусового горизонта наиболее темный из всех палеопочв хроноряда, карбонаты вытеснены из почвенной массы до глубины 40 см. Максимум накопления карбонатов ярко выражен, но смещается глубже, в горизонт Vkb, в котором густая сеть псевдомицелия сплошь пронизывает почвенную массу, а также заполняет корнеходы. Здесь представлены и скопления плотных конкреций (белоглазка). В профиле этой почвы деятельность землероев наименее активная, что установлено в заметном, даже по сравнению с разрезом Ш-8п, уменьшении количества свежих нор.

Фоновая почва по большинству признаков похожа на палеопочву под КК V. Стоит иметь в виду, что современная почва распаивается, следовательно, ее гумусовый и карбонатный профили трансформированы под влиянием сельскохозяйственного воздействия. При распашке степных почв содержание органического углерода уменьшается, по крайней мере, в пахотном горизонте, а карбонаты подтянуты к поверхности [27, 39]. Поэтому палеоклиматические реконструкции приводим на основании рассмотрения изменчивости свойств изученных палеопочв, и с оговорками сравниваем современную пахотную почву с погребенными почвами.

Итак, за время строительства кургана (от раннекатакомбной к срубной культуре) произошло увеличение содержания $C_{орг}$ в верхней части профиля, уменьшилось содержание $C_{карб}$ в верхней части профиля и произошла аккумуляция его в нижней части, возросло содержание MB, Na^+ и Mg^{2+} в составе обменных оснований. Величина MB зависит от количества среднегодовых атмосферных осадков: чем больше осадков, тем больше MB в автоморфных почвах степной зоны. Это объясняется реакцией бактерий-железоредукторов, находящихся в гумусовом горизонте, которые реагируют на климатические изменения [28].

Вместе с тем, если сравнить палеопочвы раннекатакомбного времени между собой, можно отметить в палеопочвах под КК II и III, разр. Ш-4п и Ш-5п, наименьшие показатели по $C_{орг}$ и MB, с одной стороны, и максимальные показатели по содержанию карбонатов и обменного натрия, а также признаков активности землероев, с другой, по сравнению с разрезами Ш-1п...Ш-3п (погребенными под КК I). Все эти признаки указывают на усиление аридизации за время от начала к концу формирования почв раннекатакомбного времени. Кроме этого, по данным микроморфологического анализа лишь в разрезе Ш-4п в гумусовом горизонте обнаруживаются ОКК, являющиеся индикаторами резко контрастных климатических условий [29], а в средней части профиля — специфические узкие трещины, расположенные под острыми углами друг к другу и иногда выступающие индикаторами процессов слитизации в аридных почвах [40]. Поскольку никаких других признаков проявления процессов слитизации в изучаемых почвах не обнаружено, появление характерных трещин в разрезе Ш-4п также отнесли на счет усиления аридизации и более глубокого просыхания профиля почв в изучаемое время.

Палеоклиматические реконструкции по результатам палинологического анализа. За время строительства кургана Шумный выделены три этапа развития растительного покрова, которые были обусловлены изменением климатических показателей — теплообеспеченности и влажности:

1 этап — раннекатакомбная культура (4800—4700 л. н. или XXVIII—XXVII вв. до н. э.), для которой характерен аридный, умеренно теплый климат. Палиноспектры показали присутствие здесь разреженных сосняков, преобладание мелкоцветных пород (береза, ольха, ива), злаков и разнотравья.

2 этап — позднекатакомбная культура (4700—4200 л. н. или XXVII—XXII вв. до н. э.) — потепление и уменьшение влажности климата в короткий интервал времени. Только в пробах этого этапа максимальную долю составляла пыльца маревых (*Chenopodiaceae*) и полыни (*Artemisia*), что указывает на аридизацию климата. Поскольку больше

ни в одной из проб такого количества пыльцы указанных растений не встречается, можно заключить, что аридизация имела эпизодический характер, не была продолжительной.

3 этап – срубная культура (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.) – похолодание и резкое увеличение влажности. Увеличение количества осадков и появление сильнообводненных территорий в регионе к моменту строительства КК V (3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.) отразились на резком сокращении участия пыльцы злаковых растений. В целом палиноспектр данного временного интервала свидетельствует об увеличении увлажнения по сравнению с условиями, в которых формировались ранее погребенные почвы, и, возможно, похолодании в срубное время (табл. 2).

Палеоклиматические реконструкции, основанные на результатах физико-химических, микроморфологических и палинологических данных педохроноряда кургана Шумный, приводят к заключению, что он построен в эпоху усиления гумидности климата. От раннекатакомбного к срубному времени происходит смена климатических условий – увеличивается атмосферное увлажнение и снижается среднегодовая температура. Усиление увлажнения отразилось на гумусовом и карбонатном профиле, содержании $C_{орг}$, Na в составе обменных оснований и величине MB.

На примере кургана Шумный удалось проследить изменения свойств почв не только за длительный интервал времени (около 1000 лет), но и за более короткий (не более 100 лет). Временной разрыв между строительством КК I–III не такой большой, по сравнению с интервалом между КК IV и V. В коротковременном хроноряду палеопочв раннекатакомбной культуры отражается нарастание аридных условий природной среды от начала к концу этого хроноинтервала. В палеопочвах под КК II–III, разрезы Ш-4п...Ш-5п, в морфологическом строении зафиксировано появление особых форм карбонатных аккумуляций в гумусовом горизонте (ОКК), специфических тонких трещин в почвенной массе срединных горизонтов, по физико-химическим свойствам отмечены наименьшие показатели по $C_{орг}$ и MB, с одной стороны, и максимальные показатели по содержанию карбонатов и обменных Na^+ и Mg^{2+} , а также наибольшая активность землероев, с другой. Далее, постепенно от позднекатакомбного к срубному времени, климатические менялись на гумидные и прохладные, схожие с современными. От начала к концу строительства кургана шло постепенное выщелачивание карбонатов из поверхностных горизонтов, вытеснение обменного натрия и магния из почвенного поглощающего комплекса и накопление $C_{орг}$. Наиболее влагообеспеченной является палеопочва под КК V (срубная культура, 3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э.). В свою оче-

редь, это свидетельствует, что срубный период имел более благоприятные климатические условия для биопродуктивности, чем раннекатакомбный и современный периоды, что подтверждается данными палинологического анализа.

Согласно палеоклиматической реконструкции по археологическим памятникам, в Нижнем Поволжье в XVI и XII вв. до н. э. складывались благоприятные климатические условия [9]. Ранее отмечалось, что на протяжении второй половины 3–2 тыс. до н. э. произошли существенные эволюционные преобразования почв, обусловленные сменой климатических условий от аридных к более гумидным [33]. В степях Нижнего Поволжья было отмечено, что усиление гумидности началось во второй четверти 2 тыс. до н. э. и продолжалось, вероятно, вплоть до XIII–XII вв. до н. э. [4, 10], что безусловно подтверждает полученные данные.

Подтверждение вывода находит отражение и во многих исследованиях в соседних регионах, проведенных с участием авторов [14, 26, 35, 36, 44, 46].

От начала к концу сооружения КК физико-химические свойства их материалов менялись: увеличивались содержание $C_{орг}$ и величина MB, при этом снижалось содержание $C_{карб}$ и Na^+ , Mg^{2+} в составе обменных оснований. Стоит отметить, что при строительстве КК помимо небольшого количества антропогенных примесей использовался преимущественно материал горизонта Ahb, однако при строительстве КК IV (4500–4200 л. н. или XXV–XXII вв. до н. э.) была использована смесь горизонтов Ah и ABk почвы, аналогичной той, что представлена в разрезе Ш-8п. Но также были и добавки материала горизонта Bkb, о чем свидетельствует большое количество карбонатных аккумуляций в основной массе материала только в КК IV и значительно большего содержания $C_{карб}$ в ней в отличие от верхних горизонтов палеопочвы Ш-8п. Важно подчеркнуть, что направленность изменчивости свойств почв в изученном хроноряду совпадает с таковой для материалов КК, с учетом горизонтов, из которых был взят материал для их строительства. Это означает, что изменчивость свойств материалов в составе разновременных КК также подтверждает выводы об изменении климата, полученные на основе изучения свойств погребенных под курганом почв. А поскольку почвенный материал для КК собирался с обширной площади вблизи кургана, это делает более правдоподобными и обоснованными выводы об изменении климата на основе изучения свойств погребенных под курганом почв. Можно заключить, что материалы КК являются дополнительным независимым источником почвенной информации, генерализированной для сравнительно обширной (по сравнению с

площадь, занятой собственно курганом) местности вокруг кургана. Значительный объем использованного для строительства КК почвенного материала позволил сохранить его основные физико-химические свойства неизменными несмотря на то, что при сооружении использовались сложные технологии, нарушившие нативное строение почвы (интенсивное механическое воздействие), и был добавлен разнородный материал в виде речного ила, костей, угольной пыли.

ВЫВОДЫ

Разностороннее геоархеологическое изучение крупного кургана Шумный, позволило сделать ряд выводов:

1. За время строительства памятника в центральной части степной зоны Русской равнины происходит смена климатических условий — увеличивается атмосферное увлажнение и снижается среднегодовая температура от раннекатакомбного к срубному времени. Раннекатакомбное время по морфологическим наблюдениям дополнительно можно охарактеризовать как аридное, приведшее к дополнительному окарбончиванию верхних горизонтов и растрескиванию почв.

2. Изменение климатических условий отразилось на морфологии гумусового и карбонатного профилей, содержании органического углерода, профильном распределении карбонатов, величинах магнитной восприимчивости, а также на спорово-пыльцевых данных. От начала к концу строительства кургана происходило постепенное выщелачивание карбонатов из поверхностных горизонтов, вытеснение обменного Na^+ и Mg^{2+} из почвенного поглощающего комплекса и накопление $\text{C}_{\text{орг}}$, а также увеличение показателей магнитной восприимчивости.

3. Анализ материалов КК и погребенных под ними почв, в частности микроморфологические исследования, показали, что курган сооружался из местных почв путем замешивания и трамбовки с использованием воды, добавлением углефицированной органики, костей и речного ила.

4. Изменение свойств палеопочв и материалов в соответствующих земляных КК, несмотря на примесь антропогенных материалов, имеет однонаправленный характер, что дает дополнительные аргументы в пользу обоснованности представленного тренда изменения климата в интервалах 4800–4200 л. н. или XXVIII–XXII вв. до н. э. и 3500–3000 л. н. или XV–X вв. до н. э. в суббореале.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена по теме государственных заданий Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: А.Э. Сверчкова и О.С. Хохлова —

тема № 0191-2022-0008, А.О. Макеев — тема № 122011800459-3.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Рис. S1. Скопления гумусово-железистых пятен в тонкодисперсной массе курганных конструкций: I (а), II (б), III (с), IV (д), V (е). Все фото сняты без анализатора (PPL).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л. Изменения почв и природной среды на юге России в голоцене // *OPUS: Междисциплинарные исследования в археологии*. 2002. № 1–2. С. 109–119.
2. Антонова З.П., Скалабян Л. Г., Сучилкина Л.Г. Определение содержания в почвах гумуса // *Почвоведение*. 1984. № 11. С. 130–133.
3. Ариунушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
4. Борисов А.В., Демкина Т.С., Демкин В.А. Палеопочвы и климат Ергеней в эпоху бронзы (IV–II тыс. до н. э.). М.: Наука, 2006. 210 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
6. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
7. Герасимова М.И., Ковда И.В., Лебедева М.П., Туркина Т.В. Микроморфологические термины как отражение современного состояния исследований микростроения почв // *Почвоведение*. 2011. № 7. С. 804–817.
8. Гричук В.П. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа // *Проблемы физической географии*. 1940. Вып. 8. С. 53–58.
9. Демкин В.А., Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н. Почвенный покров южнорусских степей в эпохи голоценовых палеоэкологических кризисов и оптимумов // *Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове*. Сб. мат-лов IV Всерос. науч. конф. 1–5 сентября 2010 г. Томск, 2010. Т. 1. С. 71–74.
10. Демкин В.А., Ельцов М.В., Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Демкина Т.С., Борисов А.В. Развитие почв Нижнего Поволжья за историческое время // *Почвоведение*. 2004. № 12. С. 1486–1497.
11. Иванов И.В., Песочина Л.С., Семенов В.М. Биоминерализация органического вещества в современных целинных, пахотных, погребенных и ископаемых черноземах. *Почвоведение*. 2009. № 10. С. 1192–1202.
12. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

13. *Корневский С.Н.* Рождение кургана. М.: Таус, 2012. 246 с.
14. *Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Евгеньев А.А. и др.* Лабазовский курганный могильник срубной культуры. Оренбург: ОГПУ, 2009. 98 с.
15. *Наглер А.* Курганы Евразии — новый взгляд на памятники и новые задачи их исследования // Мультидисциплинарные методы в археологии. Новейшие итоги и перспективы. Новосибирск: изд-во ИАЭТ СО РАН, 2017. С. 192–215.
16. *Наглер А.О.* Курганы Большой степи как архитектурные сооружения // Наука из первых рук. 2015. Т. 64. № 4. С. 70–85.
17. *Нестерук Г.В.* Почвенные исследования археологического памятника “Дядьковский 34” (Краснодарский край) // Палеопочвы — хранители информации о природной среде прошлого. Мат-лы X Междунар. научн. молодежной школы по палеопочвоведению. Новосибирск, 2019. С. 63–66.
18. *Песочина Л.С.* Закономерности педогенеза в степях Приазовья во второй половине голоцена по данным почвенно-археологических исследований // Уч. зап. Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2017. Т. 3(69). № 3. Ч. 1. С. 192–204.
19. *Песочина Л.С.* Развитие почв и природной среды нижнего Дона во второй половине голоцена. Автореф. дис. ... канд. биол. н. М., 2004. 24 с.
20. *Песочина Л.С.* Ритмичность процессов педогенеза и увлажненности климата в степях Приазовья во второй половине голоцена // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2014. Т. 10. Вып. 1. С. 810–817.
21. *Песочина Л.С.* Ритмичность процессов почвообразования и увлажненности климата в древности и средневековье в Волго-Донских степях // Проблемы археологии Нижнего Поволжья. Элиста, 2016. С. 151–155.
22. *Сверчкова А.Э., Хохлова О.С.* Эволюция почв и ландшафтно-климатические изменения в эпоху бронзы для степи Кубано-Приазовской равнины на основе изучения крупного кургана. Известия РАН. Сер. географическая. 2021. Т. 85. № 1. С. 70–83. <https://doi.org/10.31857/S2587556621010143>
23. *Слюсарев В.Н., Швеиц Т.В., Осипов А.В.* Почвы Краснодарского края. Краснодар: КубГАУ, 2022. 260 с.
24. *Трегуб Т.Ф.* К вопросу корреляции палеогеографических событий неоплейстоцена верхнего Дона, Среднерусской возвышенности, Беларуси и Центральной Европы // Вестник Воронежского гос. ун-та. Сер. Геология. 2012. № 1. С. 51–57.
25. *Хохлова О.С., Наглер А.О.* Курган Марфа в Ставропольском крае — пример древнего архитектурного сооружения // Археология, этнография и антропология Евразии. 2020. Т. 48. № 2. С. 38–48. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2020.48.2.038-048>
26. *Хохлова О.С., Хохлов А.А.* Палеопочвенные исследования курганного могильника Мустаево V в Новосергиевском районе Оренбургской области // Археологические памятники Оренбуржья. Оренбург: ОГПУ, 2005. Вып. 7. С. 50–60.
27. *Чендев Ю.Г., Хохлова О.С., Александровский А.Л.* Агротехногенная эволюция автоморфных черноземов лесостепи (Белгородская область) // Почвоведение. 2017. № 5. С. 515–531. <https://doi.org/10.7868/S0032180X17050045>
28. *Alekseeva T., Alekseev A., Maher B.A., Demkin V.* Late Holocene climate reconstructions for the Russian steppe, based on mineralogical and magnetic properties of buried palaeosols // Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology. 2007. V. 249. P. 103–127.
29. *Becze-Deak J., Langohr R., Verrecchia E.P.* Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction // Geoderma. 1997. V. 76. P. 221–252.
30. *Borisov A.V., Krivosheev M.V., Mimokhod R.A., El'tsov M.V.* “Sod blocks” in kurgan mounds: Historical and soil features of the technique of tumuli erection // J. Archaeological Sci. 2019 V. 24. P. 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2019.01.005>
31. *Cammas C.* Micromorphology of earth building materials: toward the reconstruction of former technological processes (Protohistoric and Historic Periods) // Quatern. Int. 2018. V. 483. P. 160–179.
32. *Cseh P., Molnár D., Makó L., Sümegi P.* Geoarchaeological Analyses of a Late-Copper-Age Kurgan on the Great Hungarian Plain // Quaternary. 2022. V. 5. P. 20. <https://doi.org/10.3390/quat5020020>
33. *Demkin V.A., Borisov A.V., Udaltsov S.N.* Paleosols and climate in the southeast of the Central Russian Upland during the Middle and Late Bronze ages (the 25th–15th Centuries BC) // Eurasian Soil Sc. 2010. V. 43 P. 5–14. <https://doi.org/10.1134/S1064229310010023>
34. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Vienna International Union of Soil Sciences (IUSS). 2022.
35. *Khokhlova O.S., Khokhlov A.A., Morgunova N.L. et al.* Short chronosequences of paleosols from the Skvortsova kurgans in the Buzuluk River valley of Orenburg oblast // Eurasian Soil Sc. 2010. V. 43. P. 965–976. <https://doi.org/10.1134/S1064229310090036>
36. *Khokhlova O., Kuptsova L.* Complex pedological analysis of paleosols buried under kurgans as a basis for periodization of the Timber-grave archaeological culture in the Southern Cis-Ural, Russia // Quat. Int. 2019. V. 502. P. 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.027>
37. *Khokhlova O., Sverchkova A., Morgunova N., Golyeva A., Tregub T.* Paleocology During the Creation of a Large Boldyrevo Kurgan of the Yamnaya Culture in the Southern Cis-Urals, Russia // Tájökológiai Lapok. 2022. V. 20. P. 91–116. <https://doi.org/10.56617/tl.3151>
38. *Khokhlova O., Sverchkova A., Myakshina T., Kalmykov A.* A geoarchaeological study of the large early Bronze Age Essentuksky I kurgan in Ciscaucasia, Russia // Geoarchaeology. 2022. V. 37. P. 400–417. <https://doi.org/10.1002/gea.21897>
39. *Khokhlova O.S., Chendev Y.G., Myakshina T.N., Alexandrovskiy A.L., Khokhlov A.A.* Evolution of Chernozem

- zems in the southern forest-steppe of the Central Russian upland under long-term cultivation examined in the agro-chronosequences // *Quat. Int.* 2015. V. 365. P. 175–189.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.10.012>
40. Kovda I., Mermut A.R. Vertic features // Interpretation of micromorphological features of soils and regoliths. Amsterdam: Elsevier, 2010. P. 109–147.
41. Krivosheev M.V., Eltsov M.V., Mimokhod R.A., Borisov A.V. Soil blocks as construction elements in Kurgan architecture of Sarmatian funeral monuments of the Volga-Don interfluvium // Papers of the International Soil Sciences Conference in the Memory of the V.A. Demkin. Fotonvek, Pushchino, 2014. P. 226–229.
42. Makeev A., Rusakov A., Kurbanova F., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., Milanovskiy E., Egli M., Denisova E., Aseyeva E., Rusakova E., Mihailov E. Soils at archaeological monuments of the bronze age – a key to the Holocene landscape dynamics in the broadleaf forest area of the Russian plain // *Quater. Int.* 2021. V. 590. P. 26–47.
<https://doi.org/10.1016/j.quaint.2020.09.015>
43. Mozolevskiy B.N., Polin S.V. Kurgans of Scythian Geros of IVth Century BC (Babina, Vodjana and Sobolevnamogily). Kiev: Stilos Publishing House, 2005. 600 p.
44. Nesteruk G.V., Khokhlova O.S., Ilyina L.P., Sverchkova A.E., Sushko K.S. Paleoecological conditions of the Kuban-Azov lowland in the Bronze Age and Early Iron Age based on the study of buried soils // *Eurasian Soil Science.* 2021. T. 54. P. 1644–1658.
<https://doi.org/10.1134/S1064229321110090>
45. Pietsch D., Kühn P. Buried soils in the context of geoarchaeological research—two examples from Germany and Ethiopia // *Archaeol Anthropol Scicne.* 2017. V. 9. P. 1571–1583.
<https://doi.org/10.1007/s12520-014-0180-9>
46. Sverchkova A.E., Khokhlova O.S., Morgunova N.L., Myakshina T.N. Big Boldyrevo Kurgan of the Early Bronze Age in the Southern Urals: Kurgan Structures, Paleosols, and Paleoclimate Reconstruction // *Eurasian Soil Science.* 2022. V. 55. P. 722–733.
<https://doi.org/10.1134/S1064229322060138>

Geoarchaeological Analysis of Soils and Structures of the Kurgan Shummy, Krasnodar Region

A. E. Sverchkova^{1,*}, O. S. Khokhlova², A. O. Makeev³, E. N. Aseeva³, P. G. Kust⁴, T. N. Myakshina², T. F. Tregub⁵, and I. A. Kozmirchuk⁶

¹*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, 119017 Russia*

²*Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, 142290 Russia*

³*Lomonosov Moscow State University, Moscow, 119991 Russia*

⁴*Dokuchaev Soil Institute, Moscow, 119017 Russia*

⁵*Voronezh State University, Voronezh, 394018 Russia*

⁶*Foundation for Scientific Local History of the Lipetsk Region, Lipetsk, 398002 Russia*

*e-mail: acha3107@gmail.com

The chronosequence of soils buried under constructions of different ages at the large ($h = 3.5$ m, $d = 74$ m) kurgan Shummy in the Krasnodar Region has been studied. The kurgan was built sequentially by the people of Catacomb (XXVIII–XXII centuries BC) and Srubnaya (XV–X centuries BC) cultures, and includes five constructions, that built from the material of local soils and anthropogenic material. Each of the subsequent construction overlapped the previous one and went beyond it, covering some an additional space which allow studying a consecutive series of buried under the constructions soils. During the kurgan building (XXVIII–X centuries BC), the morphological and physicochemical properties of the soils changed: the content of organic matter and magnetic susceptibility increased, whereas the mixing up of the upper horizons by burrowing animals, the content of carbonates, and the share of exchangeable sodium in the composition of exchangeable bases decreased. The directions of these properties change in the materials of kurgan constructions, from early to late, agree with that for the soils buried below them. For the building of uneven-aged constructions of the kurgan, local soils were used, which had different properties at the time of a particular construction. Those soils occupied a significantly larger area than the kurgan, which increases the certainty of the studies. The evolution of soil properties and earth materials allow to suggest climatic trend for the period during the mound construction - atmospheric moisture increased and the mean annual temperature decreased from the Early Catacomb to Srubnaya cultures. For buried soils was carried out a palynological analysis, which, regardless of paleosol data, confirms the conclusions about climate changes. According to micromorphological observations, the Early Catacomb time can be additionally characterized as arid, which led to soil cracking and accumulation of carbonates in the upper part of soil profiles. Based on the structure and properties of mounds it is possible to identify the technology of their construction, which included compacting earthen material in dry and wet form, coarse mixing, adding of river silt, coals and bones.

Keywords: evolution of soils, buried soils, Bronze Age, micromorphology, kurgan constructions, paleoclimatic reconstructions, palynology