
ГЕНЕЗИС
И ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ

УДК 631.48

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМОВ И УСЛОВИЙ ПАЛЕОСРЕДЫ В ПРЕДКАВКАЗЬЕ В СЕРЕДИНЕ IV ТЫС. ДО Н. Э. (НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ БОЛЬШОГО КУРГАНА ЕССЕНТУКСКИЙ 1)

© 2020 г. А. Э. Сверчкова^а, *, О. С. Хохлова^а, А. А. Калмыков^б

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

^бООО “Наследие”, ул. Орджоникидзе, 75, Ставрополь, 355008 Россия

*e-mail: acha3107@gmail.com

Поступила в редакцию 21.01.2020 г.

После доработки 20.05.2020 г.

Принята к публикации 27.05.2020 г.

Изучен педохроноряд, погребенный под разными конструкциями в большом кургане Ессентукский 1 в Предкавказье, сооруженном представителями майкопской культуры во второй четверти IV тыс. до н. э. По археологическим данным, курган возводился несколько десятилетий. За это время изменился морфологический облик и физико-химические свойства почв, а именно, происходило уменьшение мощности гумусового профиля и содержания органического углерода, увеличение содержания гипса, углерода карбонатов, перемещение зоны их аккумуляции вверх по профилю, трансформация форм карбонатных новообразований. Наиболее “засушливый” облик имеет почва, погребенная последней в изученном хроноряду: гумусовый горизонт наиболее светлый и содержание органического углерода в нем наименьшее, профиль наиболее сильно обогащен карбонатами, что проявляется как на макро-, так и микроуровнях наблюдения, отмечается наибольшее содержание обменного натрия и магния в составе обменных оснований, уменьшение величины магнитной восприимчивости и максимальные величины содержания гипса во втором метре профиля. За время строительства кургана произошла смена подтипа почв: черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые на лёссовидных карбонатных глинах (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)) эволюционировали в черноземы южные (Haplic Calcisol (Loamic)). Палинологический анализ выявил сокращение площади лесов и увеличение доли травянистой растительности, ее остепнение и ксерофитизацию в регионе за изученное время. Климат рассматриваемого интервала (ранний этап развития майкопской культуры в Предкавказье) характеризуется как аридный и более жаркий по сравнению с современностью.

Ключевые слова: курганные конструкции, коротковременной педохроноряд, палинологический анализ, палеоклиматические реконструкции

DOI: 10.31857/S0032180X20120126

ВВЕДЕНИЕ

Палеопочвенные исследования — один из основных путей получения достоверной информации об условиях природной среды прошлого. Ключевым вопросом современного палеопочвоведения является дискуссия о природной голоценовой эволюции почвенного и растительного покрова степной зоны Восточно-Европейской равнины. Со второй половины XX в. отмечается рост популярности исследований палеопочв, погребенных под археологическими памятниками, в частности, курганами, с целью реконструкции палеоклиматических условий былых эпох [1–3, 8, 10, 13, 19], а археологическое почвоведение развивается как самостоятельное научное направление [14, 16].

Вместе с тем ряд вопросов еще остается нерешенным из-за недостатка информации. К ним относится проблема получения достоверных данных об условиях палеосреды отдаленных эпох, когда обычай сооружать курганы еще только зарождался. Это эпоха энеолита и ранней бронзы, финал атлантического и рубеж атлантического и суббореального периодов голоцена, курганов этого времени пока изучено мало. Кроме этого, поскольку крупные курганы раскапываются археологами редко, единичны работы, когда в одном кургане изучаются почвы, погребенные под разновозрастными курганными конструкциями [3, 11, 18, 26].

Проведенное нами исследование посвящено изучению палеопочв под несколькими каменны-

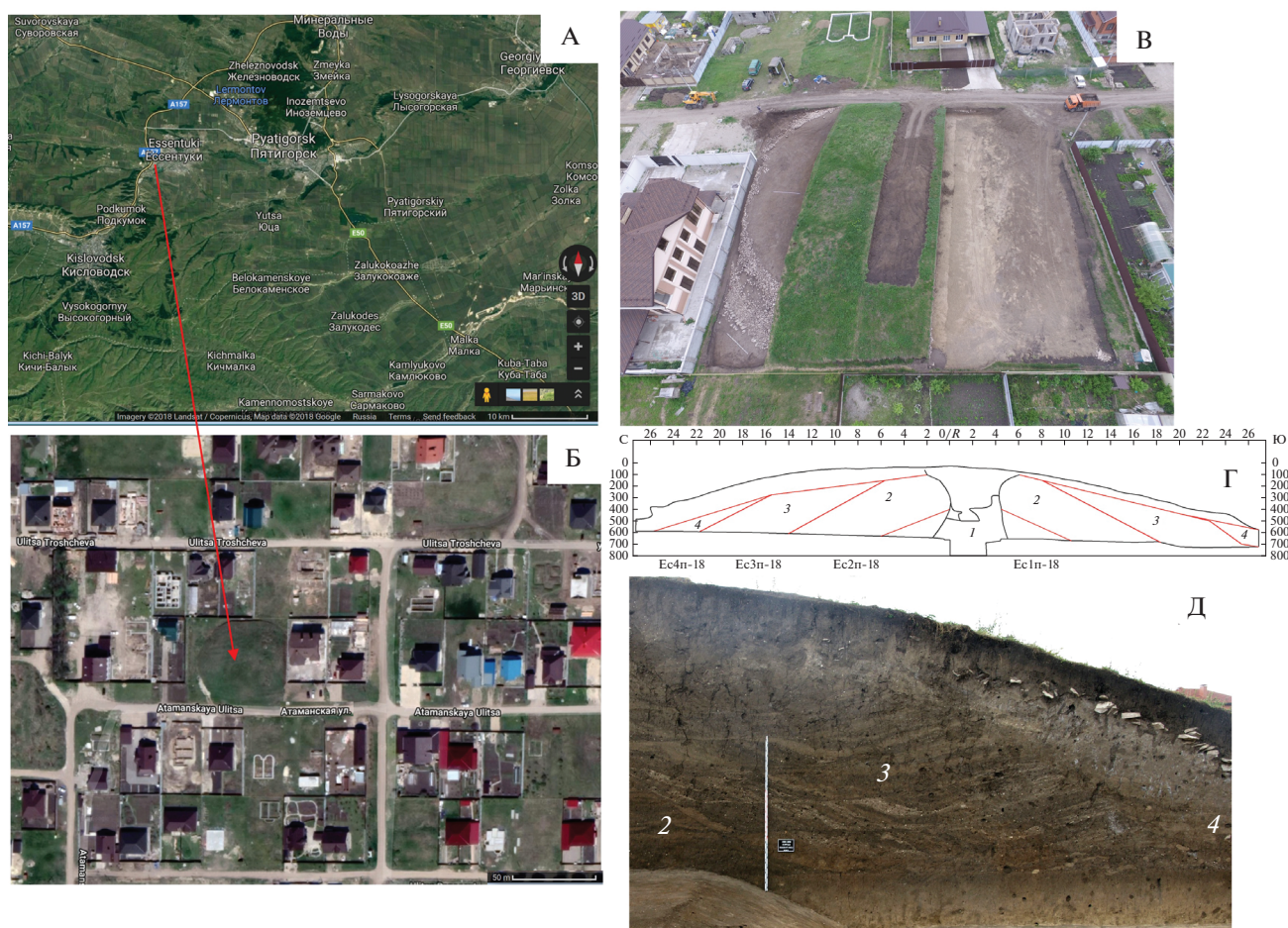


Рис. 1. Расположение кургана Эссентукский 1 на карте (А); между домов городской застройки по ул. Атаманской в г. Эссентуки (Б, В); схема центральной бровки западный фас (Г): 1 – первая конструкция, 2 – вторая конструкция, 3 – третья конструкция, 4 – четвертая конструкция и места заложения почвенных разрезов с их номерами; фото северной половины центральной бровки восточный фас (Д), обозначения конструкций на рис. Г и Д совпадают. Карты взяты с сайта <https://www.google.ru/maps/>.

ми и грунтовыми конструкциями в большом кургане, который относится к раннему этапу майкопской культуры раннего бронзового века, 5700–5500 л. н. Палеопочвенные исследования столь ранних майкопских курганов в Предкавказье до сих пор не проводились. Преимущества выявленного подкурганного педохроноряда заключаются в том, что почвы-члены ряда расположены очень близко друг к другу в однородных литолого-геоморфологических условиях, а также в известной хронологии порядка погребения: раньше погребены палеопочвы в центре кургана и позже – на его периферии. Также в данной работе впервые погребенные почвы рассматриваются в связи с этапами строительства большого кургана представителями одной археологической культуры, что позволило четко определить длительность строительства в пределах нескольких десятилетий и установить временной масштаб изменения свойств почв.

Цель работы – выявление направленных изменений свойств почв коротковременного педохроноряда, погребенного под большим курганом, и реконструкция изменений климата за время строительства археологического памятника. Для достижения цели были изучены свойства палеопочв под разновременными конструкциями одного кургана и сопоставлены со свойствами современных почв, а также проведен палинологический анализ.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования – курган Эссентукский 1, расположенный на северной окраине г. Эссентуки Ставропольского края, между домов частной застройки на ул. Атаманская (44°03'57.0" N 42°54'09.0" E) (рис. 1, А–1, В). Охранно-спасательные раскопки кургана были проведены ООО «Наследие» г. Ставрополь под руководством ар-

хеолога А.А. Калмыкова в 2017–2018 гг., а в июне 2018 г. — палеопочвенное исследование. Курган имел внушительные размеры: высота составляла 5.5–6.0 м, диаметр — более 60 м. Наземная часть кургана состояла из последовательных шести грунтовых и трех каменных конструкций (рис. 1, Г, 1, Д). Согласно радиоуглеродному датированию, проведенному методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS) в лаборатории Центра археометрии Курта Энгельхорна в г. Мангейме (Германия), для образцов из первой и третьей грунтовых конструкций были получены интервалы 3653–3522 и 3637–3521 cal BC соответственно. В обоих случаях датировались образцы с малой продолжительностью жизни, не подверженные резервуарному эффекту, что позволяет достаточно достоверно отнести к выявленной разности между временем сооружения указанных конструкций примерно в два десятилетия.

Город-курорт Ессентуки расположен в южной части Ставропольского края, у северных отрогов Главного Кавказского хребта, в 80 км от горы Эльбрус, на равнинном предгорье Скалистого хребта на высоте 600–640 м над ур. м., в зоне формирования минеральных вод. Рельеф местности представляет собой холмистую безлесную равнину, местами изрезанную небольшими балками по долинам рек. Курган располагается на водоразделе рек Кума и Подкумок либо на высокой второй–третьей террасе р. Подкумок, точное геоморфологическое местоположение трудно было установить из-за сплошной городской застройки и изменения исходного рельефа.

Климат континентальный, горно-степной. Средняя температура июля +27.4°C, максимальная температура доходит до +37°C. Среднегодовое количество осадков составляет 530–540 мм, преимущественно осадки выпадают весной и в начале лета. Для территории исследования характерно большое количество солнечных дней (в среднем 280 дней в году).

Зональные почвы — черноземы обыкновенные на лёссовидных карбонатных суглинках и глинах (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)). Естественная растительность предгорья представлена массивами дубово-грабовых лесов, чередующихся с луговыми степями, которая в горах (на высоте 800–1100 м) сменяется широколиственными лесами (бук, дуб, граб). В окрестностях кургана в настоящее время имеются лишь сельскохозяйственные угодья и земли селитебного назначения, а земля рядом с курганом, отданная в частное владение, была заброшена и не обрабатывалась с 1991–1992 г., то есть участок, на котором был заложен разрез фоновой почвы, к моменту нашей работы находился в залежи более 25 лет.

Изучение кургана было начато с морфологического описания курганной конструкции. Курган

был сильно подрезан с южной (при строительстве дороги по ул. Атаманской) и восточной сторон (при межевании участков и возведении заборов частных владений). С севера повреждений было меньше, но вся периферия кургана, за исключением небольшого участка в его западной части, оказалась недоступна для исследования (рис. 1, В). Под первой центральной земляной конструкцией в кургане, которая была в наибольшей степени разрушена грабителями, стремившимися попасть в центральное погребение, был заложен разрез Ес1п-18, под второй, третьей и четвертой — разрезы Ес2п-18, Ес3п-18, Ес4п-18 соответственно (рис. 1, Г). Все разрезы были заложены в центре и вдоль северной половины западного фаса центральной бровки кургана на расстоянии 6–14 м друг от друга. Нарушений поверхности погребенной почвы на протяжении всей изучаемой бровки отмечено не было. Разрез Ес5ф-18 современной почвы расположен в 30 м к северу от кургана на залежном участке на территории частного владения (последняя распахка более 25 лет назад), заросшем сорной травой, а также редкими 2–3-летними деревьями грецких орехов. Буква “п” в номере разреза указывает, что почва погребенная, буква “ф” — фоновая/современная. Почвенные горизонты получили индексы по классификационной системе WRB-15 [33].

Проведено полевое морфологическое описание почвенных профилей, цвет горизонтов определяли по шкале Манселла. В каждом изученном разрезе отобрали образцы с интервалом 10 см из верхнего метра и 20 см — из второго метра профиля. Также отобрали образцы для спорово-пыльцевого (палинологического) анализа с глубины 0–5 см из профилей погребенных почв.

В лаборатории образцы были высушены, растерты и пропущены через сито 1 мм для общих химических анализов, через сито 0.25 мм — для определения органического углерода и магнитной восприимчивости. Затем были определены: содержание органического углерода — метод Тюрина в модификации Антоновой с соавт., при этом содержание выделившегося при окислении CO₂ определяли на хроматографе [25]; CO₂ карбонатов — манометрически по разнице давлений в контроле и образце в герметичных сосудах с резиновыми пробками, в которых образцы реагировали с 10%-ной HCl, результаты затем пересчитаны на C [7]; pH водной вытяжки при соотношении вода : : почва 2.5 : 1; гигроскопическая влага; SO₄ гипса — весовым методом; сумма обменных оснований — методом вытеснения раствором CH₃COONH₄, с последующим определением K и Na пламенно-фотометрическим методом, а Ca и Mg — комплексометрически [4]; гранулометрический состав — методом пипетки с использованием пирофосфата натрия для диспергирования, фракции рассчита-

ны на абсолютно сухую навеску с учетом определения гигроскопической влаги [6]. Измерения удельной магнитной восприимчивости проводили в лабораторных условиях с помощью прибора Karrabridge KLY-2 в Центре коллективного пользования ИФХиБПП РАН. Для обработки результатов исследований и построения графиков использовали программы Microsoft Excel, Corel-Draw. Микроморфологический анализ шлифов из разрезов Ес1п-18, Ес4п-18 и Ес5ф-18 проводили на микроскопе AxioScope A1 Carl Zeiss (Германия) в Центре коллективного пользования ИФХиБПП РАН.

Палинологический анализ был выполнен Т.Ф. Трегуб (Воронежский государственный университет) по модифицированной методике В.П. Гричука [12]. Модифицированная 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 тем самым разделению минеральной и органической фракции. Навеска образца — 70–100 г. Образцы заливали 10%-ным раствором HCl, кипятили 10–15 мин до прекращения реакции. Контроль — быстрое осаждение породы за 0.5 ч. Образование суспензии означало, что реакция прошла не до конца. В этом случае описанные приемы повторяли. С целью разрушения железисто-алюмосиликатной пленки увеличивали время кипячения образца с соляной кислотой до перехода окисного железа в закисное, то есть до приобретения осадком серовато-зеленоватого оттенка. Образец промывали водой, слив производили через 3 ч. Затем осадок переводили в литровые цилиндры для отмучивания со сливом воды через 3 ч (пыльца в данном столбе воды оседает через 2–2.5 ч). Высоту сливаемого столба воды постепенно доводили до 30 см, так, чтобы нетронутым оставался слой в 5 см. Отмучивание осадка прекращали на 5–6 сутки, столб воды после осаждения породы был прозрачным. Разделение минеральной и органической фракций производили с помощью общеизвестных приемов, с использованием тяжелой жидкости. Применение вышеописанной методики в значительной степени способствовало достижению высокой насыщенности спорами и пыльцой препаратов при однократном обогащении породы [29]. Определения принадлежности спор и пыльцы к определенным семействам, секциям, родам и видам, проводили с помощью оптического микроскопа на основе различий в морфологическом строении микрофоссилий (форма зерна, наличие трехлучевой трещины, зародышевой борозды, апертуры или поры, воздушных мешков или гофрированной оторочки и др.), с учетом структурных и скульптурных осо-

бенностей строения экзины (верхнего слоя оболочки зерна).

Палинологический анализ проводили в восьми пробах, но лишь в пяти из них были получены валидные палиноспектры. Это пробы, отобранные из первой грунтовой конструкции над единственным центральным в кургане погребением из материала, имевшего признаки оглеения и гумусированного материала без таких признаков; пробы из 0–5 см разрезов Ес2п-18, Ес4п-18 и Ес5ф-18. В остальных трех пробах отмечены лишь единичные зерна хвойных пород (*Pinus*, *Picea*) и спор семейств *Polypodiaceae* и *Sphagnaceae*, для построения диаграммы эти пробы не использовали.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Конструкция кургана. Курган был сооружен на пологом склоне, угол наклона около 1° с севера на юг (рис. 1, Г). В кургане археологами было выделено шесть грунтовых и три каменных (две разновременные крепиды и кромлех) конструкции, которые из-за нарушений полы кургана не полностью читались на фасах центральной бровки, но были отчетливо прослежены на боковых. В центральной бровке сохранились четыре грунтовые и две каменные конструкции, которые были изучены при палеопочвенном анализе и схематически представлены на рис. 1, Г и частично на рис. 1, Д.

Вначале, при сооружении первой грунтовой конструкции, центральное погребение было оконтурено двумя невысокими, ориентированными в широтном направлении валиками из буровато-желтого материала, взятого из глубоких горизонтов ямы основного погребения (так называемый “выкид”). Затем между этими валиками выкладывались глинобитные слои более темного гумусированного материала и более желтого, которые чередовались между собой. Слои имели чашеобразный прогиб, в составе слоев помимо мелкозема присутствовала мелкая каменная крошка размером от 3–4 мм до 1–2 см, приуроченная больше к темным слоям, чем к желтым. Длина слоев кверху кургана постепенно уменьшалась, и чередующиеся слои в бровке образовывали почти правильную пирамиду или конус (рис. 1, Д, конструкции 2, 3). Из-за того, что центр кургана с самого верха и вплоть до основного погребения был нарушен просадкой грунта после обрушения перекрытия погребения и более поздней грабительской ямой, верхняя часть первой грунтовой конструкции была видна нечетко (рис. 1, Г). Пирамидальная форма первой грунтовой конструкции скорее угадывалась, чем была видна. Кроме этого, центр был смещен к северу из-за того, что грабительская яма прорезала южную часть первой и второй грунтовых конструкций.

Вторая грунтовая конструкция была сделана так же, как и первая — валики по внешней границе и между ними чередующиеся темные и желтые слои с чашеобразным прогибом, образующие пирамиду. В данном и во всех последующих случаях желтый грунт для валиков брался уже не из ямы основного погребения, а с прилегающей к кургану территории. Вторая пирамида была видна гораздо более четко, как на южной (рис. 1, Д, конструкция 2), так и на северной сторонах западного фаса центральной бровки, поскольку выходила за пределы грабительской ямы. В первой и второй конструкциях самый первый слой, лежащий на погребении и погребенной почве, состоял из материала глеевого горизонта с характерной сизовато-голубоватой окраской и множеством охристых пятен. Вероятно, такая выкладка оказала диагнетическое влияние на погребенные под этими конструкциями почвы, поскольку в самом верху (0–5 см) разрезы Ес1п-18 и Ес2п-18 имели пятна ожелезнения, хорошо прослеженные при микроморфологическом анализе. Остальной материал во всех курганных конструкциях, который имел более темный цвет брался, предположительно, из материала гумусового горизонта (Ah), более желто-палевый — из горизонтов AhB или Bk.

Третья и четвертая грунтовые конструкции также имели в основании своего внешнего контура небольшие валики, но внутри третьей конструкции появились заметные различия в структуре слоев на западном и восточном фасах бровки. На участке северной половины восточного фаса центральной бровки чередующиеся слои темного и желтого материалов, которые были прослежены на западном фаса, были заменены пачками разнородного материала, внутри пачек имеющего наклон согласно склону курганной конструкции. Пачки были отделены друг от друга четкими горизонтальными тонкими прослоями. В третьей конструкции с северной стороны восточного фаса центральной бровки прослеживается 5–6 таких пачек (рис. 1, Д, конструкция 3). В четвертой грунтовой конструкции опять темные и желтые слои чередуются, залегание прослоек было субгоризонтальным, отчетливо выражено усиление окарбоначивания материала, из которого сделана эта конструкция (рис. 1, Д, конструкция 4). В третьей и четвертой конструкции каменной крошки в темных слоях было существенно меньше или она отсутствовала.

Первая каменная конструкция — кромлех — представляла из себя каменные плиты размером 1.2(1.5) × 0.6(0.8) м, выставленные на торцы, плотно одна к другой, по периметру основания всей курганной конструкции. Камни второй (ранней) и третьей (поздней) каменной конструкций лежали в однородном палево-сером окарбоначенном материале, который, предположительно, использовался как цемент, в нем или им закрепляли кам-

ни. В этом материале не прослеживаются никаких слоев, он однородный. Вторая и третья каменные конструкции видны лишь с северной стороны кургана, поскольку в южной его части камни уходят под дорогу вдоль улицы и частично были использованы при строительстве этой дороги. При просмотре кургана сверху (рис. 1, В) четко видна двуслойность каменной выкладки (различаются две последовательные крепиды) с его северной стороны: нижняя часть — вторая каменная конструкция (крепида I) и верхняя — третья каменная конструкция (крепида II). Каменный материал в каменных конструкциях, как крупные плиты, так и относительно мелкие камни — это бештаунит (щелочной пироксен-амфиболовый трахилипарит) — горная порода, получившая свое название от горы Бештау и добытая древними строителями, по-видимому, на осыпях с горы Шелудивой (в 6 км на С–В по прямой или в 8 км по дорогам от кургана), или, возможно, с самой горы Бештау (около 9 км к С–ВВ от кургана по прямой и несколько больше — по дорогам). Кроме этого, в крепидах II (третья каменная конструкция) зафиксировано использование отдельных речных галек и булыжника.

На относительную узость хронологического отрезка времени (в несколько десятилетий), который понадобился древним строителям для возведения кургана, помимо радиоуглеродных дат для первой и третьей грунтовых конструкций, указывают ряд косвенных признаков, зафиксированных в ходе раскопок, и некоторые умозрительные выводы. Среди них отчетливо видимый единый архитектурный план строительства кургана, который был возведен над единственной могилой (центральное погребение); единые строительные приемы, использованные при сооружении различных его конструкций составляющих курган, в некоторых случаях их тесная взаимосвязь, и при этом заметные отличия на различных участках одной конструкции, которые могут быть объяснены небольшими временными (вероятно, сезонными) перерывами в строительстве; идентичная керамика, найденная во всех конструкциях кургана и за его пределами на ритуальной/поминальной площадке, а также наличие поблизости множества других, в том числе крупных майкопских курганов [21, 24]. Кроме этого, все грунтовые конструкции кургана Ессентукский 1, за исключением первой, нарушенной грабителями, на фасах центральной бровки имели четкие и резкие границы, чего не должно было быть, если бы курганные конструкции строились со значительными временными перерывами. Например, такие перерывы были четко диагностированы в поле и в дальнейшем подтверждены исследованиями в лаборатории по сформировавшимся на курганных конструкциях инициальным почвам в Большом

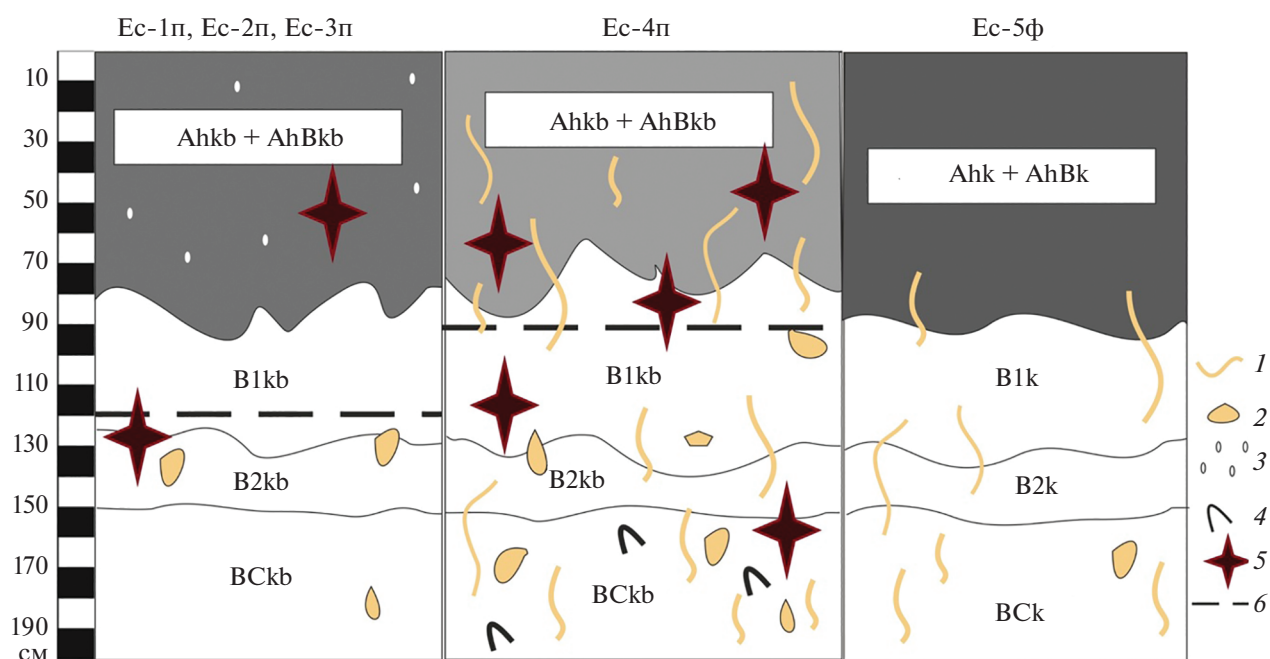


Рис. 2. Схемы морфологического строения почв коротковременного хроноряда: разрезы Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18, Ес4п-18 и Ес5ф-18: 1 – карбонатный псевдомицелий, 2 – белоглазка, 3 – карбонатная пропитка, 4 – прожилки гипса, 5 – зоотурбации, 6 – глубина залегания сегрегированных карбонатных новообразований.

Ипатовском кургане, исследованном ранее в Ставропольском крае [3].

Морфологический анализ показал, что погребенные почвы имели следующее строение профиля: Ahkb (глубина до 45 см), AhBkb (до 80 см), B1kb (до 120 см), B2kb (до 150 см) и BCkb–Ckb (до 200 см) (рис. 2). Все разрезы вскипали от HCl с поверхности.

От центра к периферии кургана наблюдалось четкое усиление степени окисленности и перерывности землероями верхних горизонтов погребенных почв. Верхний гумусовый горизонт палеопочв в разрезах Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18 имеет схожие характеристики: серый цвет почвенного материала с белесым оттенком от карбонатной пропитки (10YR 3/2–4/2 – темный серовато-коричневый), комковатая структура, изрытость, червеходы протяженные и покрашены гумусом. Палеопочва разреза Ес4п-18 отличается по цвету гумусового горизонта – 10YR 5/2 – серовато-коричневый, светлее предыдущих, белесый оттенок в местах скопления карбонатного псевдомицелия достигает граций в цвете 2.5YR 8/1 – белый, червеходы чаще окислены, чем покрашены гумусом. Если в верхних горизонтах первых трех разрезов карбонаты не имеют сегрегированных форм и представлены в виде слабой пропитки, то в разрезе Ес4п-18 наблюдается четко выраженный псевдомицелий. Во всех профилях в горизонтах Bkb встречается белоглазка, но если в первых трех профилях она имеет нечеткие

расплывчатые границы, диаметр не превышает 3, редко 5 см, встречается уверенно с глубины 110–120 см, то в разрезе Ес4п-18 диаметр белоглазки в большинстве случаев около 5 см, она начинается с глубины 80 см. Лишь в этой почве на глубине 170–200 см четко идентифицируются прожилки гипса, в остальных трех почвах слабый блеск от этих прожилок виден лишь в дне разреза. Почвы первых трех разрезов классифицированы как черноземы обыкновенные мощные легкоглинистые на карбонатных лёссовидных глинах (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)), почва четвертого разреза – чернозем южный легкоглинистый на карбонатных лёссовидных глинах (Haplic Calcisol (Loamic)).

Профиль изученной современной почвы идентичен по набору горизонтов и их мощности, за исключением верхнего бывшего пахотного горизонта, который за время нахождения почвы в залежном состоянии начал разрыхляться корнями травянистой растительности, верхние 10 см уже представляют собой густо переплетенную корнями дернину, граница бывшего пахотного горизонта выражена неясно на глубине 20–25 см. Карбонатные налеты по граням педов и псевдомицелий появляются на глубине 60 см, которые сменяются горизонтом хорошо выраженного карбонатного псевдомицелия до 120 см, ниже отмечаются пятна белоглазки с неясными границами, прожилок гипса заметно не было. Современная почва так же, как и почвы в первых трех разрезах, класси-

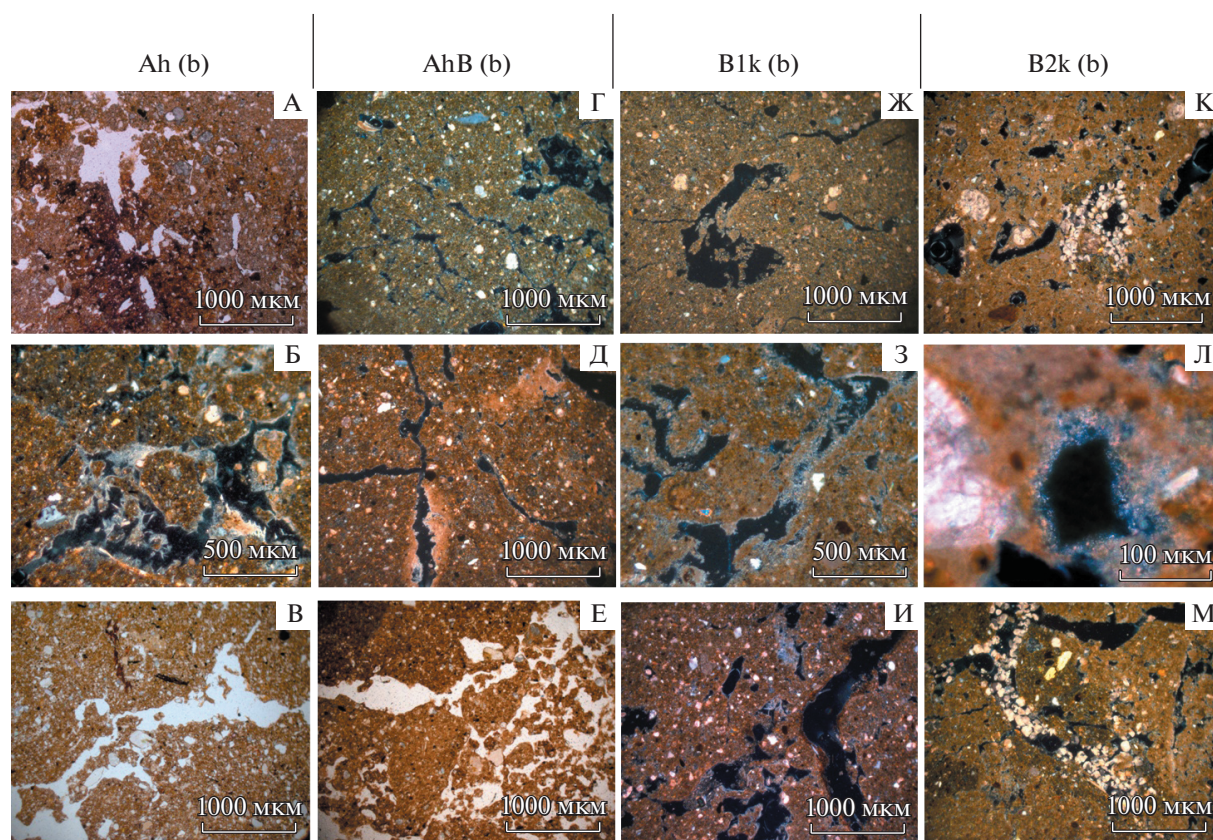


Рис. 3. Микроморфологическое строение почв коротковременного хроноряд, сверху обозначены почвенные горизонты, А, Г, Ж, К — разрезы Ес1п-18; Б, Д, З, Л — разрез Ес4п-18; В, Е, И, М — разрез Ес5ф-18. Фото А, В, Е сняты без анализатора, остальные — с анализатором. Пояснения к фото — см. текст.

фицируется как чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый на карбонатных лёссовидных глинах (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)).

Микроморфологический анализ позволяет отметить, что во всех трех рассматриваемых разрезах в горизонте Ahb, 5–10 см, хорошо заметны признаки биогенной активности — выбросы мезофауны в порах; а также окарбоначенность тонкодисперсной массы (ТДМ) (рис. 3, А–З, В). Множество зерен биогенных карбонатов, представляющих собой обломки раковин моллюсков, присутствует как в рассматриваемом горизонте, так и в других горизонтах во всех изучаемых почвах, мы отнесли этот признак к литогенному окарбоначиванию и в дальнейшем не обсуждаем. В разрезе Ес1п-18 отмечаются пятна ожелезнения поверх ТДМ, а степень окарбоначенности почвенной массы в целом слабая. В почве разреза Ес4п-19 биогенные выбросы и поры покрыты игольчатым кальцитом, пропитка ТДМ карбонатами существенно больше, встречаются отдельные зерна спарита. В современной почве разреза Ес5ф-18 отмечаются свежие растительные остатки, видны отдельные зернистые агрегаты, ТДМ имеет

железисто-глинистый состав, пропитка карбонатами ТДМ очень слабая.

В горизонте AhBb, 60–65 см, биогенные признаки сохраняются — выбросы мезофауны и зернистые агрегаты, увеличивается степень пропитки ТДМ карбонатами по сравнению с вышележащим горизонтом (рис. 3, Г, З, Е). В разрезе Ес4п-18 отмечаются микроучастки уплотнения карбонатной ТДМ с порами-каналами, в которых располагаются карбонатные стяжения, сложенные микритом. Иногда такие же стяжения отмечаются в почвенной массе (рис. 3, Д).

В горизонте B1kb, 82–87 см, биогенное измельчение почвенной массы фрагментарное, почвенная масса консолидирована и пропитана карбонатами (рис. 3, Ж–И). Но лишь в разрезе Ес4п-18 карбонатные стяжения, сложенные микритом и игольчатым кальцитом, присутствуют в порах-каналах (рис. 3, З). В разрезе Ес5ф-18 очень мелкие карбонатные стяжения, сложенные мелкоигольчатым кальцитом, отмечены в округлых пустотах и порах-камерах (рис. 3, И).

В горизонте B2kb, 142–147 см, во всех почвах отмечается максимальная в профиле степень окарбоначенности ТДМ, здесь присутствуют мелкие

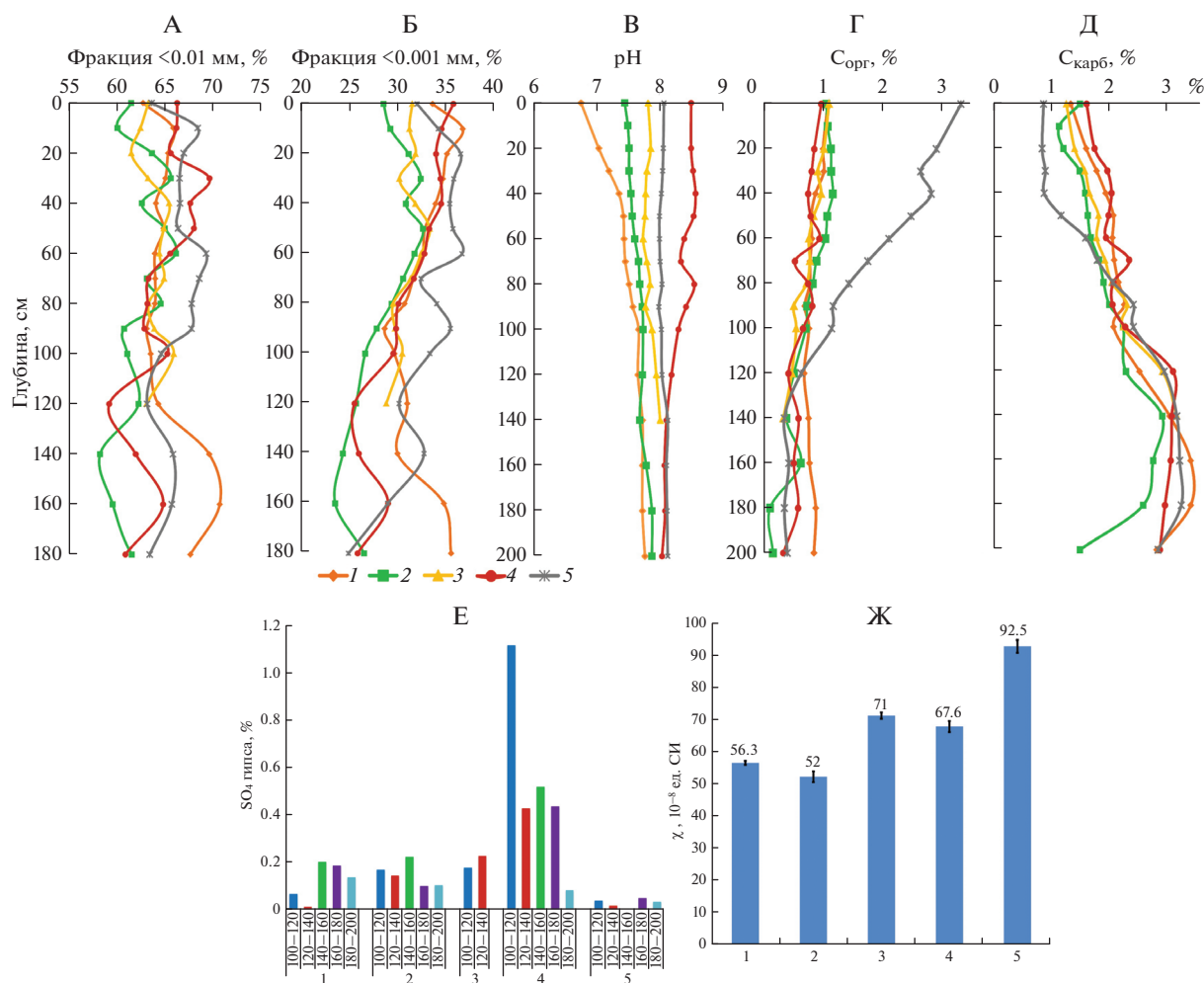


Рис. 4. Профильное распределение фракций <0.01 мм (А) и <0.001 мм (Б); pH H_2O (В); $C_{\text{орг}}$ (Г); $C_{\text{карб}}$ (Д); SO_4 гипса (Е); и удельной магнитной восприимчивости (Ж) в почвах изученного коротковременного хроноряда. Разрезы: 1 – Ес1п-18; 2 – Ес2п-18; 3 – Ес3п-18; 4 – Ес4п-18; 5 – Ес5ф-18.

микритовые карбонатные стяжения, а в порах – скопления спаритовых зерен (рис. 3, К–3, М). Лишь в разрезе Ес4п-18 зафиксированы мелкие, видные лишь при самом большом возможном при просмотре под световым микроскопом увеличении гипсовые кристаллы (рис. 3, Л, центр кадра).

Анализ гранулометрического состава показывает, что в исследуемых почвах физическая глина (размер частиц <0.01 мм) составляет от 60 до 70%, физический песок (размер частиц >0.01 мм) от 30 до 40%, а илистая фракция (размер частиц <0.001 мм) до 37% (рис. 4, А, 4, Б).

Распределение этих фракций по профилям как погребенных, так и современных почв позволяет сделать вывод о том, что рассмотренные профили однородны по гранулометрическому составу, который можно охарактеризовать по классификации Н.А. Качинского как легкая глина. Следовательно, мы можем сравнивать остальные измерен-

ные свойства наших почв напрямую, без расчета их относительных величин.

По величинам pH_{H_2O} (рис. 4, В) выделяется палеопочва Ес4п-18 с самыми большими значениями этого показателя по всему профилю, 8.1–8.5, тогда как в современной почве – от 8.0 до 8.1, а в палеопочвах Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18 – от 6.9 до 7.9. При этом до глубины 80 см почва разреза Ес4п-18 показывает самые щелочные значения pH среди всех изученных почв хроноряда.

Содержание органического углерода ($C_{\text{орг}}$) во всех палеопочвах меньше по сравнению с современной почвой, что обусловлено диагенетической минерализацией органического вещества в процессе погребения почв (рис. 4, Г). В современной почве верхний гумусовый горизонт содержит 3.3% $C_{\text{орг}}$ против 1% на тех же глубинах в палеопочвах. Для современной почвы отмечается аккумулятивный тип распределения органического ве-

щества, характеризующийся максимальным накоплением гумуса с поверхности при постепенном падении содержания с глубиной. Содержание $C_{орг}$ в погребенных почвах также постепенно снижается и колеблется в пределах 0.3–0.5% во втором метре профиля.

Среди погребенных почв наименьшие значения $C_{орг}$ в верхнем полуметре наблюдаются в палеопочве, погребенной в конце строительства кургана – разреза Ес4п-18, а наибольшие – в разрезе Ес2п-18. Наиболее четкая разница видна при пересчете данных на исходное содержание $C_{орг}$ до захоронения, когда предполагается, что в палеопочвах за более чем 5000-летний период минерализовалось до 70% от исходного содержания этого вещества [19]. Можно отметить, что исходное содержание $C_{орг}$ в палеопочвах разреза Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18, погребенных поочередно друг за другом, сопоставимо с содержанием в современной почве, если учесть небольшое убывание органического вещества из верхнего горизонта современной почвы в результате бывшей распашки. Тогда как в разрезе Ес4п-18 исходное содержание $C_{орг}$ практически во всем верхнем полуметре меньше, чем в современной залежной почве.

В распределении **углерода карбонатов** ($C_{карб}$) по профилям изученных почв (рис. 4, Д) отмечается ясная тенденция увеличения его содержания в нижней части профиля. В верхнем полуметре профиля значения содержания $C_{карб}$ в палеопочвах варьируют от 1.2 до 2.0%, при этом максимальные показатели в этой части профиля характерны для разреза Ес4п-18. В фоновых почвах содержание $C_{карб}$ по профилю увеличивается от 0.9% в верхней части профиля до 3.0% в средней части. Максимумы профильного содержания $C_{карб}$ для палеопочвы разреза Ес4п-18 отмечаются на глубине 70 и 120 см, а для всех остальных почв, включая современную, максимумы расположены ниже – на глубине 90 и 140–160 см. В верхней части профиля современной почвы примерно до глубины 60 см содержание $C_{карб}$ заметно меньше, чем в погребенных почвах.

В **содержании гипса** четко прослеживается увеличение во втором метре профиля палеопочв рассматриваемого коротковременного хроноряда от начала к концу строительства кургана. Максимальное значение отмечается в палеопочве Ес4п-18 на глубине 100–120 см и составляет 1.1%. В трех других погребенных почвах и в современной почве значения не превышают 0.3% (рис. 4, Е).

Для оценки распределения и состояния соединений железа в почвах и ландшафтах используется величина **магнитной восприимчивости** почв, которая измеряется инструментально и выражается величиной χ в единицах СИ. Если магнитная восприимчивость измеряется в лабораторных услови-

ях с учетом массы навески, она называется удельной. Величина магнитной восприимчивости зависит от факторов почвообразования. Как показали исследования последних лет [31], существует прямая связь между приростом магнитной восприимчивости в почвенном профиле и среднегодовыми атмосферными осадками: чем больше осадков, тем больше магнитная восприимчивость в автоморфных почвах степной зоны. Это объясняется реакцией железоредуцирующих бактерий, находящиеся в гумусовом горизонте, которые реагируют на климатические изменения [17].

При педогенезе происходит изменение χ почв по сравнению с χ материнской породы, величина которой зависит от факторов почвообразования. В автоморфных почвах, развивающихся в окислительных условиях, величина χ по сравнению с почвообразующей породой возрастает, а в восстановительных, как правило, уменьшается [5]. По нашим наблюдениям при заметной доле в составе обменных оснований обменного магния и натрия величина магнитной восприимчивости обратно коррелирует с этими величинами.

Анализируя полученные данные (рис. 4, Ж) отмечаем, что современные почвы характеризуются наибольшими значениями χ по сравнению с палеопочвами. Величина удельной магнитной восприимчивости, измеренной в верхних 0–10 см профилей палеопочв, колеблется от 52×10^{-8} до 71×10^{-8} ед. СИ, тогда как в современных почвах отмечаются величины $>92 \times 10^{-8}$ ед. СИ. Некоторое уменьшение величин χ в почвах разрезов Ес1п-18 и Ес2п-18 по сравнению с остальными подкурганскими почвами мы связываем с их диагенетическим изменением в результате влияния материала глеевого горизонта, выложенного на их поверхность. А в тех почвах, которые не затронуты “диагенетическим ожелезнением” сверху, прослеживается обратная связь с долей обменных магния и натрия в сумме обменных оснований.

В составе **обменных оснований** во всех изученных почвах, безусловно, преобладает кальций, составляя более 75% от суммы катионов. Содержание магния колеблется от 8% в современных почвах до 21% в палеопочвах разрезов Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18, и от 23 до 29% в разрезе Ес4п-18 (рис. 5). Скорее всего, это связано со спецификой литогенного фона данной территории – обогащение исходных почвообразующих пород обменным магнием. Вместе с тем и содержание обменного Na заметно различается в почвах рассматриваемого хроноряда.

В палеопочве Ес4п-18, погребенной последней в изучаемом коротковременном хроноряду, отмечается наибольшее содержание как обменного натрия, так и магния в составе обменных оснований. Содержание обменного Na достигает 4.4% во втором метре профиля. В других палеопочвах

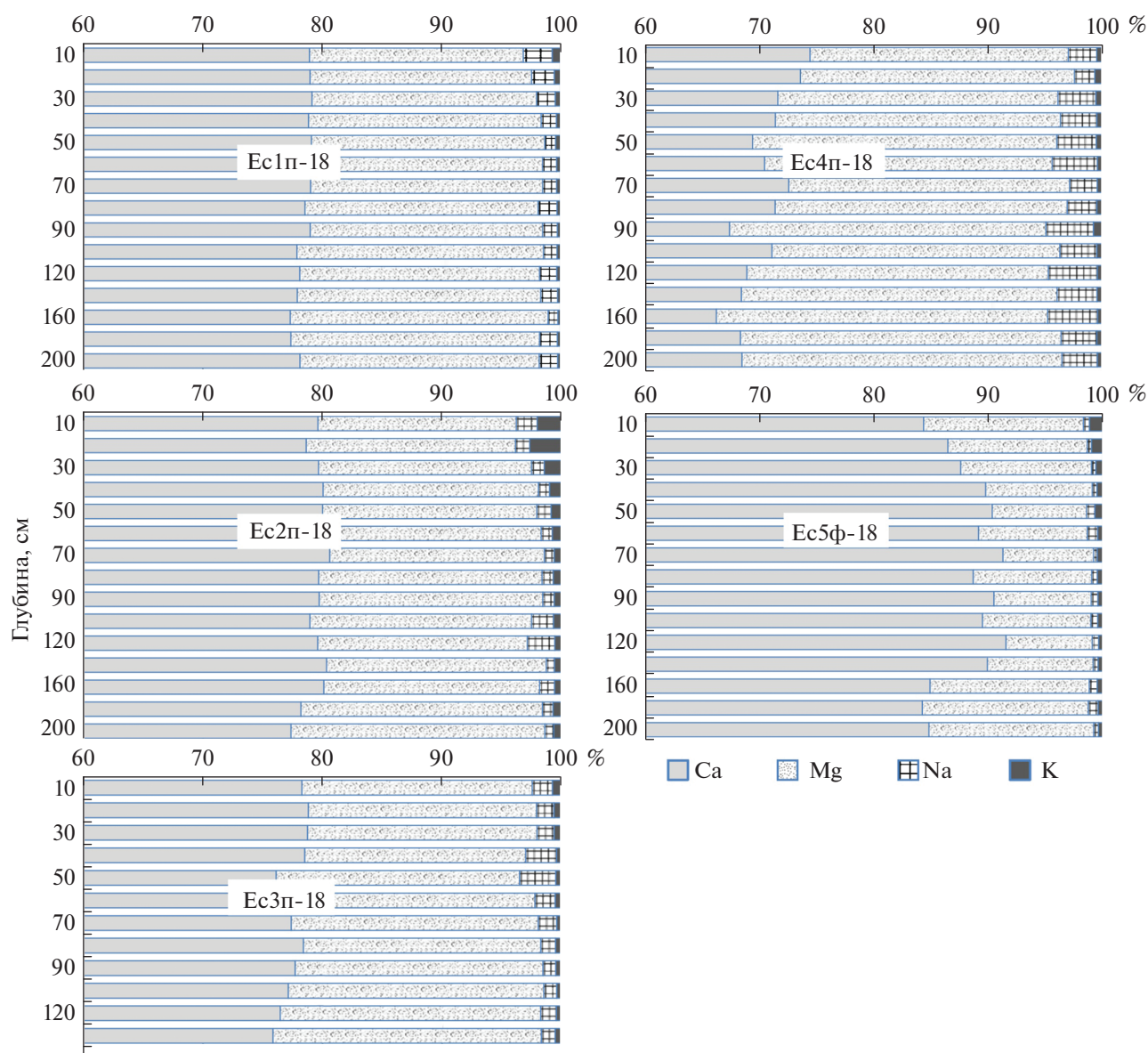


Рис. 5. Состав обменных оснований в изучаемых почвах коротковременного хроноряда.

значения содержания этого элемента в составе обменных оснований колеблются от 0.7 до 3% по всему профилю. Современные почвы характеризуются наименьшим содержанием обменного натрия – от 0.3 до 0.9% по всему профилю (рис. 5).

На диаграмме, составленной по данным **спорово-пыльцевого анализа**, выделены три палинозоны (рис. 6).

I палинозона объединила пробы-повторности, отобранные из материала первой грунтовой курганный конструкции над основным погребением. Здесь доминирует пыльца хвойных пород. Хвойные группировки слагались соснами секции *Sula* и сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) с заметным участием ели (*Picea*) и единично пихтой (*Ab-*

ies) и можжевельником (*Juniperus*). Данные сообщества занимали в основном горные склоны. В долинах, ущельях были развиты буково-ореховые леса (*Fagus-Juglans*) с участием вяза (*Ulmus*), граба (*Carpinus*), реже – дуба (*Quercus*). Подлесок был образован лещиной (*Corylus avellana*) и жасминовыми куртинами (*Jasminium*). Ольховые (*Alnus*) заросли тяготели к береговой линии водоемов.

Состав травянистого покрова отражает, в основном, луговые сообщества и травянистые группировки, характерные для полей и лесных опушек.

Споровые растения, особенно заметные в пробе из оглеенного материала первой конструкции, и их состав указывают на близость переувлажненных грунтов с обилием сырых остатков древесины, а

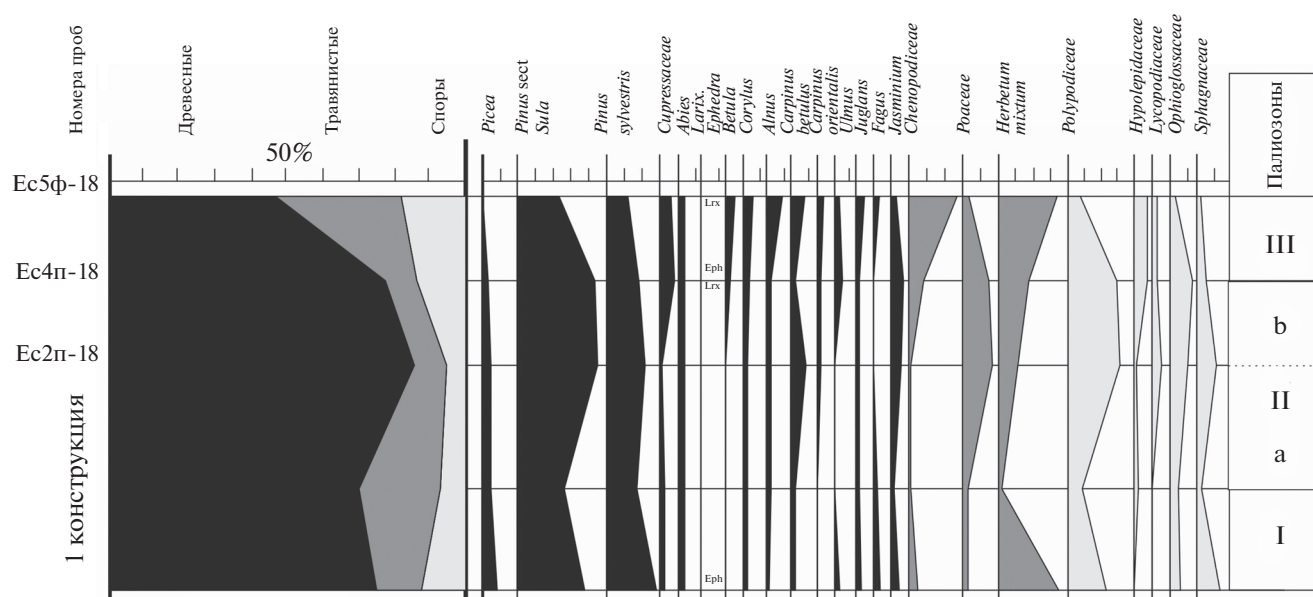


Рис. 6. Спорово-пыльцевая диаграмма погребенных и современных почв и слоев курганной конструкции кургана Ес-сентукский I.

также на наличие небольших верховых сфагновых болот.

II палинозона объединила пробы, отобранные из верхних 0–5 см погребенных под курганом почв, разрезов Ec2п-18 и Ec4п-18. Палинозона характеризуется развитием в долинах грабовых и буковых группировок, возможно, разрозненных территориально. По склонам широкое развитие получают грабинники (рис. 6, палинозона IIa), которые в верхней части палинозоны уступают свою роль вязовым зарослям (рис. 6, палинозона IIb). Высокие отметки склонов были заняты хвойными лесами, но количество ели заметно снижается по сравнению с I палинозой. Климат, оставаясь достаточно теплым, становится суше, и в конечные фазы палинозоны в составе растительности появляется хвойник (*Ephedra*) — типичный ксерофит.

Обилие в составе травянистой растительности представителей семейства злаковых (*Poaceae*) свидетельствует о заметном остепнении луговых сообществ на данном этапе. Состав спор указывает на близость водоема с частичным заболачиванием береговой линии.

III палинозона отражает современное интегральное состояние растительного покрова на основании изучения пробы из верхних 0–5 см разреза Ec5ф-18. Наблюдается некоторый подъем границы развития хвойных лесов, на что указывает возрастание значения пыльцы можжевельника. Становятся разнообразнее в видовом отношении широколиственные леса с участием граба, вяза, ореха грецкого и бука. Грабинники расши-

ряют свой ареал практически до прежних границ. Вблизи береговой линии водоема развиты березово-ольховые заросли. Скотоводство приводит к тому, что выбитые скотом луга высокой поймы занимают лебедовые группировки, а пойменные участки и временно подтопляемые территории находятся под луговым разнотравьем.

Среди спор заметную роль играют представители гиполепидовых (*Hypolepidaceae*), которые в экологическом отношении тяготеют к лесным опушкам, к горным смешанным лесам, лесным лугам.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Сравнительный анализ количественных и качественных морфологических, физико-химических и палеоботанических свойств палеопочв коротковременного хроноряда, погребенного под курганом раннего бронзового века Есентукский I, дает возможность реконструировать направленность и масштабы изменчивости температур и атмосферной увлажненности, а также рассмотреть особенности эволюции почв.

Морфологические и физико-химические свойства изученных палеопочв показывают не только направленность изменений климата, но и вариативность почвенных свойств. Представилась возможность изучить вариативность свойств палеопочв, отнесенных к одному и тому же этапу строительства кургана в раннее майкопское время, так как палеопочвы, расположенные ближе к центру кургана, были погребены друг за другом очень быстро, что подтверждается археологиче-

скими данными, а также тем, что почвы в разрезах Ес1п-18, Ес2п-18 и Ес3п-18 обладают схожими свойствами. Мы можем рассматривать их как единый объект и сравнивать усредненные для них значения, как с современной почвой, так и палеопочвой разреза Ес4п-18, демонстрирующей очевидно отличающиеся свойства.

За время функционирования кургана произошла деградация гумусового профиля, что отражается в его осветлении в разрезе Ес4п-18 по сравнению с тремя другими подкурганными почвами. Соли карбонатов и гипса подтянулись к дневной поверхности. По данным как макро-, так и микроморфологического анализа в карбонатном профиле увеличилось количество новообразований и изменились их формы от слабой пропитки с самого верха профиля и редкой белоглазки — в средней части к ясно выраженному псевдомицелию и обилию белоглазки, а также общему увеличению степени пропитки тонкодисперсной массы карбонатами соответственно. Данные лабораторного изучения позволяют отметить в верхней части профиля разреза Ес4п-18 уменьшение содержания органического углерода как по сравнению с ранее погребенными почвами коротковременного хроноряда, так и относительно современных почв, если мы рассматриваем реконструированные значения этого компонента. Содержание углерода карбонатов, гипса, обменного натрия и магния в составе обменных оснований увеличилось, а магнитной восприимчивости — уменьшилось, что свидетельствуют о более аридном климате во время формирования почвы, погребенной в периферийной части кургана по сравнению с теми, что ближе к центру. Для изученного педохроноряда за время его функционирования характерна смена почвенного подтипа черноземов: от обычных мощных легкоглинистых (Calcic Chernozems (Loamic, Pachic)) в центре кургана (разрезы Ес1п-18, Ес2п-18, Ес3п-18) к южным легкоглинистым (Haplic Calcisol (Loamic) — на периферии (разрез Ес4п-18)). Современная почва классифицируется так же, как почвы в центре кургана.

Кроме этого, результаты проведенного исследования иллюстрируют скорость изменения почвенных признаков. За короткий период времени, несколько десятилетий, пока строился курган, отмечается не только смена физико-химического и морфологического облика почв, но и смена почв на уровне подтипа в условиях нарастания аридизации и континентальности климата. В пользу того, что за несколько десятилетий на фоне короткопериодических климатических колебаний в степной зоне могли произойти изменения почв на уровне подтипа можно найти данные в недавней работе [27], где “на основе геоинформационного анализа разновременных почвенных карт были выявлены закономерные трансформации границ почвенных ареалов автоморфных черноземов, связанные с

внутривековой климатической цикличностью, ... приводящей к изменению таксономической принадлежности почв на уровне подтипа”.

Сопоставление свойств палеопочв с изученной современной почвой позволяет предполагать, что палеопочвы раннего майкопского времени формировались в условиях более аридного климата, чем сейчас.

Палинологический анализ, продемонстрировав динамику растительного покрова, независимо от палеопочвенного изучения подтвердил сделанные выводы о палеоклиматической обстановке изучаемого интервала времени. За время строительства кургана фиксируется небольшое сокращение площади лесов и изменение видового состава леса от грабовых лесов к грабово-вязовым лесам, увеличение доли травянистой растительности, остепнение луговых сообществ, появление явных ксерофитов в составе растительных сообществ. Это было связано с изменением влаго- и теплообеспеченности территории. Растительный покров изменился немного, так как период строительства кургана составляет всего несколько десятилетий, что является небольшим временным интервалом для отклика растительных сообществ.

Важно подчеркнуть, что признаки ксерофитизации растительности отчетливо проявляются уже в образце из разреза Ес2п-18, почва в котором ни по морфологическим, ни по аналитическим свойствам практически не отличается от почвы разреза Ес1п-18. Это позволяет предполагать, что в целом строительство кургана совершалось в период довольно интенсивной аридизации климата на данной территории. Именно поэтому так уверенно мы фиксируем подтиповое различие палеочерноземов, погребенных в центре и на периферии кургана несмотря на сравнительно короткий промежуток времени, пока длилось это строительство.

Ранее исследования подкурганных палеопочв начала бронзового века проводили в Ставропольском крае и Предкавказье [3, 8, 32, 34], где отмечается усиление аридных свойств в исследуемый период и в целом реконструируется более засушливый период второй половины среднего голоцена, сопровождавшийся засолением и осолонцеванием почв, что обусловило формирование более южных и континентальных подтипов и родов почв и согласуется с данными, полученными в нашем исследовании. На основе палинологических данных усиление аридизации климата реконструировано в период начала расселения племен майкопской культуры по долинам рек в условиях современных злаковых степей не только в Предкавказье, но и на западном окончании Прикаспийской низменности и на Таманском полуострове [22]. Наличие аридизации климата во второй половине IV тыс. до н. э. на Ергенинской

возвышенности, в Прикаспийской низменности, Южном Приуралье отмечается в ряде работ палеопочвоведов и палинологов [15, 20, 23, 29].

Полученные нами ранее результаты изучения палеопочв Красиковского I курганного могильника в степном Приуралье [30, 35] следует упомянуть при обсуждении полученных результатов по двум причинам. Во-первых, радиоуглеродные археологические даты, полученные для самого раннего кургана I в могильнике Красиковский I, практически совпадают с датами для кургана Ессентукский 1: 3650–3520 для приуральского памятника и 3653–3522, 3637–3521 – для кавминводского. Во-вторых, на основании палеопочвенного анализа курганов в могильнике Красиковский I реконструирован аридный эпизод в интервале от 3600 до 3000 лет *cal BC* (5600–5000 л. н.), что согласуется с данными, полученными на основе палеопочвенного анализа кургана Ессентукский I в плане направленности изменения климатических условий (усиление аридизации). Необходимо отметить, что ранняя керамика также была обнаружена в изучаемом кургане Ессентукский I, что еще более сближает, в том числе хронологически, эти два кургана, сооруженных в удаленных друг от друга регионах степной зоны Восточно-Европейской равнины. Но если говорить о скорости проявления изменений климата в почвенном профиле, курган Ессентукский I и Красиковские курганы дают совершенно разную информацию: несколько десятилетий в первом случае, порядка 400 лет – во втором, что объясняется разными подходами к датированию этих объектов. Хотя в случае с Красиковскими курганами мы предполагали более быстрое, чем позволяют определить радиоуглеродные даты, изменение свойств почв в выявленном хронологическом ряду [30].

Из-за уникальности изученного археологического памятника в г. Ессентуки и подтверждения, как археологическим материалом, так и отчасти радиоуглеродным датированием сравнительно небольшого временного интервала строительства кургана, проведенное исследование позволяет впервые для столь отдаленного от наших дней времени установить сравнительно короткий временной масштаб изменчивости свойств палеочерноземов, когда за несколько десятилетий происходит смена подтипа чернозема более южным вариантом. Ранее изменения такого же временного масштаба для подкурганных палеопочв в Предкавказье были задокументированы для финала раннего железного века (первые века нашей эры), когда уже существовали письменные источники, и даты сооружения курганов и погребенных под ними почв можно было подтвердить не только радиоуглеродными, но гораздо более надежными археологическими и историческими материалами [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Археологические памятники (курганы) степной зоны юга России представляют собой уникальные объекты, своего рода природный архив, сохранивший информацию о голоценовых палеопочвах, о состоянии растительных сообществ, о закономерностях динамики климата и степени ее влияния на эволюцию почв и на ландшафты во второй половине голоцена.

Коротковременной педохронология кургана Ессентукский I – уникальный объект для исследования как по возрасту сооружения (майкопская культура, более 5500 л. н.), под которым погребены изученные почвы, так и предполагаемой скорости строительства кургана, несколько десятилетий, что позволяет определить временной масштаб эволюции свойств изученных почв.

От начала к концу строительства кургана менялся морфологический облик и физико-химические свойства почв, а именно, происходило уменьшение мощности гумусового профиля и содержания гумуса, увеличение содержания гипса, карбонатов кальция, перемещение зоны их аккумуляции вверх по профилю, трансформация форм карбонатных новообразований, увеличение доли обменных магния и натрия в составе обменных оснований и снижение магнитной восприимчивости.

Наиболее засушливый облик имеет почва, погребенная последней в изученном хронологическом ряду: гумусовый горизонт наиболее светлый, профиль наиболее сильно обогащен карбонатами, отмечается наиболее высокое содержание обменных магния и натрия в составе обменных оснований и снижение магнитной восприимчивости, максимальная величина содержания гипса во втором метре профиля. Эта почва, классифицируется как чернозем обыкновенный мощный легкоглинистый на карбонатных лёссовидных глинах, *Haplic Calcisol* (*Loamic*), тогда как остальные палео- и современная почвы – черноземы типичные мощные легкоглинистые на лёссовидных карбонатных глинах, *Calcic Chernozems* (*Loamic, Pachic*). На основе палеоботанических данных можно отметить, что за время строительства кургана произошло сокращение площади лесов и увеличение доли травянистой растительности, ее остепнение и ксерофитизация, что связано с уменьшением влаго- и увеличением теплообеспеченности территории. Различия не очень велики, что объясняется коротким интервалом между погребением почв.

Исследуемый объект отражает направленность изменения климата в сторону засушливости и увеличения теплообеспеченности в раннемайкопское время, во второй четверти IV тыс. до н. э.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Благодарим директора Евразийского отделения Германского археологического института профессора Свенда Хансена за помощь в радиоуглеродном датировании образцов из кургана Ессентукский 1. Глубокую благодарность приносим Т.Ф. Трегуб за выполнение палинологического анализа.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена по теме государственного задания № 0191-2019-0046. Анализы почв выполнены за счет гранта Российского научного фонда, проект № 16-17-10280, а также за счет финансирования со стороны ООО “Наследие” г. Ставрополь.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александровский А.Л. Отражение природной среды в почве // Почвоведение. 1996. № 3. С. 277–287.
2. Александровский А.Л., Белинский А.Б., Калмыков А.А., Корнеевский С.Н., Ван дер Плихт Й. Погребенные почвы Большого Ипатовского кургана и их значение для реконструкции палеоклимата // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. Вып. 2. Археология, антропология, палеоклиматология. 2001. С. 131–143.
3. Александровский А.Л., Хохлова О.С., Седов С.Н. Большой Ипатовский курган глазами почвоведов // Российская археология. 2004. № 2. С. 61–70.
4. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
5. Вадюнина А.Ф., Бабанин В.Ф. Магнитная восприимчивость некоторых почв СССР // Почвоведение. 1972. № 10. С. 56–66.
6. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
7. Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС, 2006. 400 с.
8. Габуев Т.А., Хохлова О.С. Дробная датировка курганов могильника Брут 1 (Северная Осетия) // Российская археология. 2012. № 4. С. 16–25.
9. Геннадиев А.Н. Почвы и время: модели развития. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1990. 232 с.
10. Геннадиев А.Н., Горячкин С.В., Дворниченко В.В. Опыт применения методов почвоведения в исследовании стратификации и морфологии курганных сооружений полупустынной зоны ЕТС // История развития почв СССР в голоцене. Пушкино, 1984. С. 233–235.
11. Гольева А.А., Хохлова О.С. Реконструкция этапов создания большого Синташтинского кургана (Челябинская область) на основе палеогеографических данных // Известия РАН. Сер. географическая. 2010. № 6. С. 67–76.
12. Гричук В.П. Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пылецевого анализа // Проблемы физической географии. 1940. Вып. 8. С. 53–58.
13. Губин С.В. Диагенез почв зоны сухих степей, погребенных под искусственными насыпями // Почвоведение. 1984. № 6. С. 5–13.
14. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология: интеграция в изучении истории природы и общества. Пушкино, 1997. 214 с.
15. Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. Палеопочвы и природная среда северных Ергеней в эпохи энеолита и бронзы (IV–II тыс. до н. э.) // Почвоведение. 2003. № 6. С. 655–669.
16. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 227 с.
17. Заварзина Д.Г., Алексеев А.О., Алексеева Т.В. Роль железоредуцирующих бактерий в формировании магнитных свойств степных почв // Почвоведение. 2003. № 10. С. 1218–1227.
18. Зданович Г.Б., Иванов И.В., Хабдулина М.К. Опыт использования в археологии естественных методов исследования (курганы Кара-Оба и Обалы в северном Казахстане) // Советская археология. 1984. № 4. С. 35–48.
19. Иванов И.В. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М.: Наука, 1992. 144 с.
20. Иванов И.В., Васильев И.Б. Человек, природа и почвы Рын-песков Волго-Уральского междуречья в голоцене. М.: Интеллект, 1995. 964 с.
21. Колесниченко К.Б. Отчет об археологических раскопках на территории Предгорного района Ставропольского края в 2015 году. Курганный могильник “Винсады-5”. Открытый лист № 783 // Архив ИА РАН. Раздел I. На 01.12.2019 номер не присвоен.
22. Корнеевский С.Н. Общее представление о климатических переменах в равнинном Предкавказье в эпоху начала медно-бронзового века второй половины V–IV тыс до н. э. // Археология и естественные науки в изучении культурного слоя объектов археологического наследия. Мат-лы междисциплинар. научн. конф. М., 2018. С. 89–91.
23. Лаврушин Ю.А., Спиридонова Е.А., Сулержицкий Л.Д. Геолого-палеоэкологические события севера арийской зоны в последние 10 тыс. лет // Проблемы древней истории Северного Прикаспия. Самара, 1998. С. 40–65.
24. Лычагин А.В. Отчет о раскопках памятников археологии на Кавказских Минеральных Водах, проведенных в 2014 году ГУП “Наследие”. Курганы Винсадский 2, курганные могильники Винсады-4, Скачки-3 // Архив ИА РАН. Раздел I. На 01.12.2019 номер не присвоен.
25. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 273 с.
26. Песочина Л.С. Палеопочвенные исследования курганного могильника “Российский-II” в Ростовской области // Мат-лы Всерос. научн. конф. по археологическому почвоведению, посвященной памяти профессора В.А. Демкина. Пушкино, 2014. С. 144–150.

27. Смирнова Л.Г., Чендев Ю.Г., Кухарук Н.С., Нарожная А.Г., Кухарук С.А., Смирнов Г.В. Изменение почвенного покрова в связи с короткопериодическими климатическими колебаниями // Почвоведение. 2019. № 7. С. 773–780.
<https://doi.org/10.1134/S0032180X19070116>
28. Спиридонова Е.А., Алешинская А.С., Корневский С.Н., Ростунов В.Л. Сравнительный анализ природной среды времени существования майкопской культуры в Центральном Предкавказье // Материалы по изучению историко-культурного наследия Северного Кавказа. М.: Памятники исторической мысли, 2001. Вып. 2. С. 144–162.
29. 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.
30. Хохлова О.С., Папкина А.Э., Хохлов А.А., Пузанова Т.А., Курбанова Ф.Г. Палеопочвенные исследования курганного могильника Красиковский I в Оренбургской области // Археологические памятники Оренбуржья. Сб. научн. тр. Оренбург, 2019. С. 49–59.
31. 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 paleosols // *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 2007. V. 249. № 1. P. 103–127.
32. Alexandrovskiy A.L., Van der Plicht J., Khokhlova O.S. Abrupt Climatic Change in the Dry Steppe of the Northern Caucasus, Russia, in the Third Millennium BC // *Geolines*. 2000. V. 11. P. 64–66.
33. IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. An international soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, 2015. Reports No. 106 (2014).
34. Khokhlova O.S., Voronin K.V., Malashev V.Yu., Golyeva A.A., Khokhlov A.A. Soil evolution and accumulation of loess-like material in the Chechen depression, Northern Caucasus, Russia // *Quater. Int.* 2001. V. 76–77. P. 103–112.
35. Papkina A., Khokhlova O., Morgunova N., Puzanova T. Evolution of soils of the Southern Urals in the Early Bronze Age on the basis of archaeological data (on an example of a burial ground Krasikovo I in the Orenburg region) // International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM: Surveying Geology & Mining Ecology Management, 2018. V. 18. P. 181–188.

Variations in the Properties of Chernozems and Paleoenviromental Conditions in the North Caucasus in the 4th Millennium BC according to the Results of the Study of Essentuksky 1 Kurgan

A. E. Sverchkova^{1, *}, O. S. Khokhlova¹, and A. A. Kalmykov²

¹*Institute of Physicochemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow oblast, 142290 Russia*

²*ООО “Heritage”, Stavropol, 355008 Russia*

*e-mail: acha3107@gmail.com

A short-term chronosequence of paleosols buried under different structures in the big Essentuksky 1 kurgan (North Caucasus) constructed in the second quarter of the 4th millennium BC (the Maikop culture) was studied. According to archaeological data, the kurgan construction continued for several decades. During this time, the morphological pattern and physicochemical properties of soils changed: the thickness of the humus profile and the content of organic carbon decreased, the contents of gypsum and carbonates increased and the zone of their accumulation shifted upwards the soil profile, and transformation of the forms of carbonate features took place. The most “arid” properties were found in the soil buried last in the studied chronosequence: the humus horizon of this soil is the lightest in color and has the lowest organic carbon content; the soil profile is most enriched in carbonates, which is manifested both at the macro- and microlevels of observation; the highest content of exchangeable sodium and magnesium is noted in the composition of exchangeable bases; a decrease in the magnetic susceptibility and a maximum in the gypsum content are observed in the second meter of the soil profile. During the construction of the kurgan, Calcic Chernozems (Loamic, Pachic) evolved into Haplic Calcisols (Loamic). A palynological analysis revealed a decrease in the area of forest vegetation and an increase in the share of herbaceous vegetation in the spectrum, including the appearance of steppe species and xerophytes in the region over the studied time. The climate of the studied time interval (the early stage of the Maikop culture in the North Caucasus) was arid and warmer than that at present.

Keywords: kurgan structures, short-term chronosequence, morphological and physicochemical properties of soils, palynological analysis, paleoclimatic reconstructions