



## Каппаметрия культурного слоя позднего бронзового века: вопросы применения и интерпретации результатов

Ирина Павловна Алаева

Южно-Уральский гос. гуманитарно-педагогический университет, Челябинск, Россия

Институт истории и археологии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

E-mail: alaevaira@mail.ru

**Аннотация.** В работе представлены результаты каппаметрии 102 образцов грунта, отобранных из слоя трех памятников бронзового века Южного Зауралья: поселения Звягино-4, могильника Звягино-1 и поселения Чебаркуль III. По результатам анализа образцов грунта из разного контекста получены данные распределения значений магнитной восприимчивости. Слои из заполнения погребений федоровской культуры с остатками трупосожжения имели низкие значения магнитной восприимчивости, что может указывать на отсутствие следов воздействия высоких температур в пределах могильной ямы и подтверждает версию проведения обряда трупосожжения на стороне, с последующим сбором остатков кремации для захоронения и без перемещения частей прокаленного грунта с места сожжения. Слои поселений отличались разными диапазонами значений магнитной восприимчивости. Гумусированные отложения имели более высокие показатели, наименьшие значения были связаны с глинистым грунтом материка. Такие значения близки естественным профилям этого вида почв. Данные по погребенным почвам на разных участках поселения имели значительное сходство, что может быть связано с их близкой хронологией и, вероятно, одновременным возведением построек, в процессе чего и были образованы участки с перекрытыми/погребенными почвами. Была выявлена неоднородность участков слоя алакульской культуры (т.н. зольника). В большинстве случаев значения магнитной восприимчивости указывали на то, что слой зольника не испытывал воздействие высоких температур. Но часть участков зольника имела самые высокие значения магнитной восприимчивости. На этих участках зольники имели оранжевый оттенок, что, вероятно, связано с высокими температурами и образованием в грунте зольников прокалов. Локализация слоя зольников над постройками, анализ характерных признаков этого слоя, позволил предложить вариант назначения зольника в качестве грунта теплоизоляции, который размещался на потолочных перекрытиях построек алакульской культуры.

**Ключевые слова:** каппаметрия, зольники, культурный слой, алакульская культура, федоровская культура, бронзовый век, Южное Зауралье

**Цитирование.** Алаева И.П., 2025. Каппаметрия культурного слоя позднего бронзового века: вопросы применения и интерпретации результатов, *Уфимский археологический вестник*, т. 25, №2, с. 256–272. DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2025.25.2.020>

**Финансирование.** Полевые работы, сбор образцов выполнены по плановой теме ЮУрГГПУ. Измерение магнитной восприимчивости, анализ данных выполнены в рамках госбюджетной темы Института истории и археологии УрО РАН 124032100052-6 «Культурное пространство Урала: археологические и этнологические исследования».

## Cappametry of the late Bronze Age cultural layer: issues of application and findings interpretation

Irina P. Alaeva

South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Chelyabinsk, Russia

Institute of History and Archeology UB RAS, Ekaterinburg, Russia

E-mail: alaevaira@mail.ru

**Abstract.** The paper presents the cappametry findings on 102 soil samples taken from the layer of three Bronze Age sites in the Southern Trans-Urals. These sites list the Zvyagino-4 settlement, the Zvyagino-1 burial ground, and the Chebarkul III settlement. The analysis of soil samples from different contexts provide data on the distribution of magnetic susceptibility values. The layers from the filling of the Fedorovka culture burials contain cremation remains and reveal low magnetic susceptibility values. This may be indicative of no exposure to high temperatures within the burial pit. It confirms the version that the cremation rite was performed on the side, then the cremation remains were collected and brought for burial. The layers of the settlements are distinguished by different ranges of magnetic susceptibility values. Humous deposits have higher values, while

the lowest values are associated with clayey soil of the mainland. Such values are close to natural profiles for this type of soil. The data on buried soils in different areas of the settlement have significant similarities. It can be explained through their close chronology or probable simultaneous construction of the buildings. This could result in areas with covered/buried soils. The study discovers heterogeneous areas of the Alakul culture layer also known as ash pit. In most cases, the values of magnetic susceptibility indicate that the ash pit layer was not exposed to high temperatures. However, some areas of the ash pit show the highest values of magnetic susceptibility. In these areas, the ash pits have an orange tint probably caused by high temperatures. In addition, such spots form calcinations in the ash pit soil. Localization of the ash pit layer above the buildings and analysis of the distinctive features of this layer allow to assume that the ash pit served as a heat-insulating soil placed on the ceilings of the Alakul culture buildings.

**Keywords:** cappametry, ash pits, cultural layer, Alakul culture, Fedorovka culture, Bronze Age, Southern Trans-Urals

**Citation.** Alaeva, I.P., 2025, “Cappametry of the late Bronze Age cultural layer: issues of application and findings interpretation”, *Ufa Archaeological Herald*, vol. 25, no. 2, pp. 256–272. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2025.25.2.020>

**Funding.** The field works and the collection of samples were under the plan of SUHPU. The magnetic susceptibility measurements and the data analysis were supported by the state budget through the Institute of History and Archaeology of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences for topic No. 124032100052-6 Cultural Space of the Urals: Archaeological and Ethnological studies.

## Введение

Несмотря на достаточно длительную историю исследования культурного слоя поселений позднего бронзового века, многие вопросы и, в частности, вопросы интерпретации культурных отложений не получили должного рассмотрения. История изучения культурного слоя поселений позднего бронзового века Южного Зауралья и сопредельных территорий началась с момента исследования памятников, с конца 30-х до начала 60-х гг. XX в. под руководством О.А. Кривцовой-Граковой и К.В. Сальникова. Первые исследователи поселенческого слоя фактически не оперировали понятием многослойности [Кривцова-Гракова, 1947; Сальников, 1951]. Вероятно, впервые строительные горизонты и слои разных эпох на поселениях Южного Зауралья выделил В.С. Стоколос, определив, что исследуемые памятники относятся к двум этапам: алакульскому и черкаскульскому [Стоколос, 1972]. С широкомасштабными исследованиями Г.Б. Здановича в практику южноуральских археологов вошли определение нюансов слоя бронзового века в виде прослоек, выкидов, понятия переотложенного слоя, понятия однослойности/многослойности памятника. Были составлены образцы стратиграфических разрезов поселений, которые иллюстрировали характер чередования слоев на конкретном поселении [Зданович, 1988. С. 165–166]. Вместе с тем, вопросы аргументированной интерпретации отложений не поднимались, не обсуждалась морфология слоя, не выделялись элементы естественного почвообразования и признаки искусственных грунтов. Наиболее выразительный слой с находками алакульской культуры (т.н. «зольник») не получил точного определения и не стал объектом отдельного исследования. К началу XXI века произошло существенное накопление данных по поселениям позднего бронзового века, было раскопано не менее 30 неукрепленных поселенческих памятников в пределах Южного Зауралья. К настоящему времени количество исследованных неукрепленных поселений позднего бронзового

века рассматриваемой территории составляет около четырех десятков. Существенное накопление данных по поселениям позволяет перейти к более детальному исследованию культурного слоя позднего бронзового века.

В целях создания объяснительных моделей для различных отложений на памятниках позднего бронзового века необходимы не только стратиграфические, планиграфические наблюдения, данные состава артефактов, но также необходимо расширить спектр методов диагностики физико-химических свойств культурных слоев. В последние десятилетия исследователи увеличили список применяемых методов для анализа состава почвы [Плеханова, 2004; Бикмулина и др., 2012; Куприянова и др., 2023; 2024; Alaeva, Plekhanova, 2023].

Магнитная восприимчивость является ключевым параметром, который используется в магнитометрии. Этот геофизический метод получил широкое применение как один из неразрушающих методов исследования древних памятников. В то же время, метод точечного измерения магнитной восприимчивости образцов грунта на памятниках Южного Зауралья был задействован ограниченно, в работах почвоведов, и не получил распространения [Плеханова, 2004].

Задача данной работы – анализ данных магнитной восприимчивости почвенных образцов из разного контекста памятников позднего бронзового века с целью установления отличий и оценка возможностей использования результатов для интерпретации культурных отложений.

## Материалы

Выборка представлена 102 образцами грунта из материалов трех памятников бронзового века Южного Зауралья: поселение Чебаркуль III, поселение Звягино-4 и могильник Звягино-1. Памятники локализуются на берегу р. Коелга (бассейн р. Тобол) и р. Кундуруша (протока между озерами Чебаркуль и Еловое) на территории Чебаркульского района Челябинской области. Поселение Звягино-4 и могильник Звягино-1 находятся в 300

метрах друг от друга. Поселение Чебаркуль III расположено в 40 км от комплекса Звягино (рис. 1).

**Поселение Звягино-4.** В пределах раскопа (384 м<sup>2</sup>) был представлен один строительный горизонт, относящийся к алакульской культуре [Алаева и др., 2024]. Датировка костей животных с уровня пола постройки 1 относится по медиане границ к середине XVII в. до н.э. На уровне материка выявлены остатки слабо углубленных котлованов двух построек, которые можно отнести к категории наземных (рис. 2). Постройки располагались параллельно друг другу, с вероятно заблокированными длинными стенами. Внутри построек выявлены ямы от колодцев, очаги разных видов (очаги-каменки, открытые очаги, прокалы), многочисленные ямы от столбов. В пределах границ строений локализовался мощный (30–70 см) слой желтого и желто-коричневого зольника. Слой зольника перекрывал постройки практически строго по их периметру, на пространстве между постройками слой зольника прерывался (рис. 2, д).

Образцы грунта из культурного слоя поселения Звягино-4 составили основу анализируемой выборки. По нескольким полным профилям (от уровня дерна до уровня материковой породы) было отобрано 93 образца (табл. 1).

**Поселение Чебаркуль III** относится к категории многослойных. Культурные напластования представлены двумя строительными горизонтами: слоем алакульской культуры и слоем с керамикой черкаскульской и межовской культур. По данным радиоуглеродного анализа костей животных из алакульского колодца 1D, первый строительный горизонт датируется XVII в. до н.э. [Анкушева и др., 2021]. Кости из объектов с черкаскульской ке-

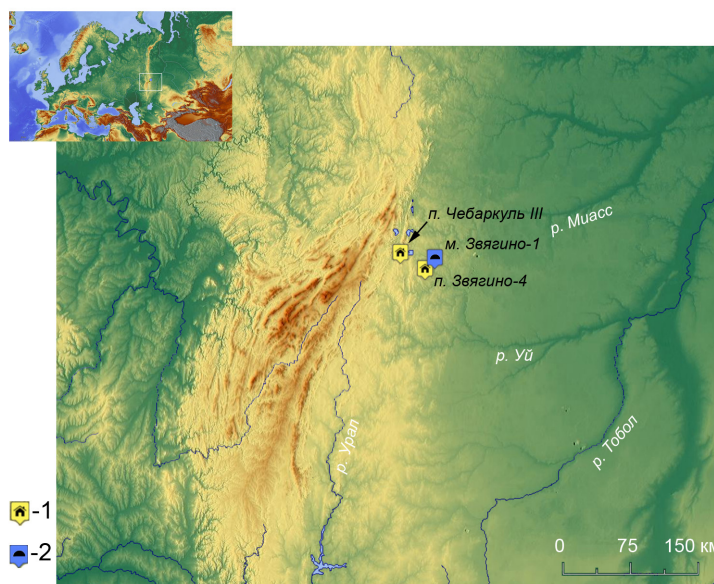


Рис. 1. Карта расположения памятников. 1 – поселения; 2 – могильник  
Fig. 1. Map of the sites location. 1 – settlements; 2 – burial ground

рамицей второго горизонта (объект 5С из раскопа С) датируются XV в. до н.э.

В пределах смежных раскопов D и E на уровне материка выявлены остатки наземных каркасно-столбовых построек алакульской культуры. Внутри локализовались три колодца: в постройке D – объект 1D, в постройке E – объект 3D и объект 2E (рис. 6, 1). Площадка с постройками была перекрыта слоем желтого грунта с керамикой алакульской культуры, так называемым желтым зольником (рис. 6, 2). На верхнем уровне, над постройками D и E, слой желтого зольника пререзал котлован жилища (№ 5) с керамикой черкаскульской/межовской культуры (рис. 6, 1).

Пробы, проанализированные на магнитную восприимчивость, были отобраны с площадки

Таблица 1. Информация по отбору образцов грунта на поселении Звягино-4  
Table 1. Information on soil sampling at Zvyagino-4 settlement

Номер слоя	Глубина от поверхности, см	Вид грунта	Кол-во проб	Номера образцов	Характеристика грунта
1a	3–7	Дерн	3	12, 17, 79	Дерн, гумусированный
1	10–22	Верхний гумус	11	9, 10, 11, 13, 18, 37, 40, 43, 46, 50, 65	Черный, гумусированный, рыхлый
2	25–45, до 85	Коричневый грунт	18	8, 14, 15, 30, 35, 41, 47, 66, 67, 72, 73, 78, 81, 82, 85, 86, 89, 95	Рыхлый, однородный. Супесь. Локализуется в разных позициях
3	45–95	Зольник, желтый/коричневый	19	19, 20, 25, 26, 33, 34, 39, 51, 62, 63, 68, 69, 74, 77, 83, 84, 87, 88, 101	Рыхлый, мелкодисперсный, золистый, желтого цвета
4	50–95	Желто-оранжевый зольник	6	27, 28, 36, 38, 76, 96	Оранжево-желтый, рыхлый, золистый
5	65–120	Прокалы	7	6, 16, 32, 59, 60, 61, 90	Прокал в заполнении очагов
6	65–76	Переотложенные слои на полу построек	6	21, 24, 44, 52, 70, 102	Серо-коричневый, серо-желтый суглинок
7	65–75	Погребенная почва	10	22, 48, 49, 53, 55, 56, 75, 80, 92, 94	Крупницы, гумусированный суглинок
8	70–87	Материк	13	7, 23, 29, 31, 42, 45, 54, 57, 58, 64, 71, 91, 93	Глина, суглинок желто-серый
Итого				93 образца	



Таблица 3 (продолжение). Информация по отбору грунта в могильнике Звягино-1  
Table 3 (continued). Information on soil sampling at Zvyagino-3 burial ground

Номер слоя	Глубина от поверхности, см	Вид грунта	Кол-во образцов	Номера образцов	Характеристика грунта
10	150	Грунт с обугленной плахой	1	100	Курган 7, погребение 2 Рассыпчатый, темно-коричневый, супесь
11	150	Грунт с кремацией человека	1	97	Курган 7, погребение 1 Серо-желтый песок с кремацией
Итого			4 образца		

раскопов D и E (исследовались в 2015 и 2016 гг.). Всего из материалов поселения Чебаркуль III в анализе задействованы пять образцов почвы из разных контекстов (табл. 2).

**Могильник Звягино-1.** В могильнике исследованы десять курганов федоровской культуры. Датировка костей животных из погребений могильника методом AMS укладывается в XVII–XVI вв. до н.э. [Erimakhov, Zazovskaya, Alaeva, 2023; Епи-махов, Алаева, 2024. С. 60]. Во всех погребениях могильника захоронения совершены по обряду кремации, в кургане 7 над могилами зафиксированы остатки сгоревшего перекрытия и участки прокаленного грунта (рис. 7, 1). В кургане 9 на погребальной площадке локализовались два каменных ящика из сборных плит (рис. 7, 3). Погребения обоих курганов были нарушены в древности. В выборке четыре образца грунта из погребений курганов 7 и 9 (табл. 3). В кургане 7 образцы грунта отобраны рядом с кремацией в погребении 1 и рядом с обугленной плахой в погребении 2 (рис. 7, 2). В кургане 9 образцы грунта отобраны из заполнения керамических сосудов федоровской культуры в погребении 1 (рис. 7, 4, 5).

### Методика

Измерение магнитной восприимчивости (с) образцов грунта производилось капшметром ПИМВ-М (производитель ФГУП «ВИРГ-Рудгеофизика»). Максимальная чувствительность прибора составляет  $10^{-5}$  единиц СИ. Образцы почв были отобраны в ходе полевых сезонов с 2015 по 2022 г., с дальнейшим размещением на хранении в пластиковых пакетах с застежкой, при комнатной температуре. Измерения образцов происходило в сентябре 2023 года в лабораторных условиях, вдали от включенных компьютеров. Вес образцов от 250 до 1000 грамм, толщина слоя грунта при измерении составляла не менее 5–6 см.

Процедура измерения включила несколько этапов. Перед каждым измерением производилась калибровка прибора в свободном воздухе. Замеры проводились путем плотного прилегания грунт рабочей площадки капшметра. Измерение каждого образца почвы включало пять замеров. Конечное значение ( $\chi$ ) по каждому образцу грунта высчитывалось как среднее арифметическое ( $\chi_{cp}$ ). Всего было выполнено 510 замеров. Все измеренные значения были приведены к  $\chi = n \cdot 10^{-5}$  ед. СИ.

Особенностью данного опыта измерения магнитной восприимчивости почв являлся точечный отбор образцов на площадке памятника и отбор

по вертикальным колонкам. Этот вариант был обусловлен предварительным сбором образцов грунта в целях почвоведческих анализов. Лабораторный вариант измерения магнитной восприимчивости представлен в почвоведении [Plekhanova, 2021]. В археологических исследованиях более широко распространены опыты капшметрии в горизонтальной плоскости с шагом в 0,5 м в целях картирования археологических объектов [Бессонова, Гельман, Николаева, 2013. С. 72; Матасова, Казанский, Позднякова, 2016. С. 96].

### Результаты исследования

Результаты исследования магнитной восприимчивости образцов грунта представлены отдельно по отложениям каждого памятника и совокупно по слоям, объединенным в группы.

На поселении Звягино-4 отбор образцов осуществлялся по полным профилям (от дерна до материка). Были отобраны образцы из 10 колонок, которые различались по контексту: межжилищное пространство, заполнение постройки 1 и заполнение постройки 2.

Колонки №№ 1, 2, 6 расположены в межжилищном пространстве, между постройками 1 и 2 (рис. 2, 1; 3, 1, 2). Стратиграфия отложений первой категории колонок последовательно включала дерн, верхний гумус, коричневый грунт, переотложенный грунт, материк (рис. 3, 1). На графике распределения магнитной восприимчивости по глубинам значения из колонок с территории между постройками представлены практически вертикальными линиями, со значительным снижением показателей на уровне материка (для колонки № 1 – образец 54) (рис. 3, 3). В колонках № 2 и № 6 отсутствовали образцы грунта из материковой породы.

Колонки №№ 3–5 состояли из грунта заполнения постройки 1. Стратиграфия отложений в этих профилях сходная: дерн, верхний гумусированный грунт, коричневый грунт, желто-коричневый зольник, желтый зольник, остатки погребенной почвы, материк (рис. 3, 1; 4, 1, 2). Основу напластований заполнения постройки 1 представлял грунт рыхлого зольника. На графике распределения значений магнитной восприимчивости можно отметить совпадение отклонения линий графика для колонок № 3 и № 4 (рис. 4, 3). Расхождение между ними – в колонке № 3 был представлен грунт материкового выкида (образец 58), давший низкие значения и который отсутствовал в колонке № 4 (рис. 3, 3). Но этот же грунт выкида материковой глины был

представлен в колонке №5 (образец 93), где он также имел низкие значения (рис. 4, 3). Колонка №5 имела несколько другой график распределения значений: на нем выделились пики для образцов из желто-коричневого зольника (150 и 194 ед.).

Колонки №№7–10 состояли из образцов грунта из заполнения постройки 2 (рис. 2, 1; 5, 1–3). Стратиграфия отложений: дерн, верхний гумус, коричневый грунт, желто-коричневый зольник, слой пола постройки и материк. Колонки №7 и №10 размещались в периферийной части, ближе к стенам, профили их значений имели определенное сходство (рис. 5, 3). Колонки №8 и №9 состояли из грунтов, отобранных над колодцем К2-1 и над очагами. Значения магнитной восприимчивости почвы из образцов 36, 76, 38, 63 достигали пиковых значений во всей выборке (558, 410, 366, 330 ед. соответственно).

На поселении Чебаркуль III отбор образцов произведен точно: из заполнения колодца 3D, очагов с проколами, толщ зольника и переотложенных слоев (рис. 6, 1–4). Образцы грунта из прокалов показали высокие значения (до 420, 452 ед.), в то время как грунты переотложенных слоев и засыпок отличались низкими значениями (табл. 4).

Небольшая выборка образцов грунта (4) из могильника Звягино-1 происходила из захоронений (рис. 7). В погребениях кургана 7 грунты, изъятые рядом с кремацией и обугленной плахой, при измерении показали довольно низкие значения магнитной восприимчивости (табл. 5). Образцы грунтов из заполнения сосудов федоровской культуры в погребении 1 продемонстрировали повышенные значения (рис. 7, 4, 5).

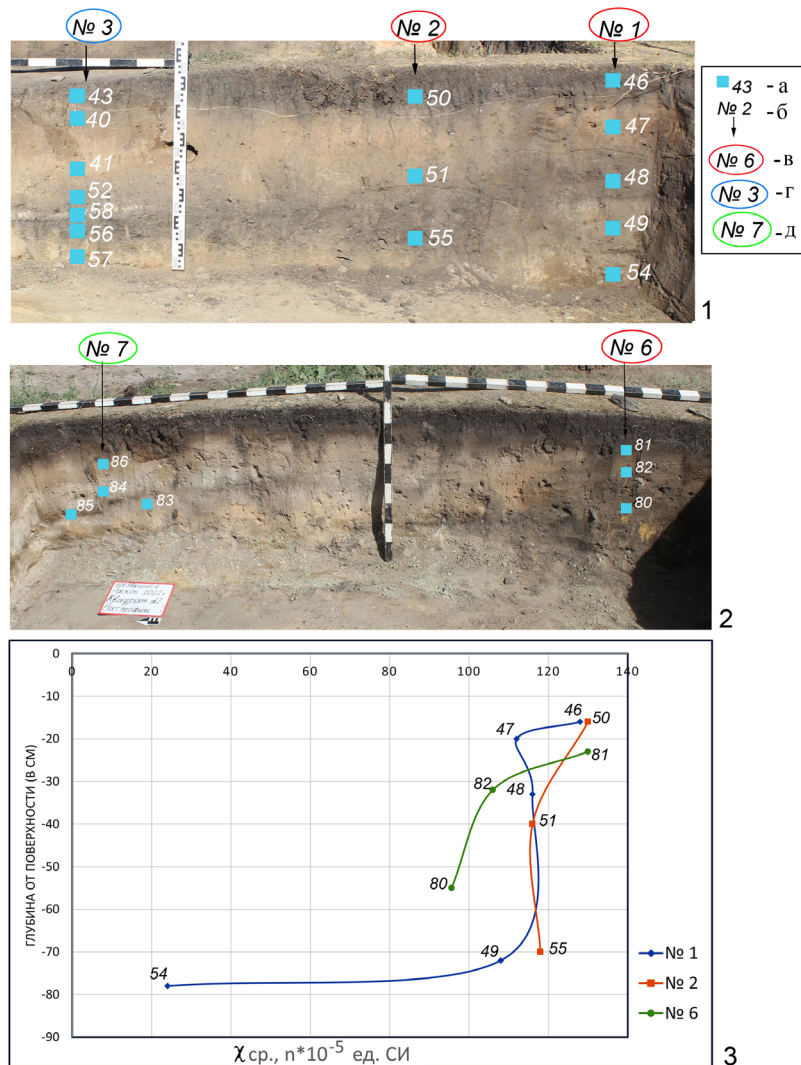


Рис. 3. Образцы грунта из межжилищного пространства поселения Звягино-4. 1 – колонки 1–3; 2 – колонки 6, 7; 3 – график магнитной восприимчивости образцов грунта с межжилищного пространства (колонки 1, 2, 6). Условные обозначения (для рис. 3–5): а – точка локализации образца с порядковым номером; б – номер колонки; в – колонка образцов с межжилищного пространства; г – колонка образцов из постройки 1; д – колонка образцов из постройки 2

Fig. 3. Soil samples from the areas between houses at Zvyagino-4 settlement. 1 – columns 1–3; 2 – columns 6, 7; 3 – graph of magnetic susceptibility of soil samples from the areas between houses from columns 1, 2, 6. Designation (for fig. 3–5): a – localization point of the sample with a serial number; б – column number; в – column of samples from the inter-residential space; г – column of samples from building 1; д – column of samples from building 2

По результатам измерений 102 образцов грунта из культурного слоя трех памятников бронзового века был получен диапазон значений, где минимальное составляло 7,2 ед., а максимальное – 568 ед., при этом большая часть образцов имела значение магнитной восприимчивости от 100 до 200 ед. (рис. 8, 2). Диапазон значений магнитной восприимчивости почв по рассматриваемым трем памятникам имеет существенное сходство (рис. 8, 1).

Все образцы грунтов были объединены в группы по 11 слоям, имеющих схожий контекст залегания и характеристики почвенного состава (табл. 1–3). Построение графика с данными измерений по выделенным слоям продемонстрировало иерархическое распределение значений (рис. 9). Наиболее низкие значения имели образцы из материковой породы (слой 8). Слои, имеющие переотложенный характер (слой 6: выкиды материка, засыпки, слои на полу постройки), также имели низкие значения, немногим превышающие значения материковой породы.

Сходный диапазон значений имела большая группа слоев: верхний гумусированный грунт (слой 1); коричневый грунт (слой 2); желто-коричневый зольник (слой 3), последний имел тенденцию к повышению; погребенная почва (слой 7), грунт с обугленной плахой (слой 9), грунт со дна могилы с кремацией (слой 11). Несколько отличались от всех образцов значения для грунта из сосудов в погребениях (слой 10).

Наиболее высокие показатели имели слои желто-оранжевого зольника (слой 4) и грунта прокала (слой 5), причем показатели именно желтого зольника достигали пиковых значений (рис. 9).

Вместе с тем, без учета выбросов, на диаграмме размаха выделенные слои также имеют уверенное различие и группируются по типичным значениям магнитной восприимчивости (рис. 10). Диапазон наиболее типичных значений грунта материка – от 16 до 56 ед., переотложенных грунтов – от 33 до 73 ед. Верхний гумусированный грунт, коричневый грунт и погребенная почва имеют сходный нижний порог типичных значений от

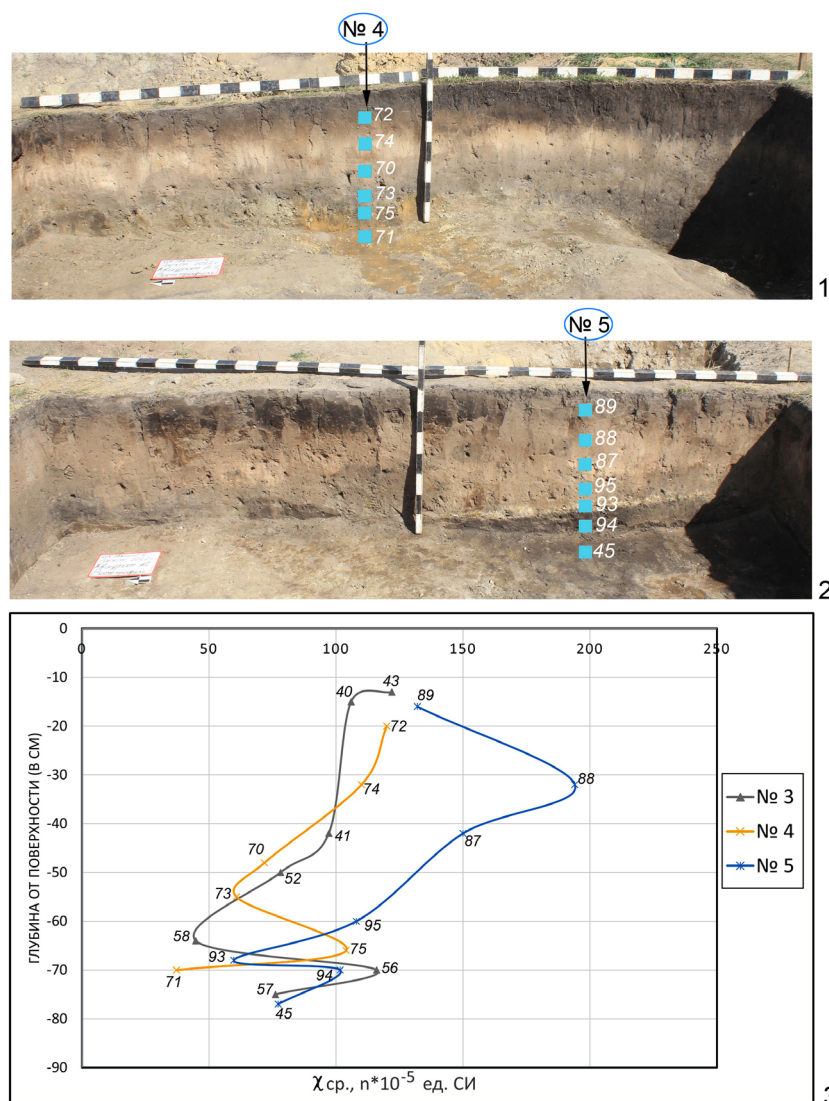


Рис. 4. Образцы грунта из заполнения постройки 1 поселения Звягино-4. 1 – колонка 4; 2 – колонка 5; 3 – график магнитной восприимчивости образцов грунта из заполнения постройки 1 (колонки 3–5)

Fig. 4. Soil samples from the building 1 filling at Zvyagino-4 settlement. 1 – column 4; 2 – column 5; 3 – graph of magnetic susceptibility of soil samples from the building 1 filling (columns 3–5)

100/101 ед. и несколько расходятся в верхнем – до 117 и 134 ед. Значения магнитной восприимчивости прокалов – от 268 до 393 ед., желтые зольники – от 330 до 558 ед. (рис. 10).

### Обсуждения и дискуссии

Полученные по результатам измерения данные магнитной восприимчивости грунтов трех памятников бронзового века можно признать достаточно близкими между собой. К примеру, показатели магнитной восприимчивости почв кургана с усами Солончанка IX, расположенного глубоко в степной зоне Южного Зауралья, отличаются в сторону значительного уменьшения. В то же время, значения магнитной восприимчивости почв памятников бронзового века Степное-3, Степное-5, Степное-7, Степное-8, расположенных на р. Уй, имеют сходный диапазон значений с памятниками бронзового века, рассматриваемыми в настоящей статье, и укладываются в 100–200 ед. [Plekhanova, 2021. P. 21].

Сходство показателей может объясняться локализацией в одном регионе и вероятно схожей геологической ситуацией. Так как минеральные вещества составляют основную часть почвы, то и магнитные свойства почвы во многом определяются магнетизмом почвенных минералов [Бабанин и др., 1995. С. 51].

На памятниках Звягино все породы, отобранные из коренных выходов, относились к Маячной свите, сложенной измененными базальтами и углеродистыми, слюдяными и другими метасадочными породами (определение М.А. Рассомахина, Южно-Уральский федеральный научный центр минералогии и геоэкологии УрО РАН г. Миасс). В окрестностях памятников Звягино-1 и Звягино-4 встречаются гранитные массивы [Alaeva et al., 2022. P. 329]. Поселение Чебаркуль III располагается в зоне верхнесайтовской свиты, сложенной амфиболитами, кварцитами, сланцами [Alaeva et al., 2022. P. 329]. Минералы из почв поселений Звягино-4 и Чебаркуль III относятся к диамагнетикам

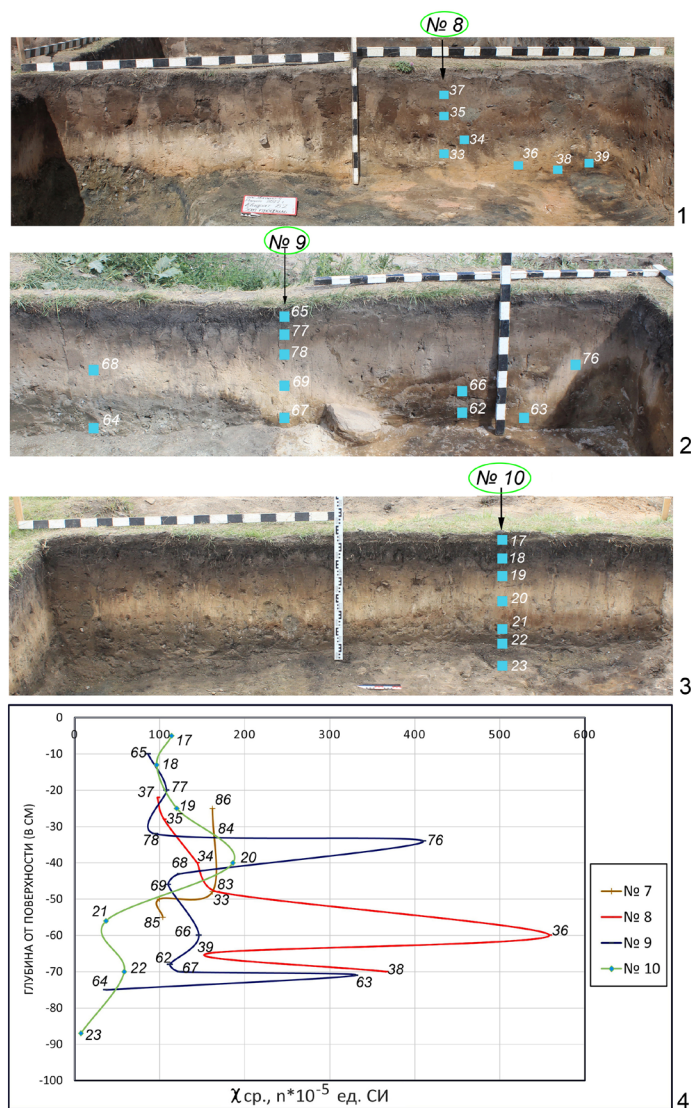


Рис. 5. Образцы грунта из заполнения постройки 2 поселения Звягино-4. 1 – колонка 8; 2 – колонка 9; 3 – колонка 10; 4 – график магнитной восприимчивости образцов грунта из заполнения постройки 2 (колонки 7–10)

Fig. 5. Soil samples from the fill of building 2 of the Zvyagino-4 settlement. 1 – column 8; 2 – column 9; 3 – column 10; 4 – graph of magnetic susceptibility of soil samples from building 2 filling 2 (columns 7–10)

Таблица 4. Значения магнитной восприимчивости образцов поселения Чебаркуль III  
 Table 4. Magnetic susceptibility values for Chebarkul III settlement samples

Номер образца	местоположение	Характеристика грунта	срр, n*10 <sup>-5</sup> units SI
1	15У, Объект 3D	Прокал над колодцем	420
2	14У, жилище 5	Засыпка на полу постройки	21,2
3	15У, Объект 3D	Переотложенный? заполнения колодца	37
4	16Н, Объект 1Е, очаг	Прокал из очага	452
5	11О	Желтый зольник с оттенком оранжевого	220

Таблица 5. Значения магнитной восприимчивости для образцов могильника Звягино-1  
 Table 5. Magnetic susceptibility values for Zvyagino-1 burial ground samples

Номер образца	местоположение	Характеристика грунта	срр, n*10 <sup>-5</sup> units SI
97	Курган 7, погребение 1	Грунт рядом с кремацией	83,4
98	Курган 9, погребение 1	Заполнение сосуда № 1	148
99	Курган 9, погребение 1	Заполнение сосуда № 3	216
100	Курган 7, погребение 2	Грунт рядом с обугленной плахой	55

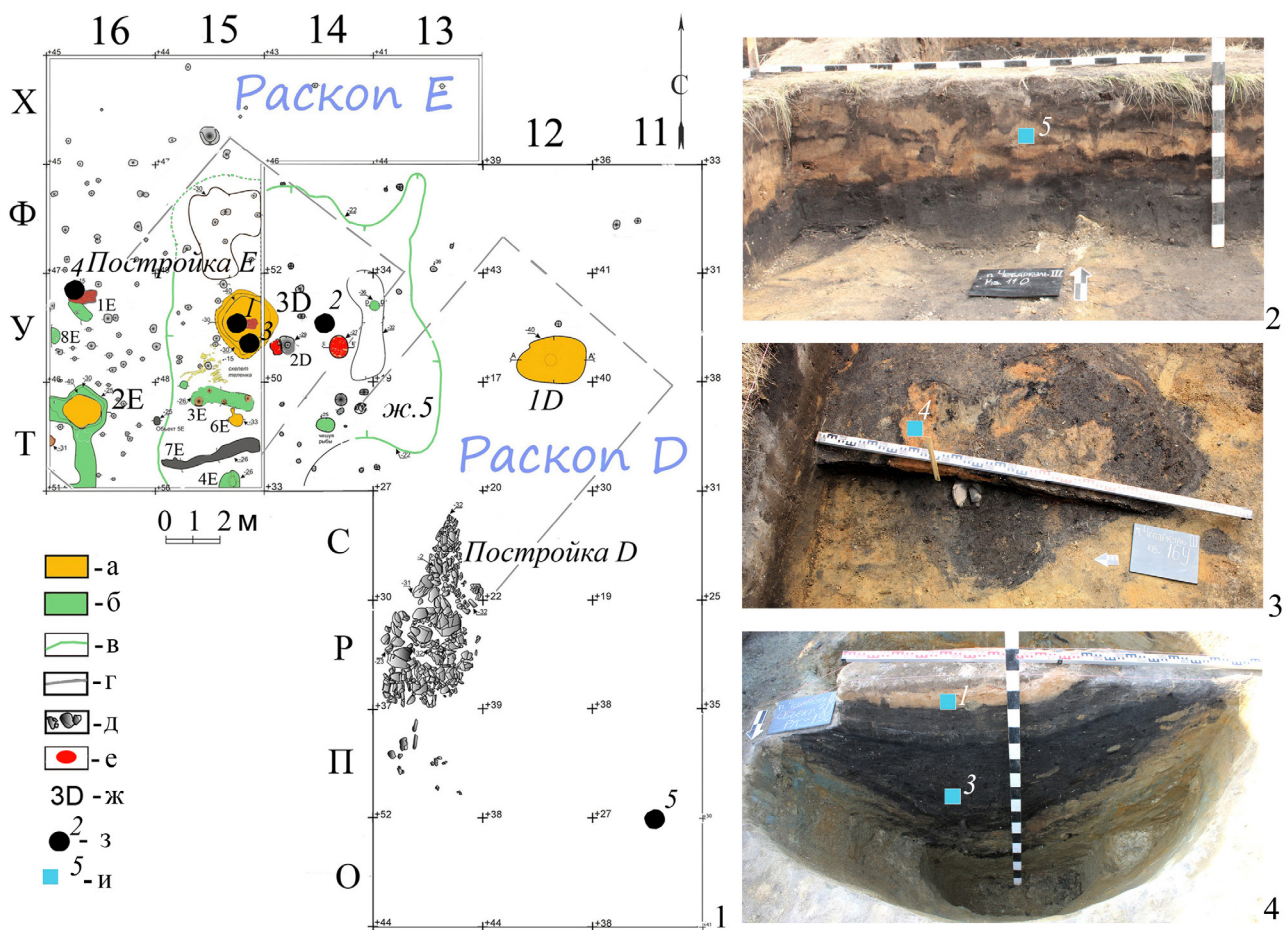


Рис. 6. Поселение Чебаркуль III. Точки отбора образцов грунта. 1 – план раскопов D и E; 2 – локализация образца 5; 3 – локализация образца 4; 4 – локализация образцов 1, 3 (южный профиль колодца 3D). а – заполнение объектов алакульской культуры; б – заполнение объектов черкаскульской/межовской культуры; в – очертания котлована жилища черкаскульской культуры; г – примерные границы наземных построек алакульской культуры; д – выходы скальника; е – прокалы, очаги; жс – порядковый номер объектов; з – точка отбора образца почвы с порядковым номером; и – локализация места отбора грунта

Fig. 6. Chebarkul III settlement. Soil sampling points. 1 – plans of D and E excavations; 2 – sample 5 localization; 3 – sample 4 localization; 4 – samples 1, 3 localization in the southern 3D profile of the well. а – filling of the Alakul culture objects; б – filling of the Cherkaskul/Mezhovskaya culture objects; в – outlines of the pit of the Cherkaskul culture dwelling; г – approximate boundaries of the above-ground buildings of the Alakul culture; д – rock outcrops; е – burns, hearths; жс – serial number of the objects; з – soil sampling point with a serial number; и – soil sampling site localization

и парамагнетикам [Бабанин и др., 1995. С. 53–54. Табл. 2.1], минералы, относящиеся к ферромагнетикам в составе не представлены. Кроме того, оба поселения локализуются в сходной ландшафтной ситуации, располагаясь на площадке первой надпойменной террасы, на берегу реки. Для этой зоны Чебаркульского района характерны лугово-черноземные почвы.

Зафиксированная разница в показателях магнитной восприимчивости для разных категорий отложений может быть связана с историей образования конкретного вида грунта. Отдельно можно рассмотреть грунты, имеющие естественный характер: материк, погребенная почва, верхний гумусированный грунт, дерн и грунты, созданные искусственно в результате жизнедеятельности

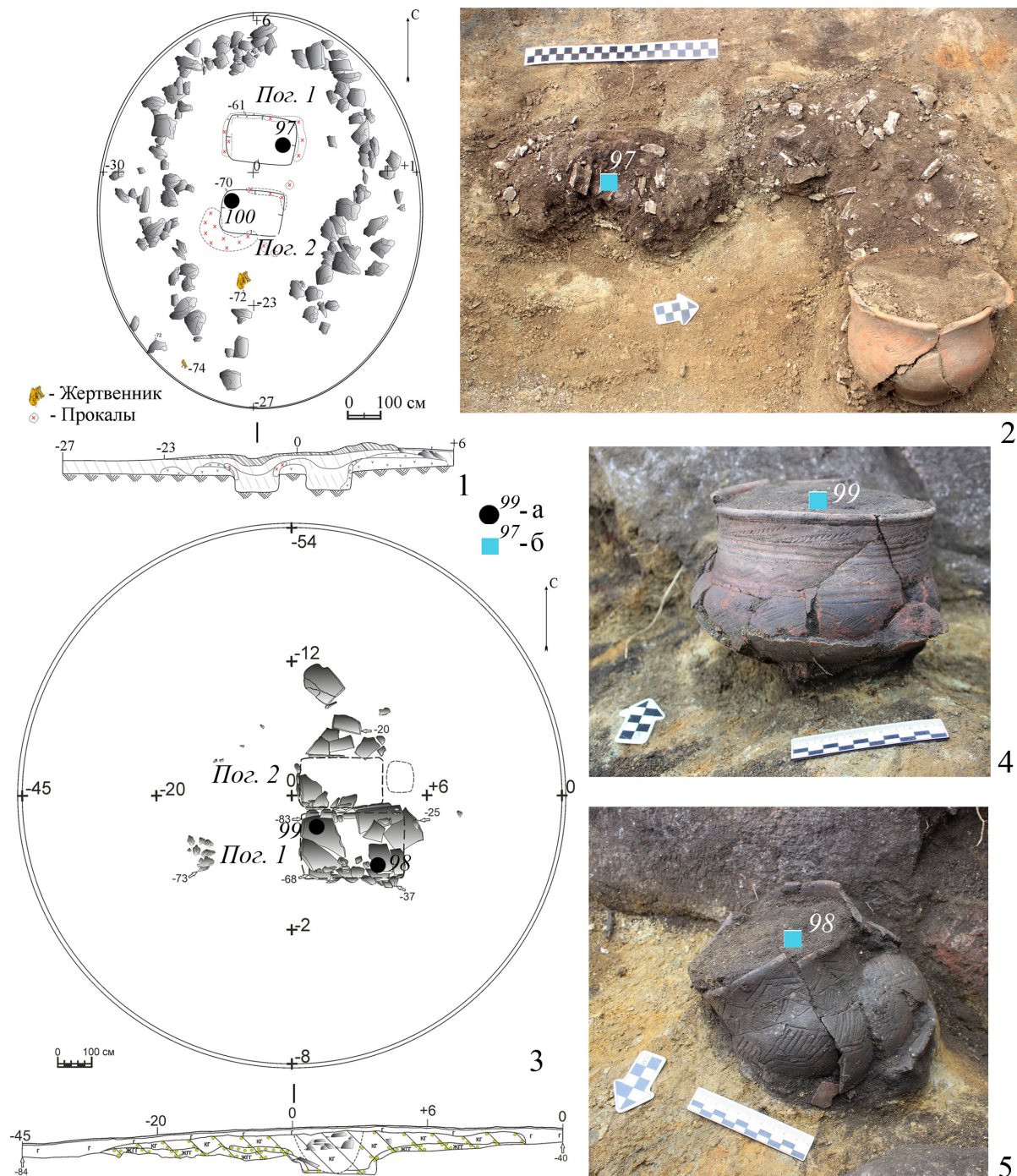


Рис. 7. Могильник Звягино-1, курганы 7 и 9. Точки отбора образцов грунта. 1 – план кургана 7 на уровне материка; 2 – локализация образца 97 в погребении 1 кургана 7 в толще кремации; 3 – план кургана 9 на уровне материка; 4 – локализация образца 99 в заполнении сосуда №3 из погребения 1 кургана 9; 5 – локализация образца грунта 98 в заполнении сосуда №1 из погребения 1 кургана 9. а – точка отбора грунта с порядковым номером образца; б – точка локализации образца грунта с порядковым номером

Fig. 7. Zvyagino-1 burial ground, kurgans 7 and 9. Soil sampling points. 1 – plan of burial mound 7 at the mainland level; 2 – localization of sample 97 in burial 1 of kurgan 7 in the cremation layer; 3 – plan of kurgan 9 at the mainland level; 4 – localization of sample 99 in the filling of vessel #3 from burial 1 of kurgan 9; 5 – localization of soil sample 98 in the filling of vessel #1 from burial 1 of kurgan 9. а – soil sampling point with the sample serial number; б – soil sample localization point with the serial number

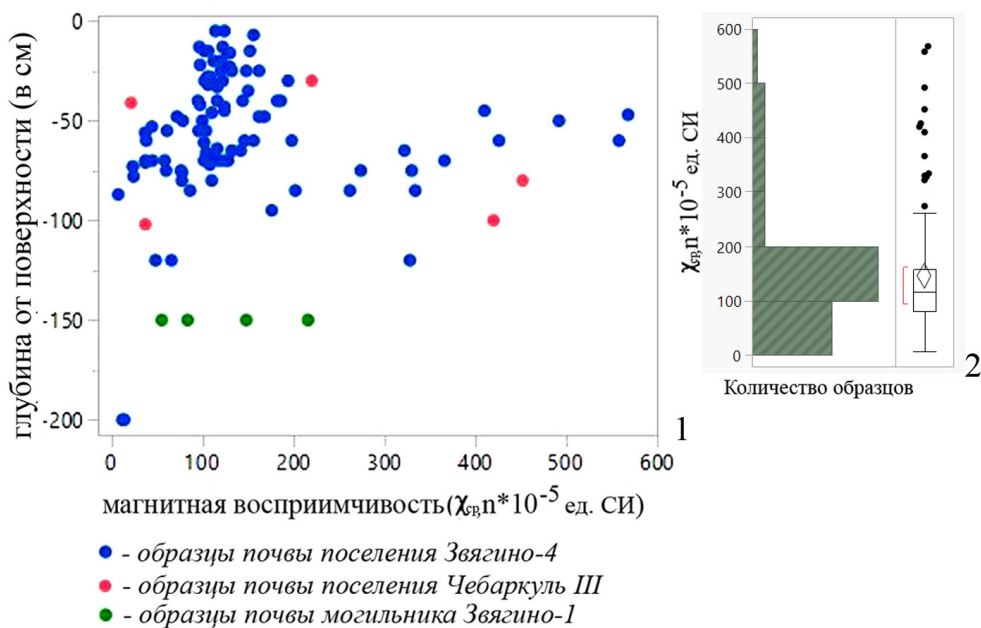


Рис. 8. Распределение значений магнитной восприимчивости всей выборки образцов грунта от уровня современной поверхности. 1 – точечный график распределения значений магнитной восприимчивости; 2 – статистика значений по величине магнитной восприимчивости

Fig. 8. Distribution of magnetic susceptibility values for the entire set of soil samples from the modern surface level. 1 – dot plot of magnetic susceptibility distribution; 2 – statistics of magnetic susceptibility values

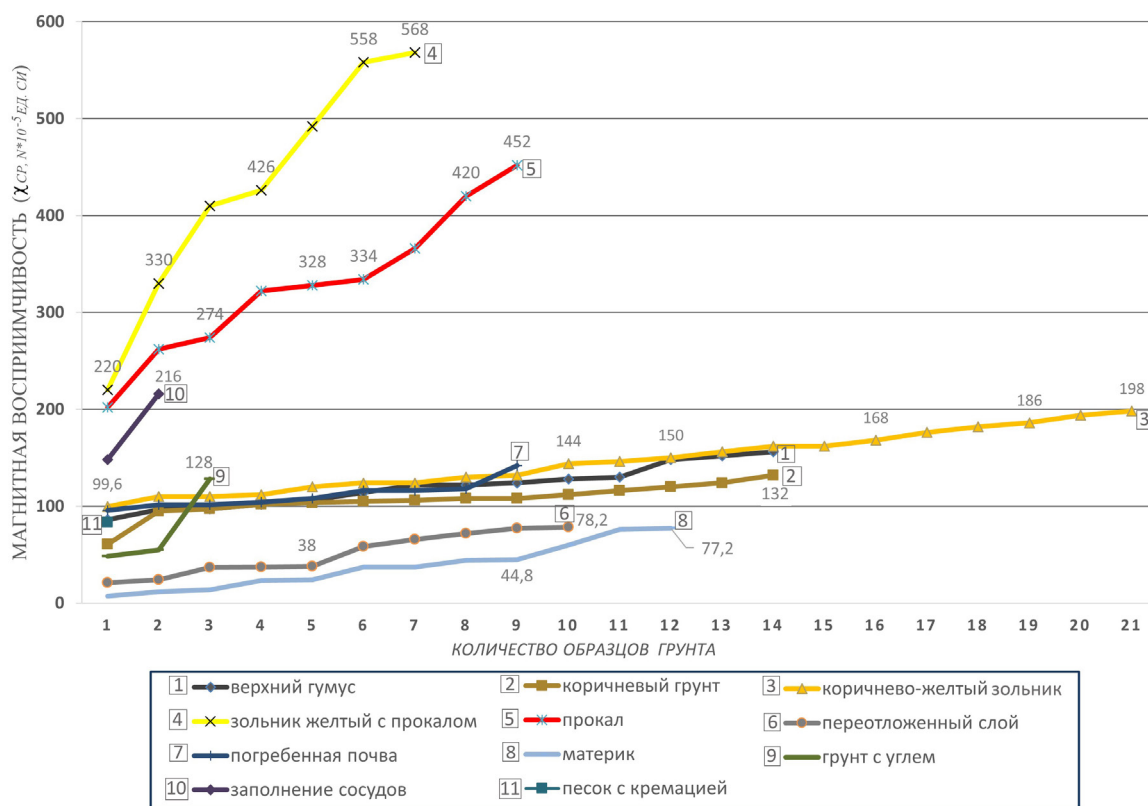


Рис. 9. График с маркерами значений магнитной восприимчивости образцов грунта из разных отложений в культурном слое поселения Звягино-4

Fig. 9. Graph with markers of magnetic susceptibility values for soil samples from different deposits in the cultural layer of Zvyagino-4 settlement

человеческих сообществ в древности (прокалы, желто-коричневые зольники, желто-оранжевые зольники).

На всех графиках и диаграммах можно наблюдать типичные для черноземов повышения значений магнитной восприимчивости в верхней, дерновой, гумусной части и уменьшение значений материнской породы, что характеризует естественный профиль для этого типа почв. С глубины 60–70 см от поверхности отмечено резкое снижение значений магнитной восприимчивости в целом для многих типов материковых пород [Бабанин и др., 1995. С. 119].

Отдельного внимания требует рассмотрение показателей погребенных почв. В нашей выборке значения магнитной восприимчивости погребенных почв оказываются выше значений материка (рис. 9; 10). Исследователями выявлена связь начальной восприимчивости погребенных почв с датой захоронения, построена возрастная шкала прироста начальной восприимчивости почв относительно почвообразующей породы (материка) во времени. Значения магнитной восприимчивости материка в данной местности остаются величиной постоянной, но время погребения почв смещает значения в сторону увеличения. То есть погребенные почвы эпохи средневековья будут иметь более высокие значения, чем почвы, которые были погребены в бронзовом веке. Авторы предлагали использование этой связи для датировки погребенных почв [Бабанин и др., 1995. С. 142].

Интересно, что значения магнитной восприимчивости погребенных почв поселения Звягино-4 укладываются в очень короткий диапазон от 101 до 117 ед. и практически не имеют разброса (рис. 10). Это наблюдение может свидетельствовать о близком хронологическом отрезке в функционировании разных площадок поселения.

Привлеченные для сравнения данные погребенных почв в памятниках в долине р. Уй имеют сходные значения с погребенными почвами поселения Звягино-4 и Чебаркуль III [Plekhanova, 2021. P. 21]. Последнее может служить дополнительным доказательством в датировке памятников бронзовым веком. Радиоуглеродные даты памятников вблизи села Степного, исследованных раскопками, не противоречат этой датировке [Епимахов и др., 2021]. Впрочем, для полновесных сравнительных анализов и превращения показателей магнитной восприимчивости погребенных почв в самостоятельный метод датирования недостаточно собранных данных, требуется значительное увеличение выборки и разработка методики.

Таким образом, показатели магнитной восприимчивости образцов грунта, которые отличаются естественным характером почвообразования, имеют свои закономерности и могут быть объяснены, исходя из наблюдений и измерений исследователей на достаточно больших территориях [Бабанин и др., 1995; Александровский, Александровская, 2005].

В то же время, значительные отклонения в значениях магнитной восприимчивости в толще культурных отложений, вероятно, всецело связаны с искусственным характером слоя. Такие отклонения, с пиками в сторону увеличения значений магнитной восприимчивости до в 568 ед., наблюдается в профилях заполнения построек 1 и 2 поселения Звягино-4, (рис. 4; 5). Основу заполнения этих построек составляют грунты зольников разных оттенков желтого цвета.

Высокие показатели магнитной восприимчивости связывают с пирогенным воздействием на грунт [Fassbinder, Stanjek, 1993]. Эксперименты с нагреванием образцов грунта из разного контекста археологических памятников показало значитель-

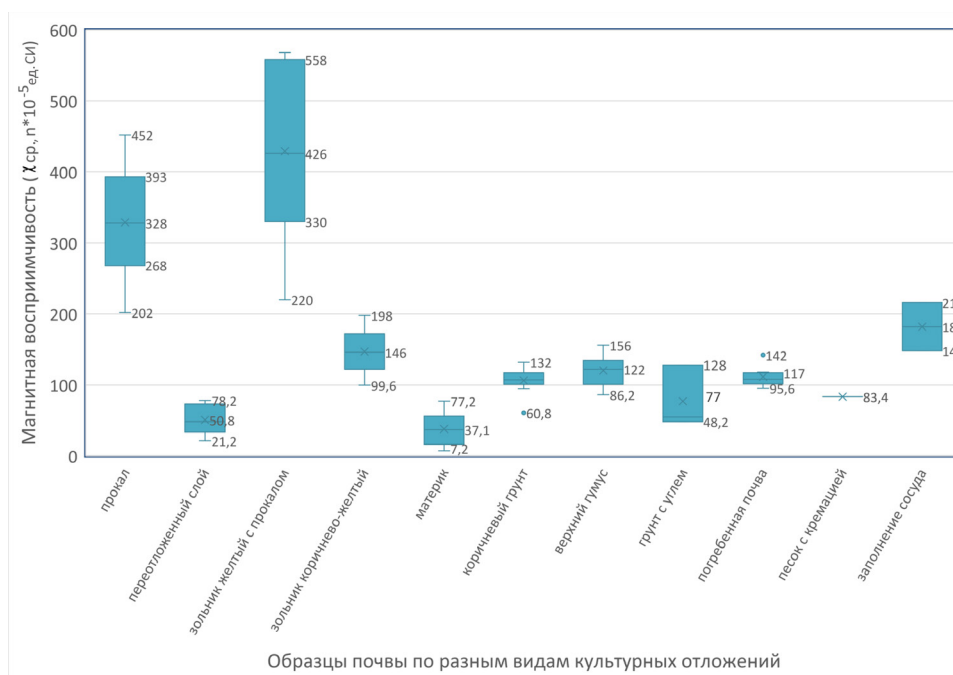


Рис. 10. Диаграмма размаха значений магнитной восприимчивости разных отложений поселения Звягино-4  
Fig. 10. Diagram of magnetic susceptibility quantitative indicators for different deposits at Zvyagino-4 settlement

ное повышение значений магнитной восприимчивости [Tite, Mullins, 1971. P.214. Tab.2]. То есть прокаливание почв разного состава демонстрирует устойчивое повышение значений магнитной восприимчивости всех образцов при увеличении температуры [Бабанин и др., 1995. С.90]. Приведенные значения чаще всего рассматриваются исследователями в качестве диагностики пожаров, функционирования очагов/печей.

В нашей выборке были представлены образцы с продуктами термического воздействия (грунт с углем от сожженного перекрытия и грунт с остатками кремации человека) из могильника Звягино-1. Выявленные значения магнитной восприимчивости этих образцов оказались достаточно низкими (рис. 10). Вероятно, это объясняется тем фактом, что сам процесс термического воздействия происходил вдали от локализации образцов грунта. Для федоровской культуры реконструируется кремация на стороне, что не создает противоречия с данными показателями. Кроме того, перемещенные с места сожжения остатки древесного угля, как и золы, несмотря на принадлежность к продуктам с воздействием высоких температур, сами по себе, без прокаленного грунта, могут не иметь высоких значений магнитной восприимчивости вследствие того, что в них не образуются ферромагнитные соединения.

По данным измерений магнитной восприимчивости образцов грунта поселений Звягино-4 и Чебаркуль III, образцы грунта, непосредственно извлеченные из очагов и прокалов, имели несколько меньшие значения (до 393 ед.), нежели показатели желто-оранжевого зольника (до 558 ед.) (рис. 9; 10). Вероятно, эти отличия могут быть связаны с происхождением зольников и с особенностями состава грунтов, входящих в их состав.

Необходимо отметить, что обсуждаемые отложения желтого зольника по материалам поселений Звягино-4 и Чебаркуль III отличались неоднородностью. Нами выделены две цветовые разновидности этого слоя: коричнево-желтый зольник (слой 3) и желто-оранжевый (слой 4). При цветовом различии эти слои имели сходный гранулометрический состав (определения к.б.н. Л.Н. Плехановой, ФИЦ «Пушкинский научный центр биологических исследований РАН»), сходные включения артефактов и пережженных костей животных, по сути, образуя единый слой. Значения магнитной восприимчивости этих слоев имели существенные различия. Показатели коричнево-желтого зольника были сравнимы с гумусированными слоями профиля, в то же время, значения желто-оранжевого зольника составляли превышение над всеми значениями (рис. 9).

Данные капаметрии образцов зольников с поселений Степное-3 и Степное-5 соответствовали значениям коричнево-желтого зольника (слой 3) из нашей выборки. Невысокие значения магнитной восприимчивости зольников поселений Степное-3 и Степное-5 позволили автору исследования сделать вывод о том, что эти грунты не подвергались термическому воздействию [Плеханова, 2019. С.33]. С этим можно согласиться, так как и значительная часть образцов зольников по-

селения Звягино-4, имеющая коричнево-желтый оттенок, также не имела превышений по показателям магнитной восприимчивости (рис. 10).

Но тогда что же из себя представляют участки зольника с оранжевым оттенком с пиковыми значениями магнитной восприимчивости? Вероятно, это участки зольника с прокалами. Для интерпретации процесса появления зольников с участками воздействия высокой температуры необходимо наличие объяснительной модели происхождения этих объектов на поселениях бронзового века Южного Зауралья.

К сожалению, по вопросу происхождения и функционального назначения зольников поселений бронзового века Южного Зауралья среди исследователей нет единства [Бикмулина и др., 2017; Куприянова и др., 2023; 2024; Alaeva, Plekhanova, 2023]. Это вызывает определенные затруднения и в попытках интерпретации высокой магнитной восприимчивости части этого слоя.

В интерпретации зольников на сегодняшний день существует несколько версий: большинство исследователей рассматривают их как результат преднамеренного складирования золы из очагов, смешанной с бытовыми отходами [Кузьмина, 1994. С.73–74; Бикмулина и др., 2017], при этом, часть авторов считает, что неутилитарный/культурный характер этих объектов имеет определяющее значение [Кузьмина, 1994; Корочкова, 2009].

Проведенный анализ гранулометрического состава зольников [Куприянова и др., 2024. С.43] не позволяет утверждать, что в основе этого слоя представлена древесная зола. Основной состав состоит из рыхлого суглинка с крупным и мелким песком. Зольники с материалами алакульской культуры чаще имеют желтый, желто-коричневый, оранжевый оттенок, реже белесый или собственно золистый оттенок.

Нестыковки в гипотезах обусловили новый поиск вариантов интерпретации этого слоя. Недавние комплексные исследования зольников поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 по наличию маркеров растительной биомассы позволили предложить гипотезу образования слоя зольников в местах локализации площадок по складированию сена [Куприянова и др., 2024. С.36].

Важным моментом в интерпретации зольников является локализация данных отложений на площадке поселения. Наблюдения археологов позволяют представить два варианта локализации слоя зольника.

В первом случае слои зольника локализуются в виде «бугров» по краям жилища, за его пределами. Такие насыпные бугры зафиксированы на поселении Алексеевское, Садчиковское, Мирный II, Атасу I, Чаглинка [Сальников, 1951; Кузьмина, 1994. С.73–74]. На всех этих поселениях были выявлены материалы более поздних периодов бронзового века (саргаринско-алексеевская, черкаскульская, межовская культуры). При этом, в составе самих зольников массово была представлена керамика алакульской культуры. Таким образом, первый вариант локализации зольников (за пределами жилищ) встречается на многослойных поселениях. Возможно, локализация зольников за пре-

делами жилищ связана с перемещением/выбросом слоя зольника при подчистке старого котлована алакульской культуры и возведения в его пределах постройки более позднего времени. Так, на Садчиковском поселении обе землянки (датируемые финалом бронзового века) были вырыты в «старых зольниках» [Кривцова-Гракова, 1951. С. 153, 156].

Во втором случае зольники представлены на однослойных поселениях. На таких памятниках слой желтого зольника локализуется поверх построек и внутрижилищных объектов, перекрывая заполнения колодцев, очагов и хозяйственных ям. Подобная ситуация выявлена на поселении Кулевчи III, где все постройки были перекрыты слоями зольника разных оттенков [Виноградов, 1982]. Такая ситуация была зафиксирована и на памятниках из нашей выборки (поселения Звягино-4 и Чебаркуль III), где все объекты внутри построек были перекрыты мощными отложениями желтого зольника. И все материалы из слоя зольника этих поселений принадлежали исключительно алакульской культуре.

Если слой зольников откладывался поверх внутрижилищных объектов в постройке алакульского времени и, что немаловажно, всегда содержал только материал алакульской культуры, то как можно интерпретировать его происхождение?

Еще К.В. Сальников предполагал, что «для утепления в условиях сурового климата Зауралья стены жилищ должны были засыпаться землей, обкладываться дерном...» [Сальников, 1951. С. 107]. По этнографическим данным известно, что вплоть до середины XX в. в деревянных постройках русских широко использовался теплоизоляционный грунт, размещаемый на потолочном перекрытии, состоящий из смеси растертой глины, песка, золы, часто с добавками шлака [Бломквист, 1956. С. 78]. Интересно, что этот утеплитель укладывали, перемежая отмученный порошок глины с песком и слоями соломы. Возможно, именно поэтому маркеры растительной биомассы без признаков навоза и содержания скота были выявлены в зольниках поселения Стрелецкое-1 [Куприянова и др., 2024].

Зольники алакульских поселений состоят из отмученной порошкообразной глины и песка, смешанных с золой, обломками предметов и мелкими пережженными костями животных. На специальную подготовку ингредиентов этого состава указывает и специально измельченные пережжённые кости животных в составе зольников [Алаева, Рас-

садников, 2025. С. 54]. Происхождение предметов (керамики, изделий) в зольниках связывается с мусором, обломочным материалом. Предложение считать зольники специальным составом не исключает использование золы и мусора из очагов, которые добавлялись в просеянный грунт.

В составе зольников нет древесного угля – маркеров пожара, поэтому и предполагать образование участков прокалов в составе зольников в связи с возгоранием строения затруднительно. Как правило, и другие признаки пожара, обычно хорошо идентифицируемые, на этих поселениях отсутствуют.

Если основываться на гипотезе, что слой зольника является специальным теплоизоляционным грунтом, который укладывался на потолочные перекрытия под крышей, то, вероятно, и локальные участки с высоким значениями магнитной восприимчивости можно связать с их расположением в местах дымовых отверстий, где под воздействием выхода дыма/пламени могло происходить прокаливание слоя теплоизоляции.

Примечательно, что в постройке 2 поселения Звягино-4 все участки зольника с высокими значениями магнитной восприимчивости выявлены в местах, расположенных над открытыми очагами/прокалами или над колодцами, рядом с которыми также локализируются прокалы (рис. 2, 1).

Предположение связать выявленные участки оранжевого зольника с выходом дыма/пламени, может указывать на выделение потолочного перекрытия в домах населения алакульской культуры и вероятного наличия дымового отверстия, проходящего через него. В целях визуализации этого процесса мы представили варианты графической реконструкции постройки алакульской культуры, имеющей слой теплоизоляции под крышей (рис. 11). При этом, вид и размещение дымового отверстия на этом рисунке очень гипотетичны.

Другим вариантом образования прокаленных участков в массиве теплоизоляционного слоя может быть специальная подготовка слоя, включающая и термическую обработку.

### Заключение

Таким образом, каппаметрия грунтов из слоев поселений Звягино-4, Чебаркуль III и могильника Звягино-1 позволила определить диапазоны значений, характерные для отложений бронзового века лесостепной части Южного Зауралья.

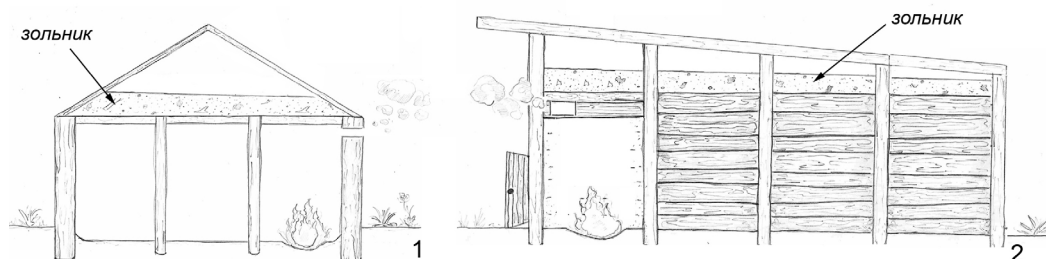


Рис. 11. Графическая реконструкция постройки алакульской культуры.

1 – вариант постройки с двускатной крышей; 2 – вариант постройки с односкатной крышей. Рис. О.В. Кожевниковой  
Fig. 11. Graphic reconstruction of the Alakul culture building. 1 – version of the building with a double-pitched roof; 2 – version of the building with a single-pitched roof. Drawing by O. Kozhevnikova

Для грунтов, имеющих естественный характер образования (дерн, верхний гумусированный грунт, погребенная почва, материк), показатели магнитной восприимчивости отличались меньшими значениями, нежели данные отложений искусственного характера (культурный слой коричневого цвета, желтые зольники, заполнение открытых очагов, заполнение сосудов). Были зафиксированы минимальные показатели магнитной восприимчивости для слоя материковой глины/суглинка и переотложенных слоев (выкидов) с грунтом материка в составе, и более высокие значения для гумусированных отложений, в том числе и для погребенных почв.

Как правило, значительные превышения показателей магнитной восприимчивости грунтов

образуется вследствие пирогенного воздействия (пожары, костры, очаги). По материалам поселений и могильника самые высокие показатели были отмечены для грунтов из прокаленных участков и для некоторых участков желтого зольника алакульской культуры.

Описанный опыт измерения магнитной восприимчивости образцов культурного слоя бронзового века, выполненный по точечным профилям, имеет свои недостатки. Выявленная неоднородность слоя зольника по показателям магнитной восприимчивости требует применения горизонтальной капаметрии, на всей плоскости культурного слоя, с целью картирования мест локализации прокалов в зольнике. Вероятно, это станет будущей задачей исследования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алаева И.П., Муравьев Л.А., Молчанов И.В., 2024. Опыт электроразведки площадки поселения бронзового века Звягино-4 (Южное Зауралье), *Уфимский археологический вестник*, т. 24, № 4, с. 689–696. DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2024.24.4.045>

Алаева И.П., Рассадников А.Ю., 2025. Археозоология поселения алакульской культуры Звягино-4 в контексте разных культурных отложений, *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, № 2 (69), с. 42–57. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-69-2-4>

Александровский А.Л., Александровская Е.И., 2005. *Эволюция почв и географическая среда*. М.: Наука, 223 с.

Анкушева П.С., Алаева И.П., Садыков С.А., Ын Ч.Ян., Анкушев М.Н., Зазовская Э.П., Рассадников А.Ю., 2021. «Степные коридоры» алакульских скотоводов: результаты изотопных и палеоботанических исследований на поселении Чебаркуль III, *Уральский исторический вестник*, № 3 (72), с. 26–38. DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3\(72\)-26-38](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38)

Бабанин В.Ф., Трухин В.И., Иванов А.В., Карпачевский Л.О., Морозов В.В., 1995. *Магнетизм почв*. Ярославль: ЯГТУ, 223 с.

Бессонова Е.А., Гельман Е.И., Николаева Н.А., 2013. Применение капаметрии поверхности почвы для картирования археологических объектов, погребенных в паводковых наносах, *Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук*, № 4 (170), с. 70–77.

Бикмулина Л.Р., Якимов А.С., Куприянова Е.В., Чечушков И.В., Баженов А.И., 2017. Геохимические особенности зольника поселения бронзового века Стрелецкое-1 лесостепного Зауралья, *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, № 4 (39), с. 172–182. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2017-39-4-172-182>

Бломквист Е.Э., 1956. Крестьянские постройки русских, украинцев и белорусов (поселения, жилища и хозяйственные строения), *Восточнославянский этнографический сборник*, отв. ред. С.А. Токарев. М.: АН СССР, с. 3–458.

Виноградов Н.Б., 1982. Кулевчи III – памятник петровского типа в Южном Зауралье, *КСИА*, № 169, с. 94–100.

Епимахов А.В., Алаева И.П., 2024. Радиоуглеродная хронология федоровской культуры бронзового века (новые материалы по старой проблеме), *Археология, этнография и антропология Евразии*, т. 52, № 2, с. 55–64. DOI: <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>

Епимахов А.В., Куприянова Е.В., Хоммель П., Хэнкс Б.К., 2021. От представлений о линейной эволюции к мозаике культурных традиций (бронзовый век Урала в свете больших серий радиоуглеродных дат), *Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: проблемы исторической реконструкции. Материалы I Междунар. междисциплинар. конф.* Челябинск: ЧелГУ, с. 7–29.

Зданович Г.Б., 1988. *Бронзовый век Урало-Казахстанских степей (основы периодизации)*. Свердловск: УрГУ, 177 с.

Корочкова О.Н., 2009. О западносибирских зольниках эпохи поздней бронзы, *Российская археология*, № 1, с. 25–35.

Кривцова-Гракова О.А., 1947. Алексеевское поселение и могильник, *Археологический сборник*, отв. ред. Н.Л. Рубинштейн. М.: ГИМ, с. 59–164. (Труды ГИМ. Вып. XVII)

Кривцова-Гракова О.А., 1951. Садчиковское поселение (Раскопки 1948 г.), *Материалы и исследования по археологии Урала и Приуралья*, ред. А.Я. Брюсов. М.: АН СССР, с. 152–181. (МИА. № 21. Т. II)

Кузьмина Е.Е., 1994. *Откуда пришли индоарии? Материальная культура племен андроновской общности и происхождение индоиранцев*. М.: Восточная литература, 457 с.

Куприянова Е.В., Соломонова М.Ю., Трубицына Э.Д., Каширская Н.Н., Кашевская А.О., Афонин А.С., Филимонова М.О., Рябогина Н.Е., 2024. Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье в контексте новых междисциплинарных исследований, *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, № 4 (67), с. 36–55. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-3>

Куприянова Е.В., Соломонова М.Ю., Трубицына Э.Д., Каширская Н.Н., Филимонова М.О., Афонин А.С., Шарапов Д.В., Иванов С.Н., Рябогина Н.Е., 2023. Междисциплинарные исследования отложе-

- ний зольника около поселения Степное (Челябинская область), *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, №4 (63), с. 18–38. DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-63-4-2>
- Матасова Г.Г., Казанский А.Ю., Позднякова О.А., 2016. Опыт использования петромагнитного метода для оценки перспектив применения магниторазведки на территории археологических памятников Барабинской лесостепи, *Физика Земли*, №6, с. 86–99. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002333716060077>
- Плеханова Л.Н., 2004. *Природно-антропогенная эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена*. Дисс. на соиск. ... канд. биол. наук. Пушино: МГУ, 24 с.
- Плеханова Л.Н., 2019. Вариабельность магнитной восприимчивости почв в связи с отражением палеоклиматических обстановок и влиянием почвообразующих пород, *Геоархеология и археологическая минералогия. Материалы VI Всерос. молодежной науч. школы с междунар. участием им. В.В. Зайкова*, Миасс; Екатеринбург: ФортДиалог-Исеть, с. 31–34.
- Сальников К.В., 1951. Бронзовый век Южного Зауралья, *Материалы и исследования по археологии Урала и Приуралья*, ред. А.Я. Брюсов. М.: АН СССР, с. 94–151. (МИА. №21. Т. II)
- Стоколос В.С., 1972. *Культура населения бронзового века Южного Зауралья*. М.: Наука, 168 с.
- Alaeva I.P., Vasyuchkov E.O., Ankusheva P.S., Ankushev M.N., 2022. “Home, sweet home”: stones from the Bronze Age settlement hearths (South Trans-Urals, Russia), *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy Proceedings of 9th Geoarchaeological Conference, Miass, Russia, 19–22 September 2022*, Champ: Springer, p. 319–331. (Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences) DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-86040-0\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-86040-0_27)
- Alaeva I.P., Plekhanova L.N., 2023. Physical and Chemical Properties of Bronze Age Soil Deposits from Settlements of the Southern Trans-Urals Steppe, *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*, Champ: Springer, p. 68–80. (Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-46424-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-46424-9_7)
- Epimakhov A., Zazovskaya E., Alaeva I., 2023. Migrations and cultural evolution in the light of radiocarbon dating of Bronze Age sites in the Southern Urals, *Radiocarbon*, p. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>
- Plekhanova L.N., 2021. Influence of paleoclimatic environment on soil magnetic susceptibility, *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Proceedings of 6th Geoarchaeological Conference*. Champ: Springer, p. 20–26. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-48864-2\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-48864-2_3)
- Tite M.S., Mullins C.E., 1971. Enhancement of the magnetic susceptibility of soils on archaeological sites, *Archaeometry*, 13 (2), p. 209–219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.1971.tb00043.x>
- Fassbinder J., Stanjek H., 1993. Occurrence of bacterial Magnetite in Soils from Archaeological Sites, *Archaeologia Polona*, 31, p. 117–128.

## REFERENCES

- Alaeva, I.P., Muravyev, L.A., Molchanov, I.V., 2024, “Experience of electrical survey of the Bronze Age Zvyagino-4 settlement site (Southern Trans-Urals)”, *Ufa Archaeological Herald*, vol. 24, no. 4, pp. 689–696. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.31833/uav/2024.24.4.045>
- Alaeva, I.P., Rassadnikov, A.Yu., 2025, “Archaeozoology of the settlement of the Alakul culture Zvyagino-4 in the context of different cultural deposits”, *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, no. 2 (69), pp. 42–57. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2025-69-2-4>
- Alexandrovsky, A.L., Alexandrovskaya, E.I., 2005, *Evolution of soils and geographical environment*. Nauka, Moscow, 223 p. (In Russ.)
- Ankusheva, P.S., Alaeva, I.P., Sadykov, S.A., Yn Ch., Yang., Ankushev, M.N., Zazovskaya, E.P., Rassadnikov, A.Yu., 2021, ““Steppe corridors” of Alakul pastoralists: isotope and paleobotanical studies at the Chebarkul III settlement”, *Ural Historical Journal*, no. 3 (72), pp. 26–38. (In Russ.) DOI: [https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3\(72\)-26-38](https://doi.org/10.30759/1728-9718-2021-3(72)-26-38)
- Babanin, V.F., Trukhin, V.I., Ivanov, A.V., Karpachevsky, L.O., Morozov, V.V., 1995, *Soil magnetism*. YaGTU, Yaroslavl, 223 p. (In Russ.)
- Bessonova, E.A., Gelman, E.I., Nikolaeva, N.A., 2013, “The use of magnetic susceptibility measurements of soil surface for the mapping of the buried objects in flood sediments”, *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, no. 4 (170), pp. 70–77. (In Russ.)
- Bikmulina, L.R., Yakimov, A.S., Kupriyanova, E.V., Chechushkov, I.V., Bazhenov, A.I., 2017, “Geochemical features of the ashy layer (zol’nic) at the Bronze Age settlement of Streletskoe-1 in the forest-steppe Trans-Urals”, *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, no. 4 (39), pp. 172–182. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2017-39-4-172-182>
- Blomqvist, E.E., 1956, “Peasant buildings of Russians, Ukrainians and Belarusians (settlements, dwellings and farm buildings)”, *East Slavic Ethnographic collection*, ed. S.A. Tokarev, AN USSR, Moscow, pp. 3–458. (In Russ.)
- Vinogradov, N.B., 1982, “Kulevchi III – The Petrovsky Type Site in the Southern Trans-Ural Region”, *KSIA*, no. 169, pp. 94–100. (In Russ.)
- Epimakhov, A.V., Alaeva, I.P., 2024, “Radiocarbon Chronology of the Bronze Age Fedorovka Culture (New Data Relevant to an Earlier Problem)”, *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*, vol. 52, no. 2, pp. 55–64. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2024.52.2.055-064>
- Epimakhov, A.V., Kupriyanova, E.V., Hommel, P., Hanks, B.K., 2021, “From ideas about linear evolution to a mosaic of cultural traditions (the Bronze Age of the Urals in the light of large series of AMS dates)”, *Ancient and traditional cultures in interaction with the environment: problems of historical reconstruction. Materials of the First International interdisciplinary conference*, ChelGU, Chelyabinsk, pp. 7–29. (In Russ.)

- Zdanovich, G.B., 1988, *The Bronze Age of the Ural-Kazakhstan steppes (fundamentals of periodization)*. UrGU, Sverdlovsk, 177 p. (In Russ.)
- Korochkova, O.N., 2009, "About the West Siberian ash pits of the Late Bronze Age", *Russian Archeology*, no. 1, pp. 25–35. (In Russ.)
- Krivtsova-Grakova, O.A., 1947, "Aleksievskoye settlement and burial ground", *Archaeological collection*, ed. N.L. Rubinstein, GIM, Moscow, pp. 59–164. (Proceedings of the GIM, iss. XVII) (In Russ.)
- Krivtsova-Grakova, O.A., 1951, "Sadchikovo settlement (Excavations in 1948)", *Materials and Research on the Archeology of the Urals*, ed. A.Y. Bryusov, AN USSR, Moscow, pp. 152–181. (MIA, no. 21, vol. II) (In Russ.)
- Kuzmina, E.E., 1994, *Where did the Indo-Aryans come from? Material culture of the tribes of the Andronovo community and the origin of the Indo-Iranians*. Vostochnaya literatura, Moscow, 457 p. (In Russ.)
- Kupriyanova, E.V., Solomonova, M.Yu., Trubitsyna, E.D., Kashirskaya, N.N., Kashevskaya, A.O., Afonin, A.S., Filimonova, M.O., Ryabogina, N.E., 2024, "Genesis and functions of the Late Bronze Age ash heaps in the Southern Trans-Urals in the context of new interdisciplinary research", *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, no. 4(67), pp. 36–55. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-3>
- Kupriyanova, E.V., Solomonova, M.Yu., Trubitsyna, E.D., Kashirskaya, N.N., Filimonova, M.O., Afonin, A.S., Sharapov, D.V., Ivanov, S.N., Ryabogina, N.E., 2023, "Interdisciplinary research of ash heap sediment near Stepnoye settlement (Chelyabinsk Oblast)", *Vestnik Arheologii, Antropologii i Etnografii*, no. 4(63), pp. 18–38. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2023-63-4-2>
- Matasova, G.G., Kazansky, A.Yu., Pozdnyakova, O.A., 2016, "The Experience of Using the Rock Magnetic Methods for Assessing the Prospects of Magnetic Exploration in the Territory of Archaeological Monuments of the Barabinsk Forest Steppe", *Physics of the Solid Earth*, no. 6, pp. 86–99. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.7868/S0002333716060077>
- Plekhanova, L.N., 2004, *Natural and anthropogenic evolution of soils of river valleys of the steppe Trans-Urals in the second half of the Holocene*. Dissertation ... Candidate of Biological Sciences. MGU, Pushchino, 24 p. (In Russ.)
- Plekhanova, L.N., 2019, "Variability of magnetic susceptibility of soils due to the reflection of paleoclimatic conditions and the influence of soil-forming rocks", *Geoarchaeology and archaeological mineralogy. Materials of the VI All-Russian Youth Scientific School with international participation named after V.V. Zaikov*, FortDialog-Iset, Miass, Ekaterinburg, pp. 31–34. (In Russ.)
- Salnikov, K.V., 1951, "The Bronze Age of the Southern Trans-Urals", *Materials and Research on the Archeology of the Urals*, ed. A.Y. Bryusov, AN USSR, Moscow, pp. 94–151. (MIA, no. 21, vol. II) (In Russ.)
- Stokolos, V.S., 1972, *The culture of the Bronze Age population of the Southern Trans-Urals*. Nauka, Moscow, 168 p. (In Russ.)
- Alaeva, I.P., Vasyuchkov, E.O., Ankusheva, P.S., Ankushev, M.N., 2022, "Home, sweet home": stones from the Bronze Age settlement hearths (South Trans-Urals, Russia)", *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy Proceedings of 9th Geoarchaeological Conference, Miass, Russia, 19–22 September 2022*, Springer, Champ, pp. 319–331. (Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences) DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-86040-0\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-86040-0_27)
- Alaeva, I.P., Plekhanova, L.N., 2023, "Physical and Chemical Properties of Bronze Age Soil Deposits from Settlements of the Southern Trans-Urals Steppe", *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy*, Springer, Champ, pp. 68–80. (Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences) DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-46424-9\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-031-46424-9_7)
- Epimakhov, A., Zazovskaya, E., Alaeva, I., 2023, "Migrations and cultural evolution in the light of radiocarbon dating of Bronze Age sites in the Southern Urals", *Radiocarbon*, pp. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1017/RDC.2023.62>
- Plekhanova, L.N., 2021, "Influence of paleoclimatic environment on soil magnetic susceptibility", *Geoarchaeology and Archaeological Mineralogy. Proceedings of 6th Geoarchaeological Conference*, Springer, Champ, pp. 20–26. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-48864-2\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-48864-2_3)
- Tite, M.S., Mullins, C.E., 1971, "Enhancement of the magnetic susceptibility of soils on archaeological sites", *Archaeometry*, 13 (2), pp. 209–219. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-4754.1971.tb00043.x>
- Fassbinder, J., Stanjek, H., 1993, "Occurrence of bacterial Magnetite in Soils from Archaeological Sites", *Archaeologia Polona*, 31, pp. 117–128.

---

#### Сведения об авторе

**Ирина Павловна Алаева**, кандидат исторических наук, доцент, Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет, Российская Федерация, г. Челябинск, Институт истории и археологии УрО РАН, Российская Федерация, г. Екатеринбург. E-mail: [alaevaira@mail.ru](mailto:alaevaira@mail.ru), ORCID: 0000-0001-8322-5835

#### Information About the Author

**Irina P. Alaeva**, Cand. Sc. (History), associate professor, South Ural State Humanitarian Pedagogical University, Russian Federation, Chelyabinsk; Institute of History and Archeology Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Yekaterinburg. E-mail: [alaevaira@mail.ru](mailto:alaevaira@mail.ru), ORCID: 0000-0001-8322-5835