

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВЕСТНИК АРХЕОЛОГИИ, АНТРОПОЛОГИИ И ЭТНОГРАФИИ

Сетевое издание

**№ 4 (67)
2024**

ISSN 2071-0437 (online)

Выходит 4 раза в год

Главный редактор:

Зах В.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН

Редакционный совет:

Молодин В.И., председатель совета, академик РАН, д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Добровольская М.В., чл.-кор. РАН, д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Бауло А.В., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН;
Бороффа Н., PhD, Германский археологический ин-т, Берлин (Германия);
Епимахов А.В., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН;
Кокшаров С.Ф., д.и.н., Ин-т истории и археологии УрО РАН; Кузнецов В.Д., д.и.н., Ин-т археологии РАН;
Лахельма А., PhD, ун-т Хельсинки (Финляндия); Матвеева Н.П., д.и.н., ТюмГУ;
Медникова М.Б., д.и.н., Ин-т археологии РАН; Томилов Н.А., д.и.н., Омский ун-т;
Хлагула И., Dr. hab., ун-т им. Адама Мицкевича в Познани (Польша); Хэнкс Б., PhD, ун-т Питтсбурга (США);
Чикишева Т.А., д.и.н., Ин-т археологии и этнографии СО РАН

Редакционная коллегия:

Дегтярева А.Д., зам. гл. ред., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Костомарова Ю.В., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН;
Пошехонова О.Е., отв. секретарь, ТюмНЦ СО РАН; Лискевич Н.А., отв. секретарь, к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Агапов М.Г., д.и.н., ТюмГУ; Адаев В.Н., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Бейсенов А.З., к.и.н., НИЦИА Бегазы-Тасмола (Казахстан);
Валь Й., PhD, О-во охраны памятников Штутгарта (Германия); Ключева В.П., к.и.н., ТюмНЦ СО РАН;
Крийска А., PhD, ун-т Тарту (Эстония); Крубези Э., PhD, проф., ун-т Тулузы (Франция);
Кузьминых С.В., к.и.н., Ин-т археологии РАН; Перерва Е.В., к.и.н., Волгоградский ун-т;
Печенкина К., PhD, ун-т Нью-Йорка (США); Пинхаси Р., PhD, ун-т Дублина (Ирландия);
Рябогина Н.Е., к.г.-м.н., ТюмНЦ СО РАН; Слепченко С.М., к.б.н., ТюмНЦ СО РАН;
Ткачев А.А., д.и.н., ТюмНЦ СО РАН; Хартанович В.И., к.и.н., МАЭ (Кунсткамера) РАН

Утвержден к печати Ученым советом ФИЦ Тюменского научного центра СО РАН

Сетевое издание «Вестник археологии, антропологии и этнографии»
зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций; регистрационный номер: серия Эл № ФС77-82071 от 05 октября 2021 г.

Адрес: 625008, Червишевский тракт, д. 13, e-mail: vestnik.ipos@inbox.ru

Адрес страницы сайта: <http://www.ipdn.ru>

© ФИЦ ТюмНЦ СО РАН, 2024

**FEDERAL STATE INSTITUTION
FEDERAL RESEARCH CENTRE
TYUMEN SCIENTIFIC CENTRE
OF SIBERIAN BRANCH
OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES**

VESTNIK ARHEOLOGII, ANTROPOLOGII I ETNOGRAFII

ONLINE MEDIA

**№ 4 (67)
2024**

ISSN 2071-0437 (online)

There are 4 numbers a year

Editor-in-Chief

Zakh V.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Editorial Council:

Molodin V.I. (Chairman of the Editorial Council), member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Dobrovolskaya M.V., Corresponding member of the RAS, Doctor of History,
Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Baulo A.V., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Boroffka N., PhD, Professor, Deutsches Archäologisches Institut (German Archaeological Institute) (Berlin, Germany)

Chikisheva T.A., Doctor of History, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS (Novosibirsk, Russia)

Chlachula J., Doctor hab., Professor, Adam Mickiewicz University in Poznan (Poland)

Epimakhov A.V., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Koksharov S.F., Doctor of History, Institute of History and Archeology Ural Branch RAS (Yekaterinburg, Russia)

Kuznetsov V.D., Doctor of History, Institute of Archeology of the RAS (Moscow, Russia)

Hanks B., PhD, Professor, University of Pittsburgh (Pittsburgh, USA)

Lahelma A., PhD, Professor, University of Helsinki (Helsinki, Finland)

Matveeva N.P., Doctor of History, Professor, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Mednikova M.B., Doctor of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Tomilov N.A., Doctor of History, Professor, University of Omsk

Editorial Board:

Degtyareva A.D., Vice Editor-in-Chief, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kostomarova Yu.V., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Poshekhonova O.E., Assistant Editor, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Liskevich N.A., Assistant Editor, Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Agapov M.G., Doctor of History, University of Tyumen (Tyumen, Russia)

Adaev V.N., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Beisenov A.Z., Candidate of History, NITSIA Begazy-Tasmola (Almaty, Kazakhstan),

Crubezy E., PhD, Professor, University of Toulouse (Toulouse, France)

Kluyeva V.P., Candidate of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Kriiska A., PhD, Professor, University of Tartu (Tartu, Estonia)

Kuzminykh S.V., Candidate of History, Institute of Archaeology of the RAS (Moscow, Russia)

Khartanovich V.I., Candidate of History, Museum of Anthropology and Ethnography RAS Kunstkamera
(Saint Petersburg, Russia)

Pechenkina K., PhD, Professor, City University of New York (New York, USA)

Pererva E.V., Candidate of History, University of Volgograd (Volgograd, Russia)

Pinhasi R., PhD, Professor, University College Dublin (Dublin, Ireland)

Ryabogina N.Ye., Candidate of Geology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Slepchenko S.M., Candidate of Biology, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Tkachev A.A., Doctor of History, Tyumen Scientific Centre SB RAS (Tyumen, Russia)

Wahl J., PhD, Regierungspräsidium Stuttgart Landesamt für Denkmalpflege

(State Office for Cultural Heritage Management) (Stuttgart, Germany)

Address: Chervishevskiy trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation; mail: vestnik.ipos@inbox.ru

URL: <http://www.ipdn.ru>

Куприянова Е.В.^a, Соломонова М.Ю.^b, Трубицына Э.Д.^{c,*}, Каширская Н.Н.^d,
Кашевская А.О.^e, Афонин А.С.^c, Филимонова М.О.^c, Рябогина Н.Е.^{c,f}

^a Учебно-научный центр изучения проблем природы и человека,
Челябинский государственный университет, ул. Бр. Кашириных, 129, Челябинск, 454001

^b Алтайский государственный университет, Институт биологии и биотехнологии
просп. Ленина, 61, Барнаул, 656049

^c ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН, ул. Червишеский тракт, 13, Тюмень, 625008

^d Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
ул. Институтская, 2, Пушкино, 142290

^e Тюменский государственный университет, ул. Володарского, 6, Тюмень, 625003

^f Гетеборгский университет, Университетсплатсен, 1, Гетеборг, 41124

E-mail: dzdan@mail.ru (Куприянова Е.В.); solomonova@mail.asu.ru (Соломонова М.Ю.);

el.yuzh@gmail.com (Трубицына Э.Д.); nkashirskaya81@gmail.com (Каширская Н.Н.);

kashne741@yandex.ru (Кашевская А.О.); hawk_lex@list.ru (Афонин А.С.);

mashaofilimonova@yandex.ru (Филимонова М.О.); nataly.ryabogina@gmail.com (Рябогина Н.Е.)

ФОРМИРОВАНИЕ И ФУНКЦИИ ЗОЛЬНИКОВ ПОЗДНЕГО БРОНЗОВОГО ВЕКА В ЮЖНОМ ЗАУРАЛЬЕ В КОНТЕКСТЕ НОВЫХ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Междисциплинарные исследования почвенного состава зольников бронзового века являются относительно новым направлением, но дают интересные результаты, позволяющие сделать выводы о генезисе и функциях этих объектов. В центре исследования — два зольника при поселениях бронзового века в Южном Зауралье Стрелецкое-1 и Черноречье 2 (Челябинская обл., Россия). Оба зольника расположены на обрыве берега, между жилищными впадинами и рекой, относятся в основном ко времени существования алакульской культуры (XVIII–XVI вв. до н.э.). Проведены анализ стратиграфии и гранулометрического состава почвенных образцов, состава археоботанических остатков, палинологический, археопаразитологический, микробиоморфный, почвенно-микробиологический анализы, оценка содержания биомаркеров. Сделаны выводы, что по ряду признаков зольники имеют неодинаковую природу формирования и отличаются как между собой, так и от исследованного ранее зольника при укрепленном поселении Степное. Основной состав зольников сформирован вследствие перегнивания растительной биомассы, однако имеются и маркеры животного происхождения — кератин, холестерин. Признаков содержания навоза в образцах не обнаружено. Учитывая археологический контекст, предполагаем, что территория зольников в древности использовалась главным образом для хранения сена для скота, частично содержавшегося в поселках, а периодически — как место для разделки туш животных и обработки кости для косторезного производства.

Ключевые слова: Южное Зауралье, бронзовый век, зольник, поселение, фитолиты, пыльца, сапротрофные микроорганизмы, кератинофильные грибы, функциональное назначение.

Ссылка на публикацию: Куприянова Е.В., Соломонова М.Ю., Трубицына Э.Д., Каширская Н.Н., Кашевская А.О., Афонин А.С., Филимонова М.О., Рябогина Н.Е. Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье в контексте новых междисциплинарных исследований // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2024. 4. С. 36–55. <https://doi.org/10.20874/2071-0437-2024-67-4-3>

Введение

Дискуссия о происхождении, функциях и составе зольников при поселениях бронзового века не теряет актуальности на протяжении нескольких десятилетий, причем при обсуждении природы этих объектов очень редко используются результаты естественнонаучных анализов. Изучение зольников имеет обширную историографию, детальное рассмотрение которой должно занять большой раздел монографии, запланированной авторским коллективом данной статьи. Более подробно историография вопроса рассмотрена авторами ранее [Куприянова и др., 2023]. Одним из первых, где фигурирует этот термин, можно считать труд В.А. Городцова [1911], в котором, как и во многих последующих работах, зольники интерпретируются буквально — как места скопления очажной золы при поселениях. Лишь впоследствии у многих исследователей возни-

* Corresponding author.

кают справедливые сомнения сначала в исключительно бытовом назначении зольников [Березанская, 1982; Корочкова, 2009; и др.], а затем и в собственно золистости природы отложений, воспринимаемых археологами как прослойки золы [Гершкович, 2016; и др.]. Немногочисленные примеры междисциплинарных исследований почв зольников [Насонова, 2020; Сава и др., 2017; Алаева и др., 2022; Куприянова и др., 2023; и др.] подтверждают «не-золистую» версию происхождения по крайней мере ряда из них. В рамках проекта по изучению зольников была создана база данных, включающая 102 объекта, принадлежащих 18 археологическим культурам бронзового века Евразии, интерпретируемых авторами как «зольники» [Дисаенко, 2024], при изучении которой видно, что единообразного восприятия этого термина и объектов в него включаемых по-прежнему не существует. Исследователи понимают под зольниками как отдельно локализующиеся памятники, состоящие из подобного золе грунта, так и «золистые» прослойки, включенные в состав поселенческих комплексов (перекрывающие жилище, скопленные в межжилищном пространстве, отдельных ямах и пр.). Единственным обобщающим признаком, по которому выделяют зольники, являются светлый цвет и мелкодисперсная, схожая с золистостью, структура составляющего их грунта. Таким образом, при повсеместном употреблении этого термина, «зольниками» в научной литературе называются совершенно разные по хронологии, морфологии, архитектуре и происхождению археологические памятники или их части.

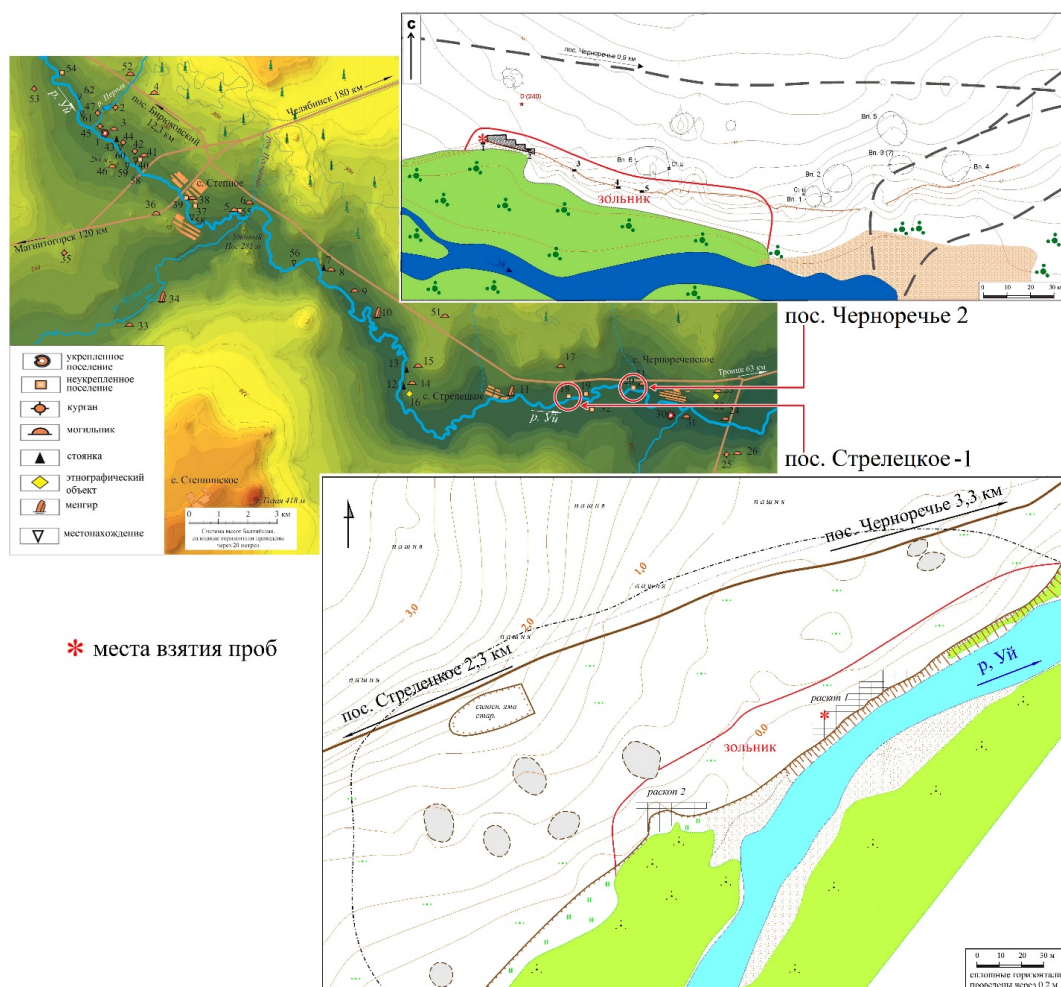
В задачи работы не входит полный анализ историографии вопроса, но, осознавая дискуссионность термина, авторы должны конкретизировать свое понимание того, какие объекты они рассматривают в качестве зольников. Мы оставили за рамками внимания памятники, где золистые слои расположены над жилищными впадинами поселений и в межжилищном пространстве, включены в состав культурного слоя иной природы. Под зольниками мы понимаем объекты при поселениях бронзового века, локализованные *сепаратно* от жилищ и межжилищного пространства, где золистый слой представляет собой обширную линзу большой площади, расположенную на погребенной почве/материке, перекрытую слоями вторичного почвообразования. Как правило, в таких обширных линзах золистых слоев не фиксируются остатки архитектурных конструкций, но иногда они частично могут перекрывать более ранние постройки.

Из двух соседних поселений бронзового века — Стрелецкое-1 и Черноречье 2, в составе которых имеются зольники, отвечающие приведенным выше параметрам, изученные раскопками, были отобраны образцы для проведения комплексного анализа. Основная задача исследования — получить новые данные для обсуждения гипотез формирования и функционирования зольников около степных поселений бронзового века в контексте их роли в хозяйственном укладе древнего населения.

Археологический контекст объектов

Оба поселения Южного Зауралья, Стрелецкое-1 и Черноречье 2, функционировали в позднем бронзовом веке. Они расположены на левом берегу р. Уй, на расстоянии примерно 2,5 км друг от друга (рис. 1). В составе обоих памятников выявлены зольники, представляющие собой большой протяженности (несколько десятков метров) линзы светлого мелкодисперсного грунта, расположенные вне площадки, на которой находятся жилищные впадины, — на берегу между рекой и жилищами. Границы распространения зольников со стороны реки четко фиксируются в обрыве берега, их разрушающем; по направлению к площадке поселения границы распространения выделены шурфовкой культурного слоя. В целом, они локализованы отдельно от основных архитектурных конструкций поселения, и в самих золистых линзах не отмечено следов построек. Собственно культурный слой на этой площадке представлен исключительно зольником, лежащим на погребенной почве либо материке. Вне золистого слоя артефакты не фиксировались. В случае с поселением Стрелецкое-1 стратиграфия и длительная история формирования прослеживаются по различным оттенкам залегающих друг над другом «золистых» слоев, иногда перемежающихся слоями вторичного почвообразования и речными наносами, а также по тяготению керамики позднего этапа бронзового века к верхним горизонтам линзы, а ранней керамики — к нижним слоям. В менее мощном слое зольника поселения Черноречье 2 подобных особенностей в распределении керамики не фиксируется.

Поселение Стрелецкое-1 расположено в 3 км к юго-западу от с. Черноречье и в 2 км к востоку-северо-востоку от п. Стрелецк Троицкого р-на Челябинской области, на левом берегу р. Уй. По материалам дешифрирования аэрофотоснимка фиксируется 12 жилищных впадин. В 2012 г. экспедицией Челябинского государственного университета на памятнике исследовано 405 м² слоя зольника за границами жилищных впадин вдоль обрыва (рис. 1).



* места взятия проб

Рис. 1. Карта расположения и планы поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2.
Fig. 1. Map of disposition and plans of Streletskoye-1 and Chernorechye 2 settlements.

Первоначальный этап формирования слоев зольника относится к эпохе средней — поздней бронзы (синаштинская и петровская культура). Судя по небольшой толщине слоя, этот период функционирования был коротким, а затем прервался, поверхность задерновалась и начал формироваться гумусовый горизонт. Возможно, перерыв связан с наводнением, следы которого фиксируются в профилях в виде слоя речных наносов. Основной этап использования зольника пришелся на эпоху поздней бронзы (алакульская культура), в верхних слоях отмечаются материалы черкаскульской и саргаринско-алексеевской культур. В целом, поселение и зольник датируются XXI–X вв. до н.э.

На зольнике поселения Стрелецкое-1 ранее были проведены геохимические исследования [Бикмулина и др., 2017]. Сравнительный анализ распределения химических элементов показал, что в слое зольника содержание фосфора, кальция, марганца, серы, рубидия и цинка превышает фоновые значения в 2–3 раза и, наоборот, концентрации калия, железа, титана, ванадия, кобальта и стронция ниже фоновых показателей. В погребенной почве концентрации фосфора, калия, марганца, железа, титана, рубидия, ванадия и кобальта были максимальны и превышали современные значения в 2–4 раза.

Интерпретируя результаты, авторы предположили, что источником поступления в почву фосфора были продукты жизнедеятельности животных, а кальция, калия (а также серы и цинка) — животные и растительные остатки, что подтверждалось археологическим контекстом — большим количеством костей мелкого и крупного рогатого скота. Высокий уровень марганца, железа, титана, рубидия, стронция, ванадия и кобальта был связан, возможно, с химическим составом минерального сырья, например глиной, использовавшейся в гончарстве. Содержание меди и

олова в зольнике, напротив, было низким, не превышавшим фоновые показатели, что не противоречит отсутствию следов металлургического производства в материалах раскопок [Бикмулина и др., 2017, с. 178–179].

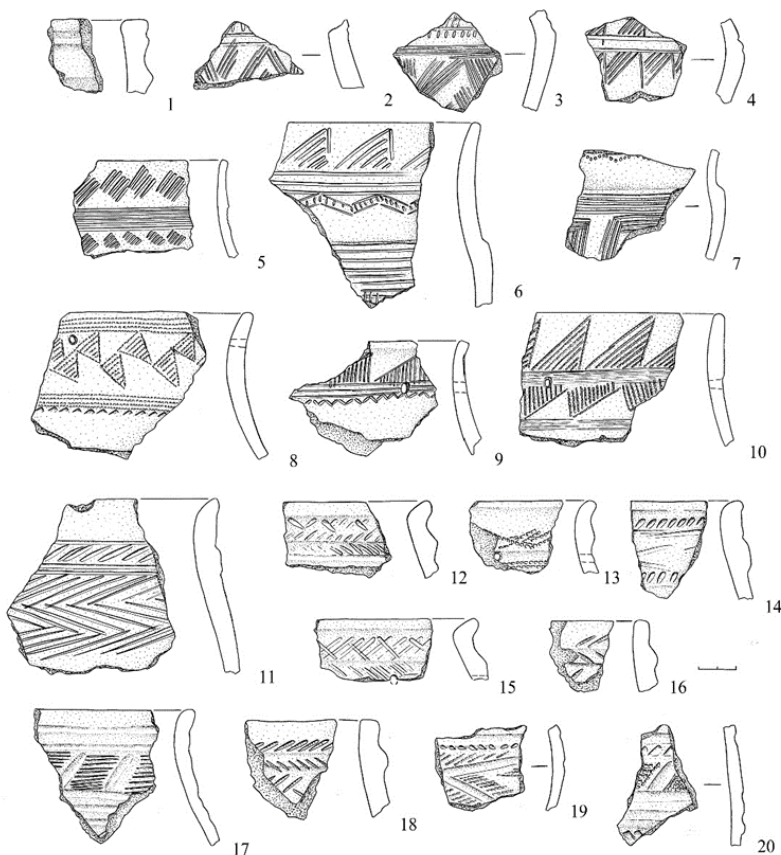


Рис. 2. Керамический комплекс поселения Стрелецкое-1:

1–4 — керамика синташтинской культуры; 5–10 — керамика алакульской культуры; 11–20 — керамика черкаскульской и саргаринско-алексеевской культур (по: [Куприянова и др., 2021, рис. 2–5]).

Fig. 2. Ceramical complex of Streletskeye-1 settlement:

1–4 — ceramic of Sintashta Culture; 5–10 — ceramic of Alakul Culture; 11–20 — ceramic of Sargary-Alekseevka Culture (according to: [Kupriyanova et al., 2021, fig. 2–5]).

Поселение Черноречье 2 занимает край надпойменной террасы левого берега р. Уй в 0,5 км к западу от окраины современного п. Черноречье. Архитектура по дешифрированию аэрофотоснимка 1965 г. представлена 7 впадинами, образующими нерегулярную «улочку», ориентированную вдоль береговой линии. В 2019 г. экспедицией Челябинского государственного университета под руководством Е.В. Куприяновой совместно с Дж. Джонсоном (Университет Вайоминга, США) вскрыто 44 м² культурного слоя зольника вдоль берега реки [Куприянова и др., 2021] (рис. 1).

Начальный этап эксплуатации поселения соотносится с синташтинской и петровской культурами бронзового века Южного Зауралья (XXI–XVIII вв. до н.э.). Большая часть керамики относится к алакульской культуре эпохи поздней бронзы Южного Зауралья (XVII–XV вв. до н.э.) — основной этап существования поселения. В верхних слоях отмечено некоторое количество керамики черкаскульской культуры позднего этапа поздней бронзы и саргаринско-алексеевской культуры эпохи финальной бронзы (в пределах XIV–X вв. до н.э.), знаменующей собой финальную стадию использования поселения.

Оба памятника имеют ряд общих черт:

— относятся к типу неукрепленных поселений; жилищные впадины располагаются вдоль берега реки. Слои зольника локализованы вдоль обрыва берега, между рекой и жилищами;

— имеют следы использования коллективами носителей нескольких археологических культур (рис. 2, 3), однако вся керамика в зольниках найдена в золистых прослойках, являющихся единст-

венным видом культурного слоя на площадке зольника. Четкой сегрегации керамики различных культур не отмечено, поскольку золистые слои промывались и перемешивались, но керамика позднего этапа (черкаскульская, саргаринско-алексеевская) тяготела к верхним слоям зольников, а ранняя (синташтинская, петровская) — к нижним. В основном объеме золистого слоя доминировала алакульская керамика. Исходя из этого были сделаны следующие выводы. Основным периодом существования зольников связан с алакульской культурой (табл. 1). На позднем этапе бронзового века (черкаскульская, саргаринско-алексеевская культуры) они использовались непродолжительно либо эпизодически. Незначительный процент ранней керамики (синташтинская, петровская культуры) на поселениях свидетельствует, что первые постройки были сделаны в этот период, либо о частичной синхронности с алакульской культурой, носители которой контактировали с населением синташтинских и петровских поселков;

— в культурном слое поселений следы металлургического производства (шлаки, литейные формы) не представлены, но зафиксирован большой процент костей домашних животных и артефактов, связанных с ремеслом (гончарство, косторезное ремесло, каменная индустрия).

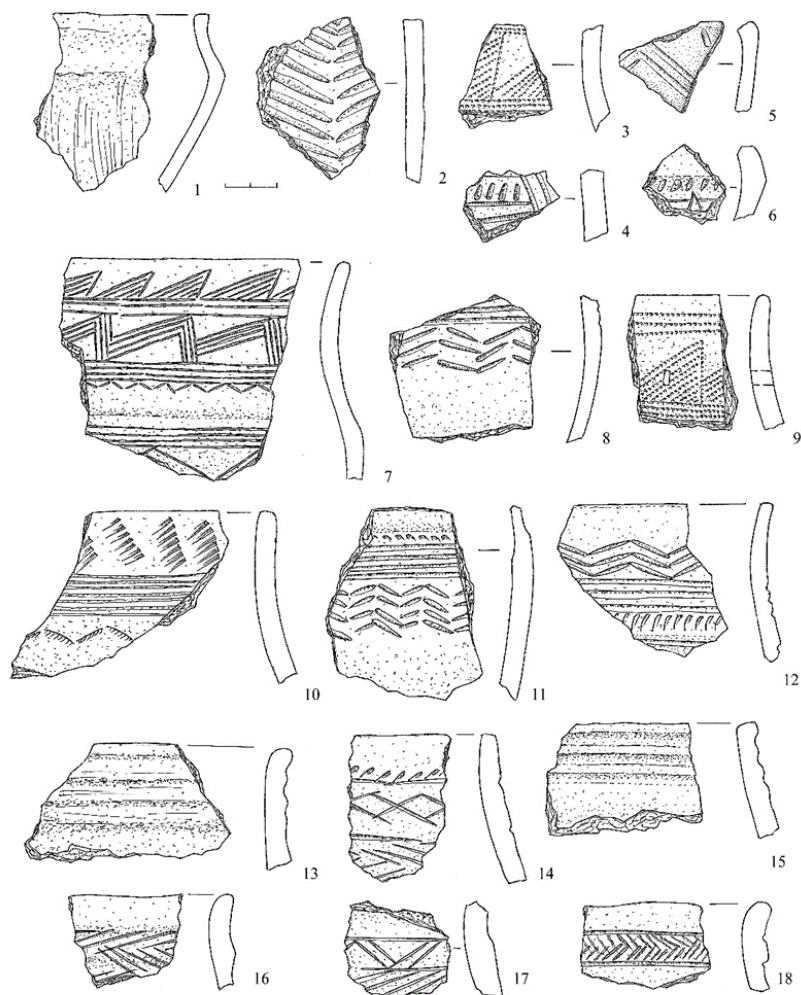


Рис. 3. Керамический комплекс поселения Черноречье 2:

1–6 — керамика синташтинской культуры; 7–12 — керамика алакульской культуры; 13–18 — керамика черкаскульской и саргаринско-алексеевской культур (по: [Куприянова и др., 2021, рис. 6–9]).

Fig. 3. Ceramical complex of Chernorechye 2 settlement:

1–6 — ceramic of Sintashta Culture; 7–12 — ceramic of Alakul Culture; 13–18 — ceramic of Cherkaskul and Sargary-Alekseevka Cultures (according to: [Kupriyanova et al., 2021, fig. 6–9]).

Золистые слои, вскрытые раскопками вдоль речного обрыва, существенно различаются по структуре. На рис. 4 отчетливо фиксируется разница в составе и мощности слоев зольников двух поселений. Слой поселения Стрелецкое-1 крайне неоднороден, состоит из прослоек различного

Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье...

оттенка, перемежающихся темными прослойками вторичного образования гумуса, красноватыми прослойками (прокалы?). Слой поселения Черноречье 2 — однородный, прерывистый, тонкий.

Таблица 1

Соотношение керамики разных культур в слое зольников двух поселений

Table 1

Correlation of different cultures ceramic on the ash heaps of two settlements

Памятник	Культурная группа (%)			
	Черкаскульская, саргаринско-алексеевская	Алакульская	Синташтинская/петровская	Срубная
Черноречье 2	17,5	65,5	11,2	5,8
Стрелецкое-1	18,8	76,6	2,8	1,8

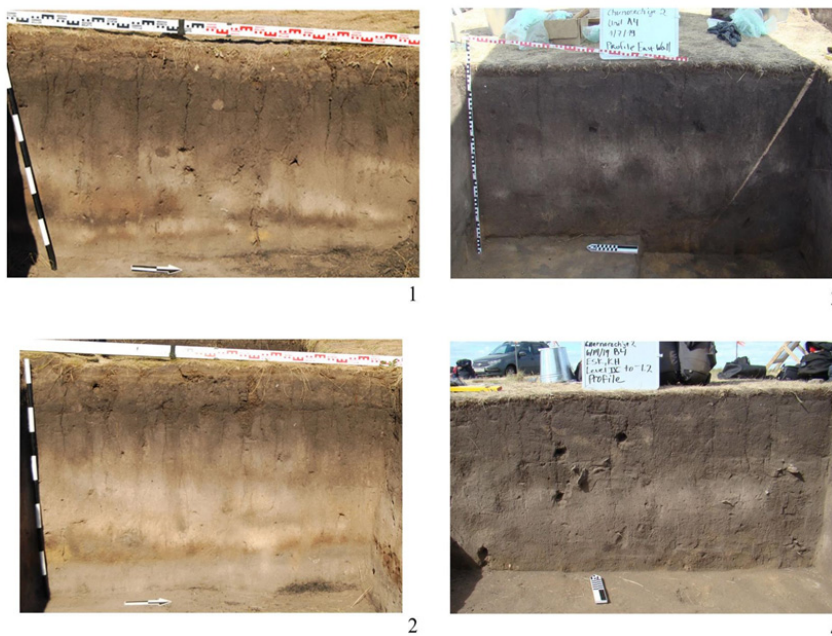


Рис. 4. Золистые слои в профилях раскопов поселений Стрелецкое-1 (2012 г.) (1, 2) и Черноречье 2 (2019 г.) (3, 4): 1 — участок В/2, западный фас; 2 — участок Г/2, западный фас; 3 — участок А/4, восточный фас; 4 — участок Б/4, северный фас.

Fig. 4. Ash heaps in excavation profiles of Streletskoye-1 (2012) (1, 2) and Chernorechye 2 (2019) (3, 4) settlements: 1 — unit B/2, western face; 2 — unit G/2, western face; 3 — unit A/4, eastern face; 4 — unit B/4, northern face.

Методы исследования

Отбор проб. Колонки почвенных отложений зольников Стрелецкое-1 и Черноречье 2 вырезаны целым монолитом (рис. 5, 6) в металлический профиль в обнажении зольников вдоль речного обрыва. На флотацию было взято по одной пробе (10 л) из золистого слоя Стрелецкого-1 — с глубины 35–85 см, Черноречья 2 — с глубины 30–60 см для поиска обугленных растительных макроостатков. Для серии микроанализов в лабораторных условиях отобраны образцы из почвенного монолита. Пробы на фитоолитный, палинологический, гранулометрический, микробиологический, биохимический (содержания стериннов: 5 α - и 5 β -станолы) анализы вырезаны в местах без следов нор и вертикальных трещин, чтобы исключить привнос материала из других слоев.

Пробоподготовка и аналитика. Растительные макроостатки извлечены методом водной флотации с использованием сита 0,5 мм / ячейка [Сергушева, 2013] и изучены под стереомикроскопом. Для микробиоморфного анализа пробоподготовка была выполнена с помощью перекиси водорода и последующего применения сепарационного метода Гричука [Пыльцевой анализ, 1950] и тяжелой жидкости (CdJ2+KJ). Подсчитано от 350 шт. кремниевых микробиоморф в трех участках покровного стекла (верх, низ, середина), а также учитывались другие микробиоморфы. Состав кремниевых микробиоморф учитывался в процентах, для остальных микробиоморф указано относительное содержание. Интерпретация микробиоморфных комплексов дана согласно подходу А.А. Гольевой [2001, 2006, 2024].

Для палинологического анализа пробы обработаны с применением сепарационного метода Гричука, без ацетализа, минимальное число подсчитанных пыльцевых зерен 104 ед. Статисти-

ческая обработка результатов, подсчеты пыльцы, спор и NPP, построение диаграмм выполнены в программе TILIA и TILIA-Graph [Grimm, 1990]. При расчете соотношения таксонов за 100 % была принята сумма пыльцы деревьев и трав. Процентное участие группы NPP, околородных таксонов и спор рассчитано от общей суммы всей пыльцы и NPP.



Рис. 5. Строение почвенного профиля отложений зольника Стрелецкое-1 и контактная зона погребенной почвы и золистого слоя (90–60 см) — показано красной рамкой и увеличено; желтая пунктирная рамка — место отбора монолита для анализов.

Fig. 5. Soil profile of Streletskoye-1 ash heap and contact zone of buried soil and ash level (90–60 cm) — red frame; yellow dotted frame — place of monolith sampling for analysis.



Рис. 6. Строение почвенного профиля отложений зольника Черноречье 2 и увеличенный участок золистого слоя — красная рамка; желтая пунктирная рамка — место отбора монолита для анализов.

Fig. 6. Soil profile Chernorechye 2 ash heap and enlarged area of the ash layer red frame; yellow dotted frame — location of monolith sampling for analysis.

Численность термофильных и сапротрофных бактерий определялась методом счета колоний на глюкозо-пептонно-дрожжевой среде [Лысак и др., 2000; Chernysheva et al., 2017]. Численность кератинофильных грибов оценивалась методом счета колоний, растущих на шерстяной ткани после посева из почвенной суспензии [Kashirskaya et al., 2020].

Для проведения археопаразитологического анализа пробы со всех трех объектов обрабатывались по стандартной методике, применяемой в ТюмНЦ СО РАН, с использованием водного раствора трисодиума (Na_3PO_4) в концентрации 0,5 % [Callen, Cameron, 1960; Slepchenko et al., 2024].

Экстракция фекальных биомаркеров была выполнена для навесок массой 1–1,5 г [Bull et al., 1999]. Пробы дериватизировали по методике, описанной в J. Wu et al. [2010]. Смесь анализировали с помощью газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией на Agilent 5977 GC/MSD.

Результаты исследования зольников Стрелецкое-1 и Черноречье 2

Стратиграфия и гранулометрический состав почвенных профилей. До сооружения зольника Стрелецкого-1 на этом участке последовательно формировалась лугово-черноземная почва. Для этой погребенной почвы точных гранулометрических показателей нет, но при визуальном описании

Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье...

примесь крупного песка не отмечена. Начало же аккумуляции золистого слоя связано с привносом большого объема грунта с частицами крупного песка, отмеченными как визуальными при описании почвы, так и по данным анализа. Гранулометрический состав отложений подтверждает визуальную неоднородность золистого слоя в нижней (70–85 см) и верхней (40–70 см) частях (табл. 2, рис. 7).

Таблица 2

Стратиграфическое строение отложений зольника Стрелецкое-1

Table 2

Stratigraphy of the Streletskoeye-1 ash heap

Глубина, см	Описание
0–34	Гумусовый горизонт современной лугово-степной почвы (не исключена распашка в советское время), темно-серая супесь с крупным песком, дерн
34–68	Верхняя часть зольника и/или культурный слой, плотная серая супесь, пылеватая, с включениями керамики и костей
68–80(86)	Золистый слой, рыхлый светло-серый легкий суглинок, с большой долей крупного песка, в верхней части окрашенный гумусом в более темные тона
86–130	Погребенная почва, темно-серый суглинок без видимой примеси крупного песка, комковатый в верхней части, глыбистый с пятнами ожелезнения в нижней части
Ниже 130	Материковая порода, крупный плотный железненный песок

Самая нижняя часть золистого слоя Стрелецкого-1 (80–75 см) представляет собой легкий суглинок на границе с супесью с долей физической глины 20 %, но уже чуть выше (70–75 см) слой зольника представлен супесью и отличается максимально высокой долей крупного песка и низкой долей остальных песчаных фракций.

Верхняя часть зольника (40–65 см) содержит керамику и кости. Содержание физической глины здесь варьирует от 16 до 21 %, однако, с учетом фракции крупной пыли, можно отметить, что общее содержание пылеватых частиц в этой части профиля заметно возрастает. Вскипание от 10 % HCl вдоль всего почвенного профиля показывает обилие карбонатов кальция.

Таблица 3

Стратиграфическое строение отложений зольника Черноречье 2

Table 3

Stratigraphy of the Chernorechye 2 ash heap

Глубина, см	Описание
20–0	Гумусовый горизонт, темно-серая супесь (распашка в советское время), дерн
60(67)–20	Золистый слой, очень сухая рыхлая супесь, неоднородной окраски разных тонов серого цвета; в нижней части 50–60 см наиболее мелкодисперсная с белесым и коричневым подтоном
110–60(67)	Очень плотный суглинок, светло-желтого цвета, местами белесый, карбонатный, глыбистой структуры, с темными пятнами от нор грызунов
Ниже 110	Аллювий, крупный рыже-коричневый песок

Гранулометрический состав и соотношение минеральных частиц в профиле Черноречья 2 более однородные, нет резкой смены между горизонтами (табл. 3, рис. 7). Супесчаный слой (проба 60–65 см), подстилающий золистый слой, характеризуется значительной долей физического песка, тогда как доля физической глины составляет всего 17 %. Нижняя пачка золистых отложений (50–55 см) отличается большей долей пылеватых и илистых частиц. Очевидно, в зольник попадал материал, утяжеляющий гранулометрический состав исходной супесчаной почвы. В верхней части современной почвы (0–20 см) доля песка превышает 75 %, возможно за счет регулярного аллювиального привноса песка р. Уй. Вскипание от 10 % HCl вдоль всего почвенного профиля показывает обилие карбонатов кальция.

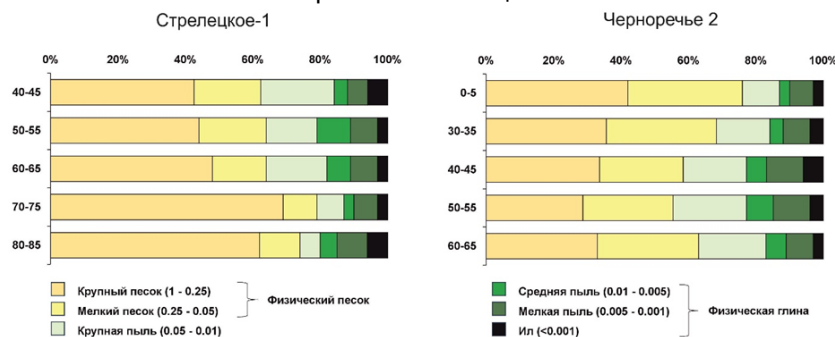


Рис. 7. Изменение гранулометрического состава почвенного профиля исследованных зольников.

Fig. 7. Changes in the granulometric composition of the studied ash heaps.

Состав археоботанических остатков. Для грунта из золистого слоя показана низкая насыщенность (от 1 до 0,6 семени / литр) карбонизированными (обугленными) остатками растений (табл. 4).

Таблица 4

Состав карбонизированных растительных остатков в золистых слоях

Table 4

The composition of charread plant macro remains in the ash heap layers

Карбонизированные семена	Стрелецкое-1	Черноречье 2
<i>Chenopodium</i> sp. (марь)		2
Polygonaceae gen.sp. (гречишные, неопределенные)	2	
Fabaceae gen. sp. (бобовые, неопределенные)	2 целых семени; 2 фрагмента	2 фрагмента
Brassicaceae gen. sp. (крестоцветные, неопределенные)	1	1
Cyperaceae gen. sp. (осоковые, неопределенные)	1	
Indet (неопределенные)	2	1
Всего	10	6
Насыщенность (число на 1 литр грунта)	1	0,6

Результаты палинологического анализа. Спорово-пыльцевой состав и содержание непыльцевых палиноморф — NPP (спор грибов, микроостатков насекомых, водорослей и прочих групп) выполнен для золистого слоя и подстилающих его отложений Стрелецкого-1 и Черноречья 2. Современный гумусовый горизонт не анализировался (нарушен распашкой), но изучен палинологический состав поверхностного образца из дернового слоя. Палинологический состав поверхностного образца Стрелецкого-1 имеет южно-лесостепной тип и отражает распространение современных лесопосадок сосны, березовых колков, но при преобладании открытых участков злаково-разнотравного состава (табл. 5, рис. 8). Это контрастирует с особенностями верхней части золистых отложений, в которых отражена растительность более ксерофитного облика, также постоянно встречается пыльца представителей синантропных трав. В нижней части золистого слоя доминирует пыльца разнотравья и значительно возрастает доля злаков, хотя участие пыльцы полыней уменьшается.

Таблица 5

Характеристика палинологических особенностей зольника Стрелецкое-1

Table 5

Characteristic of palynology features of Streletskoye-1 ash heap

Глубина, см	Изменения палинологических особенностей
0–2 Дерновый слой	Содержание древесной и травянистой пыльцы примерно равнозначное. Пыльца сосны и березы почти в равных пропорциях (~25 %). Травянистая группа с доминированием злаков (20 %), с участием полыни, астровых, маревых и разнотравья. Синантропная растительность представлена цикориевыми. NPP — микоризные (<i>Glomus</i>) и копрофильные грибы (<i>Sordaria</i> HdV 55A, HdV 55B)
34–65 Зольник / культурный слой	В составе пыльцы трав (90–76 %) доминирует разнотравье, много полыни, а также злаков и астровых. Синантропная группа представлена цикориевыми, чертополохом и крестоцветными. Значение березы колеблется от 17 до 6 %. Среди NPP отмечено присутствие спор <i>Glomus</i> , <i>Sordaria</i> HdV 55A, HdV 55B; TM 16, грибов <i>Hepatic</i> . Сферулитов не обнаружено
74–84 Золистый слой	По составу и соотношению пыльцы в спектрах схож с пробами с глубины 34–65 см, однако среди пыльцы трав значительно уменьшается доля полыни и цикориевых. Сферулитов не обнаружено
86–92 Погребенная почва	В образце не удалось подсчитать минимальное статистически достоверное количество пыльцевых зерен, поэтому на диаграмме он не представлен

Согласно палинологическим данным разреза Черноречья 2 современная растительность, с остепненными лугами и небольшими участками лесов (лесопосадки) отчетливо отражена в приповерхностном образце (табл. 6, рис. 9). По сравнению с поверхностными пробами, в отложениях зольника содержится меньше древесной пыльцы и заметно больше пыльцы разнотравья и представителей цикориевых, которые расселяются нередко около жилья, на участках нарушенного почвенного покрова, пастбищах и около мусорных мест. Пыльцевой состав из погребенной почвы отражает типичную степную растительность с полынью, маревыми и злаками. По-видимому, население бронзового века окружали почти безлесные ландшафты.

Результаты микробиоморфного анализа. Во всех пробах зольника Стрелецкого-1 встречаются кремниевые индикаторы гидроморфизма (табл. 7, рис. 10). В погребенной почве это спикулы губок. Во всех остальных — как спикулы, так и панцири диатомовых. Количество фитолитов в золистых слоях выше, чем в поверхностной пробе и погребенной почве. Значительное количество кутикулярных слепков и растительного детрита встречается в золистом слое на глубине 74–84 см, а также в одном образце 44–45 см предположительно культурного слоя. Это может свидетельствовать о некотором времени погребения растительных остатков. В микробиоморфном профиле зольника Черноречья 2 отсутствуют диатомовые водоросли, спикулы губок присутствуют только в нижнем

Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье...

слое. Количество растительного детрита и кремниевых слепков незначительно (табл. 8, рис. 10). Основная масса кремниевых микробиморф это фитолиты. Их относительно количество в золистом слое значительно выше, чем в поверхностных образцах и гумусовом горизонте.

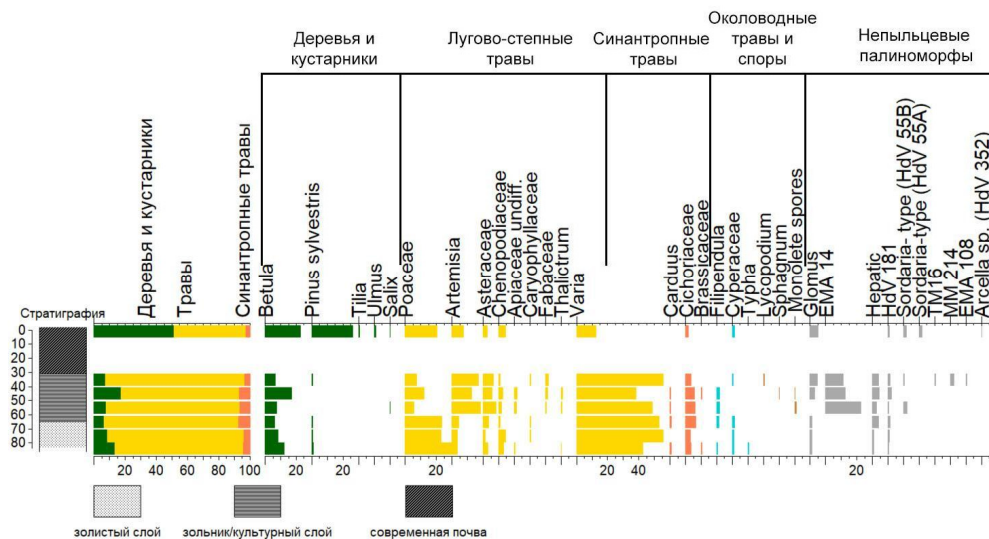


Рис. 8. Палинологическая диаграмма зольника Стрелецкое-1.
Fig. 8. Palynology diagram of Streletskoeye-1 ash heap.

Характеристика палинологических особенностей зольника Черноречье 2

Таблица 6

Table 6

Characteristic of palynology features of Chernorechye 2 ash heap

Глубина, см	Изменения палинологических особенностей
0–3 Дерновый слой	Исучено два поверхностных образца (0–1 и 1–3 см) дерна, доля пыльцы древесных растений составила 50 % в верхней и 28 % — в нижней пробе. В приповерхностном образце в составе трав выявлено доминирование пыльцы злаков (30 %) при участии полыни, маревых, астровых, бобовых; древесная пыльца представлена сосной — 38 %, березой — 10 %. Среди синантропных встречаются крестоцветные, цикориевые, горец птичий и культурные злаки. Группу NPP составляют <i>Glomus</i> , копрофильные грибы (<i>Sordaria</i> HdV 55A, TM 16, HdV 368). В нижнем образце преобладает пыльца маревых (21 %), присутствуют злаки, полынь, астровые, бобовые. Среди пыльцы синантропных трав появились чертополох и луговой василек. Увеличивается количество спор <i>Glomus</i> , в группе копрофильных грибов появляются <i>Cercophora</i> и <i>Podospora</i> -type
24–52 Золистый слой	Доминирует пыльца трав (60–56 %), преобладает разнотравье — от 23 до 10 %, полынь, злаки. Пыльца деревьев и кустарников (20–11 %) — береза, сосна, вяз, волчегодник, эфедра. Среди пыльцы синантропной растительности цикориевые составили от 13 до 31 %, единично встречаются чертополох и горец птичий. В группе NPP очень много микоризных спор <i>Glomus</i> (от 51 до 79 %), встречаются копрофильные грибы
67–69 Суглинок, подстилающий зольник	Преобладает пыльца лугово-степных трав — 62 %; пыльца составляет 41 %; пыльца синантропных трав — цикориевые (17 %). Доля древесной пыльцы 18 %, в основном это сосна. Количество спор <i>Glomus</i> больше, чем в золистом слое, присутствуют копрофильные грибы

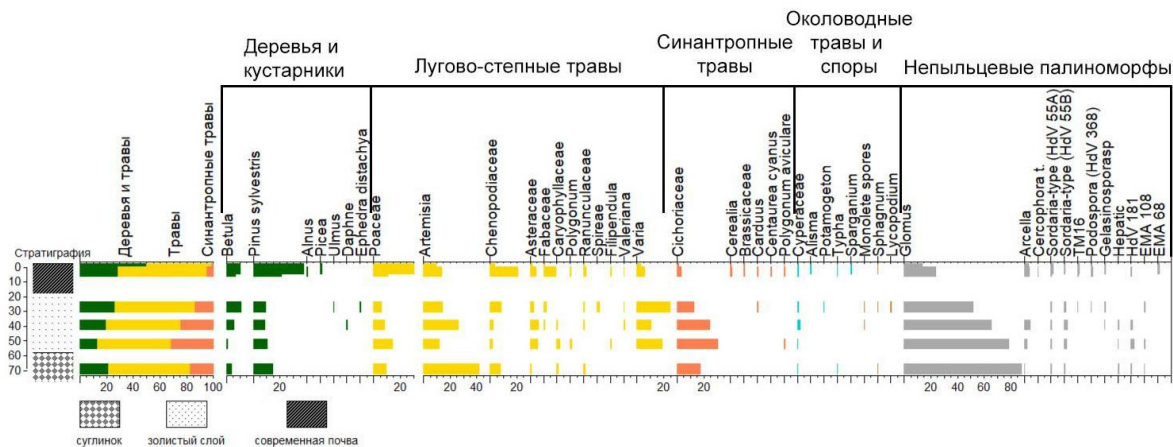


Рис. 9. Палинологическая диаграмма зольника Черноречье 2.
Fig. 9. Palynology diagram of Chernorechye 2 ash heap.

Характеристика микробиоморфных особенностей зольника Стрелецкого-1

Table 7

Characteristic of microbiomorph features of Streletskoye-1 ash heaps

Глубина, см	Изменения биоморфного состава
0–2 Поверхностная проба	Основу образца составляют палиноморфы. Встречены кутикулярные слепки органического состава и сосудистые элементы высших растений. Фитолитов мало, другие кремниевые микробиоморфы отсутствуют
34–65 Предположительно зольник, возможно культурный слой	Основная масса микробиоморф слоя представлена фитолитами. Почти во всех слоях встречены спиккулы губок, на глубине 44–45 см их количество 4 % от всех кремниевых микробиоморф. Панцири диатомовых водорослей встречаются единично, больше их на глубине 44–45 см (2 %). Во всех пробах слоя единично встречаются эпидермальные слепки двудольных растений. В пробах на глубине 44–45 и 54–55 см присутствуют также органические остатки эпидермы (детрит). В пробах на глубине 54–55 и 64–65 см встречаются единичные фрагменты окремневшей эпидермы злаков
74–84 Золистый слой	Из светлого золистого слоя получено два образца: 74–75 см в середине и 83–84 см в нижней части слоя. Среди микробиоморф в пробах зольника преобладают фитолиты. В значительном количестве отмечена неразложившаяся растительная органика, что сходно с пробами из вышележащего слоя (44–45 см и 54–55 см). Имеются спиккулы (3 %) и диатомовые водоросли (1–2 %)
86–92 см Погребенная почва	Основную массу микробиоморф составляют фитолиты, темноокрашенные. Имеются небольшие фрагменты слепков, много спиккул (8 % от всех кремниевых остатков)

Таблица 8

Характеристика микробиоморфных особенностей зольника Черноречье 2

Table 8

Characteristic of microbiomorph features of Chernorechye 2 ash heaps

Глубина, см	Изменения биоморфного состава
0–1 и 1–3 Поверхностные пробы	В приповерхностном образце много эпидермальных слепков кремниевое (прозрачноокрашенные) и органического (детрит) состава. Встречаются фрагменты пыльцы. Количество фитолитов ниже, чем растительного детрита с четкой анатомической структурой. Гумусовый горизонт: проба на глубине 1–3 см. В пробе встречаются фитолиты, небольшое количество растительного детрита, единичные угли
24–52 Золистый слой	Две пробы на глубине 24–27 см и 35–37 см. Состав микрочастиц из пробы грунта в верхней части зольника резко контрастирует с поверхностной пробой и образцом верхнего слоя почвы. Единичен растительный детрит. Основную массу составляют фитолиты. Во второй пробе также повышено содержание фитолитов, встречено небольшое количество растительного детрита. Единичны эпидермальные слепки двудольных
50–69 Граница зольника и подстилающего суглинка	Основу микрочастиц составляют фитолиты. Встречены растительный детрит и единичные спиккулы губок, что отличает этот слой от вышележащих

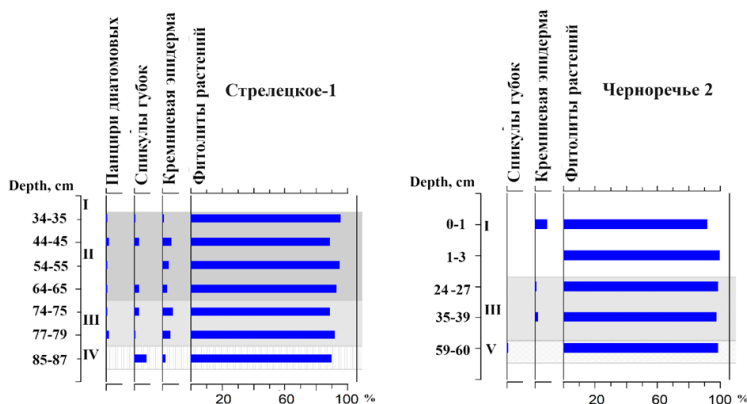


Рис. 10. Состав кремниевых микробиоморф в пробах из зольников:

I — поверхностные пробы; II — культурный/золистый слой; III — зольник; IV — погребенная почва;
V — суглинок / нижняя граница зольника.

Fig. 10. The composition of silicon microbiomorphs in samples from ash heaps:

I — surface samples; II — cultural / ash layer; III — ash layer; IV — buried soil; V — loam.

Результаты почвенно-микробиологического анализа

Высокая концентрация термофильных микроорганизмов выявлена в профиле зольника Стрелецкого-1 в верхней части (43–63 см) и в верхней части гумусового горизонта (28 см), перекрывающего зольник (рис. 11). Примечательно, что повышенная численность этих бактерий приурочена к отложениям зольника с керамикой и костями (до глубины 65 см): около 2 млн КОЕ / г почвы, а затем в нижней части золистых отложений показатели резко снижались до 0,17–0,02 млн КОЕ / г почвы.

Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье...

Численность сапротрофных бактерий на объекте Стрелецкое-1 низкая: от глубины 25–30 см до 80–85 см наблюдается сокращение от 6,6 до 0,6 млн КОЕ / г почвы. При этом средняя численность в верхней пачке зольника, содержащей большое количество археологического материала, составляла 1,7 млн КОЕ / г почвы, а в средней-нижней части золистого слоя — всего 0,5 млн КОЕ / г почвы. Выявлено очень высокое содержание кератинофильных грибов — до 38,1 млн КОЕ / г почвы внизу гумусового горизонта, перекрывающего зольник Стрелецкого-1, тогда как в «золистых» слоях их численность существенна, но заметно ниже, в среднем 7 млн КОЕ / г почвы.

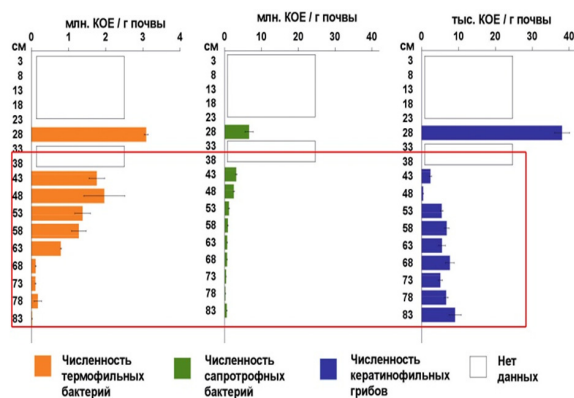


Рис. 11. Вертикальное распределение почвенно-микробиологических показателей зольника Стрелецкое-1. Рамкой выделен «золистый» горизонт.

Fig. 11. Profile distribution of microbiological indicators of Streletskoeye-1 ash heap. The “ashy” horizon is highlighted by a frame.

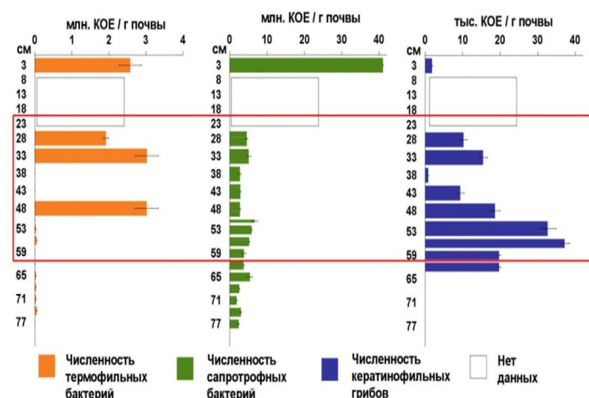


Рис. 12. Вертикальное распределение почвенно-микробиологических показателей зольника Черноречья 2. Рамкой выделен «золистый» горизонт.

Fig. 12. Profile distribution of microbiological indicators of Chernorechye 2 ash heap the “ashy” horizon is highlighted by a frame.

В почвенном профиле зольника Черноречья 2 были обнаружены термофильные микроорганизмы, присутствие которых в культурных слоях указывает на процессы разогревания скоплений навоза при компостировании (рис. 12). Численность термофильных бактерий в золистом слое имеет два выраженных пика: на глубине 30–35 и 45–50 см — около 3 млн КОЕ / г почвы. Глубже 50 см численность этой группы не превышала 0,003 млн КОЕ / г почвы. Таким образом, в золистый слой более поздних этапов формирования, вероятно, попадал навоз, складирувавшийся ранее и содержащий термофильные микроорганизмы. Наиболее высокая численность сапротрофных микроорганизмов, отражающих процессы разложения органики, выявлена в поверхностной пробе и составила более 40 млн КОЕ / г почвы. В золистом слое на глубине 30–65 см значения этого показателя существенно ниже, в среднем около 4,5 млн КОЕ / г почвы. Средняя численность кератинофильных грибов, связанных с присутствием шерсти животных, в золистом слое объекта Черноречье 2 составила 19,1 тыс. КОЕ/г, с пиками на глубине 50–55 см до 32–37 тыс. КОЕ / г почвы. В поверхностной пробе численность кератинофильных грибов менее 2 тыс. КОЕ/г.

Археопаразитологические данные

В зольнике Черноречье 2 яиц паразитов не выявлено, этот результат аналогичен данным зольника Степное [Куприянова и др., 2023]. Однако в 6 образцах (37,5 % проб) из зольника Стрелецкое-1 были обнаружены паразитические яйца. Яйца подверглись значительной деградации, имели характерную бочкообразную форму и светло-желтый цвет. Крышечки на полюсах отсутствовали. В среднем длина яиц составляла 55,9 мкм, ширина — 34,9 мкм. По морфометрическим признакам все обнаруженные яйца отнесены к представителям семейства Capillariidae, которое включает множество широко распространенных видов, паразитирующих в органах и тканях позвоночных животных [Vorba et al., 2019]. Крайне однообразный видовой состав паразитов позволяет исключить предположение об их принадлежности домашним животным, содержащимся в поселке. Более вероятно, что это паразиты грызунов.

Содержание биомаркеров в зольниках Стрелецкого-1 и Черноречья 2

Результаты хроматографирования образцов из отложений зольников поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 показали отсутствие 5β-станолов. Они относятся к фекальным маркерам,

образующимся из стеринов в кишечнике. Стерины — кристаллическое вещество, являющееся составной частью жиров и масел животного и растительного происхождения, позволяют получить данные о наличии/отсутствии фекального следа. Результаты указывают на то, что все шесть образцов имеют нефекальный источник происхождения.

В небольших количествах были обнаружены холестерин и β -ситостерол (табл. 7). Холестерин является зоостерином и в небольших количествах может присутствовать в почвенных образцах в качестве разложившегося органического материала. Зафиксировано наличие в небольшом количестве β -ситостерола, источником которого является растительное сырье.

Таблица 9

Биомаркеры в слоях зольников Стрелецкое-1 и Черноречье 2

Table 9

Biomarkers in Streletskoye-1 and Chernorechye 2 ash heaps

Объект	Глубина, см	5 β -стероиды	Холестерол	β -ситостерол
Золистый слой Стрелецкого-1	45–48	—	—	—
	51–52	—	0,00007	—
	54–57	—	—	—
	80–79	—	0,00005	—
Золистый слой Черноречья 2	45–48	—	0,00004	0,00001
	49–50	—	0,00005	—

Обсуждение результатов

Погребенные почвы и предполагаемая «древняя» поверхность. Ранее, анализируя данные о слоях, подстилающих золистые отложения на зольнике поселения Степное [Куприянова и др., 2023], мы пришли к выводу, что ненарушенной почвы под зольником не было. Фитолитный спектр не выявил признаков одномоментного погребения дневной поверхности. Темноокрашенный гумусированный горизонт под зольником Степное, скорее всего, являлся культурным слоем и отражал первые, начальные фазы накопления зольника при участии почвообразования.

На зольнике поселения Стрелецкое-1 ситуация иная: гумусированный горизонт под зольником выглядит как естественная луговая почва, имеет ясную верхнюю границу и отличается по микробиоморфному составу от золистых слоев. Спикулы губок, индикаторы гидроморфизма [Гольева, 2006], свидетельствуют о подтопляемости участка рекой в период его естественного функционирования до формирования зольника, а также об аллювиальных процессах, преобладавших при формировании материнской породы в Стрелецком-1 [Гольева, 2024]. Количество эпидермальных слепков не соответствует погребенной поверхности, возможно, из-за их разрушения в результате водной эрозии либо из-за того, что золистые слои перекрыли почву не одновременно.

При исследовании разреза на поселении Черноречье 2 под золистым слоем не было обнаружено признаков погребенной почвы. Микробиоморфный состав нижней границы зольника отличен от остальных слоев, содержит спикулы губок, хоть и в меньшем количестве, чем в Стрелецком-1, однако это также указывает на гидроморфизм.

Таким образом, территория исследуемых участков зольников поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 была подвержена затоплению, в отличие от времени формирования зольников и от современной ситуации. Контрастность современных и древних условий, возможно, объясняется изменением гидрологического режима реки: в ходе формирования зольника поверхность «приподнялась» над рекой и перестала подвергаться влиянию паводков.

Золистые слои: аргументы и гипотезы

Золистый слой Стрелецкого-1 резко контрастирует с нижележащей погребенной почвой и однозначно имеет антропогенную природу, но разделяется на две части, имеющие разное происхождение.

Нижняя часть золистого слоя Стрелецкого-1, самый светлый слой, сформирован за счет большой доли крупного песка, сходного с таковым из аллювиальной материковой породы. Исследования показали значительное участие растительной массы в его формировании. Палинологические данные, хоть и содержат синантропные таксоны, в основном состоят из злаков и лугового разнотравья (типичный лугово-степной состав). Обилие эпидермальных слепков указывает на неоднократное искусственное погребение/перекрытие отложений во время накопления этого слоя. Возможно, имели место периодическое привнесение новых слоев, затем стабилизация и восстановление природных почвообразовательных процессов и растительности. Похожий процесс отмечен для поселения Степное 1 [Куприянова и др., 2023]. При этом низкое количество термофильных бактерий и стеринов в начале формирования зольника не подтвер-

ждает привнесения навоза, как и обнаруженные яйца паразитов, вероятнее всего, принадлежащие синантропным или диким грызунам, а не домашним животным. Присутствие в слое кератинофильных грибов и следов холестерина указывает на внесение органики животного (не фекального) происхождения (шерсть, остатки жиров). Присутствие губок и диатомовых водорослей может быть результатом как паводкового подтопления, так и их привнесения с аллювиальными песчаными отложениями нижних слоев.

Верхняя часть золистого слоя Стрелецкого-1 (65–34 см) отличается как визуально, так и по данным аналитики: гранулометрически, палинологически, характером кутикулярных слепков (незлаковые варианты). Обилие костей и керамики указывает на активное вовлечение этих отложений в повседневную деятельность на поселении. Важным является значительное увеличение доли термофильных бактерий на фоне постепенного снижения кератинофильных микроорганизмов. Этот слой образован преимущественно растительной массой. Один из основных субстратов, на котором происходит рост термофильных микроорганизмов, — навоз, однако среди стертинов не выявлено признаков фекального происхождения остатков. Возможно, другим подобным субстратом могло быть перепревшее сено. Эту версию подтверждают также фитолиты и эпидермальные слепки, производные преимущественно от вегетативных частей злаковых и незлаковых растений. Индикаторы гидроморфизма также присутствуют и могут указывать на застой воды и (или) подтопление [Тюрин, 1937, Давыдова, 1985; Гольева, 2024]. Значительное увеличение доли пыльцы полыней и синантропных таксонов на фоне низкого числа злаков может как подтверждать заготовку растений в местах, где уже были антропогенные нарушения растительности (прежнее неоднократное скашивание, выпас), так и указывать на периодическую стабилизацию отложений и зарастание участка синантропной флорой. Преобладание пыльцы полыни также может указывать на распространение вокруг поселений деградированной растительности в результате перевыпаса скота [Работнов, 1983; Растительные сообщества Урала..., 1984; Ахмадуллин, Егорова, 2021]. Микробиморфный профиль подтверждает затопление территории на финальном этапе формирования золистого слоя.

Золистые слои у поселения Черноречье 2 формировались более равномерно и единообразно. В них нет признаков подтопления, только на границе зольника с материнской породой присутствуют спикеры пресноводных губок. В слое не обнаружено следов привнесения песка, напротив, в составе много пылеватых частиц. Судя по фитолитным данным, слои зольника преимущественно образованы за счет растительной биомассы, однако с начала их накопления там обильно аккумулировались остатки шерсти/волос/пуха, о чем говорит постоянно высокий уровень кератинофильных грибов. Два разделенных пика термофильных бактерий показывают, что интервалы, когда происходило компостирование с выделением тепла, разделены перерывом. В Черноречье 2 биомаркеры не выявили наличие фекального следа (как минимум для нижнего прослоя компостирования), что заставляет отклонить версию складирования навоза в этом месте. Пыльцевой состав золистого слоя Черноречья 2 очень похож на таковой из верхней части зольника Стрелецкое-1.

По целому ряду признаков, процесс формирования отложений зольников Стрелецкого-1 и Черноречья 2 не был одинаковым. По-видимому, нижняя часть зольника Стрелецкого-1 сформирована преимущественно за счет неоднократного выноса на этот участок материкового грунта, вероятно, при формировании котлованов жилищ поселения и наслоением избирательного поселенческого мусора растительного и животного происхождения. Так же как и в зольнике у поселения Степное, не обнаружено никаких подтверждений целенаправленного складирования золы [Куприянова и др., 2023]. Позже, возможно, здесь хранили растительную массу, которая частично перегнивала, компостируясь на месте (сено), также на участок попадал бытовой мусор (керамика и кости). Зольник Черноречье 2 представляет собой преимущественно накопление растительной массы, которая далеко не всегда компостировалась на месте. Причина попадания в слой этого зольника кератина и холестерина, при отсутствии фекальных маркеров, не ясна, оно может быть связано как с разделкой туш домашних животных (разложением шкур), так и со скоплением бытового мусора.

Зольники поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 отличаются от зольника поселения Степное не только по результатам комплексного анализа, но и археологическим контекстом. Прежде всего, имела место разная система хозяйства (Стрелецкое-1, Черноречье 2 — скотоводство; Степное — металлургия, скотоводство) и использовались зольники в основном населением разных культур (Стрелецкое-1, Черноречье 2 — алакульская; Степное — синташтин-

ская). Расположение и состав культурного слоя зольников поселений также различен. Формирование зольников поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 шло в более гидроморфных условиях по сравнению с ранее исследованным зольником поселения Степное-1 [Куприянова и др., 2023]. Уже само расположение зольников в пространстве поселений наталкивает на мысль об их разных функциях. Для зольников поселений Стрелецкое-1 и Черноречье 2 можно предположить, что была важна близость к воде. Зольник Степное, напротив, расположен на максимальном удалении от воды. Анализ состава артефактов коллекций 2023–2024 гг. позволил уверенно заключить, что на территории зольника Степное-1 осуществлялась деятельность, связанная с металлургией и косторезным ремеслом (преимущественно обработка рога лося), которые не требуют большого количества воды [Куприянова, Петров. В печати].

Материалы археологических исследований зольников Стрелецкого-1 и Черноречья 2 согласуются с данными естественнонаучных анализов. Во всех частях раскопа на Стрелецком-1 зафиксирована сложная многофазная история формирования золистых отложений, местами перемежающаяся прослойками вторичного почвообразования, речного песка, что указывает и на перерывы в функционировании объекта, и на периодическое подтопление территории [Куприянова и др., 2013, с. 90–92]. Слой зольника на Черноречье 2 более монолитный и менее мощный.

Для обоих памятников был выполнен археозоологический анализ костного материала из зольников. Среди определяемых костей домашних видов Черноречья 2 доминирует мелкий рогатый скот (овца и коза) — 47,5 %, останки крупного рогатого скота составляют 39,2 %, лошади — 13,3 %. Также представлены единично кости собаки, свиньи, косули, дикой птицы [Рассадников, 2021]. На поселении Стрелецкое-1 несколько иное процентное соотношение; из определяемых костей домашних видов наибольшее количество принадлежит КРС — 64,5 %, доля МРС составляет 27,3 %, лошади — 8,2 %, встречаются кости собаки. Из диких видов зафиксированы единичные кости лося, кабана, косули, лисицы, зайца, птицы и рыбы (в совокупности менее 1 %) [Гайдученко, 2012]. Анализ предметных и остеологических коллекций заставляет предполагать однозначно наличие на поселениях косторезного производства, отходы и продукты которого обнаружены в зольниках вместе со свидетельствами разделки туш скота (кости с надрезами) [Куприянова, Петров. В печати; Рассадников, 2021]. Однако, в отличие от Степного, нет следов обработки рога лося. Если допустить, что на территории зольников происходили разделка туш, обработка шкур и кости, требующие большого количества воды, то они могли быть источниками кератинофильных грибов и следов холестерина. В то же время анализ патологий конечностей скота и большое количество свидетельств остеофагии, появляющейся у копытных при недостатке минеральных веществ в корме, позволяют сделать неоспоримые выводы о частично стойловом содержании большей части стада на территории поселения Черноречье 2. Интересно, что, при меньшей численности КРС относительно МРС, у коров зафиксировано большее количество подобных патологий [Рассадников, 2021]. Для поселения Стрелецкое-1 такие исследования не проводились, но можно предположить схожую картину, при том что в слое зольника Стрелецкого-1 было найдено два бронзовых серпа. Таким образом, заготовка и хранение сена также не противоречат теории генезиса зольников.

Заготовка сена, складирование навоза или мусора?

На основе проведенных анализов можно высказать следующую гипотезу образования и функционирования зольников. Данные свидетельствуют о том, что объекты были сформированы за счет накопления растительной массы (в первую очередь сена, но также возможно и заготовление веток лиственных деревьев). В определенные периоды эта растительность начинала перепревать, что проявлялось в увеличении числа термофильных организмов. Ранее предполагалось, что это возможно исключительно при накоплении навоза. Однако альтернативные сценарии, такие как намокание и последующее гниение неиспользованного сена, также следует рассматривать; после этого площадка могла быть утрамбована, и новая порция сена складировалась поверх. В другие периоды объект мог использоваться для выбрасывания бытового мусора, в том числе животного происхождения, включая возможную разделку туш животных и обработку шкур и костей.

Доступность кормов в зимнее время представляет собой критический экономический фактор, влияющий на численность и продуктивность скота. Социальное неравенство, основанное на дифференцированном доступе к пастбищам и сенокосным угодьям, являлось основой статусных различий в скотоводческих обществах. Однако, несмотря на ограниченные археологические доказательства заготовки сена, серпы или косы, обнаруженные на памятниках, оставленных неземледельческим населением, обычно интерпретируются как инструменты для этого вида деятель-

ности. Вывод о сенокосении на основе археоботанических данных достаточно надежно подтверждается результатами применения методики FIBS (Functional Interpretation of Botanical Surveys) к анализу состава карбонизированных семян [Hodgson et al., 1999]. Однако данная методика требует значительных выборок карбонизированных макроостатков и высокой их концентрации в образцах, что характерно для поселенческих проб, но, как было установлено, не для зольников.

Принимая во внимание ведущую роль животноводства в хозяйстве населения Стрелецкого-1 и Черноречья 2 и необходимость заготовления кормов на зиму для содержания животных, версию о наличии специальных площадок между поселением и рекой для хранения сена рядом считаем вполне убедительной. Также достаточно подкреплена археологическими свидетельствами версия о разделке туш животных и обработке кости. Однако на данном этапе исследования не отвергаются полностью и другие гипотезы формирования зольников (навоз, кучи бытового мусора от очистки пола жилищ). До отрицательных результатов анализа на биомаркеры версия компостирования навоза, вынесенного из жилищ после зимнего накопления, представлялась бы вполне аргументированной с учетом показателей по термофильным бактериям. Вероятно, потребуются дополнительные исследования на фекальные маркеры, с более частым отбором проб на разных зольниках, чтобы удостовериться в первоначальном результате.

Полученные данные показывают научную значимость зольников, их археологический потенциал и необходимость дальнейших исследований. Естественнонаучные методы позволяют существенно расширить горизонты наших представлений об этих объектах, значительно увеличить возможности реконструкции хозяйственных процессов и добавить аргументации к археологическим построениям. Важным результатом стало установление многоэтапности формирования зольников, когда их территории использовались для различных целей. Еще недавно предположения о наличии сенокосения и стойлового содержания скота в бронзовом веке Южного Зауралья, а также функциональной специализации поселений казались надуманными и необоснованными, но появляются убедительные факты для детальной и достоверной реконструкции хозяйственных процессов в древних обществах.

Финансирование. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-10016, <https://rscf.ru/project/23-27-10016/>, «Изучение последствий скотоводства около поселений синташтинско-аркаимского типа в Южном Зауралье: междисциплинарные исследования».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алаева И.П., Каширская Н.Н., Плеханова Л.Н.* Некоторые свойства культурных слоев поселений бронзового века степной зоны Челябинской области // *Геоархеология и археологическая минералогия*. 2022. Миасс; Челябинск: Изд-во ЮУрГГПУ, 2022. С. 24–30.
- Ахмадуллин И.И., Егорова А.А.* Влияние выпаса на флору и растительность // *Молодой ученый*. 2021. № 23 (365). С. 46–463.
- Березанская С.С.* Северная Украина в эпоху бронзы. Киев: Наук. думка, 1982. 211 с.
- Бикмулина Л.Р., Якимов А.С., Куприянова Е.В., Чечушков И.В., Баженов А.И.* Геохимические особенности «зольника» поселения бронзового века Стрелецкое-1 лесостепного Зауралья // *Вестник археологии, антропологии и этнографии*. № 4 (39). 2017. С. 154–163.
- Гершкович Я.П.* Суботовское городище. Киев: ИА НАН Украины, 2016. 508 с.
- Гольева А.А.* Фитолиты и их информационная роль при исследовании природных и археологических объектов. М.: Элиста, 2001. 200 с.
- Гольева А.А.* Минеральные микробиоморфы суши и вод умеренного пояса // *Материалы I Белорус. геогр. конгресса: Материалы конгресса к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества*. Минск: БГУ, 2024. С. 53–57.
- Городцов В.А.* Дневник археологических исследований в Зеньковском уезде, Полтавской губернии, в 1906 году // *Результаты археологических исследований на месте развалин г. Маджар в 1907 г.* М.: Тип. Общества распространения полезных книг, 1911. 116 с.
- Давыдова Н.Н.* Диатомовые водоросли — индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Л.: Наука, 1985. 244 с.
- Дисаенко А.А.* База данных по зольникам эпохи бронзы Центральной Евразии как источник их систематизации // *Этносы и культуры Урало-Поволжья: История и современность: Материалы конф.* В печати.
- Корочкова О.Н.* О западно-сибирских зольниках эпохи поздней бронзы // *РА*. 2009. № 1. С. 25–35.
- Куприянова Е.В., Джонсон Дж.А., Батанина Н.С., Петров Н.Ф., Плешанова Н.В.* Моделирование системы расселения племен в бронзовом веке на примере долины реки Уй // *Древние и традиционные культуры во взаимодействии со средой обитания: Проблемы исторической реконструкции: Материалы I Междунар. междисц. конф.* Челябинск: Изд-во ЧелГУ, 2021. С. 38–50.

- Куприянова Е.В., Петров Ф.Н. Функции зольников бронзового века Южного Зауралья: Отражение в артефактах // Проблемы археологии, этнографии и антропологии Сибири и сопредельных территорий. В печати.
- Куприянова Е.В., Соломонова М.Ю., Трубицына Э.Д., Каширская Н.Н., Филимонова М.О., Афонин А.С., Шарпов Д.В., Иванов С.Н., Рябогина Н.Е. Междисциплинарные исследования отложений зольника около поселения Степное (Челябинская область) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2023. № 4 (63). С. 18–38.
- Куприянова Е.В., Якимов А.С., Сафарова Л.Р., Баженов А.И. Особенности стратиграфии поселения Стрелецкое 1 (предварительные результаты исследований) // Этнические взаимодействия на Южном Урале. Челябинск: Рифей, 2013. С. 82–102.
- Лысак Л.В., Сидоренко Н.Н., Марфенина О.Е., Звягинцев Д.Г. Микробные комплексы городских почв // Почвоведение. 2000. № 1. С. 80–85.
- Насонова Э.Д. Зольники как объекты междисциплинарного исследования (на примере зольника Черемуховый Куст) // Актуальная археология 5: Материалы Междунар. науч. конф. молодых ученых, Санкт-Петербург, 13–16 апр. 2020 г. СПб.: Невская Типография, 2020. С. 46–48.
- Пыльцевой анализ / Криштофович А.Н. (ред.). М.: Изд. и 1-я тип. Госгеолиздата, 1950 (Л.: Картф-ка Госгеолиздата). 572 с.
- Работнов Т.А. Фитоценология. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ, 1983. 296 с.
- Рассадников А.Ю. Результаты архео- и этнозоологических исследований на поселении позднего бронзового века Черноречье-2 // Теория и практика археологических исследований. 2021. № 33 (1). С. 85–105. [https://doi.org/10.14258/tpai\(2021\)33\(1\).-06](https://doi.org/10.14258/tpai(2021)33(1).-06)
- Растительные сообщества Урала и их антропогенная деградация / Под ред. П.Л. Горчаковского. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 136 с.
- Сава Е. Кайзер Э., Сырбу М., Мистрянэ Е. Новые исследования поселений с «зольниками» эпохи поздней бронзы в Пруто-Днестровском междуречье // Сборник статей к 90-летию Л.С. Клейна. СПб.: Нестор-История, 2017. С. 151–178.
- Сергушева Е.А. Археоботаника: Теория и практика. Владивосток: Дальнаука, 2013. 84 с.
- Тюрин И.В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах // Проблемы советского почвоведения. 1937. Т. 3. С. 29–35.
- Borba V.H., Machado-Silva J.R., Le Bailly M., & Iniguez A.M. Worldwide paleodistribution of capillariid parasites: Paleoparasitology, current status of phylogeny and taxonomic perspectives // PLoS One. 2019. № 14 (4). e0216150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216150>
- Bull L., Simpson L., Dockrill S., Evershed R. Organic geochemical evidence for the origin of ancient anthropogenic soil deposits at Tofts Ness, Sanday, Orkney // Organic Geochemistry. 1999. Vol. 30 (7). P. 535–556.
- Callen E.O., Cameron T.W.M. A Prehistoric Diet Revealed in Coprolites // New Scientist. 1960. Vol. 8 (190). P. 35–40.
- Chernysheva E., Korobov D., Borisov A. Thermophilic microorganisms in arable land around medieval archaeological sites in Northern Caucasus, Russia: Novel evidence of past manuring practices // Geoarchaeology. 2017. Vol. 32 (4). P. 494–501.
- Grimm E.C. TILIA and TILIA GRAPH. PC spreadsheet and graphics software for pollen data // INQUA: Working Group on Data-Handling Methods // Newsletter. 1990. Vol. 4. P. 5–7.
- Hodgson J.G., Halstead P., Wilson P.J., Davis S. Functional interpretation of archaeobotanical data: Making hay in the archaeological record // Vegetation History and Archaeobotany. 1999. Vol. 8 (4). P. 261–271. URL: <http://www.jstor.org/stable/23417610>.
- Kashirskaya N., Kleshchenko A., Mimokhod R., Borisov A. Microbiological approach for identification of wool clothes in ancient burials // Journal of Archaeological Science: Reports. 2020. Vol. 31. 102296. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102296>
- Slepchenko S., Lobanova T., Vizgalov G., Filimonova M., & Khrustalev A. Using Parasite Analysis to Investigate the Pathoecology of the Inhabitants of the City of Berezov in Western Siberia (Sixteenth–Nineteenth Centuries) // Environmental Archaeology. 2024. P. 1–11. <https://doi.org/10.1080/14614103.2024.2394322>
- Wu J., Hu R., Yue J., Yang Z. Study on the derivatization process using N-O-bis-(trimethylsilyl)-trifluoroacetamide, N-(tert-butyl)dimethylsilyl)-N-methyltrifluoroacetamide[sic], trimethylsilyldiazomethane for the determination of fecal sterols by gas chromatography-mass spectrometry // International Journal of Chemical and Molecular Engineering. 2010. Vol. 4 (1). P. 137–140.

ИСТОЧНИКИ

- Гайдученко Л.Л. Предварительные данные об остеологических остатках из раскопок поселения Стрелецкое-1 // Куприянова Е.В. Спасательные раскопки поселения Стрелецкое-1 (Троицкий район Челябинской области и комплексные исследования окружающей территории в 2012 году. Отчет // Архив Учебно-научного центра изучения проблем природы и человека ЧелГУ. № 3-2012. Челябинск, 2012. С. 38–40.
- Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы почвенно-ландшафтных систем: Генезис, география, ин-формационная роль: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2006. 51 с.

Kupriyanova E.V.^a, Solomonova M.Yu.^b, Trubitsyna E.D.^{c,*}, Kashirskaya N.N.^d,
Kashevskaya A.O.^e, Afonin A.S.^c, Filimonova M.O.^c, Ryabogina N.E.^c

^a Scientific and Educational Center for Research on the Problems of Nature and Man,
Chelyabinsk State University, Br. Kashyrynykh st., 129, Chelyabinsk, 454001, Russian Federation

^b Altai State University, Institute of Biology and Biotechnology
prosp. Lenina, 61, Barnaul, 656049, Russian Federation

^c Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch RAS
Chervishevsky tract st., 13, Tyumen, 625008, Russian Federation

^d Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science RAS
Institutskaya st., 2, Pushchino, 142290, Russian Federation

^e Tyumen State University, Volodarskogo st., 6, Tyumen, 625003, Russian Federation
E-mail: dzdan@mail.ru (Kupriyanova E.V.); solomonova@edu.asu.ru (Solomonova M.Yu.);

el.yuzh@gmail.com (Trubitsyna E.D.); nkashirskaya81@gmail.com (Kashirskaya N.N.);
kashne741@yandex.ru (Kashevskaya A.O.); hawk_lex@list.ru (Afonin A.S.);

mashaofilimonova@yandex.ru (Filimonova M.O.), nataly.ryabogina@gmail.com (Ryabogina N.E.)

Genesis and functions of the Late Bronze Age ash heaps in the Southern Trans-Urals in the context of new interdisciplinary research

In this article, we discuss the results of the study of ash heaps typical for the steppe belt of the Urals, Kazakhstan and Siberia. These are specific objects adjacent to settlements of the Middle and Late Bronze Age, their cultural layer contains archaeological finds and consists of loose soil similar in appearance to ash. However, debates about their nature and purpose use mainly archaeological arguments and very rarely involve interdisciplinary data. The study is focused on two ash heaps at the Bronze Age settlements in the Southern Trans-Urals — Streletskoye-1 and Chernorechye 2 (Chelyabinsk Oblast, Russia). Both are located on the bank cliff, between the dwelling pits and the river; the time of their existence mainly belongs to the Alakul archaeological culture (18th–16th centuries BC). The stratigraphy and granulometric composition of soil samples, composition of archaeobotanical remains, palynological, microbiomorph, and soil-microbiological analyses, and assessment of biomarkers content have been carried out. It has been concluded that, according to a number of characteristics, ash heaps have a non-uniform nature of formation and differ both between themselves and in comparison with the previously studied ash heap at the fortified settlement of Stepnoye. The lower part of the ash heap of Streletskoye-1 is the soil accumulated during digging of semi-dwellings. The main volume of ash heaps layers was the result of plant biomass decomposition, but there are also markers of animal origin — keratin, cholesterol. No signs of manure were found in the samples. The use of ash and combustion products has not been confirmed at these newly examined sites, as well as at the ash heap of Stepnoye. Both ash heaps were formed in more hydromorphic conditions than the Stepnoye. Taking into account the archaeological context of the ash heaps, it has been suggested that in ancient times these structures near settlements were mainly used to store hay for livestock, and occasionally as a place for butchering animal carcasses and processing bones for bone-carving. The wintering of livestock, some of which were kept in settlements, created the need for fodder to keep the animals alive. Despite many supplementary functions of ash heaps, which were used as working or dumping areas, this is perhaps the first time in the archaeological record that evidence has been found for haymaking and hay storage in the vicinity of pastoral settlements. Interdisciplinary research on the properties of ash heaps is a relatively new field, but it has already yielded interesting results that allow reasoned assumptions to be made about the construction and function of these sites.

Keywords: Southern Trans-Urals, Bronze Age, ash heap, phytoliths, pollen, geochemical composition, saprotrophic microbes, keratinophilic fungi, functional purpose.

Funding. The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation № 23-27-10016, <https://rscf.ru/project/23-27-10016/> “Consequences of cattle breeding near Sintashta-Arkaim type settlements in the Southern Trans-Urals: interdisciplinary research”.

REFERENCES

Akhmadullin, I.I., Egorova, A.A. (2021). The influence of grazing on flora and vegetation. *Molodoi uchenyi*, 365(23), 461–463. (Rus.).

Alaeva, I.P., Kashirskaya, N.N., Plekhanova, L.N. (2022). Some properties of the cultural layers Bronze Age settlements steppe zone of Chelyabinsk region. In: A.M. Yuminov, N.N. Ankusheva (Eds.). *Geoarkheologiya i arkheologicheskaya mineralogiya-2022*. Miass; Chelyabinsk, 24–30. (Rus.).

Bikmulina, R.L., 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*, 39(4), 172–182. (Rus.).

Berezanskaya, S.S. (1982). *Northern Ukraine in the Bronze Age*. Kiev: Naukova dumka. (Rus.).

* Corresponding author.

- Borba, V.H., Machado-Silva, J.R., Le Bailly, M., & Iniguez, A.M. (2019). Worldwide paleodistribution of capillariid parasites: Paleoparasitology, current status of phylogeny and taxonomic perspectives. *PLoS One*, 14(4), e0216150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216150>
- Bull, L., Simpson, L., Dockrill, S., Evershed, R. (1999). Organic geochemical evidence for the origin of ancient anthropogenic soil deposits at Tofts Ness, Sanday, Orkney. *Organic Geochemistry*, 30(7), 535–556.
- Callen, E.O., Cameron, T.W.M. (1960). A Prehistoric Diet Revealed in Coprolites. *New Scientist*, 190(8), 35–40.
- Chernysheva, E., Korobov, D., Borisov, A. (2017). Thermophilic microorganisms in arable land around medieval archaeological sites in Northern Caucasus, Russia: Novel evidence of past manuring practices. *Geoarchaeology*, 32(4), 494–501.
- Davydova, N.N. (1985). *Diatoms — indicators of natural conditions of reservoirs in the Holocene*. Leningrad: Nauka. (Rus.).
- Gershkovich, Ya.P. (2016). *Subotovo settlement*. Kiev: Institut arkeologii NAN Ukrainy. (Rus.).
- Golyeva, A.A. (2001). *Phytoliths and their informational role in the study of natural and archaeological objects*. Moscow: Elista. (Rus.).
- Golyeva, A.A. (2024). Mineral microbimorphs of the land and waters of the temperate zone. In: *Materialy I Belorusskogo geograficheskogo kongressa*. Minsk, 53–57. (Rus.).
- Gorchakovskiy, P.L. (Ed.) (1984). *Plant communities of the Urals and their anthropogenic degradation*. Sverdlovsk: UNTs AN SSSR. (Rus.).
- Gorodtsov, V.A. (2011). Diary of archaeological research in Zenkovsky district, Poltava province, in 1906. In: *Rezultaty arheologicheskikh issledovaniy na meste razvalin g. Madzhar v 1907 g*. Moscow: Tipografiya Obshestva rasprostraneniya poleznykh knig. (Rus.).
- Grimm, E.C. (1990). TILIA and TILIA GRAPH. PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA: Working Group on Data-Handling Methods. *Newsletter*, 4, 5–7.
- Hodgson, J.G., Halstead, P., Wilson, P.J., Davis, S. (1999). Functional interpretation of archaeobotanical data: Making hay in the archaeological record. *Vegetation History and Archaeobotany*, 8(4), 261–271. URL: <http://www.jstor.org/stable/23417610>.
- Kashirskaya, N., Kleshchenko, A., Mimokhod, R., Borisov, A. (2020). Microbiological approach for identification of wool clothes in ancient burials. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 31, 102296. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2020.102296>
- Korochkova, O.N. (2009). On the West Siberian ash heaps of the Late Bronze Age. *Rossiyskaya arkeologiya*, (1), 25–35. (Rus.).
- Krishtofovich, A.N. (Ed.) (1950). *Pollen analysis*. Moscow: Izd. i 1-ya tip. Gosgeolizdata. (Rus.).
- Kupriyanova, E.V., Johnson, J.A., Batanina, N.S., Petrov, N.F., Pleshanova, N.V. (2021). Modeling of the tribal settlement system in the Bronze Age on the example of the Uy River valley. In: *Drevnie I traditsionnye kul'tury vo vzaimodeistvii so sredoi obitaniya: Problemy istoricheskoi rekonstruktsii*. Chelyabinsk, 38–50. (Rus.).
- 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 studies of ash deposits near the settlement of Stepnoye (Chelyabinsk region). *Vestnik arheologii, antropologii I etnografii*, 63(4), 18–38. (Rus.).
- Kupriyanova, E.V., Yakimov, A.S., Safarova, L.R., Bazhenov, A.I. (2013). Features of the stratigraphy of the settlement of Streletskoye 1 (preliminary research results). In: *Etnicheskie vzaimodeistviya na Yuzhnom Urale*. Chelyabinsk: Rifey, 82–102. (Rus.).
- Lysak, L.V., Sidorenko, N.N., Marfenina, O.E., Zvyagintsev, D.G. (2000). Microbial complexes of urban soils. *Eurasian Soil Science*, (1), 80–85. (Rus.).
- Nasonova, E.D. (2020). Ash heaps as objects of interdisciplinary research (on the example of the Chermukhovyy Kust ash heap). In: *Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii molodykh uchenykh*. St. Petersburg: Nevskaya tipografiya, 46–48. (Rus.).
- Rabunov, T.A. (1983). *Phytocenology*. Moscow: Izd-vo MGU. (Rus.).
- Rassadnikov, A.Yu. (2021). The results of archaeo- and ethnozoological researches on Bronze Age settlement Chernorechye-2. In: *Teoriya i praktika arheologicheskikh issledovaniy*, 33(1), 85–105. (Rus.).
- Sava, E., Kaiser, E., Syrbu, M., Mystrianu, E. (2017). New studies of settlements with “ash pits” of the Late Bronze Age in the Pruto-Dniester interfluve. In: *Sbornik statei k 90-letiyu L.S. Kleina*. St. Petersburg: Nestor-Istoriya, 151–178. (Rus.).
- Sergusheva, E.A. (2013). *Archaeobotany: Theory and practice*. Vladivostok: Dalnauka. (Rus.).
- Slepchenko, S., Lobanova, T., Vizgalov, G., Filimonova, M., & Khrustalev, A. (2024). Using Parasite Analysis to Investigate the Pathoecology of the Inhabitants of the City of Berezov in Western Siberia (Sixteenth–Nineteenth Centuries). *Environmental Archaeology*, 1–11. <https://doi.org/10.1080/14614103.2024.2394322>
- Tyurin, I.V. (1937). On the biological accumulation of silicic acid in soils. *Problems of Soviet soil science*, 3, 29–35. (Rus.).
- Wu, J., Hu, R., Yue, J., Yang, Z. (2010). Study on the derivatization process using N-O-bis-(trimethylsilyl)-trifluoroacetamide, N-(tert-butyl-dimethylsilyl)-N-methyltrifluoroacetamide[sic], trimethylsilyldiazomethane for the determination of fecal sterols by gas chromatography-mass spectrometry. *International Journal of Chemical and Molecular Engineering*, 4(1), 137–140.

Формирование и функции зольников позднего бронзового века в Южном Зауралье...

Куприянова Е.В., <https://orcid.org/0000-0001-8842-9976>
Соломонова М.Ю., <https://orcid.org/0000-0002-4154-6048>
Трубицына Э.Д., <https://orcid.org/0000-0002-7077-2618>
Каширская Н.Н., <https://orcid.org/0000-0001-8353-3192>
Афонин А.С., <https://orcid.org/0000-0001-8815-7659>
Филимонова М.О., <https://orcid.org/0000-0001-9478-8449>
Рябогина Н.Е., <https://orcid.org/0000-0003-1098-0121>

Сведения об авторах:

Куприянова Елена Владиславовна, кандидат исторических наук, директор учебно-научного центра Изучения проблем природы и человека, Челябинский государственный университет, Челябинск.

Соломонова Марина Юрьевна, кандидат биологических наук, старший преподаватель, Алтайский государственный университет, Барнаул.

Трубицына Элеонора Дмитриевна, младший научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

Каширская Наталья Николаевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино.

Кашевская Анастасия Олеговна, магистрант, Тюменский государственный университет, Тюмень.

Афонин Алексей Сергеевич, научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

Филимонова Мария Олеговна, младший научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

Рябогина Наталья Евгеньевна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Тюменский научный центр СО РАН, Тюмень.

About the authors:

Kupriyanova, E.V., Candidate of Historical Sciences, Director of Scientific and Educational Center for Research on the Problems of Nature and Man, Chelyabinsk State University, Chelyabinsk.

Solomonova, M.Yu., Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Altai State University, Barnaul.

Trubitsyna, E.D., Junior Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.

Kashirskaya, N.N., Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science RAS, Pushchino.

Kashevskaya, A.O., Master's Student, Tyumen State University, Tyumen.

Afonin, A.S., Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.

Filimonova Maria O., Junior Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.

Ryabogina, N.E., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Leading Researcher, Tyumen Scientific Centre SB RAS, Tyumen.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Accepted: 03.10.2024

Article is published: 15.12.2024