

Л.Р. Бикмулина\*, А.С. Якимов\*\*, Е.В. Куприянова\*\*\*, И.В. Чечушков\*\*\*\*,  
А.И. Баженов\*

\*ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН  
ул. Малыгина, 86, Тюмень, 625026

E-mail: luizasaf@mail.ru;

bazhenov-ikz-anatolii@mail.ru

\*\*ФИЦ Тюменский научный центр СО РАН  
ул. Малыгина, 86, Тюмень, 625026

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

E-mail: Yakimov\_Artem@mail.ru

\*\*\*Челябинский государственный университет  
ул. Братьев Кашириных, 129, Челябинск, 454001

E-mail: dzdan@mail.ru

\*\*\*\*University of Pittsburgh

South Bouquet St., 230, Pittsburgh, PA 15260, USA

E-mail: chivpost@gmail.com

## ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛЬНИКА ПОСЕЛЕНИЯ БРОНЗОВОГО ВЕКА СТРЕЛЕЦКОЕ-1 ЛЕСОСТЕПНОГО ЗАУРАЛЬЯ<sup>1</sup>

*Проведены геохимические исследования зольника поселения бронзового века Стрелецкое-1 лесостепного Зауралья и современной почвы в его окрестностях. Получены данные о распределении фосфора, калия, кальция, марганца, серы, железа, титана, рубидия, ванадия, кобальта, цинка, стронция в культурных слоях зольника, погребенной под ним почве, а также современной почве в его окрестностях. Статистический анализ выборок данных показал их высокую значимость. Выявлено, что зольник выполнял санитарно-бытовые функции и мог эпизодически использоваться в ритуально-бытовых целях. Кроме того, это комплексный объект планиграфии, который отражает общие особенности хозяйственной деятельности. Подтверждены выводы, что значительную роль в хозяйстве древнего населения играло скотоводство при наличии гончарного, каменного и косторезного производства.*

**Ключевые слова:** зольник, химический элемент, культурный слой, почва, t-статистика, критерий Стьюдента, эпоха бронзы, поселение, Зауралье.

DOI: 10.20874/2071-0437-2017-39-4-172-182

### Введение

Изучение археологических памятников как природно-антропогенных объектов требует комплексного подхода, и естественно-научный анализ не менее важен, чем археологический. Объекты археологии консервируют природные палеоархивы (погребенные почвы под курганными насыпями, культурными слоями, фортификационными сооружениями), хранящие информацию о состоянии и изменении окружающей среды, хозяйственной деятельности населения. Накопление фактического материала по разновозрастным погребенным почвам и развитие методики их изучения привели к созданию нового междисциплинарного научного направления — археологического почвоведения [Демкин, 1997; Дергачева, 1997], которое сегодня является самостоятельной областью знания. Культурный слой в ней рассматривается как почва, переработанная в результате хозяйственной деятельности. Соотношение естественной и антропогенной составляющих в нем не постоянно и зависит от степени переработки педогенного материала в результате хозяйственных процессов. Поселения и городища представляют сложную совокупность различных планиграфических элементов. Один из них — зольники, сопровождающие поселенческие комплексы бронзового века Зауралья и Западной Сибири. Несмотря на интерес к ним и дискуссионность их археологической интерпретации [Корочкова, 2009; Куприянова, 2011;

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках проекта программы Фулбрайта «Soils of Middle Bronze (XXI–XVII century BC) Settlement in the South Ural and their Paleogeographic Implication».

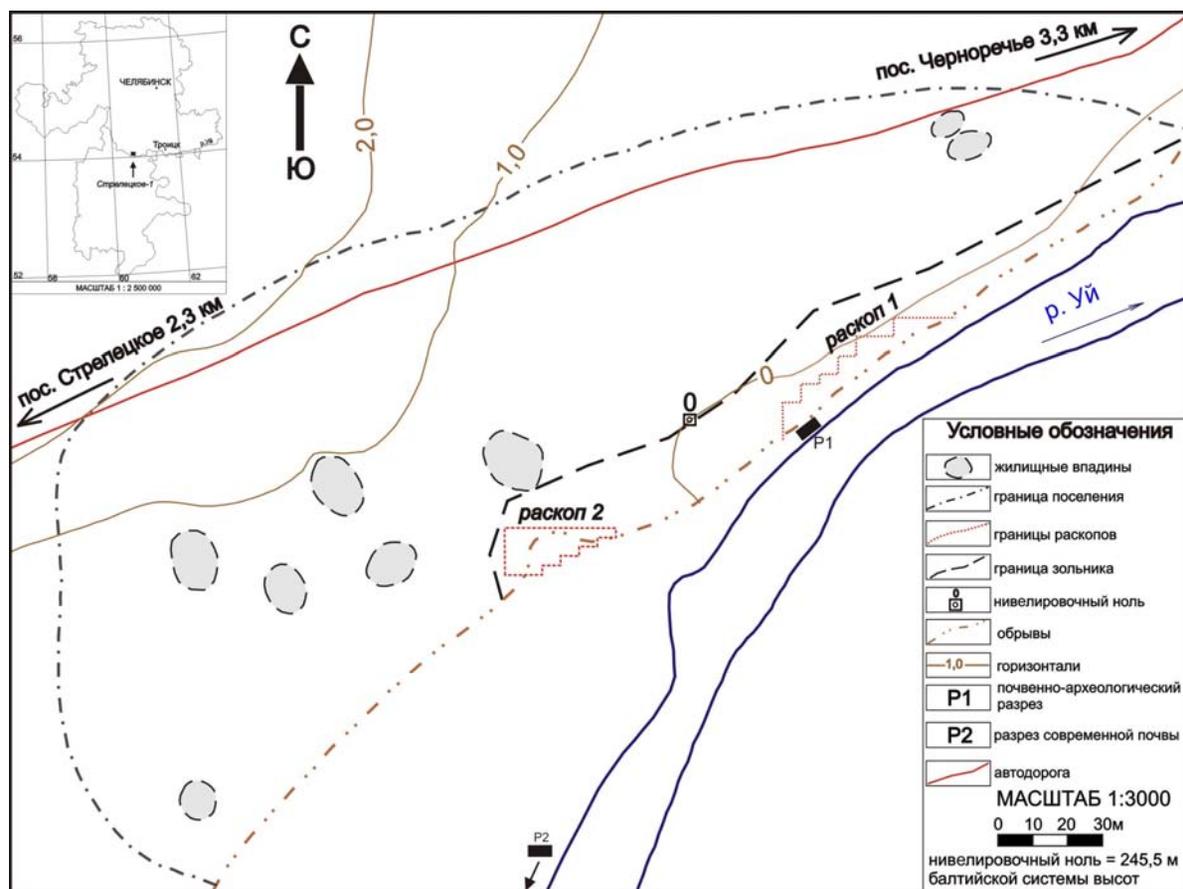
## Геохимические особенности зольника поселения бронзового века Стрелецкое-1...

Матвеев, Сидоров, 1985; Рыбаков, 1981], естественно-научное изучение этих объектов началось недавно и носит эпизодический характер [Каздым и др., 2003]. Геохимические исследования отложений зольников могут дать новую информацию для реконструкции особенностей хозяйственной деятельности и определения степени антропогенного воздействия на древнюю почву. Подобные исследования, проведенные на ряде памятников [Бикмулина и др., 2017; Валдайских и др., 2010; Куприянова, 2016], показали их высокую перспективность.

Цель настоящего исследования заключается в рассмотрении зольника в контексте общей планиграфии поселения бронзового века Стрелецкое 1 посредством установления особенностей распределения в нем химических элементов.

### Район и объекты

Исследуемая территория расположена в северной части Зауральяского плато в пределах лесостепной природной зоны (рис. 1).



**Рис. 1.** Расположение и план поселения Стрелецкое-1:  
P1 — почвенно-археологический разрез; P2 — разрез современной почвы.

Климат региона континентальный, характеризуется среднегодовыми температурой воздуха  $1^{\circ}\text{C}$  и количеством осадков 350 мм.

Объектами исследования являлись культурные слои зольника и погребенная под ним почва на поселении Стрелецкое-1, а также современная почва в его окрестностях. Археологический памятник расположен на левом берегу р. Уй, в Троицком районе Челябинской области, в 3 км к ЮЗ от с. Черноречье и в 2 км к СВ от п. Стрелецк; имеет координаты  $54^{\circ}01'$  с.ш. и  $60^{\circ}37'$  в.д. (рис. 1).

### Археологический контекст

Стрелецкое-1 является одним из самых крупных поселений эпохи бронзы на данной территории, его площадь составляет около  $2500\text{ м}^2$ . На поселении фиксируется восемь жилищных впадин. На сегодняшний день изучено  $400\text{ м}^2$  площади памятника, включающей остатки зольни-

ка, расположенного на периферии жилищных впадин вдоль обрыва р. Уй. В современном рельефе зольник не выражен и фиксировался только в обнажении берегового обрыва на протяжении около 300 м. В настоящее время река подступила вплотную к памятнику и разрушает его. Материалы раскопок поселения относятся к археологическим культурам поздней и финальной бронзы Зауралья: синташтинской, петровской, алакульской и саргары-алексеевской [Куприянова и др., 2013]. Культурный слой зольника насыщен находками. В основном это керамика алакульской культуры (XVIII–XV вв. до н.э.), в меньшем количестве обнаружена керамика эпохи финальной бронзы. Несколькими фрагментами представлена посуда синташтинской и петровской культур. Коллекция артефактов насчитывает более 4000 ед.: керамику, кости животных, отходы каменной индустрии (сколы, нуклеусы, заготовки), орудия труда из камня, кости, бронзы (лощила, бронзовые серпы, долото, костяные орнаменты, каменные абразивы, отбойники и пр.), ритуальные предметы (украшения, амулеты, астрагалы для игры или гадания, миниатюрный керамический сосудик-«светильник», костяные таблички, каменный пест в виде стилизованной головы барана, каменная булава и пр.). Большинство из них относится к основному периоду обитания поселения — алакульскому.

Зольник был исследован двумя раскопами (рис. 1). Характер находок в раскопах несколько различается. В раскопе № 1 основную их часть составляли бытовые отходы (фрагменты сосудов, кухонные остатки костей, сломанные орудия труда). В раскопе № 2 довольно большая часть находок представлена отходами технического производства (заготовками каменных и костяных орудий, сколами и пр.), инструментами, в меньшей степени — кухонными остатками костей. Следов металлургического производства (шлаков, форм и пр.) в раскопах не обнаружено, хотя было найдено несколько бронзовых предметов (серпы, долото, иглы, фрагмент ножа) [Куприянова, 2012].

### Методы исследования

Основные методы исследования — почвенно-археологический [Демкин, 1997, с. 37] и рентгенофлуоресцентная спектрометрия с применением спектрометра «Спектроскан МАКС-GV»<sup>2</sup>. Образцы для анализа отбирались сплошной колонкой через 3 см из культурных слоев зольника и генетических горизонтов погребенной почвы, а также из современной почвы.

В качестве метода статистического анализа использовалась *t*-статистика по критерию Стьюдента, направленная на проверку гипотезы о равенстве средних значений в двух независимых выборках (двухвыборочный *t*-критерий для независимых выборок) [Drennan, 2009]. Сравнимые выборки почвенно-археологический разрез ( $n = 40$ ) и современная почва ( $n = 6$ ) неодинаковы и представляют собой валовые доли химических элементов в каждом образце. В то же время предположение об их равенстве, основанное на том, что исследуются схожие объекты и переменные, позволяет использовать комбинированную дисперсию при расчете разниц средних. Однако соответствие выборок нормальному распределению является предварительным условием, поэтому для каждого числового ряда построены диаграммы «стебель-листья», демонстрирующие особенности распределения. В случаях если в распределениях обнаруживалось более одного пика ( $P_2O_5$ , CaO, MnO, S,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Rb, Zn), выборки разделялись для приведения их форм к нормальному распределению. Затем каждая выборка анализировалась отдельно.

Наличие различий в средних значениях признавалось достоверным в том случае, если значение *p* (вероятность) составляло меньше 0,05 или значение *t* (объединенная стандартная ошибка) было больше 1.

Возраст зольника определен методом радиоуглеродного датирования органического вещества из самой верхней части гумусового горизонта ([A1], 110–120 см) погребенной почвы<sup>3</sup>. Он составляет  $3580 \pm 80$  л.н. (ИГАН-4367), калиброванный — 2034–1776 г. до н.э. (68,3 %) и 2188–1696 г. до н.э. (95,4 %). Последнее из указанных значений соответствует общей хронологии бронзового века Зауралья.

<sup>2</sup> Рентгенофлуоресцентная спектрометрия выполнена в лаборатории геохимии и минералогии почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, г. Пушкино.

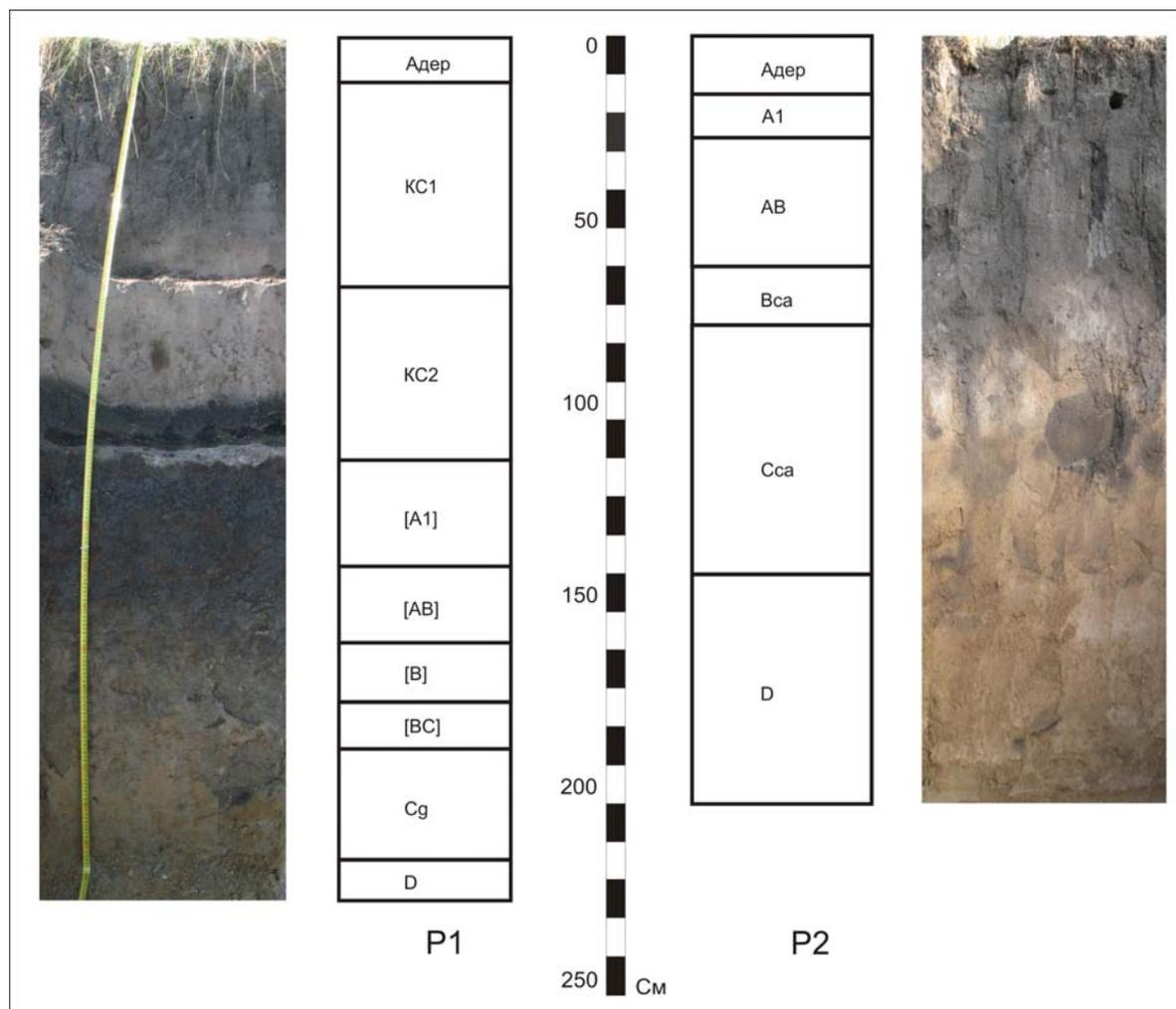
<sup>3</sup> Анализ выполнен в лаборатории радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии Института географии РАН, г. Москва.

## Результаты

### Морфологическое строение почв и культурных слоев

Во время полевого сезона 2012 г. в юго-западном секторе раскопа № 1, в стенке зольника, был заложен почвенно-археологический разрез (рис. 1). Он подразделяется на четыре стратиграфических уровня (рис. 2, табл.): современная почва (0–12 см)<sup>4</sup>, первый культурный слой (12–65 см), второй культурный слой (65–110 см), погребенная почва (110–225 см), которая относится к лугово-черноземному типу [Егоров и др., 1977, с. 98].

Разрез современной лугово-черноземной почвы [Егоров и др., 1977, с. 98] расположен в стенке левого берега р. Уй за пределами поселения (рис. 1) и имеет следующее строение (рис. 2, табл.).



**Рис. 2.** Строение почвенно-археологического разреза поселения Стрелецкое-1 (P1) и современной почвы (P2):

Горизонты: Адер. — дерновый, А1 — гумусовый, АВ — гумусово-иллювиальный, В — иллювиальный, ВС — иллювиально-почвообразующий, С — почвообразующая порода, D — подстилающая порода; КС1, 2 — культурные слои; Са — карбонатность, g — оглеенность; [ ] — погребенные горизонты.

<sup>4</sup> Здесь и далее глубина от современной поверхности.

### Морфологическое строение почвенно-археологического разреза поселения Стрелецкое-1 и современной почвы

| Горизонт                               | Мощность, см | Особенности строения  |
|--|--------------|---|
| <b>Почвенно-археологический разрез</b> |              |   |
| Адер.                                  | 0–12         | Супесь, цвет 10YR 4/2 [Munsell..., 1992] (темно-серовато-коричневый), структура комковатая, плотный, сухой, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, нижняя граница слабоволнистая, переход ясный по цвету   |
| КС1                                    | 12–65        | Легкий суглинок, цвет 7,5YR 3/2 (очень темно-серый), структура призматическая, уплотненный, сухой, включения керамики, костей домашних животных, зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, нижняя граница ровная, переход ясный по цвету  |
| КС2                                    | 65–110       | Легкий суглинок, цвет 10YR 5/2 (серовато-коричневый), структура комковатая, плотный, увлажненный, включения керамики, костей домашних животных, зерен минералов ( $d < 1$ мм), друзы гипса, нижняя граница ровная, переход ясный по цвету и структуре   |
| [A1]                                   | 110–137      | Тяжелый суглинок, цвет 10YR 2/1 (черный), структура призматическая, плотный, пластичный, увлажненный, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, нижняя граница волнистая, переход ясный по цвету  |
| [AB]                                   | 137–157      | Тяжелый суглинок, неоднородный по цвету 5YR 2,5/1 (черный) и 5YR 5/8 (желтовато-красный), структура комковато-плитчатая, плотный, пластичный, увлажненный, новообразования $Fe_2O_3$ в виде желто-красных вкраплений, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, пор, нижняя граница слабоволнистая, переход заметный по цвету |
| [B]                                    | 157–173      | Тяжелый суглинок, неоднородный по цвету 10YR 4/1 (темно-серый) и 5YR 5/8 (желтовато-красный), структура комковато-плитчатая, очень плотный, пластичный, увлажненный, новообразования $Fe_2O_3$ в виде желто-красных пятен, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, нижняя граница слабоволнистая, переход заметный по цвету |
| [BC]                                   | 173–186      | Глина, неоднородный по цвету 2,5Y 5/2 (серовато-коричневый) и 7,5YR 5/6 (сильно коричневый), структура комковато-плитчатая, плотный, пластичный, увлажненный, новообразования легкорастворимых солей (ЛРС) в виде белых точек, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), нижняя граница волнистая, переход ясный по цвету и границе ЛРС              |
| Cg                                     | 186–214      | Глина, неоднородный по цвету 2,5Y 5/4 (светло-оливково-коричневый) и 10YR 5/6 (желтовато-коричневый), структура комковато-плитчатая, плотный, пластичный, увлажненный, нижняя граница ровная, переход ясный по структуре и гранулометрическому составу  |
| D                                      | 214–225      | Песок, неоднородный по цвету 2,5Y 5/4 (светло-оливково-коричневый) и 10YR 5/6 (желтовато-коричневый), бесструктурный, слоистый, очень плотный, влажный  |
| <b>Современная почва</b>               |              |   |
| Адер.                                  | 0–7          | Легкий суглинок, цвет 2,5Y 2/3 (светло-оливково-коричневый), структура комковатая, уплотненный, сухой, включения зерен минералов ( $d < 1$ мм), растительных остатков, нижняя граница ровная, переход заметный по цвету и ясный по структуре  |
| A1                                     | 7–26         | Легкий суглинок, цвет 2,5Y 2,5/3 (очень темно-серый), структура призматическая, очень плотный, сухой, включения растительных остатков, нор землероев, нижняя граница ровная, переход заметный по зернам минералов   |
| AB                                     | 26–60        | Легкий суглинок, цвет 2,5Y 2,5/3 (очень темно-серый), структура призматическая, очень плотный, сухой, включения зерен минералов, растительных остатков, вертикальных трещин, нижняя граница волнистая, переход ясный по цвету и реакции с 10%-ной соляной кислотой (HCl)  |
| B <sub>ca</sub>                        | 60–75        | Легкий суглинок, цвет 2,5Y 5/2 (серовато-коричневый), структура плитчато-комковатая, очень плотный, сухой, реакция с 10%-ной HCl, включения зерен минералов, растительных остатков, нижняя граница ровная, переход ясный по цвету   |
| C <sub>ca</sub>                        | 75–140       | Супесь, цвет 10YR 6/6 (коричневато-желтый), структура плитчато-комковатая, плотный, увлажненный, включения зерен минералов, норы землероя ( $d = 22$ см), нижняя граница ровная, переход ясный по прекращению реакции с 10%-ной HCl и гранулометрическому составу   |
| D                                      | 140–200      | Песок, цвет 7,5YR 6/8 (красновато-желтый), бесструктурный, слоистый, плотный, влажный   |

#### Геохимическое состояние почв и культурных слоев

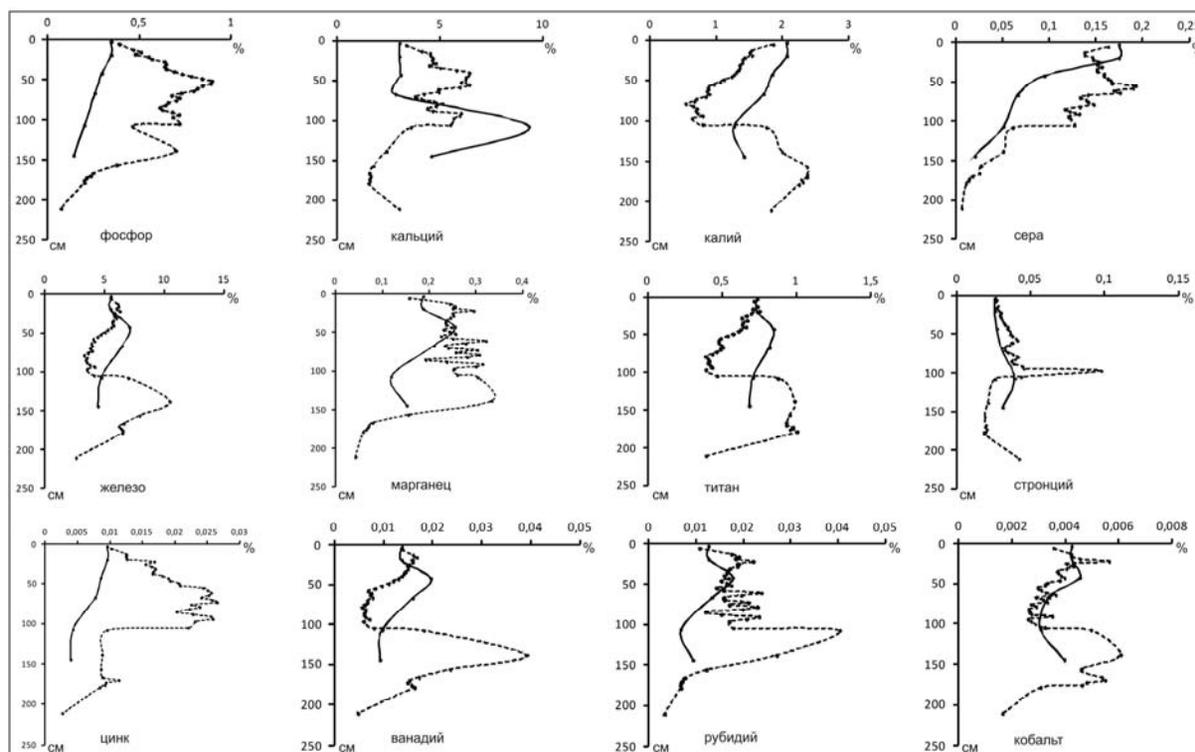
По результатам рентгенфлуоресцентной спектроскопии были получены данные о содержании 36 элементов в исследуемых профилях. Выполнен сравнительный анализ для фосфора ( $P_2O_5$ ), калия ( $K_2O$ ), кальция ( $CaO$ ), марганца ( $MnO$ ), серы (S), железа ( $Fe_2O_3$ ), титана ( $TiO_2$ ), рубидия (Rb), ванадия (V), кобальта (Co), цинка (Zn) и стронция (Sr), выявлены отклонения в их распределении (рис. 3).

Статистический анализ позволил установить разницу между выборками для каждого химического элемента.

**Фосфор.** Числовой ряд содержания в почвенно-археологическом разрезе демонстрирует близость к нормальному распределению с некоторым сдвигом в большую сторону, среднее составляет  $0,59 \pm 0,06$  % (95 % доверительного интервала (ДИ)). В фоновой почве среднее значение равняется  $0,26 \pm 0,08$  % (95 % ДИ). Зафиксированная разница средних значений статистически значима, составляет 0,32 % ( $t = 3,76$ ,  $p < 0,0005$ ).

**Кальций.** Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения со средними величинами  $1,72 \pm 0,28$  % ( $n = 7$ ) и  $4,98 \pm 0,33$  % ( $n = 33$ ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $4,3 \pm 2,66$  % ( $n = 6$ ). В первом случае разница составляет 2,58 % и имеет слабую статистическую значимость ( $t = 2,69$ ,  $p = 0,02$ ). Во втором случае разница средних значений 0,68 %, статистически незначима ( $t = -1,2$ ,  $p = 0,23$ ).

## Геохимические особенности зольника поселения бронзового века Стрелецкое-1...



**Рис. 3.** Распределение химических элементов в почвенно-археологическом (---) и современном (—) профилях поселения Стрелецкое-1.

**Калий.** Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения содержания оксида калия со средними величинами  $1,02 \pm 0,11$  % ( $n = 29$ ) и  $2,09 \pm 0,2$  % ( $n = 11$ ). В фоновой почве среднее значение равняется  $1,74 \pm 0,34$  %. Зафиксированная разница средних значений в первом случае составляет 0,71 % и статистически значима ( $t = 5,08$ ,  $p < 0,0005$ ). Во втором случае разница составляет 0,32 %, но статистическая вероятность существования разницы низка ( $t = -2$ ,  $p = 0,065$ ).

**Сера.** Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения со средними величинами содержания серы  $0,02 \pm 0,014$  % ( $n = 9$ ) и  $0,15 \pm 0,007$  % ( $n = 31$ ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $0,097 \pm 0,06$  % ( $n = 6$ ). Разница статистически значима в обоих случаях: в первом составляет 0,07 % ( $t = 3,18$ ,  $p = 0,007$ ), во втором — 0,05 % ( $t = 3,83$ ,  $p = 0,001$ ). Однако существенное пересечение интервалов обоих числовых рядов, как и доверительных интервалов ошибок средних, делает вывод о достоверности разницы в содержании серы сомнительным. Разброс значений в фоновом разрезе соответствует разбросу в культурном слое, а выборка недостаточно большая.

**Железо.** Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения содержания железа со средними величинами  $3,84 \pm 0,21$  % ( $n = 18$ ) и  $6,12 \pm 0,28$  % ( $n = 21$ ) (везде — 95 % ДИ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $5,66 \pm 1,05$  % ( $n = 6$ ). В первом случае разница средних значений статистически достоверна и составляет 1,82 % ( $t = 6,11$ ,  $p < 0,0005$ ). Во втором случае разница составляет 0,45 % и не обладает статистической значимостью ( $t = 1,355$ ,  $p = 0,18$ ). Другими словами, согласно проведенной  $t$ -статистике, средние значения содержания железа в культурном слое и в фоновом разрезе не отличаются, однако максимальное пиковое значение в зольнике (10,52 %) на 3,4 % превышает фоновое.

**Марганец.** Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения со средними величинами  $0,1 \pm 0,04$  % ( $n = 9$ ) и  $0,26 \pm 0,01$  % ( $n = 31$ ) (везде — 95 % ДИ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $0,18 \pm 0,05$  % ( $n = 6$ ). В первом случае разница между средними значениями составляет 0,08 % и обладает статистиче-

ской значимостью ( $t = 3,18, p = 0,007$ ). Вероятно, данная низкая концентрация в целом отражает фоновые показатели. Во втором случае разница также составляет 0,08 %, однако обладает сильной статистической значимостью ( $t = 5,29, p < 0,0005$ ).

*Титан.* Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует три пиковых значения со средними величинами  $0,44 \pm 0,02$  % ( $n = 17$ ),  $0,65 \pm 0,03$  % ( $n = 15$ ) и  $0,95 \pm 0,03$  % ( $n = 8$ ) (езде — 95 % ДИ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $0,75 \pm 0,07$  % ( $n = 6$ ). В первом случае  $t$ -статистика демонстрирует статистически значимую разницу между значениями, которая составляет 0,31 % ( $t = 13,84, p < 0,0005$ ). Во втором случае статическая значимость менее сильна, но разница по-прежнему присутствует и составляет 0,1 % ( $t = 3,35, p = 0,003$ ). Наконец, третье пиковое значение в культурном слое отличается от фонового значения на 0,19 %, и данная разница статистически сильна ( $t = 7,09, p < 0,0005$ ).

*Стронций.* Числовой ряд содержания стронция в почвенно-археологическом разрезе демонстрирует близость к нормальному распределению, а среднее значение составляет  $0,034 \pm 0,004$  % (95 % ДИ). Среднее значение в фоновой почве составляет  $0,03 \pm 0,005$  (95 % ДИ). Разница средних значений отсутствует ( $t = 0,713, p = 0,479$ ).

*Цинк.* Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения содержания цинка со средними величинами  $0,006 \pm 0,001$  % ( $n = 18$ ) и  $0,009 \pm 0,001$  % ( $n = 22$ ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $0,007 \pm 0,002$  % ( $n = 6$ ). В первом случае разница средних значений составляет 0,004 % и обладает некоторой статистической значимостью ( $t = 2,48, p = 0,021$ ). Во втором случае разница средних значений составляет 0,015 % и обладает сильной статистической значимостью ( $t = 12,226, p < 0,0005$ ).

*Ванадий.* Числовой ряд в почвенно-археологическом разрезе демонстрирует близость к нормальному распределению с некоторым сдвигом в меньшую сторону, среднее составляет  $0,012 \pm 0,002$  %. Среднее значение в фоновой почве —  $0,014 \pm 0,004$  %. Разница средних значений составляет 0,002 % и не обладает статистической значимостью ( $t = 0,566, p = 0,57$ ).

*Рубидий.* Выборка почвенно-археологического разреза демонстрирует два пиковых значения со средними величинами  $0,007 \pm 0,001$  % ( $n = 6$ ) и  $0,019 \pm 0,001$  % ( $n = 34$ ), в то же время среднее значение валовой доли в фоновой почве составляет  $0,012 \pm 0,004$  % ( $n = 6$ ). В первом случае разница средних значений составляет 0,006 % и обладает статистической значимостью ( $t = 3,490, p = 0,006$ ). Во втором случае разница средних значений также составляет 0,006 % и также обладает некоторой статистической значимостью ( $t = 2,867, p = 0,007$ ). Расчет обобщенного среднего значения для почвенно-археологического разреза дает показатель содержания рубидия в  $0,017 \pm 0,002$  % (95 % ДИ), что несколько превышает фоновое значение, но интервалы ошибок пересекаются.

*Кобальт.* В почвенно-археологическом разрезе числовой ряд демонстрирует близость к нормальному распределению, а среднее значение составляет  $0,004 \pm 0,0005$  % (95 % ДИ). Среднее значение в фоновой почве составляет  $0,004 \pm 0,001$  % (95 % ДИ). Разница средних значений отсутствует ( $t = 0,457, p = 0,65$ ).

При сравнительном анализе распределения химических элементов по профилям установлено, что в культурных слоях зольника содержание фосфора, кальция, марганца, серы, рубидия и цинка превышает фоновые значения в 2–3 раза и, наоборот, концентрация калия, железа, титана, ванадия, кобальта и стронция ниже современных показателей. Следует особо отметить гумусовые горизонты ([A1] и [AB]) погребенной почвы, в которых концентрации фосфора, калия, марганца, железа, титана, рубидия, ванадия и кобальта максимальны и превышают современные значения в 2–4 раза. Статистический анализ позволил выявить разницу между выборками для каждого химического элемента, а их сравнительный анализ показал статистическую значимость для большинства рассмотренных элементов, за исключением ванадия, кобальта и стронция.

## Обсуждение

На сегодняшний день проблема интерпретации зольников остается дискуссионной. Наиболее распространена точка зрения, что это места складирования бытового мусора [Матвеев, Сидоров, 1985, с. 51]. По мнению О.Н. Корочковой [2009], некоторые зольники могли выполнять функции временных или постоянных захоронений людей, сопровождающихся жертвоприношениями животных. Б.А. Рыбаков [1981, с. 315, 316] считал, что зольники являлись ритуально-бытовыми объектами, где сжигание мусора происходило в определенные периоды и одновременно сочеталось с функциями очищения поселения. Изучение зольников на поселениях эпохи

бронзы в долине р. Уй свидетельствует, что эти объекты имели прежде всего санитарно-бытовое значение [Куприянова, 2011]. Зольник поселения Стрелецкое-1 располагался на периферии поселка и не содержал следов ритуальной деятельности, а лишь остатки бытового и производственного мусора. Единственным отражением отправления ритуалов на зольнике поселения Стрелецкое-1 можно считать выкладку из челюстей мелкого рогатого скота [Куприянова, Гайдученко, 2017], и то лишь условно, поскольку сам ритуал был совершен в другом месте. Среди костных остатков на поселении встречено несколько отдельных фрагментов костей человека, которые, вероятно, также были принесены вместе с остальным мусором.

Культурные слои зольника легкосуглинистые и перекрывают погребенную почву тяжелого гранулометрического состава. Известно [Перельман, 1989], что химические элементы имеют разную степень мобильности. Поэтому в почвенно-археологическом профиле сформировались две зоны аккумуляции химических элементов — культурные слои зольника ( $P_2O_5$ , CaO, MnO, S, Rb, Zn и Sr) и гумусовые горизонты погребенной почвы ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ , MnO,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Rb, V и Co). В палеопочву химические элементы поступили из зольника, соответственно обе зоны аккумуляции связаны с хозяйственной деятельностью на поселении.

Основными источниками поступления в почву фосфора [Веллесте, 1952] являются продукты жизнедеятельности животных, а кальция, калия — животные и растительные остатки. Высокие концентрации этих элементов, а также археологические данные (кости крупного и мелкого рогатого скота) свидетельствуют о значительной роли скотоводства в жизни древних обитателей поселения Стрелецкое-1.

Предполагаем, что поступление марганца, железа, титана, рубидия, стронция, ванадия и кобальта связано с химическим составом минерального сырья, и в частности с глиной, используемой в гончарном деле. Ввиду длительного использования зольника в качестве места утилизации отработанной керамики и сырья сформировалась зона высокого содержания этих элементов. Исследования соседних поселений этого же исторического периода [Куприянова, 2010] показывают развитие у древнего населения поселения металлургического производства, имеющего различную степень выраженности. В то же время следов металлургии на изученном поселении обнаружено не было. Установлено, что содержание меди и олова — основных компонентов бронзы — в зольнике низкое и не превышает современные показатели.

Сера и цинк могли поступать в культурные слои «зольника» с животными, растительными остатками либо в процессе гончарного производства.

### Заключение

Впервые — по материалам поселения Стрелецкое-1 бронзового века лесостепного Зауралья — получены комплексные данные о строении зольника и распределении химических элементов в нем, а также в погребенной под ним почве и выполнен сравнительный анализ данных об этом распределении и показателей для современной почвы.

Выявлены две зоны аккумуляции химических элементов — культурные слои зольника и гумусовые горизонты погребенной почвы. При этом аккумуляция в гумусовых горизонтах палеопочвы является следствием миграции некоторых элементов из культурных слоев зольника, поэтому справедливо рассматривать обе зоны аккумуляции как результат хозяйственной деятельности на поселении.

Установлено статистически значимое превышение концентрации в 2–4 раза для фосфора, калия, кальция, марганца, серы, железа, титана, рубидия, ванадия, кобальта, цинка и стронция в культурных слоях зольника и гумусовых горизонтах погребенной под ним почвы.

Выявлены геохимические маркеры, указывающие на особенности структуры хозяйства древнего населения. Значительная доля отходов в зольнике связана со скотоводством, о чем говорят высокие значения фосфора, калия, кальция, возможно, цинка и серы, а также наличие костей крупного и мелкого рогатого скота. Марганец, железо, титан, рубидий, стронций, ванадий и кобальт в высоких концентрациях могли поступать с техническим мусором гончарного и других видов домашнего производства.

Данные о содержании и распределении химических элементов позволяют считать зольник поселения бронзового века Стрелецкое-1 местом утилизации бытового и производственного мусора, в частности отходов гончарного, каменного и косторезного производств. Утилизация, вероятно, осуществлялась путем сжигания отходов и повторялась многократно. Кроме того, периодически зольник мог выполнять ритуально-бытовые задачи — при уборке помещений и

прилегающих территорий, приуроченной к знаковым событиям. Вероятнее всего, зольник использовался в течение всего периода функционирования поселения.

Таким образом, зольники поселений бронзового века в Зауралье позволяют получать информацию об особенностях хозяйственной деятельности, но должны рассматриваться в контексте конкретного памятника, с учетом его стратиграфических и планиграфических особенностей.

---

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

### *Источники*

*Куприянова Е.В.* Поселение «Степное» эпохи бронзы (Пластовский район Челябинской области) по итогам исследований 2009 года. Отчет. Челябинск, 2010 // Фонды УНЦ изучения проблем природы и человека ЧелГУ.

*Куприянова Е.В.* Спасательные раскопки поселения Стрелецкое-1 (Троицкий район Челябинской области) и комплексные исследования окружающей территории в 2012 году. Отчет. Челябинск, 2012 // Фонды УНЦ изучения проблем природы и человека ЧелГУ.

### *Литература*

*Бикмулина Л.Р., Якимов А.С., Мосин В.С., Баженов А.И.* Геохимические особенности почв и культурных слоев поселения неолита-энеолита Кочегарово-1 в лесостепной зоне Западной Сибири и их палеоэкологическая интерпретация // Археология, этнография и антропология Евразии. 2017. Т. 45. № 2. С. 35–44.

*Валдайских В.В., Зданович Д.Г., Хэнкс Б.К.* Опыт практического привлечения фосфатного метода для поиска почв с древними антропогенными нарушениями // Отражение био-, гео-, антропогенных взаимодействий в почвах и почвенном покрове: Сб. материалов IV Всерос. конф. с междунар. участием. Томск: ТГУ, 2010. Т. 1. С. 34–36.

*Веллесте П.* Анализ фосфатных соединений почвы для установления мест древних поселений // КСИИМК. 1952. Вып. 42. С. 135–140.

*Демкин В.А.* Палеопочвоведение и археология: Интеграция в изучении истории природы и общества. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. 213 с.

*Дергачева М.И.* Археологическое почвоведение. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 226 с.

*Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н., Носин В.А., Фриев Т.А.* Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.

*Каздым А.А., Корякова Л.Н., Ковригин А.А., Берсенева Н.А.* Петрографическое и минералогическое исследование «зольников» Павлинова городища (V в. до н.э., Курганская область) // Минералогия техногенеза. 2003. Т. 4. С. 198–203.

*Корочкова О.Н.* О западносибирских зольниках эпохи поздней бронзы // РА. 2009. № 1. С. 25–35.

*Куприянова Е.В.* В поисках истоков древней медицины: Аркаим и вокруг: (Археологическое расследование). Челябинск: Жираф, 2011. 178 с.

*Куприянова Е.В.* Поселение Томино 1 — форпост освоения новых территорий населением Южного Зауралья в эпоху бронзы // Горизонты цивилизации: Материалы Седьмых Аркаимских чтений. Челябинск: Энциклопедия, 2016. С. 46–58.

*Куприянова Е.В., Гайдученко Л.Л.* Пост-ритуальный остеологический комплекс из раскопок поселения эпохи бронзы Стрелецкое // Вестник ЮУрГУ. Сер. Социально-гуманитар. науки. 2017. Т. 17. № 1. С. 26–29.

*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.

*Матвеев А.В., Сидоров Е.А.* Ирменские поселения Новосибирского Приобья // Западная Сибирь в древности и средневековье. Тюмень: ТюмГУ, 1985.

*Перельман А.И.* Геохимия. М.: Высш. шк., 1989. 528 с.

*Рыбаков Б.А.* Язычество древних славян. М., 1981.

*Drennan R.D.* Statistics for Archaeologists: A Common Sense Approach. Second Edition. N. Y.: Springer, 2009.

*Munsell Soil Color Charts.* N. Y.: Macbeth, 1992.

L.R. Bikmulina\*, A.S.Yakimov\*\*, E.V. Kupriyanova\*\*\*,  
I.V. Chechushkov\*\*\*\*, A.I. Bazhenov\*

\*Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch RAS  
Malygina st., 86, Tyumen, 625026, Russian Federation  
E-mail: luizasaf@mail.ru;

bazhenov-ikz-anatolii@mail.ru

\*\*Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch RAS  
Malygina st., 86, Tyumen, 625026, Russian Federation  
Tyumen State University

Volodarskogo st., 6, Tyumen, 625003, Russian Federation

E-mail: Yakimov\_Artem@mail.ru

\*\*\*Chelyabinsk State University

Br. Kashyrynykh st., 129, Chelyabinsk, 454001, Russian Federation

E-mail: dzdan@mail.ru

\*\*\*\*University of Pittsburgh

South Bouquet St., 230, Pittsburgh, PA 15260, USA

E-mail: chivpost@gmail.com

### GEOCHEMICAL FEATURES OF THE ASHY LAYER (ZOL'NIC) AT THE BRONZE AGE SETTLEMENT OF STRELETSKOE-1 IN THE FOREST-STEPPE TRANS-URALS

The paper summarizes the results of a geo-chemical study of the soil samples collected from the ashy layer (zol'nic) at the Bronze Age settlement Streletskeye I in the Southern Trans-Urals and from the nearby natural deposition. The site is located on the left bank of the Ui river in Chelyabinsk region, Russia. The data on the distribution of phosphorus, potassium, calcium, manganese, sulfur, iron, titanium, rubidium, vanadium, cobalt, zinc and strontium are considered. The comparison demonstrates that concentrations of such elements as phosphorus, calcium, manganese, sulfur, rubidium exceed background values 2–3 times, while levels of potassium, iron, titanium, vanadium, cobalt, and strontium are below background values. At the same time, humus of buried soil underneath the ashy layer demonstrates highest values that exceed the usual one 2–4 times. The statistical analysis (*t*-statistics) supported the conclusion of very different proportions of elements between the cultural layer and the natural soil deposition, except for vanadium, cobalt, and strontium. There are two zones of element accumulations within the cross-section of the cultural layer, which are the ashy layer and the humus horizon. The conducted analysis contributes to the understanding of the subsistence strategies and craft. The high levels of phosphorus, potassium, calcium, possibly sulfur and zinc suggest the dominance of livestock breeding. The presence of pottery production indicated by concentrations of manganese, iron, titanium, rubidium, strontium, vanadium and cobalt which could come with raw materials (clay) and broken ceramics. The discovered ashy layer is interpreted as a midden where wastes were repeatedly burned. Thus, layers of ash are complex objects that accumulate information of the economic activities and are unique for each ancient settlement.

**Key words:** ashy layer (zol'nic), chemical element, cultural layer, soil, *t*-statistics, Student's test, the Bronze Age, settlement, the Trans-Urals.

DOI: 10.20874/2071-0437-2017-39-4-172-182

### REFERENCES

Bikmulina L.R., Yakimov A.S., Mosin V.S., Bazhenov A.I., 2017. Geokhimicheskie osobennosti pochv i kul'turnykh sloev poseleniya neolita-eneolita Kochegarovo-1 v lesostepnoi zone Zapadnoi Sibiri i ikh paleoekologicheskaya interpretatsiya [Geochemical Soil Analysis and Environmental Reconstructions at the Neolithic and Chalcolithic Settlement Kochegarovo-1 in the Forest-Steppe Zone of Western Siberia]. *Arkheologiya, etnografiya i antropologiya Evrazii*, vol. 45, no. 2, pp. 35–44.

Demkin V.A., 1997. *Paleopochvovedenie i arkheologiya: Integratsiya v izuchenii istorii prirody i obshchestva* [Paleosoil science and archeology: Integration in the study of the history of nature and society], Pushchino: ONTI PNTs RAN, 213 p.

Dergacheva M.I., 1997. *Arkheologicheskoe pochvovedenie* [Archeological soil science], Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 226 p.

Drennan R.D., 2009. *Statistics for Archaeologists: A Common Sense Approach*, second edition, New York: Springer.

Egorov V.V., Fridland V.M., Ivanova E.N., Rozov N.N., Nosin V.A., Frieve T.A., 1977. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR* [Classification and diagnostics of soils of the USSR], Moscow: Kolos, 224 p.

Kazdym A.A., Koryakova L.N., Kovrigin A.A., Berseneva N.A., 2003. Petrograficheskoe i mineralogicheskoe issledovanie «zol'nikov» Pavlina gorodishcha (V v. do n.e., Kurganskaia oblast') [Petrographic and mineralogical research of «zol'niki» of Pavlin's ancient settlement (V century BC, Kurgan region)]. *Mineralogiya tekhnogenez*, vol. 4, pp. 198–203.

Korochkova O.N., 2009. O zapadnosibirskikh zol'nikakh epokhi pozdnei bronzy [About West Siberian «zol'niki» of the Late Bronze Age]. *Rossiiskaia arkhologiiia*, no. 1, pp. 25–35.

Kupriyanova E.V., 2011. V poiskakh istokov drevnei meditsiny: Arkaim i vokrug: (Arkhologicheskoe rassledovanie) [In search of the sources ancient medicine: Arkaim and around: (Archaeological research)], Cheliabinsk: Zhiraf, 178 p.

Kupriyanova E.V., 2016. Poselenie Tomino 1 — forpost osvoeniia novykh territorii naseleniem luzhnogo Zaural'ia v epokhu bronzy [The settlement of Tomino 1 — outpost of development new territories by the population of the Southern Trans-Urals in the Bronze Age]. *Gorizonty tsivilizatsii: Materialy Sed'mykh Arkaimskikh chtenii*, Cheliabinsk: Entsiklopediia, pp. 46–58.

Kupriyanova E.V., Gaiduchenko L.L., 2017. Post-ritual'nyi osteologicheskii kompleks iz raskopok poseleniia epokhi bronzy Streletskoe [Post-ritual osteological complex from the excavations of the settlement of Streletskoe of the Bronze Age]. *Vestnik luzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta*, ser. Sotsial'no-gumanitarnye nauki, vol. 17, no. 1, pp. 26–29.

Kupriyanova E.V., Yakimov A.S., Safarova L.R., Bazhenov A.I., 2013. Osobennosti stratigrafii poseleniia Streletskoe 1: (Predvaritel'nye rezul'taty issledovaniia) [Features of stratigraphy the settlement Streletskoye 1: (Preliminary results of studies)]. *Etnicheskie vzaimodeistviia na luzhnom Urale*, Cheliabinsk: Rifei, pp. 82–102.

Matveev A.V., Sidorov E.A., 1985. Irmenskie poseleniia Novosibirskogo Priob'ia [Irmens settlements of the Novosibirsk Ob region]. *Zapadnaia Sibir' v drevnosti i srednevekov'e*, Tiumen'.

*Munsell Soil Color Charts*, New York: Macbeth, 1992.

Perel'man A.I., 1989. *Geokhimiia* [Geochemistry], Moscow: Vysshiaia shkola, 528 s.

Rybakov B.A., 1981. *Iazychestvo drevnikh slavian* [Paganism of the ancient Slavs], Moscow.

Valdaiskikh V.V., Zdanovich D.G., Hanks B.K., 2010. Opyt prakticheskogo privlecheniia fosfatnogo metoda dlia poiska pochv s drevnimi antropogennymi narusheniami [Experience of the practical attraction of the phosphate method for search of soil with ancient anthropogenic disturbances]. *Otrazhenie bio-, geo-, antroposfernykh vzaimodeistvii v pochvakh i pochvennom pokrove*, vol. 1, Tomsk: TGU, pp. 34–36.

Velleste P., 1952. Analiz fosfatnykh soedinenii pochvy dlia ustanovleniia mest drevnikh poselenii [Analysis of phosphate compounds soil for establish of the sites ancient settlements]. *KSIIIMK*, 42, pp. 135–140.