

УДК 631.4

<https://doi.org/10.31251/pos.v7i2.254>

Палеопочвы бронзового века в степной зоне Южного Приуралья в решении задач палеопочвоведения и археологии (на примере памятника Ташла IV в Оренбуржье)

© 2024 О. С. Хохлова ¹, Т. Н. Мяскина ¹, Н. Л. Моргунова ², А. А. Файзуллин ²¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, ул. Институтская, 2, г. Пушкино, Московская область, 142290, Россия. E-mail: olga_004@rambler.ru²Оренбургский государственный педагогический университет, ул. Советская, 19, г. Оренбург, 460000, Россия. E-mail: nina-morgunova@yandex.ru

Цель исследования. Изучение палеопочв бронзового века (ямная и срубная культуры), палеоклиматические реконструкции и сопоставление с исследованными ранее синхронными палеопочвами в степном Приуралье.

Место и время проведения. Объекты исследования расположены в Оренбургской области в степной зоне Южного Приуралья. В июле 2019 и 2021 гг. совместно с сотрудниками археологической лаборатории Оренбургского педагогического университета были проведены охранные раскопки курганного могильника Ташла IV, расположенного на окраине с. Ташла, изучены курганы 1 (ямная культура) и 2 (срубная культура).

Методы. Проведен комплексный морфогенетический анализ подкурганых палеопочв и современных фоновых почв изучаемого объекта. Почвы детально описаны и классифицированы в поле, отобраны образцы, в которых в лаборатории были определены: гранулометрический состав, потери при прокаливании, рН водной вытяжки, содержание органического и карбонатного углерода, сумма обменных оснований и магнитная восприимчивость. Для проведения палеоклиматических реконструкций использованы методы построения педохронологий и сравнительно-географический.

Основные результаты. Установлено, что изученные почвы погребены под курганами в начале развития обеих культур, когда заканчивались или закончились этапы климатической аридизации в первой половине IV тысячелетия до н.э. (ямная культура) и на рубеже III и II тысячелетий до н.э. (срубная культура). Аридизация климата в предсрубное время была более существенной, чем в ранний (репинский) этап ямной культуры; этот вывод получен для изучаемого региона впервые.

Заключение. Свойства изученных почв удалось распределить по характерным временам их отклика на изменение внешних условий: магнитная восприимчивость, связанная с микробиологической активностью, относится к быстроизменяющимся свойствам – первые десятки лет, а для изменения других изученных свойств требуется от нескольких десятков до сотни лет. Сравнение срубной палеопочвы, погребенной под курганом 2 в изученном могильнике, с другими почвами этого времени в регионе, позволило более точно расположить ее на временной шкале – отнести к самому началу XVIII в. до н.э. и детально охарактеризовать смену климата внутри срубной культуры степного Приуралья.

Ключевые слова: ямная и срубная культуры; комплексный анализ почв; свойства почв; аридизация климата; экологический кризис.

Цитирование: Хохлова О.С., Мяскина Т.Н., Моргунова Н.Л., Файзуллин А.А. Палеопочвы бронзового века в степной зоне Южного Приуралья в решении задач палеопочвоведения и археологии (на примере памятника Ташла IV в Оренбуржье) // Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. № 2. e254. DOI: [10.31251/pos.v7i2.254](https://doi.org/10.31251/pos.v7i2.254)

ВВЕДЕНИЕ

Изучение почв под курганами стало с недавнего времени неотъемлемой частью работы при проведении раскопок этих исторических памятников, поскольку удается получить существенно больший объем информации, важной как для археологов, так и почвоведов, чем когда раскопки ведутся лишь археологическими методами. Основная цель при проведении такого рода работ для палеопочвоведения – это характеристика свойств палеопочв и проведение реконструкций условий среды разных эпох второй половины голоцена на основе изменчивости изучаемых свойств. В этой области науки имеются несомненные достижения, но все же остаются и проблемы, которые необходимо постепенно решать. Так, довольно часто в практике проведения палеопочвенных исследований курганов в степной зоне встречаются случаи, когда свойства черноземов, имеющих сравнительно быстрый (первый десяток лет) отклик на меняющиеся климатические условия, уже

успели измениться, а свойства с более длительными временами (несколько десятков до сотни лет) пока остаются неизменными или их изменчивость имеет иную направленность, чем у «быстрых» свойств. Это создает определенные трудности при трактовке наблюдаемых изменений в почвах в процессе реконструкций палеоклимата. Одной из задач данной работы является рассмотрение этой проблемы на примере изучаемого объекта.

В последние годы стало ясно, что данные о почвах могут помочь разобраться не только с задачами палеопочвоведения или палеогеографии, но и археологии, а именно, установить внутреннюю хронологию той или иной культуры, поскольку свойства почв, погребенных под разными курганами внутри одной и той же археологической культуры, различаются (Купцова и др., 2018; Khokhlova, Kuptsova, 2019; Morgunova, Khokhlova, 2020). Составив коротковременной хронологии из почв, погребенных под курганами одной и той же культуры и установив направленность изменчивости свойств почв, можно выстроить изученные курганы в относительном (раньше-позже) хронологическом порядке внутри временного промежутка культуры (Khokhlova, 2007). Это помогает археологам определиться с изменением вещевого материала и погребального обряда за время развития той или иной культуры. Особенно важны такие сведения для археологических культур, которые слабо разделяются внутри себя на хроноотрезки по найденным вещам и обряду захоронений ввиду скудности погребального инвентаря и/или невыразительности погребений. К таким культурам относится, в частности, срубная (XVIII-XII вв. до н.э.); ее многочисленные курганы широко распространены в степном Приуралье Оренбуржья.

Ранее были изучены подкурганые палеопочвы срубных могильников, из них составлены хронологии и выделено несколько хроносрезов внутри культуры (курганые могильники Боголюбовка и Скворцовка) (Моргунова и др., 2014; Khokhlova, Khokhlov, 2011), проведены палеоклиматические реконструкции на основе изменчивости свойств почв в составленных хронологиях. Важно, чтобы эти исследования не остались единичными, необходимо проверить их результаты на почвах других курганных могильников региона. Также значимой и актуальной представляется задача сравнения климатических условий развития ямной и срубной культур бронзового века в Южном Приуралье, особенно на ранних этапах их развития, когда обе культуры проходили фазу усиления аридизации климата. В этой связи, при проведении исследования палеопочв курганного могильника Ташла IV в степном Приуралье Оренбуржья ставились задачи: изучение свойств палеопочв, определение характерного времени трансформации этих свойств при изменяющихся условиях среды, сравнение с ранее изученными в регионе синхронными палеопочвами и между собой и проведение палеоклиматических реконструкций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В июле 2019 и 2021 гг. сотрудниками археологической лаборатории Оренбургского педагогического университета под руководством доктора исторических наук, профессора Н.Л. Моргуновой и кандидата исторических наук А.А. Файзуллина проводились охранные раскопки **курганного могильника (КМ) Ташла IV** на северной окраине с. Ташла Оренбургской области, в 1,2 км к юго-западу от берега р. Ташелка. Изученный КМ расположен на первой террасе р. Ташелка – правого притока р. Иртек, а р. Иртек – правый приток р. Урал. В геоморфологическом отношении указанный участок территории принадлежит бассейну р. Урал и ее притоков, каковыми являются указанные реки. Рельеф участка могильника – полого-волнистый, преобладающие абсолютные высоты составляют 100 м. Почвообразующими породами служат супесчано-песчаные и суглинистые аллювиальные отложения (Географический атлас..., 1999). Основу современного почвенного покрова изученной территории составляют черноземы южные (Классификация и диагностика почв СССР, 1977), что по классификации IUSS Working Group WRB (2022) соответствует Calcic Chernozems.

Климат региона наиболее жаркий и засушливый в черноземно-степной полосе Оренбуржья. Средняя температура января – -15°C , июля – $+22^{\circ}\text{C}$, среднегодовая норма осадков – около 350 мм, испаряемость превышает количество осадков в полтора раза. Растительность нераспаханных участков данной территории – типчаково-ковыльная степь, но участок, на котором расположен изучаемый КМ, сплошь был распахан и находился в залежном состоянии к моменту нашей работы не более 20 лет, поскольку на нем произрастала, в основном, сорная растительность.

Были изучены курганы 1 и 2. Курган 1 ($51^{\circ}47'08,70''$ с.ш., $52^{\circ}43'58,62''$ в.д.) имел размеры: высота 1 м, диаметр – 33–38 м (рис. 1 А), был построен в ямное время, имел единственную конструкцию и был обнесен кольцевым ровиком. По сходству обряда захоронения с расположенным вблизи Большим Болдыревским курганом, курган 1 КМ Ташла IV был отнесен к развитому этапу А

ямной культуры – 3400–3200 лет до н.э. (Morgunova, Khokhlova, 2020) или (XXXIV–XXXII вв. до н.э.).



Рисунок 1. Курганы 1 (А) и 2 (В) курганного могильника Ташла IV у с. Ташла Оренбургской области. Фото О.С. Хохловой (А) и А.А. Файзуллина (В).

Курган 2 ($51^{\circ}47'07,56''$ с.ш., $52^{\circ}43'59,64''$ в.д.) имел размеры: высота 70 см, диаметр 35–36 м (рис. 1 В), единственную конструкцию и был построен в срубное время (3800–3700 л.н., XVIII–XVII вв. до н.э. согласно археологическому датированию). Вокруг кургана 2 был зафиксирован кольцевой ров, углубленный не более, чем на 40 см.

В поле под каждым курганом был выкопан почвенный разрез, получивший номер, совпадающий с номером кургана, и букву «п» в номере, означающую, что почва погребенная. Неподалеку от курганов был заложен разрез фоновой современной почвы (буква «ф» в номере разреза).

Аналитическое исследование включало определение гранулометрического состава, содержания органического и карбонатного углерода, потери при прокаливании, обменных оснований, pH водной

вытяжки (Аринушкина, 1970), магнитной восприимчивости – на приборе Kappabridge KLY-2 в Центре коллективного пользования ИФХиБПП РАН, г. Пущино. Ранее нами был опубликован полевой отчет о проведенных в Ташле IV палеопочвенных исследованиях (Хохлова и др., 2024, в печати).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Морфологический анализ позволил определить, что палеопочвы под двумя курганами имели следующий набор генетических горизонтов: Ah, 0–35 см; АВк, 35–50(52) см; Вк, 50(52)–130(135) см, подразделялся на два подгоризонта на глубине 100 см; ВСк, 130(135)–180 см (рис. 2 А, В).



Рисунок 2. Разрезы погребенных (А, В) и фоновой (С) почв в курганном могильнике Ташла IV. Фото О.С. Хохловой (А, С), А.А. Файзуллина (В).

Горизонт Ah имел в ямной палеопочве (разрез Тш1п-19) серый цвет, 10YR 5/2-5/3, тогда как в срубной был светлее очень ненамного, показывая уверенно 10YR 5/3. Горизонт изрыт почвенными животными, структура крупно-комковатая, внутрипедная масса не вскипает, но по граням педов отмечаются белесые точки карбонатов и по норам – много карбонатных прожилок.

Горизонт АВк представлял из себя чередование палево-желтых и светло-серых пятен, в срубной палеопочве – серых пятен. При этом палево-желтые пятна в срубной палеопочве более белесые за счет заметной пропитки карбонатами: 10YR 7/3-7/4 против 10YR 6/3-6/4 в ямной почве. В совокупности, горизонты Ah и АВк в срубной палеопочве изрыты больше, чем в ямной, здесь заметно большее количество свежих на момент погребения нор землероев (сурка и слепушонки).

Горизонт Вк имеет палево-коричневатый цвет, 10YR 7/4-6/4, к низу 7/3, в местах скопления белоглазки 8/1. Призматически-комковатая структура в нижней части горизонта сменяется призматически-ореховатой. Это горизонт скопления белоглазки; белоглазка мелкая 0,3–0,5 см в диаметре, залегает скоплениями, в скоплениях ее концентрация 8–10 шт./дм², без скоплений 1–3 шт./дм². В срубной палеопочве белоглазка в горизонтах Вк1 и Вк2 более размазанная и ее визуально меньше на срезе, но зато больше насыщенность карбонатами почвенной массы вокруг белоглазки.

Горизонт ВСк неоднороден по цвету, цвет внутриагрегатной массы и граней агрегатов различаются. Желтый с палевым оттенком, 10YR 6/6 – внутриагрегатная масса, бурые с желтоватым

оттенком, 5/4 – грани агрегатов; есть островные кутаны. Структура крупно-призматическая, но призмы с угловатыми гранями. Здесь есть структуры, похожие на заполнение вертикальных криогенных трещин. Возможно, что почвообразующая порода для развития этих почв неоднородна, ее нижняя часть, начиная с горизонта ВСк, промерзала при литогенезе в позднем плейстоцене.

Классификационное название погребенных почв: черноземы обыкновенные (Классификация и диагностика почв СССР, 1977) или миграционно-сегрегационные среднесуглинистые (Классификация и диагностика почв России, 2004), что соответствует *haplic Chernozem Loamic* (IUSS Working Group WRB, 2022).

Современная почва залежи характеризуется наличием дернины – до 10 см, затем идет пахотный горизонт Р до 30(35) см, темно-серый, 10 YR 3/1-3/2, зернисто-комковатая структура, который через ровную границу плавно переходит в горизонт Ah – до 45 см (рис. 2, С). Ah имеет немного более светлый цвет, 10YR 4/2-3/2, в остальном похож на вышележащий горизонт. Горизонт АВк до 55(60) см, это чередование серых, 10 YR 5/2, и бурых, 7/3-7/4, пятен, бурые пятна вскипают. В горизонтах Р, Ah и АВк очень слабая изрытость землероями, в основном, норки мелких землероев вроде мышей. Горизонт Вк, 55(60)–130(135) см, подразделяется на два подгоризонта на глубине 100(120) см. Комковато-призматическая структура. Белоглазка диаметром 0,5 до 3 см (последняя – единично), очень размазанная, встречается скоплениями, в скоплениях 7 шт. на дм², без скоплений – 1–2 шт. на дм². В нижней части горизонта отмечается неясно-призматически-угловатая структура, есть матовые бурые островные кутаны (без манган) и Fe-Mn точки. Горизонт ВСк похож на таковой в погребенных почвах.

Классификационное положение почвы: черноземы обыкновенные (Классификация и диагностика почв СССР, 1977) или миграционно-сегрегационные постагрогенные среднесуглинистые (Классификация и диагностика почв России, 2004), что соответствует *haplic Chernozem Loamic Agric* (IUSS Working Group WRB, 2022).

Аналитическое исследование показало, что гранулометрический состав всех изученных почв – средний суглинок иловато-крупнопылеватый (табл. 1). При небольшом варьировании процентного содержания отдельных фракций можно заключить, что гранулометрический состав мало меняется по профилю изучаемых почв. Сходство гранулометрического состава почв хроноряда позволяет сравнивать свойства этих почв напрямую, без вычисления относительных величин.

Таблица 1

Гранулометрический состав почв изученного хроноряда

Разрез	Глубина, см	Фракции гранулометрического состава, мм					
		1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Тш7ф-19	0–10	6,2	24,7	35,6	8,8	13,4	11,5
	10–20	3,0	18,4	27,3	21,7	16,7	12,8
	20–30	3,7	18,0	38,5	9,0	15,8	15,0
	30–40	2,7	15,0	37,8	8,3	15,8	20,4
	40–50	2,4	16,8	33,0	9,5	14,7	23,6
	50–60	2,9	16,6	34,6	8,4	15,0	22,6
	60–70	2,7	25,3	31,9	8,1	13,5	18,5
	70–80	2,8	21,2	32,4	2,6	19,1	21,9
	80–90	2,7	20,9	31,7	7,6	15,4	21,7
	90–100	3,7	18,1	29,4	7,3	14,9	26,5
	100–110	5,4	24,6	25,8	5,7	15,1	23,3
	110–130	4,9	23,9	24,2	5,7	16,4	25,0
	130–150	2,2	21,4	32,3	5,1	15,0	24,0
Тш1п-19	0–10	3,0	22,7	38,3	8,0	14,5	13,4
	10–20	3,3	17,9	36,0	9,3	15,7	17,8
	20–30	3,1	16,2	32,1	12,1	18,5	18,0
	30–40	2,6	13,3	35,4	8,2	18,3	22,2
	40–50	2,4	14,3	33,0	8,9	19,5	21,8
	50–60	2,4	13,4	33,7	8,3	19,5	22,8

	60–70	2,1	9,7	38,8	6,1	18,7	24,5
	70–80	2,3	20,0	34,5	4,9	16,3	21,9
	80–90	5,3	20,0	30,7	2,0	19,2	22,9
	90–100	5,8	23,3	24,6	4,7	17,0	24,6
	100–110	8,3	23,4	22,4	5,6	16,0	24,4
	110–130	7,6	23,2	23,6	5,1	17,1	23,3
	130–140	4,8	23,9	25,3	4,9	16,8	24,3
	140–160	3,2	24,8	25,2	5,1	17,2	24,6
	160–180	5,1	22,9	25,7	4,6	17,0	24,6
Тш2п-21	0–10	2,6	11,7	39,0	7,7	16,3	22,7
	10–20	2,2	16,0	34,9	6,2	14,8	25,9
	20–30	1,8	14,2	37,8	5,7	13,8	26,7
	30–40	2,3	17,5	38,3	5,0	12,6	24,3
	40–50	1,7	13,4	43,7	5,0	12,0	24,2
	50–60	1,8	18,5	43,2	4,1	10,4	22,1
	60–70	0,9	16,3	43,3	5,1	10,7	23,7
	70–80	5,4	21,3	27,1	5,6	12,4	28,2
	80–90	5,5	21,4	25,1	5,4	12,9	29,6
	90–100	5,0	24,4	23,6	6,7	12,7	27,6
	100–120	1,5	27,8	27,5	4,9	11,0	27,4
	120–140	4,2	26,8	25,3	5,4	13,1	25,3
	140–160	7,4	22,0	23,8	5,2	13,5	27,9
160–180	4,3	26,9	24,9	14,2	1,7	28,0	
180–200	5,0	23,0	25,2	6,2	13,6	27,1	

В верхнем гумусовом горизонте Ah срубной палеопочвы содержится 0,9–1,1% органического углерода, тогда как в ямной лишь 0,7–0,8%; ниже по профилю содержание постепенно уменьшается (рис. 3 А).

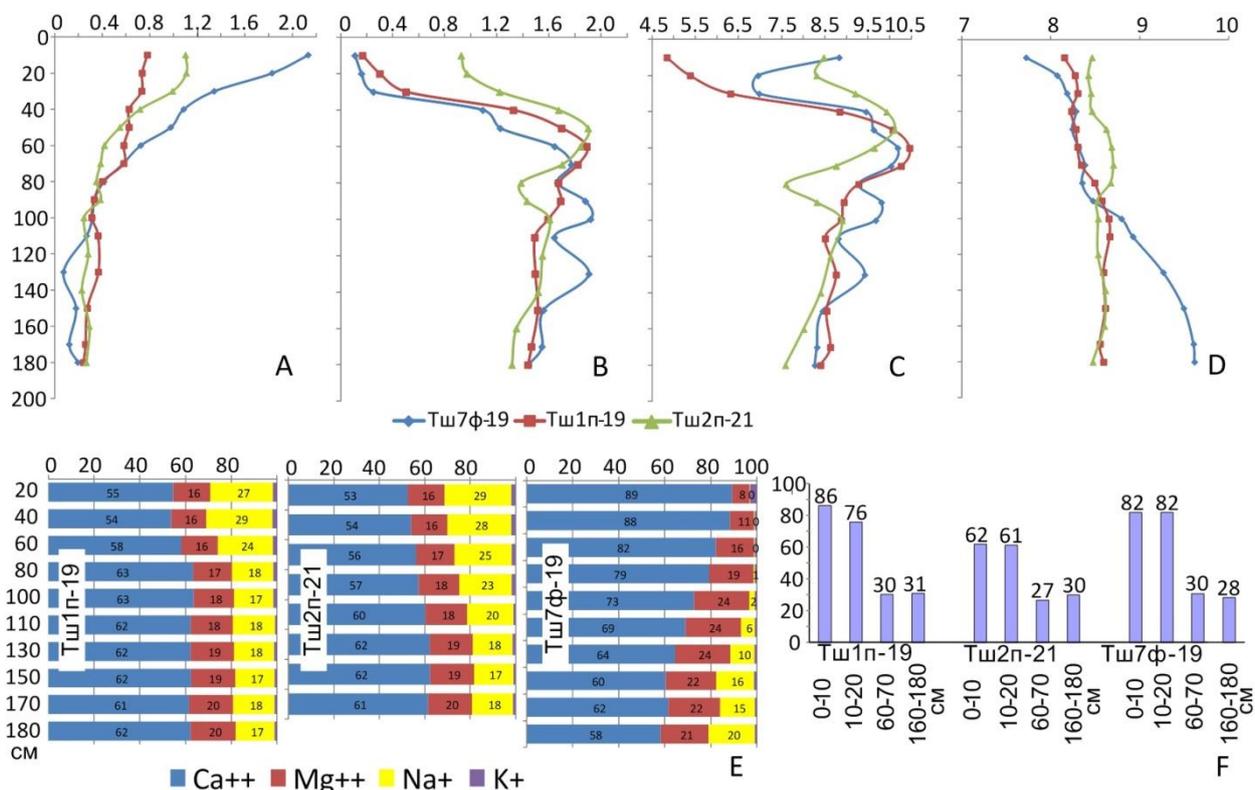


Рисунок 3. Свойства почв изучаемого хроноряда в курганном могильнике Ташла IV: органический углерод, % (А); углерод карбонатов, % (В); потери при прокаливании, % (С); рН водный (D); обменные основания, % от суммы (Е); удельная магнитная восприимчивость, $\times 10^{-8}$ ед. СИ (F).

Если учесть, что за время погребения срубной почвы (3800-3700 лет от наших дней) в почве осталось не более 50% от исходного содержания органического углерода, а в ямной почве, погребенной более 5000 лет, – 30–40% (Иванов и др., 2009), можно попытаться реконструировать исходное содержание органического углерода в А1 горизонте палеопочв. Получаем 1,8–2,2% для срубной палеопочвы и 2,0–2,3% – для ямной. Эти цифры вполне сопоставимы с содержанием органического углерода в современной пахотной почве (1,6–2,2%) в верхнем пахотном горизонте. Учитывая, что при распашке черноземов примерно 20–30% от исходного органического углерода теряется, получаем, что исходно в погребенных почвах содержалось органического углерода немного меньше, чем в современной почве, если предположить, что последняя не распахивалась: реконструированные значения содержания органического углерода в современных нераспахиваемых почвах могли бы составить 2,3–3,1%.

Для углерода карбонатов кривые распределения его содержания в профиле совпадают с наблюдаемыми в поле закономерностями. Наибольшее содержание углерода карбонатов обнаруживается в верхней 50-ти сантиметровой толще срубной палеопочвы (от 0,9 до 1,9%, разрез Тш2п-21) (рис. 3 В). На глубине 40–50 см в срубной почве выявляется наиболее приближенный к поверхности (по сравнению с двумя другими почвами хроноряда) максимум содержания карбонатов (1,9%). В ямной палеопочве в верхних 60-ти см профиля содержание углерода карбонатов постепенно нарастает от 0,2 до 1,9%, максимум содержания расположен на глубине 50–60 см. В современной почве сверху и до глубины 70 см содержание углерода карбонатов меняется от 0,1 до 1,7%, два максимума в распределении карбонатов с содержанием 1,9% наблюдаются на глубинах 90–100 и 130–140 см, то есть, расположены наиболее глубоко в профиле по сравнению с остальными почвами хроноряда.

В **потери при прокаливании (ППП)**, т.е. в разницу веса почвы до и после нагревания при 900°C при свободном доступе воздуха, согласно (Аринушкина, 1970) входят химически связанная вода, гумус, CO₂ карбонатов, адсорбированные газы и хлориды. В современной и ямной почвах кривая распределения потерь при прокаливании в верхней части профиля носит кумулятивный характер и повторяет таковую распределения общего углерода в профилях (сумма углерода органического и карбонатного), тогда как в срубной палеопочве – кривую распределения карбонатов (рис. 3 С). Таким образом, результаты определения потерь при прокаливании, полученные методом сухого сжигания, подтверждают правильность химического определения общего углерода в общем, и карбонатного углерода, в частности, в изучаемых почвах.

pH водной вытяжки в срубной почве имеет сильнощелочные значения, 8,5 единиц pH, до глубины 40 см (рис. 3 D). Затем увеличивается до 8,7 единиц в средней части профиля, от 40 до 80 см, и далее возвращается к 8,5, не меняясь до нижней границы профиля. В ямной почве значения pH имеют величины 8,1–8,3, то есть, умеренно щелочные, от поверхности до глубины 70 см. Ниже значения колеблются в пределах 8,5–8,7, таким образом, достигая сильнощелочных значений. В современной почве до глубины 40 см, где, напоминаем, не обнаружено карбонатов, значения pH составляют от 7,7 до 8,1 – переходные от слабо- к умеренно щелочным. В средней части профиля современной почвы до глубины 90–100 см значения pH водной вытяжки совпадают с таковыми в ямной палеопочве. В нижней части профиля эти показатели становятся очень сильно щелочными, что связано, как мы полагаем, с перемещением максимума содержания карбонатов в эту часть профиля современной почвы.

По данным определения суммы обменных оснований, доля обменного кальция максимальна среди всех остальных катионов во всех изученных почвах (рис. 3 E). Но если в погребенных почвах эта доля колеблется от 55 до 62%, то в современной от 58 до 89% с максимумом в верхней части профиля. В погребенных почвах, по сравнению с современной, наблюдаются повышенные доли обменных магния и натрия: если в современной почве до глубины 40 см магний составляет 8-11%, а натрия – меньше процента, то в погребенных 16 и 27–29%, соответственно. Наибольшие различия с современной почвой в указанной толще выявлены для срубной палеопочвы. В нижней части профилей всех изучаемых почв хроноряда показатели процентного содержания катионов в сумме обменных оснований выравниваются и практически не отличаются. То есть различия по процентному содержанию обменных оснований касаются только верхней части профиля.

Магнитная восприимчивость показывает очень близкие величины для глубин 60–70 и 160–180 см, $27-31 \times 10^{-8}$ ед. СИ (рис. 3 F) в изучаемых почвах. В то же время, в верхней части профиля на глубине 0–10 и 10–20 см эта величина в ямной палеопочве составляет 86–76, в срубной – 62–61, соответственно, а в современной почве – 82×10^{-8} ед. СИ на обеих глубинах. По данным (Maher et al.,

2003), содержание почвенного (биогенного) магнетита является «магнитной записью», которая сохраняет информацию об условиях палеосреды, в частности, количестве атмосферных осадков. В указанной работе отмечено, что с ростом атмосферных осадков увеличивается и удельная магнитная восприимчивость в автоморфных почвах степной зоны, тогда как при недостатке влаги эта величина понижается.

ОБСУЖДЕНИЕ

Морфологическое изучение позволяет отметить, что изученные погребенные под курганами почвы, по сравнению с поверхностной непогребенной, больше насыщены карбонатами, уверенно вскипают с поверхности, тогда как современная почва примерно до глубины 40–45 см не вскипает от HCl. При этом срубная палеопочва (разрез Тш2п-21) имеет чуть более светлый оттенок гумусового горизонта, гораздо увереннее вскипает и содержит больше карбонатов вверху профиля, чем ямная (разрез Тш1п-19). Карбонаты в верхнем горизонте срубной палеопочвы имеют пропиточный характер, что указывает на то, что они подтянулись снизу при резком иссушении почвенного профиля. По степени изрытости профиля почвенными животными, особенно верхней его части, срубная палеопочва наиболее изрыта. Современная почва изрыта в наименьшей степени, прокрашена гумусом максимально среди остальных почв хроноряда в силу того, что гумус в ней не подвергся биоминерализации, как в погребенных почвах.

В дополнение к морфологическому анализу аналитическое исследование почв изучаемого хроноряда показало, что палеопочвы как ямной, так и срубной времени по сравнению с современной почвой имеют меньшие величины реконструированного содержания органического углерода в гумусовом горизонте, более высоко расположенные максимумы содержания карбонатов в профиле, более щелочные значения pH водной вытяжки в первом метре профиля, более высокие значения процентного содержания магния и натрия в составе обменных оснований. При этом палеопочва срубной времени обнаруживает наименьшие значения реконструированного содержания органического углерода, наиболее высоко расположенный профильный максимум содержания карбонатов, наиболее щелочные значения pH, наибольшее содержание обменного магния и натрия в составе обменных оснований среди почв изучаемого хроноряда и наименьшие величины магнитной восприимчивости в самых верхних слоях гумусового горизонта: 0–10 и 10–20 см. Исходя из этих данных можно заключить, что условия формирования палеопочв были более аридными, чем современные климатические условия; при этом, если сравнить степень аридизации климата при формировании свойств срубной и ямной палеопочв изучаемого хроноряда, в первом случае степень аридизации была выше.

Некоторое увеличение магнитной восприимчивости в самом верхнем слое 0–10 см ямной палеопочвы по сравнению с современной, указывающее на большее количество осадков при формировании первой по сравнению со второй, не укладывается в высказанное выше заключение о более аридном климате во время формирования ямной почвы. Для того, чтобы разобраться, надо понять, какие процессы влияют на магнитную восприимчивость почв и также вспомнить о реконструкциях климата на основе изучения ямных и срубных палеопочв в наших более ранних работах по региону. Изменчивость магнитной восприимчивости в автоморфных степных почвах связана с деятельностью бактерий-железоредукторов, находящихся в гумусовом горизонте, которые реагируют на климатические изменения (Заварзина и др., 2003). В сравнительно хорошо увлажняемых атмосферными осадками почвах их деятельность протекает более выражено, что и приводит к повышению магнитной восприимчивости в сравнительно гумидные периоды; напротив, в аридные периоды деятельность этих бактерий угнетена. Таким образом, магнитная восприимчивость самых верхних слоев гумусовых горизонтов почв степной зоны по факту отражает микробиологическую активность, а это почвенное свойство с очень быстрым откликом (первый десяток лет) на изменившиеся климатические условия в отличие от остального набора почвенных свойств, указанных выше, которые меняются за более длительное время (от нескольких десятков до сотни лет). Следовательно, основной набор свойств ямной палеопочвы сформирован в сравнительно аридное время, но перед самым погребением почв климат сменился на гумидный. На смену климата (усиление гумидности) успели отреагировать пока только магнитные свойства самого верхнего слоя гумусового горизонта, 0–10 см, тогда как магнитная восприимчивость в слое 0–20 см все еще ниже в ямной палеопочве, чем в современной.

Согласно проведенным ранее палеореконструкциям, на протяжении развития срубной культуры в Южном Приуралье, XIX век до н.э. был экстремально-аридным (Khokhlova, Kuptsova, 2019),

приведшим к опустыниванию степи и ее депопуляции. Период между окончанием третьего и началом второго тысячелетия до н.э. в заволжских степях современной Волгоградской области, согласно изучению подкурганых почв (Демкин и др., 2010), был охарактеризован как экологический кризис, имевший катастрофические последствия для ландшафтов региона: изреживание растительного покрова, дефляция и сильная эрозия почв. Вместе с тем, палеопочвы раннего периода развития срубной культуры (XVIII-XVII вв. до н.э.) в Боголюбовском и Скворцовском курганных могильниках Южного Приуралья отражают в своих свойствах смягчение аридизации и похолодание климата (Khokhlova, Khokhlov, 2011; Khokhlova, Kuptsova, 2019). Напомним, что изучаемая в курганном могильнике Ташла IV срубная палеопочва отнесена к XVIII-XVII вв. до н.э. Дополнительно отметим, что по набору свойств почвы, погребенной под срубным курганом 2 в курганном могильнике Ташла IV, сооружение этого кургана можно с уверенностью отнести к верхней границе упомянутого интервала – самому началу XVIII в. до н.э., то есть времени, когда эпизод усиления аридизации климата на рубеже между третьим и вторым тысячелетием до н.э. в рассматриваемом регионе уже закончился или заканчивался и в почвах еще не успели проявиться признаки начавшейся гумидизации климата во время начального этапа развития срубной культуры. Для археологов важной является информация, что по свойствам срубная почва КМ Ташла IV близка к палеопочвам кургана 4 КМ Скворцовский (Моргунова и др., 2010), курганов 3 и 11 КМ Боголюбовский, но погребена все же позже, чем палеопочва под курганом 12 этого же могильника, отнесенная к XIX веку до н.э. (Моргунова и др. 2014).

Что касается ямной палеопочвы КМ Ташла IV, напомним, что развитой этап А ямной культуры, к которому отнесена изучаемая под курганом 1 почва, характеризовался самой начальной стадией гумидизации климата (Morgunova, Khokhlova, 2020), что вполне соответствует набору свойств данной почвы. Поскольку почвы неподалеку расположенного кургана 1 КМ Болдырево IV по времени погребения очень близки к кургану 1 КМ Ташла IV, подтвердим, что и выводы по палеоклимату на основании изучения двух КМ совпадают (Сверчкова и др., 2022). Дополнительно можно заключить, что аридизация климата в предсрубное время была более существенной, чем в ранний (репинский) этап ямной культуры; этот вывод получен для изучаемого региона впервые.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы с палеопочвами ямного и срубного курганов курганного могильника Ташла IV в Оренбуржье удалось установить:

- почвы как ямного, так и срубного курганов погребены в начале развития своих культур, когда заканчивались или закончились этапы усиления климатической аридизации первой половины IV тысячелетия до н.э. и на рубеже III и II тысячелетий до н.э., соответственно;
- этап усиления аридизации климата в начале развития ямной культуры был менее интенсивным, чем в начале развития срубной общности в изучаемом степном Приуралье;
- свойства изученных почв по характерным временам их отклика на изменение внешних условий различаются: магнитная восприимчивость, связанная с микробиологической активностью, относится к быстроизменяющимся свойствам – первые десятки лет, а для изменения других изученных свойств требуется от нескольких десятков до сотни лет.
- сравнение срубной палеопочвы, погребенной под курганом 2 в изученном могильнике, с другими почвами этого времени в регионе позволило более точно расположить ее на временной шкале – отнести к самому началу XVIII в. до н.э. и детально охарактеризовать смену климата внутри срубной культуры степного Приуралья.

ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда на тему «Этнокультурные процессы в бронзовом и раннем железном веке» (проект № 23-68-10006); статья написана в рамках выполнения госзадания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № 122040500036-9).

ЛИТЕРАТУРА

- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1970. 488 с.
- Географический атлас Оренбургской области / А.А. Чибилев (ред.). Москва: Изд-во ДИК, 1999. 96 с.
- Демкин В.А., Борисов А.В., Удальцов С.Н. Палеопочвы и климат юго-востока Среднерусской возвышенности в эпохи средней и поздней бронзы (XXV-XV вв. до н.э.) // Почвоведение. 2010. № 1. С. 7–17.

Заварзина Д.Г., Алексеев А.О., Алексеева Т.В. Роль железоредуцирующих бактерий в формировании магнитных свойств степных почв // Почвоведение. 2003. № 10. С. 1218–1227.

Иванов И.В., Песочина Л.С., Семенов В.М. Биоминерализация органического вещества в современных целинных, пахотных, погребенных и ископаемых черноземах // Почвоведение. 2009. № 10. С. 1192–1202.

Классификация и диагностика почв СССР / Составители: В.В. Егоров, В.М. Фридланд, Е.Н. Иванова, Н.Н. Розова, В.А. Носин, Т.А. Фриев. Москва: Колос, 1977. 224 с.

Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.

Купцова Л.В., Моргунова Н.Л., Салугина Н.П., Хохлова О.С. Периодизация срубной культуры Западного Оренбуржья по археологическим и естественно-научным данным // Археология, этнография и антропология Евразии. 2018. Том 46. № 1. С. 100–107. <https://doi.org/10.17746/1563-0102.2018.46.1>

Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Дегтярева А.Д., Евгеньев А.А., Купцова Л.В., Салугина Н.П., Хохлова О.С., Хохлов А.А. Скворцовский курганный могильник. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2010. 160 с.

Моргунова Н.Л., Гольева А.А., Евгеньев А.А., Крюкова Е.А., Купцова Л.В., Рослякова Н.В., Салугина Н.П., Турецкий М.А., Хохлов А.А., Хохлова О.С. Боголюбовский курганный могильник срубной культуры в Оренбургской области. Оренбург: Изд-во ОГПУ, 2014. 172 с.

Сверчкова А.Э., Хохлова О.С., Моргунова Н.Л., Мякшина Т.Н. Большой Болдыревский курган раннего бронзового века в Южном Приуралье: курганные конструкции, палеопочвы, реконструкции палеоклимата // Почвоведение. 2022. № 6. С. 687–700. <https://doi.org/10.31857/S0032180X22060132>

Хохлова О.С., Мякшина Т.Н., Файзуллин А.А. Палеопочвенное изучение курганов в курганном могильнике Ташла IV // Археологические памятники Оренбуржья: сборник научных трудов. Вып. 17. Оренбург: Изд-во Оренбургского педагогического университета, 2024. (в печати).

IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022. 236 p.

Khokhlova O.S. Rapid Changes in Chernozem Properties During their Holocene Evolution: A Case Study of Paleosols Buried under Kurgans in the Pre-Ural Steppe, Russia // Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 2007. Vol. 24. No. 2. P. 270–282.

Khokhlova O.S., Khokhlov A.A. Short and long-term pedochronosequences of the Skvortsovsky burial ground in the Buzuluk River valley (Orenburg region, Russia). Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone. A. Peto and A. Barczy (Eds.). British Archaeological Reports International Series 2238. 2011. Paper 16. P. 259–268.

Khokhlova O., Kuptsova L. Complex pedological analysis of paleosols buried under kurgans as a basis for periodization of the Timber-grave archaeological culture in the Southern Cis-Ural, Russia // Quaternary International. 2019. Vol. 502. Part B. P. 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.027>

Morgunova N.L., Khokhlova O.S. Development of ancient cultures and paleoenvironment during the Eneolithic Period and the Early Bronze Age in the Southern Cis-Urals steppe (Russia) // Archaeological and Anthropological Sciences. 2020. Vol. 12. P. 241. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01197-w>

Поступила в редакцию 15.03.2024

Принята 14.04.2024

Опубликована 29.04.2024

Сведения об авторах:

Хохлова Ольга Сергеевна – доктор географических наук, главный научный сотрудник лаборатории экологии и генезиса почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Московская область, г. Пущино, Россия); olga_004@rambler.ru

Мякшина Татьяна Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии и генезиса почв Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (Московская область, г. Пущино, Россия); mtn59@mail.ru

Моргунова Нина Леонидовна – доктор исторических наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории археологии Оренбургского государственного педагогического университета (г. Оренбург, Россия); nina-morgunova@yandex.ru

Файзуллин Айрат Асхатович – кандидат исторических наук, научный сотрудник лаборатории археологии Оренбургского государственного педагогического университета (г. Оренбург, Россия); faizullin.airat@yandex.ru

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Bronze age paleosols in the steppe area of the southern Cis-Urals in solving the problems of paleopedology and archaeology (a case-study of the Tashla IV site in the Orenburg region)

© 2024 O. S. Khokhlova ¹, T. N. Myakshina ¹, N. L. Morgunova ², A. A. Faizullin ²

¹*Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science of the Russian Academy of Sciences, Institutskaya, 2, Moscow region, Pushchino, Russia. E-mail: olga_004@rambler.ru*

²*Orenburg State Pedagogical University, Sovetskaya str. 19., Orenburg, Russia. E-mail: nina-morgunova@yandex.ru*

The aim of the study. To study the Bronze Age paleosols (Yamnaya and Srubnaya cultures), perform paleoclimatic reconstructions and comparison with previously studied synchronous paleosols in the Cis-Urals steppe.

Location and time of the study. The studied site is located in the Orenburg region in the steppe area of the Southern Cis-Urals. In July 2019 and 2021 together with researchers from the archaeological laboratory of the Orenburg Pedagogical University, rescue excavations were carried out at the Tashla IV kurgan cemetery, located near the Tashla village. Kurgans 1 (Yamnaya culture) and 2 (Srubnaya culture) were studied.

Methods. A comprehensive morphogenetic analysis of the soils buried beneath the kurgans and surface soils of the studied site was carried out; the soils were described in detail and classified in the field. Soil samples were analyzed for particle size distribution, loss of ignition, pH of the water extraction, content of organic and carbonate carbon, exchangeable bases and magnetic susceptibility. To carry out the paleoclimatic reconstructions, the chronosequence and comparative geographic methods were used.

Results. It was established that the studied soils were buried under the kurgans at the beginning of the development of both cultures, when the stages of climatic aridization were close to their ending or ended in the first half of the 4th millennium BC (Yamnaya culture) and at the turn of the 3rd and 2nd millennia BC (Srubnaya culture). The climatic aridization during the Early stage of the Srubnaya culture was more significant than in the Early (Repinsky) stage of the Yamnaya culture, and this conclusion was made for the first time for the studied region.

Conclusions. The studied soils properties could be grouped according to the characteristic times of their response to changes in external conditions: magnetic susceptibility, associated with microbiological activity, refers to rapidly changing properties, i.e. in the first decades, whereas changes in other studied properties require from several decades to hundreds of years. Comparison of the Srubnaya paleosol buried under kurgan 2 in the studied site with other soils of the same culture in the region made it possible to place it more accurately on the time scale, attributing to the very beginning of the 18th century BC, and additionally to characterize in detail the climate change within the time span of the Srubnaya culture of the Cis-Urals steppe.

Keywords: Yamnaya and Srubnaya cultures; comprehensive soil analysis; soil properties; climatic aridization; environmental crisis.

How to cite: Khokhlova O.S., Myakshina T.N., Morgunova N.L., Faizullin A.A. Bronze age paleosols in the steppe area of the Southern Cis-Urals in solving the problems of paleopedology and archaeology (a case-study of the Tashla IV site in the Orenburg region). *The Journal of Soils and Environment*. 2024. 7(2). e254 (in Russian with English abstract). DOI: [10.31251/pos.v7i2.254](https://doi.org/10.31251/pos.v7i2.254)

FUNDING

The study was financially supported by the Russian Scientific Foundation (project No. 23-68-10006) and the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Project No. 122040500036-9).

REFERENCES

- Arinushkina E.V. Guide to the chemical analysis of soils. Moscow: Publishing House of Moscow University, 1970. 488 p. 1970. (in Russian).
- Geographical atlas of the Orenburg region / A.A. Chibilev (ed.). Moscow: DIK Press, 1999. 96 p. (in Russian).

Demkin V.A., Borisov A.V., Udaltsov S.N. Paleosols and climate in the southeast of the Central Russian Upland during the Middle and Late Bronze ages (the 25th-15th Centuries BC). *Eurasian Soil Science*. 2010. Vol. 43. No. 1. P. 5–14. <https://doi.org/10.1134/S1064229310010023>

Zavarzina D.G., Alekseev A.O., Alekseeva T.V. The role of iron-reducing bacteria in the formation of magnetic properties of steppe soils. *Eurasian Soil Science*. 2003. Vol. 36. No. 10. P. 1085–1094.

Ivanov I.V., Pesochina L.S., Semenov V.M. Biological mineralization of organic matter in the modern virgin and plowed chernozems, buried chernozems, and fossil Chernozems. *Eurasian Soil Science*. 2009. Vol. 42. No. 10. P. 1109–1119. <https://doi.org/10.1134/S1064229309100056>

Classification and diagnostics of soils of the USSR / Compiled by: V.V. Egorov, V.M. Friedland, E.N. Ivanova, N.N. Rozova, V.A. Nosin, T.A. Frieв. Moscow: Kolos Publ., 1977. 224 p. (in Russian).

Classification and diagnostics of soils of Russian / Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimov. Smolensk: Oykumena Publ., 2004. 342 p. (in Russian).

Kuptsova L.V., Morgunova N.L., Salugina N.P., Khokhlova O.S. A periodization of the Timber-Grave culture in the western Orenburg region: Archaeological and natural science-based evidence. *Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia*. 2018. Vol. 46. No. 1. P. 100–107. <https://doi.org/10.17746/1563-0110.2018.46.1.100-107>

Morgunova N.L., Golyeva A.A., Degtjareva A.D., Evgenjev A.A., Kuptsova L.V., Salugina N.P., Khokhlova O.S., Khokhlov A.A. Skvortsovsky kurgan cemetery. Orenburg: OGPU Press, 2010. 160 p. (in Russian).

Morgunova N.L., Golyeva A.A., Evgenjev A.A., Krjukova E.A., Kuptsova L.V., Rosljakova N.V., Salugina N.P., Turetsky M.A., Khokhlov A.A., Khokhlova O.S. Bogoljubovskiy kurgan cemetery of the Srubnaya culture in Orenburg region. Orenburg: OGPU Press, 2014. 172 p. (in Russian).

Sverchkova A.E., Khokhlova O.S., Myakshina T.N., Morgunova N.L. Big Boldyrevo Kurgan of the Early Bronze Age in the Southern Urals: Kurgan Structures, Paleosols, and Paleoclimate Reconstruction. *Eurasian Soil Science*. 2022. Vol. 55. No. 6. P. 722–733. <https://doi.org/10.1134/S1064229322060138>

Khokhlova O.S., Myakshina T.N., Fayzullin A.A. Paleopedological study of kurgans in kurgan cemetery Tashla IV. Archaeological sites of Orenburg region: Collection of scientific papers. Iss. 17. Orenburg: Orenburg State Pedagogical University Press, 2024. (in press). (in Russian).

IUSS Working Group WRB. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022. 236 p.

Khokhlova O.S. Rapid Changes in Chernozem Properties During their Holocene Evolution: A Case Study of Paleosols Buried under Kurgans in the Pre-Ural Steppe, Russia. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 2007. Vol. 24. No. 2. P. 270–282.

Khokhlova O.S., Khokhlov A.A. Short and long-term pedochronosequences of the Skvortsovsky burial ground in the Buzuluk River valley (Orenburg region, Russia). *Kurgan Studies: An environmental and archaeological multiproxy study of burial mounds in the Eurasian steppe zone*. A. Peto and A. Barczi (Eds.). British Archaeological Reports International Series 2238. 2011. Paper 16. P. 259–268.

Khokhlova O., Kuptsova L. Complex pedological analysis of paleosols buried under kurgans as a basis for periodization of the Timber-grave archaeological culture in the Southern Cis-Ural, Russia. *Quaternary International*. 2019. Vol. 502. Part B. P. 181–196. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.02.027>

Morgunova N.L., Khokhlova O.S. Development of ancient cultures and paleoenvironment during the Eneolithic Period and the Early Bronze Age in the Southern Cis-Urals steppe (Russia). *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2020. Vol. 12. P. 241. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01197-w>

Received 14 March 2024

Accepted 15 April 2024

Published 29 April 2024

About the authors:

Olga S. Khokhlova – Doctor of Geography, Chief Researcher of the Laboratory of Soil Ecology and Genesis in the Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences (Moscow Region, Pushchino, Russia); olga_004@rambler.ru

Tatyana N. Myakshina – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Soil Ecology and Genesis in the Institute of Physical, Chemical and Biological Problems of Soil Science, Russian Academy of Sciences (Moscow Region, Pushchino, Russia); mtn59@mail.ru

Nina L. Morgunova – Doctor of Historical Sciences, Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Archeology, Orenburg State Pedagogical University (Orenburg, Russia); nina-morgunova@yandex.ru

Airat A. Fayzullin – Candidate of Historical Sciences, Leading Researcher of the Department of Scientific Research, Orenburg State Pedagogical University (Orenburg, Russia); faizullin.airat@yandex.ru

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)