

ДРЕВНИЕ ПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАК БАЗА ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ГОЛОЦЕНА

Л.Н. Плеханова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
Россия, 142290, г. Пушкино, Московская обл., ул. Институтская, д. 2; *dianthus1@rambler.ru*

Резюме. Почвы, погребенные под насыпями археологических памятников, рассмотрены как источник информации о климате. В рамках недавно сформировавшегося научного направления – археологического почвоведения – отражены подходы, позволяющие в настоящее время составить представление о климатических условиях формирования древних почв. Период получения палеоклиматических реконструкций по археологическим почвам ограничен второй половиной голоцена и соответствует бытованию курганной погребальной традиции. На примере региональных реконструкций климата эпохи бронзы и раннего железного века для Южного Урала рассмотрены особенности палеоклиматических реконструкций по почвам. Хронология на археологических объектах, расположенных у с. Аландское в Кваркенском районе Оренбургской области (курганы Солончанка II, Солончанка IБ, курганные комплексы с грядами - «усами» из пяти насыпей каждый Солончанка IX, Солончанка I) рассмотрен путем оригинального сравнительного подхода, примененного для объектов с расположением на разных элементах рельефа. Данный подход также применим и к пространственно-удаленным объектам, поскольку сравниваются почвенные свойства не напрямую друг с другом, а в процентах относительно фоновой почвы, для каждого объекта собственной, взятой за 100%. На примере данного хронология показано, что климат резко изменялся от эпохи бронзы к раннему железному веку, в железном веке отражая разнонаправленные резкие короткие колебания, с переменной характеристик почв менее чем в сто лет. Показано, что сравнительный анализ морфологических свойств почв, погребенных под насыпями археологических объектов, выстроенных в хронология, соотношенный с физико-химическими свойствами почв, дает возможность проводить реконструкции направленности и масштабов вековой изменчивости атмосферной увлажненности, с определением гумидных и аридных временных периодов второй половины голоцена.

Ключевые слова. Палеопочвы, палеоклимат, голоцен, эпоха бронзы, железный век, курганы, Южный Урал, степная зона.

BURIED SOILS OF ARCHAEOLOGICAL OBJECTS AS THE BASE OF PALEOCLIMATIC RECONSTRUCTIONS SECOND HALF OF THE HOLOCENE

L. N. Plekhanova

Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science of the Russian Academy of Sciences,
2, Institutskaya str., 142290, Pushchino, Moscow Region, Russia; *dianthus1@rambler.ru*

Abstract. Soils buried under the kurgan mounds are considered as a source of information about the climate of the past. Within the framework of the newly

formed scientific direction – archeological soil science – it is possible to reconstruct the climate conditions at the time kurgan creation. The period paleoclimatic reconstructions on the bases of soil properties in archaeological site is limited to the second half of the Holocene and corresponds to the existence of the burial mound tradition. On the example of regional climate reconstructions of the Bronze Age and the Early Iron Age for the Southern Urals, we reconstruct the features of paleoclimatic at that time. We studied archaeological sites Alansky in the Kvarken district of the Orenburg region (mounds Solonchanka II, Solonchanka IB, barrow complexes with ridges – "whiskers" of five mounds each Solonchanka IX, Solonchanka I). We carried out comparative study of surface soil and paleosoils buried under kurgans on different elements of the relief. This approach is also applicable to spatially remote objects, because we compared the soil properties not directly, but in percentage relative to the background soil. We established that the climate changed sharply from the Bronze Age to the early Iron Age, reflecting the alternating sharp short fluctuations in the Iron Age, with the change in soil characteristics in less than a hundred years. We showed that the comparative analysis of the morphological properties of soils on different archaeological sites with compared to their physical and chemical properties, makes it possible to reconstruct the direction and scales of the variability of atmospheric moisture, with the determination of humid and arid time periods of the second half of the Holocene.

Keywords. Paleosoils, paleoclimate, Holocene, Bronze Age, Iron Age, mounds, Southern Urals, steppe zone.

Введение

Работы в области молодого междисциплинарного направления – археологического почвоведения (Демкин, 1993; Демкин и др., 1989) позволяют использовать информацию, сохранившуюся в погребенных под курганами почвах, для восстановления истории развития ландшафтов (Демкин, 1997; Дергачева, 1997). Погребальные памятники древней и средневековой истории являются не только историческим, но и природным объектом, сохраняя под насыпями курганов в законсервированном виде почву, отражающую условия среды до строительства памятника. Курганная погребальная традиция возникла на рубеже неолита-эпохи бронзы, около шести тысяч лет назад, и сохранялась всю эпоху бронзы III-II тыс. до н.э., в раннем железном веке (I тыс. до н.э. – I тыс. н.э.) до развитого этапа средневековья (V – начало XV вв. н.э.). Природным образованием, практически единственным, интегрально отражающим в виде определенных свойств климатические, биологические, геоморфологические условия своего формирования, являются почвы.

Почва, как источник климатических реконструкций, исследуется двумя основными методами, способными дать информацию о палеоклимате: палинологические спектры (Спиридонова, 1991; и др.) и палеопочвенный (Демкин, 1997; Александровский, Александровская, 2005). Методическая база для прочтения почвенных свойств позволяет получить данные морфологии, гранулометрии, агрегатного состава, гумусового, карбонатного и гипсового профилей, подвижных фосфатов как индикатора антропогенного воздействия, микробной составляющей палеопочв. Сравнительный анализ профилей почв, сформированных в разное время, но находящихся в пределах одного элемента ландшафта, позво-

ляет строить хроноряды с прямыми сравнениями, и получать представление о вековой динамике почв, а также о климатических условиях региона.

Основные диагностические палеопочвенные признаки, отражающие состояние и вековую динамику степени увлажненности климата описаны на примере хронорядов степной зоны юга России (Демкин, 1997; Демкин и др., 2004). К числу диагностических относят мощность гумусового горизонта и запасы гумуса, состав гумуса, изменения магнитной восприимчивости, глубину залегания в почвенном профиле аккумуляции карбонатов, гипса и легкорастворимых солей, их запасы послойно до полутора метров; формы новообразований карбонатов; солонцовые горизонты, степень выраженности признаков солонцеватости. Кроме того, микробиологические характеристики сообществ в виде активной биомассы микроорганизмов, ее доли от $C_{орг}$ почвы, эколого-трофической структуры микробного сообщества, индекса олиготрофности – также отражают климатические условия формирования древних почв.

Аридизации климата комплексом палеопочвенных методов диагностируются при уменьшении доли в палиноспектрах древесной флоры и разнотравья, возрастание доли ксерофитных растений, уменьшении мощности гумусового горизонта и магнитной восприимчивости, как следствие угнетенного роста растений при недостатке влаги, приближении к поверхности аккумуляций доступных солей, карбонатов и гипса, возрастании их запасов, трансформации форм карбонатных новообразований.

Гумидизации климата диагностируются противоположным набором изменений свойств по профилю: рассоление почвенно-грунтовой толщи, увеличение содержания гумуса и величины магнитной восприимчивости (Демкин, 1997; и др.). Кроме морфологических и физико-химических свойств палеопочв, выявлены микробиологические параметры, дающие контрастную характеристику микробного сообщества в степных палеопочвах в аридные и гумидные климатические периоды (Демкина и др., 2010). При гумидизации климата, обусловившей в засушливой степной зоне увеличение продуктивности фитоценозов, а следовательно, большую биомассу поступающего в почву травяного растительного опада, повышается биомасса активных микроорганизмов, высока их доля от $C_{орг}$ почвы, отмечены низкие величины индекса олиготрофности, характерно преобладание в эколого-трофической структуре микроорганизмов, использующих легкодоступные органические вещества.

Показано, что в пустынных и сухих степях Поволжья в погребенных под курганами почвах сохраняются микробные сообщества, существовавшие во время сооружения археологических памятников (Демкина и др., 2004), что отражается в закономерностях распределения численности микроорганизмов различных трофических групп, и подтверждается данными определения возраста микробной фракции с использованием метода ^{14}C атомной масс-спектрометрии (Demkina et al, 2008). Выявлено, что сохранению микроорганизмов прошлых эпох способствовали их адаптационные механизмы выживания (анабиоз, переход бактерий в наноформы и др.) в неблагоприятных экологических условиях (Вайнштейн, Кудряшова, 2000). С применением электронной микроскопии установлено, что в гор. А1 подкурганых каштановых палеопочв 80% клеток относятся к наноформам (их объемы не превышают $0,09 \mu\text{м}^3$), а в современном аналоге – 60% (Демкина и др., 2010). Цитологические

исследования искусственно образованных наноклеток позволили предполагать, что их формирование представляет универсальную ответную реакцию организма на неблагоприятные условия и стресс-факторы (Вайнштейн, Кудряшова, 2000). Факт консервации в подкурганых палеопочвах микробных сообществ прошлых исторических эпох доказан, и это дает основания использовать различные микробиологические параметры в качестве индикаторов динамики климата, в частности, степени его увлажненности.

В ряду оригинальных разработок в области археологического почвоведения, отметим численное определение среднегодового количества выпавших осадков выраженных в миллиметрах за год (Алексеев и др., 2003), и логические подходы к трактовке внутригодового хода осадков в древности (Борисов, Мимоход, 2017). Для расчета среднегодового количества атмосферных осадков предложена формула, на основе данных измерения магнитной восприимчивости почв, выведенная (Алексеев и др., 2003) по результатам совместной с палеопочвоведцами экспедиции и палеопочвенных работ в районе пос. Авилово Волгоградской области (Демкин и др., 2004), сделаны реконструкции динамики количества атмосферных осадков за пять тысяч лет по результатам магнитных измерений палеопочв. К трактовкам внутригодового хода осадков для пустынно-степной зоны утверждается, что аридизация здесь выражается в усилении континентальности климата и уменьшении количества осадков именно в холодный период года. Обратный процесс – гумидизация – происходит при увеличении влагообеспеченности зимнего периода, и наиболее ярко проявляется в условиях мягкой зимы с обильными осадками, высоким снежным покровом, частыми оттепелями. Что касается влагообеспеченности летнего периода, то этот показатель не оказывает существенного влияния на свойства почв и характер палиноспектров (Борисов, Мимоход, 2017). Такой вывод сделан на данных уменьшения количества памятников (лакун в освоении пустынных степей) в эпоху бронзы в связи с периодами гумидизации климата, когда при ослаблении зимнего антициклона увеличивается количество осадков, наблюдаются частые оттепели, дожди, туманы, за которыми следуют похолодания и метели, гололед, обледенение травы, формирование ледяной корки и увеличение мощности снегового покрова. В этих условиях увеличивается число невыпасных дней, и, как следствие, болезни и ослабление скота вплоть до полной потери стада, за которым следует гибель населения (Борисов, Мимоход, 2017).

Почвенно-эволюционные исследования охватывают огромный евразийский степной регион от Дуная до Забайкалья. В разной степени разработаны региональные концептуальные модели голоценовой истории развития почв, в том числе для Южного Урала и отдельных районов Сибири и Средней Азии. Восточноевропейский степной ареал в палеопочвенном отношении изучен более детально по сравнению с западносибирским-среднеазиатским. На территории степного Зауралья изучены палеопочвы небольшого числа объектов (Иванов, Чернянский, 1996; Плеханова и др., 2001; Иванов и др., 2001; Плеханова, 2004; Плеханова, 2010; Плеханова, Демкин, 2005). Однако детализации требует диагностика палеоклиматических изменений Зауралья путем построения более длинных дробных (с коротким шагом) хронорядов почв для эпохи бронзы и, в особенности, для эпохи железного века.

На одни и те же изменения климатических условий экосистемы различных ландшафтов, а также общества реагировали неодинаково. К настоящему вре-

мени выявлено (Демкин, 1984; Плеханова, 2004; Иванов, Чернянский, 1996), что различный состав пород и степень дренированности территории обуславливают разную реакцию почв на одни и те же изменения климата (Приходько и др., 2006). Для дренированных территорий эволюция почв протекала по одному типу (черноземному, либо каштановому), изменения происходили на уровне подтипа (Демкин, 1984; Демкин, 1997), тогда как для недренированных территорий, таких как низкие террасы, на протяжении второй половины голоцена отмечено неоднократное чередование процессов засоления-рассоления почв. Одну из причин более яркого отражения климатических колебаний и их сохранения в почвах долинных типов местностей возможно предполагать в разнице суточного хода температур на водоразделах и в долинах.

Объекты, методы и материалы

Проведены исследования палеопочв ряда разновозрастных археологических памятников степной зоны Зауральского плато. Изучены гумусовый, карбонатный, солевой профили палеопочв в сравнении с фоновыми аналогами на каждом отдельном элементе рельефа в месте расположения памятников. Проведены сравнения палеопочв различных элементов рельефа при использовании относительных расчетных величин каждого показателя в отдельности, соотнесенного с фоновой почвой этого объекта, взятой за 100%.

Исследованные курганные могильники располагаются вблизи села Аландское Кваркенского района Оренбургской области. Укрепленное городище эпохи бронзы Аландское, расположенное при слиянии р. Суундук с ее притоком р. Солончанка (на рис. 1 виден как овал с насыпями более светлого фототона, на низкой надпойменной террасе), является самым южным памятником «Страны городов», состоящей из 22 укрепленных поселений, и открытой около 30 лет назад в пределах Зауральского пенеблена.

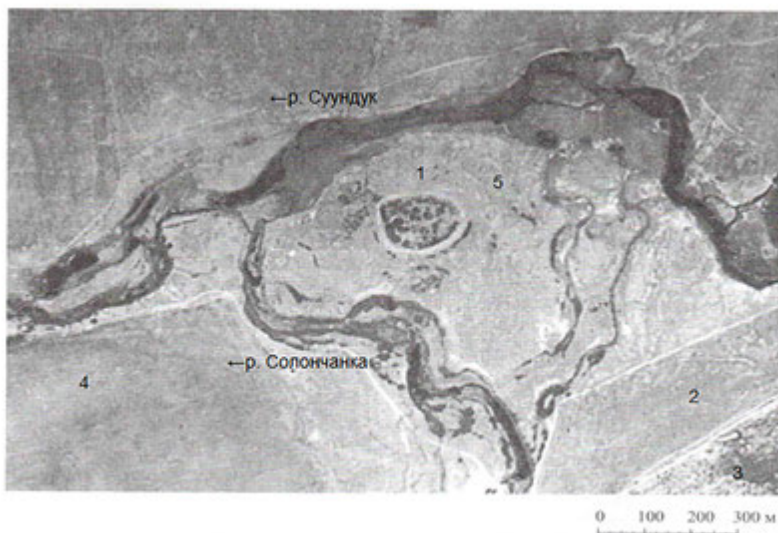


Рисунок 1. Аэрофотоснимок ключевого участка Аландское (Зданович, Батанина, 2007) Аэрофотоснимок 1 июля 1986 г., шифр фильма М-612, масштаб снимка 1:32000; 1 – участок первой надпойменной террасы вблизи стен городища Аландское; 2 – курган «сусами» Солончанка I; 3 – курганный могильник Солончанка II; 4 – курганное поле на пашне, включающее комплекс курган с «сусами» Солончанка IX; 5- могильник Солончанка IБ.

Ключевой участок «Аландский» объединяет до десятка объектов (рис. 1), исследованных в два этапа. В 1993-95 гг. проведены раскопки укрепленного поселения эпохи бронзы Аландское (почвовед С.С. Чернянский, время погребения почвы составляет 3600-3800 лет назад, первая надпойменная терраса); комплекса курган с «усами» Солончанка I (в 350 м от поселения, на уровне первой надпойменной террасы, но на наиболее древнем ее участке, 1500 лет назад); петровско-раннеалакульских курганных могильников Солончанка VII (3500-3600 лет; вторая надпойменная терраса, УГВ 7 м – дренированные высокие террасы), Солончанка 1А (3500-3600 лет, и 500-600 лет назад; пологий приводораздельный склон, УГВ-8 м).

Автором проведены палеопочвенные исследования объектов, расположенные на высокой надпойменной террасе: могильник Солончанка II (курган 1, время погребения 2500 лет назад), комплекс курган с «усами» Солончанка IX (пять курганов, попарно соединенных каменными грядами, 1600 лет назад), могильник Солончанка 1Б (курган 4, время погребения 3400 - 3700 лет назад).

Положение территории Зауральского плато в умеренном поясе западносибирской области определяет континентальность как основную черту современного климата. Существенное влияние оказывают антициклоны (в особенности Азиатский). Максимум температуры достигает здесь +50°, минимум -50°C. Климат района исследований резко континентальный с малоснежной и холодной зимой, сухим и жарким летом. Среднегодовые температуры колеблются в пределах 1.1-2.6°C, сумма положительных температур выше 5°C равна 2460°C, сумма средних суточных температур выше 10°C составляет 1950-2300°, безморозный период продолжается около 120 дней, средняя продолжительность вегетационного периода составляет 170 дней, за год выпадает 250-330 мм осадков (табл. 1); среднее многолетнее по станции Бреды - 330 мм (Запывалова, 2002), из них 45% летом и 12% зимой, причем за вегетационный период всего 130-180 мм. Характер летних осадков преимущественно ливневый.

Таблица 1. Суммы температур и осадков в степной зоне Челябинской области

Зона	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год	IV-X XI-III
Средняя месячная и годовая сумма осадков, мм														
Степь	14	15	18	24	33	48	65	39	31	26	19	15	347	<u>266</u> 81
Средняя месячная и годовая сумма температур воздуха, °C														
Степь	-17	-17	-10	2	12	18	19	17	11	3	-7	-14	1.4	

Примечание. Станция Бреды, за 50 лет, цит. по Запываловой (2002).

При малооблачной погоде почва сильно нагревается (до 65°C) и подвергается действию суховеев (до 30 м/с). Годовая испаряемость в 1.5-2 раза превышает годовое количество осадков. Коэффициент увлажнения равен 0.44-0.77, гидротермический коэффициент (ГТК Селянинова) не превышает 0.8-1.0 (по станции Бреды – 1.1). Влагообеспеченность зерновых культур равна 45-50% оптимальной потребности. Следствием холодного климата и слабой защищенности снегом является то, что почва промерзает до 80-200 см в зависимости от гранулометрического состава. Почвы находятся в мерзлом состоянии до 5 месяцев. В период весеннего снеготаяния вода не впитывается в оттаив-

шую почву, а стекает по ее поверхности. Устойчивый снежный покров сохраняется 140-150 дней, его средняя максимальная мощность не превышает 25 см. Заморозки в глубоких долинах на 2-5°C интенсивней, чем на открытых территориях, а на вершинах сопков они на 2°C слабее. Показатели погоды имеют в разные годы значительные отклонения от среднегололетних значений, без учета места климатической станции в ландшафте и разницы суточного хода температур в долинах и на водоразделах; засушливые годы сменяются годами с избыточным количеством осадков (Агроклиматические ресурсы..., 1977; Агрехимическая характеристика..., 1968; Борисов, 1948).

Результаты

Наши данные Аландского хроноряда погребенных почв представлены тремя хроносрезами (табл. 2). Анализ средневзвешенных показателей проводился для сравнения свойств пар «погребенная почва - фоновый аналог», поскольку курганы находятся на разных элементах рельефа – низкой террасе, склоновых участках речной долины. Проведены расчеты средневзвешенных показателей содержания гумуса, карбонатов и легкорастворимых солей (отражают запасы в почвенной толще) по полуметрам, а также в метровой и полуметровой толщах (табл. 3).

Таблица 2. Объекты хроноряда погребенных почв у с. Аландское в долине р. Суундук

Название могильника	Солончанка IБ	Солончанка II	Комплекс «Курган с «усами» Солончанка IX»
Объект	Курган 4	Курган 1	Курганы 1, 3, 4, 5
Археологическая культура, автор датировки	Срубно-алакульская, к.и.н. Зданович Д.Г.	Савроматская, перв. полов. V в.до н.э. к.и.н. Любчанский И.Э., д.и.н. Таиров А.Д.	Позднесарматская, IV в. н.э., к.и.н. Любчанский И.Э.
Абсолютный возраст	3400-3700	2500	1600
Расположение в ландшафте	На 1-ой надпойменной террасе р. Солончанка, близко к тыловому шву	На делювиальном шлейфе 2-ой надпойменной террасы, общей в этой точке для р. Суундук и ее притока р. Солончанки	На денудационном останце с покоем палеозойских пород, вклинивающимся на 2-ую надпойменную террасу р. Суундук

Содержание карбонатов в верхнем полуметре коррелирует с климатическими колебаниями (Борисов, 2002, с. 116), рассмотрим этот показатель (колонка 1 табл. 3). Средневзвешенное содержание в погребенной почве срубно-алакульского периода (Солончанка IБ) – составляет 7.5%, в современной фоновой 16%. Как мы отмечали ранее, в современной почве карбонатный горизонт более мощный (содержание 28%, что в 2-3 раза больше содержания в древней). Хотя для данного кургана нельзя полностью исключить влияние гранулометрического состава, правомерен вывод о большей влажности климата в эпоху строительства кургана по сравнению с современностью. В погребенной почве савроматского времени (Солончанка II) средневзвешенное содержание карбонатов в верхнем полуметре составляет 4.3%, что более чем в два раза превышает фоновое значение (1.7%).

Таблица 3. Средневзвешенные показатели некоторых свойств для почв хроносрезов Аландского ряда.

Хроносрез, лет назад	Почва	Слой, см						
		0-50	50-100	100-150	150-200	0-100	0-150	0-200
Средневзвешенное содержание СаСО₃, %								
3400-3700	погребенная	7.5	5.0	1.6	-	7.2	5.0	-
	современная	16.0	23.0	0.8	-	19.8	13.4	-
2500	погребенная	4.3	15.8	10.6	-	10.0	10.3	-
	современная	1.7	15.1	7.04	-	8.4	7.9	-
1600	погребенная, курган 1	0.0	0.2	4.1	2.5	0.1	1.4	1.7
	погребенная, курган 5	0.4	1	-	-	0.7	-	-
	современная	0.0	0.7	8.6	1.6	0.4	3.1	2.7
1500*	погребенная	7.1	6.8	-	-	7.0	-	-
	современная	6.4	8.2	-	-	7.3	-	-
Средневзвешенное содержание легкорастворимых солей (по сухому остатку), %								
3400-3700	погребенная	0.09	0.06	0.04	-	0.07	0.06	-
	современная	0.08	0.11	0.06	-	0.09	0.08	-
2500	погребенная	0.55	0.65	0.06	-	0.60	0.42	-
	современная	0.04	0.12	0.12	-	0.08	0.09	-
1500*	погребенная	0.77	1.08	-	-	0.93	-	-
	современная	0.53	0.29	-	-	0.41	-	-
Средневзвешенное содержание гумуса (с учетом реконструированных значений), %								
3400-3700	погребенная	2.00	0.08	0.00	-	1.04	0.69	-
	современная	3.89	0.36	0.15	-	2.12	1.47	-
2500	погребенная	2.02	0.20	0.20	-	1.11	0.81	-
	современная	1.52	0.68	0.29	-	1.10	0.83	-
1600	погребенная, курган 1	1.90	0.64	0.17	0.00	1.27	0.90	0.68
	погребенная, курган 5	2.64	0.67	-	-	1.66	-	-
	современная	0.98	0.27	0.05	0.00	0.63	0.43	0.33
1500*	погребенная	1.5	0.5	-	-	1.0	-	-
	современная	2.4	0.7	-	-	1.6	-	-
Средневзвешенные значения магнитной восприимчивости**, χ, $\mu \cdot 10^{-5}$ ед. СИ								
3400-3700	погребенная	16	30	29	-	23	25	-
	современная	14	8	11	-	12	12	-
2500	погребенная	38	10	9	-	24	19	-
	современная	61	13	-	-	37	-	-
1600	погребенная, курган 1	20	16	12	11	18	16	15
	погребенная, курган 5	23	6	-	-	15	-	-
	современная	21	9	9	3	15	13	6
1500*	погребенная	102	48	-	-	75	-	-
	современная	104	77	-	-	90	-	-

Примечания:

*Для хроносреза 1500 лет назад средневзвешенные величины рассчитаны по исходным данным С.С. Чернянского и др. (1999) комплекса «Курган с «усами» Солончанка I».

**Отражает математическое усреднение

Это свидетельствует о засушливости климата в период строительства кургана по сравнению с современностью, что также хорошо коррелирует с прямыми признаками, например, с характером языковатости (трещиноватости с гумусным заполнением материалом верхних горизонтов путем просыпания) погребенной почвы. Растрескивание почв в планиграфической съемке имеет форму шестигранников с разной шириной трещин и глубиной и носит название полигональности I-III порядков (Плеханова, 2004; Плеханова, Демкин,

2008). Возникают трещины либо во время летних засух, либо в условиях экстремально холодных зим при недостатке высоты снежного покрова, во всех случаях отражая уменьшение количества атмосферных осадков, и, как следствие – аридизацию климата. В погребенной почве рубежа *позднесарматского и гуннского* времени (комплекс Солончанка IX) средневзвешенное содержание карбонатов в верхнем полуметре составляет 0.4% (курган 5), 0% – современность, что не так существенно, поскольку значения практически одного порядка. Но в полутораметровой толще средневзвешенное содержание составляет 1.4% (курган 1), 3.1% – современность, что отражает современное карбонатакопление, и соответственно, гумидность климата эпохи строительства кургана.

Особенностью почв подобного комплекса Солончанка I, также из 5-ти насыпей и «усов», изученного С.С. Чернянским и др. (1999), является его расположение на уровне первой надпойменной террасы, тяжелосуглинистый гранулометрический состав, что, несмотря на территориальную близость памятников, не позволяет напрямую сравнивать этот комплекс с нашим памятником Солончанка IX. Но расчет средневзвешенных показателей почв позволяет сравнивать относительно друг друга объекты, расположенные на разных элементах ландшафта. Поэтому мы провели перерасчет (табл. 3) для хроносреза 1500 лет по данным памятника «Комплекс курган с «усами» Солончанка I» (Чернянский и др., 1999). Погребенная почва этого комплекса является лугово-черноземной среднемошной малогумусной карбонатной солонцеватой солончаковой средnezасоленной тяжелосуглинистой (Чернянский и др., 1999). Высота усов не превышала 10-20 см, при ширине оплывин до 4 м. Автор (Чернянский и др., 1999) считает, что погребенная почва вскипающая с поверхности, с дисперсными карбонатами, с содовым засолением и гидроморфно-солончаковым распределением легкорастворимых солей не подверглась диагенетическим изменениям.

В тяжелосуглинистых и глинистых почвах первых надпойменных террас за последние 4 тыс. лет произошла смена ведущего лугово-черноземного процесса на солонцовый, имело место усложнение строения почвенного профиля с появлением качественно новых морфологических признаков и горизонтов (Чернянский и др., 1999).

Средневзвешенные показатели содержания карбонатов, легкорастворимых солей, гумуса и значений магнитной восприимчивости полутораметровой толщи также позволяют отметить гумидность климата строительства срубно-алакульского кургана по сравнению с современностью, аридизацию периода строительства савроматского кургана и гумидный эпизод периода строительства позднесарматского кургана.

Используя процентные соотношения (табл. 4) в слоях древних почв разной мощности (средневзвешенные значения в фоновых почвах послойно взяты за 100%, рассчитаны проценты для древней почвы) получены диаграммы соотношения средневзвешенных содержаний (рис. 2). При рассмотрении наглядно иллюстрированных изменений почвенных свойств различных хроносрезом визуально легче сформулировать заключение.

Согласно диаграммам (основываясь на данных магнитной восприимчивости), гумидный эпизод рубежа позднесарматского и гуннского времени (хро-

носрез 1600 лет, комплекс Солончанка IX) не был длительным, и уже на сто лет позднее в почвах низкой террасы (хроносрез 1500 лет, Солончанка I, данные Чернянского и др. 1999) вновь отражается аридизация климата, а аридизация савроматского времени (которая прослеживается по всем четырем показателям, хроносрез 2500 лет, Солончанка II) является ярко выраженной.

Таблица 4. Соотношения средневзвешенных содержаний в почвах (в % от фоновых значений)

Хроносрез, участок*	Соотношения по слоям						
	0-50	50-100	100-150	150-200	0-100	0-150	0-200
Соотношение содержания CaCO_3 в древней почве, % от фонового							
3400-3700, Аландское	47	22	200	-	36	37	-
2500	253	105	151	-	119	130	-
1600 (к. 1)	0	29	48	156	25	45	63
1600 (к. 5)	0	143	-	-	175	-	-
Соотношения содержания ЛРС (по сухому остатку), % от фонового							
3400-3700	113	55	67	-	78	75	-
2500	1345	542	50	-	750	467	-
Соотношения содержания гумус, % от фонового							
3400-3700, Аландское	51	22	0	-	49	47	-
2500 лет	133	29	67	-	100	100	-
1600 (к. 1)	194	237	340	-	202	209	206
1600 (к. 5)	270	248	-	-	263	-	-
Соотношения значений магнитной восприимчивости, % от фонового							
3400-3700, Аландское	114	375	264	-	192	208	-
2500	62	77	-	-	65	-	-
1600 (к.1)	95	178	133	367	120	123	250
1600 (к.5)	110	67	-	-	100	-	-

Примечание. *Участок указан для эпохи бронзы.

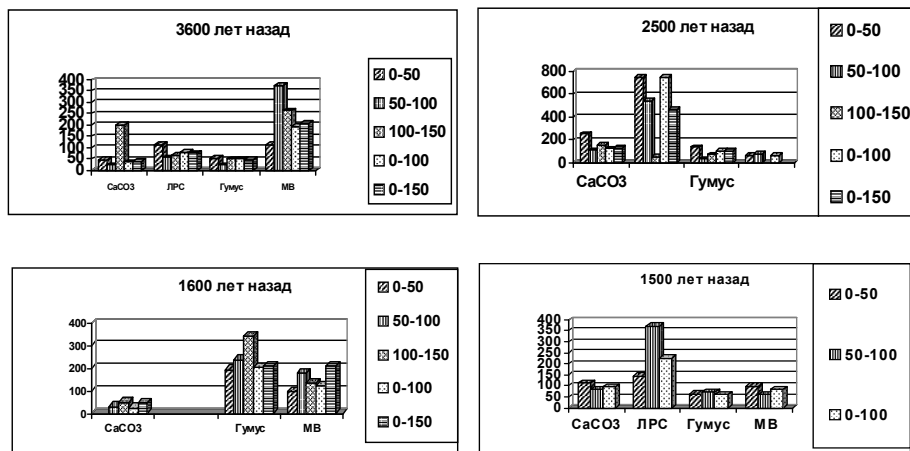


Рисунок 2. Соотношения средневзвешенного содержания карбонатов (CaCO_3), легкорастворимых солей (ЛРС), гумуса и магнитной восприимчивости (МВ) по слоям различной мощности (в см) почв разных хроносрезов.

За 100% взято содержание в фоновых аналогах погребенных почв. Хроносрез 1500 лет рассчитан по данным С.С. Чернянского и др. (1999).

Дискуссия

В результате длительного стабильного континентального развития внешний облик современного рельефа Зауральского плато определяют участки древней, переработанной в кайнозой поверхности – денудационные цокольные равнины со свойственным им сочетанием холмистых равнинных участков и мелкосопочника. В структуре современных степных ландшафтов выделяют реликты различных периодов (Николаев, 1999): палеогеновые кислые каолиновые коры выветривания, засоленные неогеновые глинистые толщи, палеогидроморфные ландшафты и бореальные реликты климатических оптимумов, лессовую перигляциальную кору выветривания. Информация о голоценовых изменениях климата запечатлена в почвах долинного комплекса.

Перечислим принятый во внимание ряд факторов, выделенных ранее (Иванов, Луковская, 1998) и имеющий определяющее значение для развития почв на различных элементах рельефа. Относительно дренированные глинисто-суглинистые ландшафты характеризуются сглаженной реакцией на изменение атмосферной увлажненности. Это связано с тем, что 50% атмосферных осадков уходит из ландшафтов с поверхностным и грунтовым стоком. Недренированные бессточные ландшафты на увеличение увлажненности отзываются быстрым подъемом УГВ, усилением гидроморфности и повышением биопродуктивности. Глинисто-суглинистым почвам требуется больше времени, чем супесчаным, для протекания почвенных процессов, и достижения квазиравновесного состояния со средой. Точки в катенах могут представлять хорогенетические сопряженные ряды: вышележащие в своем развитии могли проходить те стадии, которые ныне переживают почвы более низких точек (Иванов, Луковская, 1998). Чем больше амплитуда высот по элементам мезорельефа, тем меньше вероятность того, что почвы пережили одинаковые стадии. Почва каждого элемента рельефа может проходить свойственные только ей стадии развития, не повторяясь в пространстве. Это обусловлено также и тем, что почвы разновозрастных элементов рельефа развивались в разные эпохи в неодинаковых биоклиматических условиях (Иванов, Луковская, 1998).

Рассчитывая относительные показатели, примененные нами ранее к отдельным объектам (Плеханова, Демкин, 2008), мы построили более длинный хроноряд из объектов, расположенных в пределах одного ключевого участка. В сопоставимых условиях литологии, рельефа и геохимического положения долин малых рек степной зоны почвы *срубно-алакульского периода* (хроносрез 3600 лет) были менее гумусированы и менее засолены, чем современные, что является свидетельством неустойчивости климатических условий того времени или переходным периодом от аридных условий рубежа III-II тыс. до н.э., к более гумидным середины II тыс. до н.э. Кризис рубежа III-II тыс. до н.э., выявленный на большом числе объектов для территорий степей Восточной Европы, оказал существенное влияние на хозяйственный уклад племен поздне- и посткатакомбного времени (4300-3800 лет назад), обусловив их большую подвижность (Шишлина, 2000) и переход фактически к кочевому скотоводству с резким снижением продуктивности травяных степных экосистем, и расширением территории обитания древнего населения с

появлением сезонной специализации в использовании пастбищных угодий. В почвах исследованного нами кургана отмечена довольно высокая магнитная восприимчивость на фоне пониженных значений гумуса, карбонатные аккумуляции в третьем полуметре. Почвы относились к одним типам и подтипам, свойства их отличались на более низком таксономическом уровне.

Для изученной нами палеопочвы *савроматского времени* (V в. до н.э.) характерно высокое содержание гипса и легкорастворимых солей. Аккумуляция легкорастворимых солей лежит выше карбонатной как следствие выпотного режима. Наличие в почве гумусовых языков свидетельствует об эпохе аридизации и резкой континентальности климата. Расположение кургана с такими признаками на делювиальном шлейфе второй надпойменной террасы дает основание утверждать, что эпизод аридизации и усиления континентальности климата был резким и длительным.

В супесчаных и песчаных почвах квазиравновесное состояние устанавливается быстрее. На усиление увлажнения почва реагирует быстрым увеличением биопродуктивности, зарастанием, на аридизацию – развитием дефляции, особенно интенсивно при сочетании с пастбищными нагрузками (Иванов, Луковская, 1998). Почва, погребенная под курганами *рубежа поздне-сарматского и гуннского времени* (конец IV в н.э.) отражает краткий гумидный эпизод в развитии климата. Она более гумусирована, промыта от карбонатов, имеет повышенные значения магнитной восприимчивости по сравнению с современной почвой. Аналогичный микроплювиал зафиксирован в полупустынном Заволжье в конце III-IV вв. н.э. (Демкин и др., 2004), и в почвах пустынно-степной зоны Волго-Донского междуречья также во второй половине III-IV вв н.э. (Борисов, 2002; Демкин и др., 1998). В степях Приазовья (Песочина, 2004) на рубеже эр имело место заметное изменение климатических условий. Аридные условия почвообразования IV-II вв. до н.э. сменились более гумидными в II-IV вв. н.э., эволюционные изменения при этом не превышали родового таксономического уровня.

Согласно и нашим данным, подтверждаются представления о преобладании черноземообразовательного процесса в степном Зауралье в течении 4000 лет (Чернянский и др., 1999) с постоянным набором генетических горизонтов в почвах дренированных ландшафтов облегченного гранулометрического состава. Для относительно дренированных ландшафтов при обобщении большого числа работ (Иванов, Луковская, 1998), выделяют эпоху *ранней суббореальной аридизации* (SB1, SB2 – начало одновременно во всех регионах XXV-XVI вв до н.э. – в восточноевропейских и монгольских степнях, до VII в. до н.э. – в сибирско-казахстанских степях), и позднее *суббореально-раннесубатлантическое увлажнение* в эпоху средней-поздней бронзы и раннего железного века (для Южного Урала XIV-XVI – IV-V вв до н.э.). Датировка курганов эпохи бронзы расплывчата – 3400-3700 лет (XIV-XVII вв до н.э.), соответственно, для такого длительного периода возможны колебания климатической увлажненности. Согласно А.Л. Александровскому (2003) иссушение 3000-2500 отчасти совпадает с похолоданием (2700 и 2300 л.н.). Как и в лесостепи, в степи 2000-1700 наблюдается кратковременное увеличение засушливости.

Выявлены особенности эволюции почв региона в связи с динамикой климата на протяжении II тыс. до н.э.- I тыс. н.э. Полученные нами палеопочвенные данные укладываются в имеющиеся представления, детализируя их для степного Зауралья, и свидетельствуют о наличии в регионе гумидизации в

эпоху средней бронзы, и смене в этом регионе аридных климатических условий более влажными на протяжении раннего железного века, что отразилось на различных параметрах гумусового, солевого, карбонатного и гипсового профилей палеопочв.

Благодарности

Автор выражает глубокую признательность археологам к.и.н. Д.Г. Здановичу, д.и.н. А.Д. Таирову и к.и.н. И.Э. Любчанскому за содействие при изучении палеопочв археологически раскопанных объектов. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-05763, рук. А.В. Борисов.

Список литературы

Агроклиматические ресурсы Челябинской области. 1977. – Л., Гидрометеиздат, 151 с.

Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. 1968. – М., Наука, 311 с.

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

Александровский А.Л. 2003. Палеоклиматы голоцена по данным изучения погребенных почв степной зоны. – Чтения, посвященные 100-летию деятельности В.А. Городцова в Государственном историческом музее. Тезисы конференции, ч. I. – М., с. 192-193.

Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Махер Б.А. 2003. Магнитные свойства и минералогия соединений железа в степных почвах. – Почвоведение, № 1, с. 62-74.

Борисов А.А. 1948. Климаты СССР. – М., Учпедгиз, 224 с.

Борисов А.В. 2002. Развитие почв пустынно-степной зоны волго-Донского междуречья за последние 5000 лет. – Дисс. канд. биол. наук. – М., МГУ, 200 с.

Борисов А.В., Мимоход Р.А. 2017. Аридизация: формы проявления и влияние на население степной зоны в бронзовом веке. – Российская археология, № 2, с. 48-60.

Вайнштейн М.Б., Кудряшова Е.Б. 2000. О нанобактериях. – Микробиология, т. 69, № 2, с. 163-174.

Демкин В.А. 1984. История развития почв пустынно-степной зоны Европейской части СССР в голоцене – В сб.: История развития почв СССР в голоцене. – Пушкино, с. 130-131.

Демкин В.А. 1993. Почвы сухих и пустынных степей Восточной Европы в древности и средневековье. – Автореф. дисс. д-ра биол. наук. – М., МГУ, 48 с.

Демкин В.А. 1997. Палеопочвоведение и археология. – Пушкино, ПНЦ РАН, 213 с.

Демкин В.А., Рысков Я.Г., Алексеев А.О., Олейник С.А., Губин С.В., Лукашов А.В. Кригер В.А. 1989. Палеопедологическое изучение археологиче-

- ских памятников степной зоны. – Известия АН СССР, сер. географ., № 6, с. 40-51.
- Демкин В.А., Ельцов М.В., Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Демкина Т.С., Борисов А.В. 2004. Развитие почв Нижнего Поволжья за историческое время. – Почвоведение, № 12, с. 1486-1497.
- Демкин В.А., Дергачева М.И., Борисов А.В., Рысков Я.Г., Олейник С.А. 1998. Эволюция почв и изменение климата восточноевропейской полупустыни в позднем голоцене. – Почвоведение, № 2, с. 148-157.
- Демкина Т.С., Борисов А.В., Демкин В.А. 2004. Микробиологические исследования подкурганых палеопочв пустынно-степной зоны Волго-Донского междуречья. – Почвоведение, № 7, с. 853-859.
- Демкина Т.С., Хомутова Т.Э., Каширская Н.Н., Стретович И.В., Демкин В.А. 2010. – Микробиологические исследования палеопочв археологических памятников степной зоны. – Почвоведение, № 2, с. 213-220.
- Дергачева М.И. 1997. Археологическое почвоведение. – Новосибирск, Изд. СО РАН, 231 с.
- Запывалова И.В. 2002. Селекция яровой мягкой пшеницы на устойчивость к углеводно-белковому истощению семян на Южном Урале. – Дисс. к.с.-х.н. – ЧелНИИСХ, 120 с.
- Зданович Г.Б., Батанина И.М. 2007. – Аркаим-Страна городов: пространство и образы. – Челябинск, «Крокус», 260 с.
- Иванов И.В., Луковская Т.С. 1998. Динамика природных условий почвообразования и взаимодействие природы и общества в степях Евразии, некоторые вопросы палеогеографии голоцена. – Экология и почвы: Избранные лекции I-VII Всероссийских школ /под ред. акад. Г.В. Добровольского. – Пушино, т. 1, с. 283-302.
- Иванов И.В., Плеханова Л.Н., Чичагова О.А., Чернянский С.С., Манахов Д.В. 2001. – Палеопочвы Аркаимской долины и бассейна р. Самары – индикатор экологических условий в эпоху бронзы. – Бронзовый век Восточной Европы: характеристика культур, хронология и периодизация. Материалы международной научной конференции «К столетию периодизации В.А. Городцова бронзового века южной половины Восточной Европы». – Самара, с. 375-384.
- Иванов И.В., Чернянский С.С. 1996. Общие закономерности развития черноземов Евразии и эволюция черноземов Зауралья. – Почвоведение, № 9, с. 1045-1055.
- Николаев В.А. 1999. Ландшафты азиатских степей. – М., МГУ, 228 с.
- Песочина Л.С. 2004. Развитие почв и природной среды Нижнего Дона во второй половине голоцена. – Автореферат дисс. канд. биол. наук. – Москва, МГУ, 24 с.
- Плеханова Л.Н. 2004. Природно-антропогенная эволюция почв степного Зауралья во второй половине голоцена. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. – Московский гос. университет им. М.В. Ломоносова, Пушино, 186 с.
-

- Плеханова Л.Н. 2010. Древние нарушения в почвах. – Природа, № 3, с. 37-43.
- Плеханова Л.Н., Демкин В.А. 2005. Древние нарушения почвенного покрова речных долин степного Зауралья. – Почвоведение, № 9, с. 1102-1111.
- Плеханова Л.Н., Демкин В.А. 2008. Палеопочвы комплекса «Солончанка IX» и климат степного Зауралья в IV в. н.э. – Экология, № 5, с. 357-365.
- Плеханова Л.Н., Иванов И.В., Чичагова О.А. 2001. Эволюция почв и осадконакопление в поймах рек степной зоны. – В кн.: Проблемы эволюции почв. Тезисы докладов IV Всероссийской конференции. – М., с. 135-136
- Приходько В.Е., Манахова Е.В., Манахов Д.В., Плеханова Л.Н., Захарова Ю.В. 2006. Изменение состояния гумуса почв степного Зауралья в заповедном режиме. – Вестник Московского университета, серия 17: Почвоведение, № 3, с. 10-17.
- Спиридонова Е.А. 1991. Эволюция растительного покрова бассейна Дона в верхнем плейстоцене-голоцене. – М., Наука, 221 с.
- Чернянский С.С., Иванов И.В., Демкин В.А., Таиров А.Д. 1999. Черноземы и солонцы Зауралья во второй половине голоцена: результаты почвенно-археологических исследований. – В сб.: Курган с «усами» Солончанка-I. Труды музея-заповедника «Аркаим». – Челябинск, с. 98-138.
- Шишлина Н.И. 2000. Потенциальный сезонно-хозяйственный цикл носителей катакомбной культуры северо-западного Прикаспия. – Труды ГИМ, вып.120. – М., с. 54-71.
- Demkina T.S., Khomutova T.E., Kashirskaya N.N. and et al. 2008. Age and activation of microbial communities in soils under burial mounds and in recent surface soils of steppe zone. – Eurasian Soil Science, vol. 41, No. 13, pp. 1439-1447.

References

Agroklimaticheskiye resursy Chelyabinskoy oblasti [Agroclimatic resources of the Chelyabinsk region]. 1977. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 151 p.

Agrokhimicheskaya kharakteristika pochv SSSR. Kazakhstan i Chelyabinskaya oblast' [Agrochemical characteristics of the soils of the USSR. Kazakhstan and the Chelyabinsk region]. 1968. Moscow, Nauka Publ., 311 p.

Aleksandrovskiy A.L., Aleksandrovskaya Ye.I. 2005. *Evolutsiya pochv i geograficheskaya sreda* [Evolution of soils and geographical environment]. Moscow, Nauka Publ., 223 p.

Aleksandrovskiy A.L., Alexandrovskaya E.I. 2003. Paleoklimaty golotsena po dannym izucheniya pogrebennykh pochv stepnoy zony [Paleoclimates of Holocene according to the study of buried soils of the steppe zone]. *Chteniya, posvyashchennyye 100-letiyu deyatel'nosti V.A. Gorodtsova v Gosudarstvennom istoricheskom muzeye. Tezisy konferentsii* [Readings dedicated to the 100th anniversary of V.A. Gorodtsov in the State Historical Museum. The theses of the conference]. Moscow, part I, pp. 192-193.

Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Maher B.A. 2003. Magnitnye svojstva i mineralogija soedinenij zheleza v stepnyh pochvah [Magnetic properties and mineralogy of iron compounds in steppe soils]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 1, pp. 62-74.

Borisov A.A. 1948. *Klimaty SSSR* [Climate of the USSR]. Moscow, Uchpedgiz Publ., 224 p.

Borisov A.V. 2002. *Razvitiye pochv pustynno-stepnoy zony volgo-Donskogo mezhdurech'ya za posledniye 5000 let* [Development of soils in the desert-steppe zone of the Volga-Don interfluve for the last 5000 years]. Candidate's thesis. Moscow, 200 p.

Borisov A.V., Mimohod R.A. 2017. Aridizacija: formy projavlenija i vlijanie na naselenie stepnoj zony v bronzovom veke [Aridity: forms of anifestation and influence on the steppe zone population in the bronze age]. *Rossijskaja arheologija – Russian Archeology*, no. 2, pp. 48-60.

Vaynshteyn M.B., Kudryashova E.B. 2000. O nanobakteriyakh [About nanobacteria]. *Mikrobiologiya – Microbiology*, vol. 69, no. 2, pp. 163-174.

Demkin V.A. 1984. Istoriya razvitiya pochv pustynno-stepnoy zony yeye chasti v golotsene [The history of soil development in the desert-steppe zone of the European part of the USSR in the Holocene]. *Istoriya razvitiya pochv SSSR v golotsene* [The history of soil development in the USSR in the Holocene]. Pushchino, pp. 130-131.

Demkin V.A. 1993. *Pochvy sukhikh i pustynnykh stepey Vostochnoy Yevropy v drevnosti i srednevekov'ye* [Soils of dry and desert steppes of Eastern Europe in antiquity and the Middle Ages]. Extended abstract of Doctor's thesis. Moscow, 48 p.

Demkin V.A. 1997. *Paleopochvovedenie i arheologija* [Paleopedology and archaeology: integration for study of history of nature and society]. Pushchino, 213 p.

Demkin V.A., Ryskov YA.G., Alekseyev A.O., Oleynik S.A., Gubin S.V., Lukashov A.V., Kriger V.A. 1989. Paleopedologicheskoye izucheniye arkheologicheskikh pamyatnikov stepnoy zony [Paleopedological study of archaeological monuments of the steppe zone]. *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geograf. – Izvestiya AN SSSR. Ser. Geography*, no. 6, pp. 40-51.

Demkin V.A., Eltsov M.V., Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Demkina T.S., Borisov A.V. 2004. Razvitie pochv Nizhnego Povolzh'ja za istoricheskoe vremja [Soil development in the Lower Volga area during the historical period]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 12, pp. 1486-1497.

Demkin V.A., Dergacheva M.I., Borisov A.V., Ryskov YA.G., Oleynik S.A. 1998. Evolyutsiya pochv i izmeneniye klimatov vostochnoyevropeyskoy polupustyni v pozdnem golotsene [Evolution of soils and climate change in the Eastern European semi-desert in the late Holocene]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 2, pp. 148-157.

Demkina T.S., Borisov A.V., Demkin V.A. 2004. Mikrobiologicheskije issledovanija podkurgannykh paleopochv pustynno-stepnoj zony Volgo-Donskogo mezhdurech'ja [Microbiological study of paleosols buried under kurgans in the desert-steppe zone of the Volga-Don interfluve]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 7, pp. 853-859.

Demkina T.S., Khomutova T.E., Kashirskaya N.N., Stretovich I.V., Demkin V.A. 2010. Mikrobiologicheskie issledovaniya paleopochv arheologicheskix pamyatnikov stepnoj zony [Microbiological investigations of paleosols of archeological monuments in the steppe zone]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 2, pp. 213-220.

Dergacheva M.I. 1997. *Arkheologicheskoye pochvovedeniye* [Archaeological pedology]. Novosibirsk, Siberian Branch of RAS Publ., 231 p.

Zapivalova I.V. 2002. *Selektsiya yarovoy myagkoy pshenitsy na ustoychivost' k uglevodno-belkovomu istoshcheniyu semyan na Yuzhnom Urale* [Selection of spring soft wheat for resistance to carbohydrate-protein depletion of seeds in the Southern Urals]. Candidate's thesis. Chelyabinsk, 120 p.

Zdanovich G.B., Batanina I.M. 2007. *Arkaim-Strana gorodov: prostranstvo i obrazy* [Arkaim-Country of cities: space and images]. Chelyabinsk, Crocus Publ., 260 p.

Ivanov I.V., Lukovskaya T.S. 1998. Dinamika prirodnyx uslovij pochvoobrazovaniya i vzaimodejstvie prirody i obshhestva v stepyax Evrazii, nekotorye voprosy paleogeografii golocena [The dynamics of the natural conditions of soil formation and the interaction of nature and society in the steppes of Eurasia, some issues of the Holocene paleogeography]. *Ekologiya i pochvy: Izbrannyye lektsii I-VII Vserossiyskiye shkoly* [Ecology and Soils: Selected lectures of the I-VII All-Russian schools]. Pushchino, vol. 1, pp. 283-302.

Ivanov I.V., Plekhanova L.N., Chichagova O.A., Chernyanskiy S.S., Manaxov D.V. 2001. – Paleopochvy Arkaimskoj doliny i bassejna r. Samary – indikator ehkologicheskix uslovij v ehposu bronzy. – Bronzovyy vek Vostochnoj Evropy: xarakteristika kul'tur, xronologiya i periodizatsiya [Palaeochondry of Arkaim valley and the river basin. Samara - an indicator of environmental conditions in the Bronze Age. Bronze Age of Eastern Europe: characteristics of cultures, chronology and periodization]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii «K stoletiyu periodizatsii V.A. Gorodtsova bronzovogo veka yuzhnoj poloviny Vostochnoj Evropy»* [Materials of the international scientific conference "To the centenary of the periodization of V.A. Gorodtsov Bronze Age of the Southern half of Eastern Europe "]. Samara, pp. 375-384.

Ivanov I.V., Chernyanskiy S.S. 1996. Obshhie zakonomernosti razvitiya chernozemov Evrazii i ehvolyuciya chernozemov Zaural'ya [General regularities in the development of chernozems in eurasia and evolution of chernozems in the Trans-Uralian region]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 9, pp. 1045-1055.

Nikolayev V.A. 1999. *Landshafty aziatskikh stepey* [Landscapes of the Asian steppes]. Moscow, Moscow State University Publ., 228 p.

Pesochina L.S. 2004. *Razvitiye pochv i prirodnykh resursov Nizhnego Dona vo vtoroy polovine golotsena* [Development of soils and the natural environment of the Lower Don in the second half of the Holocene]. Extended abstract of candidate's thesis. Moscow, 24 p.

Plekhanova L.N. 2004 *Prirodno-antropogennaya evolyutsiya pochv stepnogo Zaural'ya vo vtoroy polovine golotsena* [Natural and anthropogenic evolution of soils of the steppe Zauralye in the second half of the Holocene]. Candidate's thesis. Pushchino, 186 p

Plekhanova L.N. 2010. Drevnie narusheniya v pochvax [Ancient Disturbances in Soils]. *Priroda – Nature*, no. 3, p. 37-43.

Plekhanova L.N., Demkin V.A. 2005. Drevnie narusheniya pochvennogo pokrova rechnyx dolin stepnogo Zaural'ya [Ancient Soil Disturbances in River Valleys within the Steppe Zone of the Southeastern Urals]. *Pochvovedenie – Soil Science*, no. 9, pp. 1102-1111.

Plekhanova L.N., Demkin V.A. 2008. Paleopochvy kompleksa «Solonchanka IX» i klimat stepnogo Zaural'ya v IV veke n.eh. [Paleosols of the Solonchanks IX Site and Climat of the Transural Steppe Zone in the Fourth Century AD]. *Ehkologiya – Russian Journal of Ecology*, no. 5, pp. 357-365.

Plekhanova L.N., Ivanov I.V., Chichagova O.A. 2001. Evolyutsiya pochv i osadkonakopleniye v poymakh rek stepnoy zony [Evolution of soils and sedimentation in the floodplains of rivers in the steppe zone]. *Tezisy dokladov IV Vserossiyskoy konferentsii “Problemy evolyutsii pochv”* [Abstracts of the IV All-Russian Conference “Problems of the evolution of soils”]. Moscow, pp. 135-136.

Prikhodko V. Ye., Manakhova E.V., Manakhov D.V., Plekhanova L.N., Zakharova U.V. 2006. Izmenenie sostoyaniya gumusa pochv stepnogo Zaural'ya v zapovednom rezhime. [Humus state change of Zaural steppe soils at preserve regime]. *Vestnik Moskovskogo universiteta, seriya 17: Pochvovedenie – Moscow University Soil Science Bulletin*, no. 3, pp. 10-17.

Spiridonova Ye.A. 1991. *Evolyutsiya rastitel'nogo pokrova basseyna Dona v verkhnem pleystotsene-golotsene* [Evolution of the vegetation cover of the Don basin in the Upper Pleistocene-Holocene]. Moscow, Nauka Publ., 221 p.

Chernyanskiy S.S., Ivanov I.V., Demkin V.A., Tairov A.D. 1999. Chernozemy i solontsy Zaural'ya vo vtoroy polovine golotsena: rezul'taty pochvenno-arkheologicheskikh issledovaniy [Chernozems and solonets of the Trans-Urals in the second half of the Holocene: the results of soil and archaeological research]. *Tr. Muzei-zapovednika «Arkaim» “Kurgan s «usami» Solonchanka-I”* [Proceedings of the Arkaim Museum-Reserve “Kurgan with the "mustache" Solonchanka-I”]. Chelyabinsk, pp. 98-138.

Shishlina N.I. 2000. Potentsial'nyy sezonno-khozyaystvennyy tsikl nositeley katakombnoy kul'tury severo-zapadnogo Prikaspiya [Potential seasonal and economic cycle of carriers of the catacomb culture of the north-western Caspian region]. *Trudy GIM* [Proceedings of the State Historical Museum]. Moscow, issue 120, pp. 54-71.

Demkina T.S., Khomutova T.E., Kashirskaya N.N. and et al. 2008. Age and activation of microbial communities in soils under burial mounds and in recent surface soils of steppe zone. – *Eurasian Soil Science*, vol. 41, No. 13, pp. 1439-1447.

Статья поступила в редакцию: 06.04.2017

После переработки: 08.05.2017