



УДК 913.1/913.8

DOI 10.52575/2712-7443-2025-49-4-0-3

EDN JDUPYK

Динамика почвообразования и осадконакопления в балках Восточно-Донской гряды за последние 3000 лет

¹Борисов А.В., ¹Пинской В.Н., ²Кривошеев М.В.

¹Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
обособленное подразделение ФИЦ ПНЦБИ РАН

Россия, 142290, г. Пущино, ул. Институтская, 2а

²ФГАОУВО Волгоградский государственный университет

Россия, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 100

a.v.borisovv@gmail.com, pinskoy@inbox.ru, Krivosheev.azi@volsu.ru

Аннотация. Почвы балочных систем в степной зоне представляют собой книгодобную запись истории развития ландшафтов. При этом надежно датированных почвенных серий из балок степной зоны до настоящего времени недостаточно. Целью данного исследования является изучение истории развития балочных систем Дона-Медведицкой гряды. На основе морфологических, химических свойств и радиоуглеродного датирования почв в катене реконструированы основные этапы почвообразования и осадконакопления в балках. Показано, что периоды длительного устойчивого почвообразования имели место в IX–VIII вв. до н.э., II в. до н.э.–II в. н.э. и в XII–XIII вв. н.э., после чего наступали периоды резкой активизации аллювиальных процессов и осадконакопления.

Ключевые слова: степная зона, балки, почвы, аллювий, радиоуглеродное датирование, климат

Благодарности: Работа выполнена за счет средств Российского научного фонда, грант 25-28-00572 «Финал сарматской эпохи в Волго-уральских степях: социально-исторические процессы и палеоэкологические условия».

Для цитирования: Борисов А.В., Пинской В.Н., Кривошеев М.В. 2025. Динамика почвообразования и осадконакопления в балках Восточно-Донской гряды за последние 3000 лет. Региональные геосистемы, 49 (4): 684–695. DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-4-0-3 EDN: JDUPYK

Dynamics of Soil Formation and Sedimentation in the Ravines of the East Don Ridge over the Past Three Thousand Years

¹Alexander V. Borisov, ¹Viktor N. Pinsky, ²Mikhail V. Krivosheev

¹Institute of Physical-Chemical and Biological Problems of Soil Science
of the Russian Academy of Sciences, separate division of the FRC PSCBR RAS
2a Institutskaya St., Pushchino, 142290, Russia

²Volgograd State University

100 Universitetsky Ave., Volgograd, 400062, Russia
a.v.borisovv@gmail.com, pinskoy@inbox.ru, Krivosheev.azi@volsu.ru

Abstract. Soils of the ravine systems in the steppe zone provide a "book-like" proxy record of landscape development history. Being widespread, these objects allow us to study regional features of natural conditions in the past, though reliably dated soil series from the steppe zone ravines are extremely rare to find. The aim of this study is to reconstruct the development of ravine systems in the Don-Medveditskaya

ridge (the southern part of the East European Plain). The key object was the Serditaya ravine in the Kletsk district of the Volgograd region. A series of five buried soils was found in the bottom of the ravine. We studied the morphological and chemical properties of paleosols and conducted radiocarbon dating of the humus, which made it possible to reconstruct the main stages of soil formation and sedimentation in the ravines. Periods of long-term stable soil formation occurred 730 ± 30 , 1950 ± 80 and 2650 ± 50 years ago, followed by periods of sharp activation of alluvial processes and sedimentation. The data obtained provide an insight into landscape development history and contribute to the understanding of the processes of the region's occupation in ancient times. The findings allow a suggestion that the increase in the amount of winter precipitation in the period after the 2nd century AD was the possible reason for the reduction in the number of monuments of Late Sarmatian culture.

Keywords: steppe zone, ravines, soils, alluvium, radiocarbon dating, climate

Acknowledgements: The work was supported by the Russian Science Foundation, grant No. 25-28-00572 “The final stage of the Sarmatian era in the Volga-Ural steppes: socio-historical processes and paleoecological conditions”

For citation: Borisov A.V., Pinskoy V.N., Krivosheev M.V. 2025. Dynamics of Soil Formation and Sedimentation in the Ravines of the East Don Ridge over the Past Three Thousand Years. Regional Geosystems, 49 (4): 684–695 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2025-49-4-0-3 EDN: JDUPYK

Введение

Почвы аккумулятивных элементов рельефа представляют собой важный источник палеогеографической и палеоэкологической информации [Roberts et al., 2022]. При этом, как правило, внимание исследователей привлекают достаточно крупные глубоко врезанные речные долины, развитие которых охватывает максимально широкий период [Беляев и др., 2003; Судницын, 2009; Чернов, 2013; Chendev et al., 2017; Сидорчук и др., 2021; Wen et al., 2021; Идрисов, Шишилина, 2022; Kingle et al., 2022; Sycheva et al., 2022; и др.]. В меньшей степени в поле зрения исследователей попадают малые аккумулятивные формы – балки и суходолы. В то же время, благодаря устойчивому, практически субламинарному осадконакоплению в таких объектах обеспечиваются условия для формирования книгоподобной записи истории развития ландшафта, а их повсеместное распространение дает возможность сопоставлять региональные модели развития географической среды с глобальными известными реконструкциями динамики природных условий.

Почвенные образования в днищах известны как педолиты [Герасимов, 1976], педолитоседименты [Глазовская, 2009], педолитоциклицы [Сычева, 2008]. В случае формирования наносов за счет материала гумусовых горизонтов для их определения предложен термин педоседименты [Кошовский и др., 2019]. В соответствии с классификацией почв 2004 г. [Шишов и др., 2004] почвы балок в большей степени соответствуют синлитогенному стволу почвообразования и имеют признаки, характерные для отдела стратоземов. Профиль в области тальвега чаще всего представлен темногумусовым горизонтом AU современной почвы преходящим в стратифицированный горизонт RU. Последний представлен серией темногумусовых подгоризонтов, близких по своим свойствам к почвам отдела органо-аккумулятивных почв постлитогенного ствола почвообразования с содержанием органического углерода на уровне современных почв или выше [Лисецкий и др., 2024]. При этом в профиле бывают хорошо заметны слои балочного аллювия [Маккавеев. 1984, Шешнёв и др., 2025] в разной степени проработанные почвообразованием.

Помимо сугубо географического знания, изучение процессов эрозии-аккумуляции в балках дает возможность выхода на археологические реконструкции, так как изменения климатических условий в древности могли вызвать весьма значительные трансформации экономической модели древних обществ и даже способствовать уходу с исторической

сцены отдельных культур [Лисецкий и др., 2019; Мимоход и др., 2022; Кулькова, 2023; Лобанов, Жохов, 2023]. В первую очередь это относится к древним социумам степной зоны, где в силу ограниченности возможностей по диверсификации экономических моделей степень экологической детерминации исторического процесса наиболее заметна [Борисов, Мимоход, 2017; Кривошеев, Борисов, 2023]. В этой связи целью данного исследования была реконструкция динамики развития почв в малых балках степной зоны и раскрытие связи динамики природных условий и исторических процессов в регионе.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования является балка Сердитая, которая расположена на территории Клетского района Волгоградской области. Балка впадает в р. Дон в районе ст. Перекопка, имеет протяженность до 13 км, площадь водосбора около 25 км². Исследуемый регион приурочен к Среднерусской возвышенности и является юго-восточной оконечностью этой геоморфологической области, включающей правобережье Дона и Хопра. Геоморфологическим районом, в пределах которого расположена балка, является Восточно-Донская денудационно-тектоническая гряда, приуроченная, в свою очередь, к южному окончанию Доно-Медведицкого вала. Коренными породами являются отложения верхнего и нижнего ярусов меловой системы, представляющие собой известняки, серые глины, мергели. Почвообразующие породы представлены средними и тяжелыми карбонатными гипсоносными засоленными суглинками. Овражно-балочная сеть района довольно густая, местами достигающая густоты горизонтального расчленения 2 км/км². Рельеф особенно расчленен в месте расположения объектов исследования (рис. 1). Многолетние исследования эрозионно-аккумулятивных процессов в регионе представлены в работе Г.Н. Лепина и А.С. Рулева [2018].

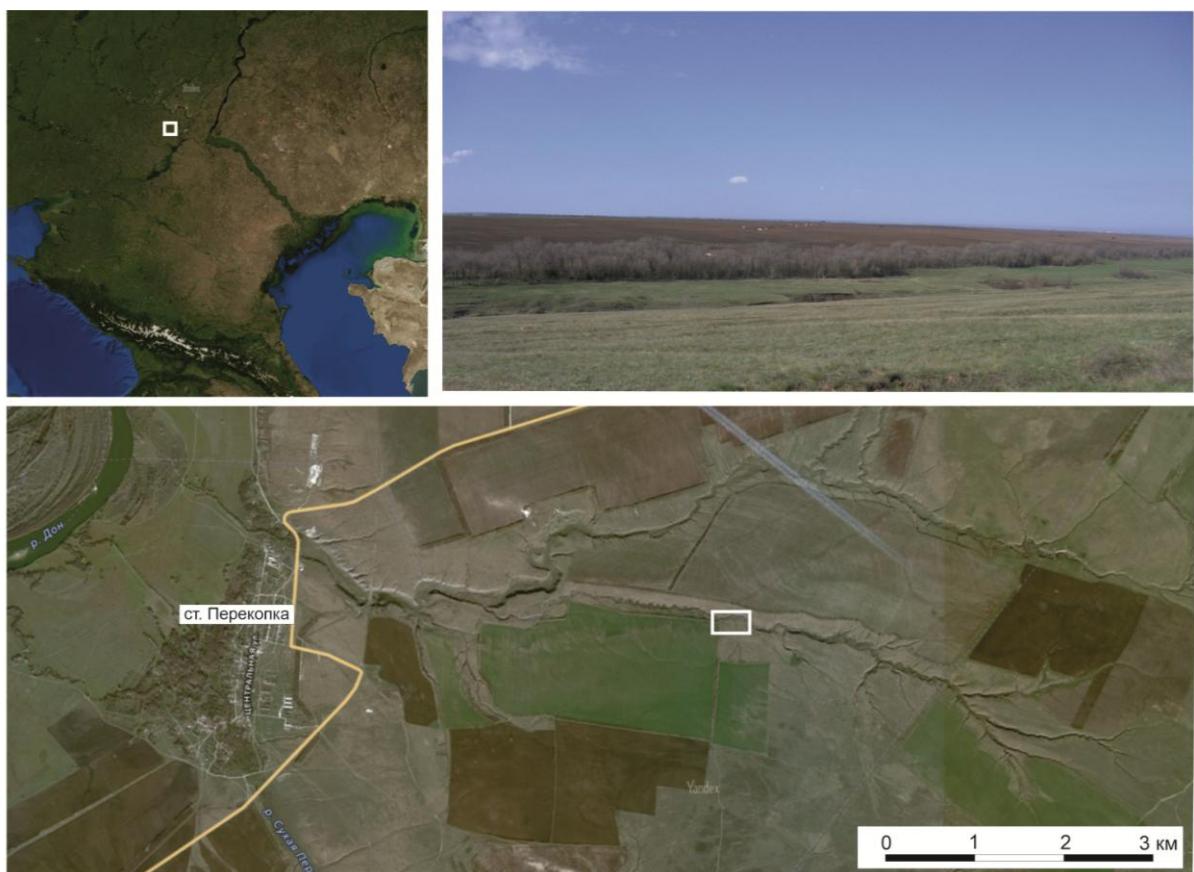


Рис.1. Расположение объектов исследования и вид на балку Сердитая
Fig. 1. Location of research objects and view of the Serditaya ravine

Климат района сухой континентальный. Среднегодовая температура воздуха на территории изменяется в пределах от 5,2 до 5,5 °С. Среднемесечные температуры июля +21,0–22,0 °С, января – –11–11,8 °С. Гидротермический коэффициент – 0,6–0,7. Сумма осадков в диапазоне 350–400 мм в год. Глубина залегания грунтовых превышает 10 м. Район исследования входит в область распространения каштановых почв и представляет собой участок, типичный для зоны сухих степей юго-востока Русской равнины. В сельскохозяйственном отношении участок исследования представляет собой выгон со злаково-разнотравными растительными ассоциациями с проективным покрытием, близким к 100 %.

На удалении около 2 км от верховий Балки Сердитая была заложена траншея, вскрывающая изменение почвенных свойств на участках в области подошвы склона в месте перехода в днище балки (рис. 2). Траншея заложена таким образом, чтобы вскрыть изменение почвенных свойств при переходе склона в аккумулятивную область. Длина разреза составляла 6 м, максимальная глубина более 230 см. Проведено генетико-морфологическое описание профилей почв, отобраны образцы на химические анализы и радиоуглеродное датирование. В образцах определяли гранулометрический состав пипеточным методом по Качинскому [ГОСТ 12536-2014], pH водной суспензии [ГОСТ 26423-85, 26483-85] и углерод органического вещества по Тюрину [ГОСТ 26213-91]. Лабораторные анализы выполнены в ЦКП ИФХиБПП РАН.

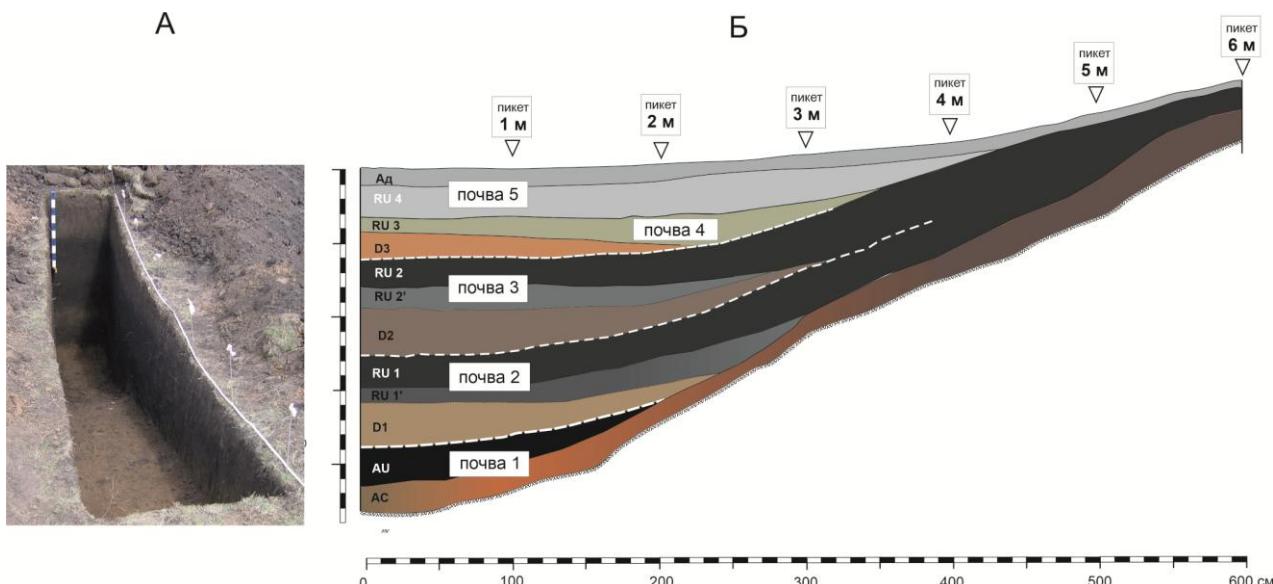


Рис. 2. Почвенный разрез в балке Сердитая (А), строение профиля почв в разрезе (Б)
Fig. 2. Soil section in the Serditaya ravine (A), soil horizons in the section (B)

Результаты и их обсуждение

Почвы балки представлены стратоземом темногумусовым водно-аккумулятивным. В профиле выделяется темногумусовый горизонт современной почвы на слое балочного аллювия, под которым залегает стратифицированный горизонт RU, представленный серией погребенных почв, сформированных при участии склонового делювия и перестилаемых материалом балочного аллювия в разной степени проработанного почвообразованием.

Палеопочва 1.

В нижней части заполнения эрозионного вреза сформировалась палеопочва 1 (190–230 см), представленная горизонтом AU мощностью до 30 см и переходным горизонтом AC. Гумусовый горизонт прослеживается от фронтальной стенки до пикета 2 м. Выше по

склону горизонт полностью эродирован. Цвет гумусового горизонта темно-бурый в сухом состоянии и черный, но с буроватыми тонами в окраске во влажном состоянии. Средний-тяжелый суглинок. Структура неопределенная глыбистая. На гранях структурных отдельностей буровато-коричневый налет.

Переходный горизонт АС желто-бурый тяжелый суглинок глыбистой структуры представляет собой частично затронутый почвообразованием верхний слой базального балочного аллювия. В верхней части горизонта хорошо заметны многочисленные норы почвенной мезофауны.

Палеопочва 2.

Выше залегает палеопочва 2 с хорошо выраженной верхней границей, которую удалось проследить до пикета 5 м. Граница хорошо прослеживается по более темному цвету гумусового горизонта RU1, который хорошо заметен почти на всем протяжении боковой стенки разреза.

Материалом, на котором сформировалась почва 2, как и в случае с нижележащей почвой 1, является балочный аллювий с участием склонового делювия, на что указывает характер залегания почвы 2 и гранулометрический состав горизонта D. Нижняя граница горизонта D ровная, характер перехода при первом рассмотрении кажется постепенным, но при более внимательном анализе становится очевидным, что исходно переход был резким, но впоследствии граница была сильно нарушена почвенной мезофауной, в результате чего в горизонте D оказалась значительная доля темных морфонов нижележащего гумусового горизонта.

Период формирования почвы 2 был достаточно продолжительным, интенсивность супензионного привноса мелкозема в балку со склонов была невысокой, в результате чего наметилась тенденция к разделению гумусового горизонта на RU и RU'. Весьма характерно, что верхняя граница горизонта RU' повторяет угол наклона склона в целом, в то время как нижняя граница на участке 0–1,5 м горизонтальная. Очевидно, формирование горизонта RU', протекало довольно интенсивно, после чего наступил период некоторой стабилизации эрозионно-аккумулятивных процессов и преемственный рост почвенного слоя за счет поверхностного смыва умеренной интенсивности.

Палеопочва 3.

По фронтальной стенке разреза залегает палеопочва 3 на глубине 60–130 см. Горизонт RU2 мощностью около 20 см, черный, при высыхании темно-серый. Структура мелкокомковатая, непрочная. Гранулометрический состав горизонта легкосуглинистый. Нижняя граница ровная, переход в горизонт RU' постепенный. Залегающий ниже горизонт RU' во многом аналогичен описанному выше. Темно-серый легкий суглинок. Структура комковатая, местами ореховатая, непрочная. На гранях структурных отдельностей характерный стальной блеск. На участке 1,5–2,0 м различия между этими двумя гумусовыми горизонтами визуально не прослеживаются. Нижняя граница ровная, переход постепенный по цвету.

Горизонт D представляет собой частично трансформированный почвообразованием материал балочного аллювия. Более светлый, палево-серый, плотный. Структура глыбистая. У фронтальной стенки мощность горизонта достигает 30 см, ближе к склону мощность уменьшается за счет большей прокраски гумусом. Весьма показателен характер нижней границы. Как и в случае с почвой 2, граница оказалась сильно нарушена ходами червей, в результате чего переход выглядит постепенным, но при внимательном анализе можно обнаружить сохранившиеся участки с резким переходом.

Палеопочва 4.

Палеопочва 4 залегает на глубине 30–60 см. В формировании палеопочвы 4 принимал участие балочный аллювий, представленный горизонтом D3. Горизонт

сформирован при единовременном поступлении больших объемов грунта почвообразующей породы в условиях интенсивного эрозионного размыва в верховьях балки. Материал горизонта желто-бурый, легко-средне суглинистый, глыбистый, плотный. В верхней части незначительно проработан почвообразованием. Нижняя граница ровная, переход ясный. Гранулометрический состав тот же, что и во всей нижележащей толще. На этом субстрате при поступлении склонового делювия сформировался гумусовый горизонт RU3, мощность которого возрастает в районе пикета 2 м, где происходило наиболее интенсивное прокрашивание толщи аллювия гумусом.

Почва 5.

Современная почва в балке. В профиле выделяется горизонт AU – 0–12 см, серый средний суглинок непрочной слоистой структуры. Местами структура комковатая. Дернина до 5-7 см. Нижняя граница горизонта ровная, переход заметный по цвету, структуре и количеству корней.

Горизонт AU2 – цвет горизонта в массе палево-серый, мощность достигает в отдельных местах 25–30 см. Прослеживается от фронтальной стенки до пикетов 2 и 3 м. Выше по склону не фиксируется. Структура комковатая, с тенденцией к горизонтальной ориентировке структурных блоков высших порядков. В отдельных местах заметна слоистость. Более тяжелый гранулометрический состав и слоистость указывают на иное происхождение поступающего материала. Предположительно, эта почва сформировалась после начала распашки вышележащего склона.

Результаты радиоуглеродного датирования почв.

Для радиоуглеродного датирования отбирались образцы почв из верхнего 5-сантиметрового слоя. Во всех случаях, при отборе почв на датирование стремились взять слой, максимально приближенный к верхней границе почв. При этом мы исходили из предположения, что дата по этому слою будет наиболее приближена к времени завершения этапа почвообразования, после чего следовал очередной этап осадконакопления. Результаты радиоуглеродного датирования по углероду гумуса погребенных почв представлены на рис. 3.

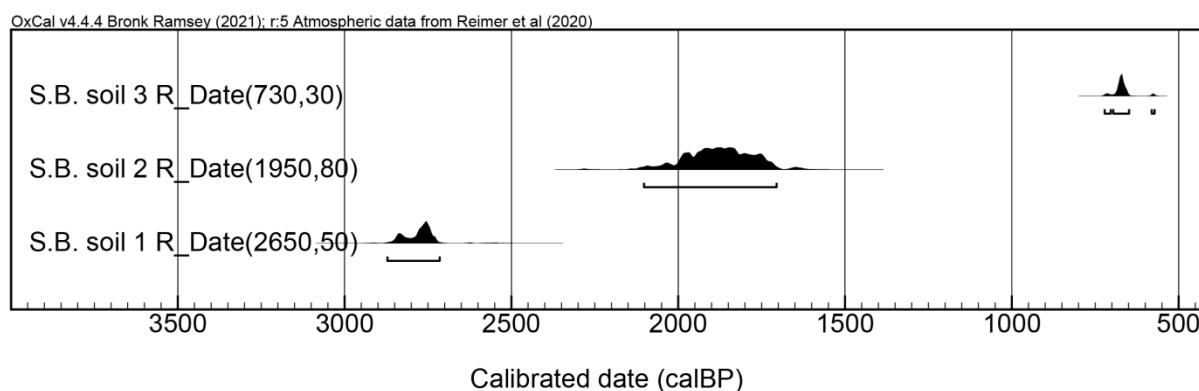


Рис. 3. Калиброванные радиоуглеродные датировки почв балки Сердитая
Fig. 3. Calibrated radiocarbon dating of soils of the Serditaya ravine

Согласно полученным датам, наиболее древняя почва 1 сформировалась в начале I тыс. до н.э. Для этой почвы получена радиоуглеродная дата по гуминовым кислотам: 2650 ± 50 л.н. (Ki-19467). При этом значение сигмы невелико (2872–2715 л.н. (95,4 %)) (см. рис. 3). Можно говорить о высокой скорости формирования почвы в условиях интенсивного прорабатывания материала почвообразованием.

Развитие этой почвы было прервано в результате активизации аллювиальных процессов, после чего наступил период стабилизации и почвообразования, результатом

которого стало формирование почвы 2 (рис. 4). Согласно полученным данным, ее развитие закончилось в первые века н.э. Для этой почвы получена радиоуглеродная дата по гуминовым кислотам: 1950 ± 80 (Ki-19466). Высокие значения σ на уровне 154 cal BC – 245 cal AD (95,4 %) могут свидетельствовать о незначительном поступлении склонового делювия в предшествующий период в условиях умеренной или низкой атмосферной увлажненности. В этом случае датировка может соответствовать финалу скифо-сарматского аридного этапа, который хорошо доказан для почв лесостепной зоны [Chendev et al., 2021], степной зоны Восточной Европы [Nesteruk et al., 2021] и юго-восточного Предкавказья [Идрисов и др., 2019].

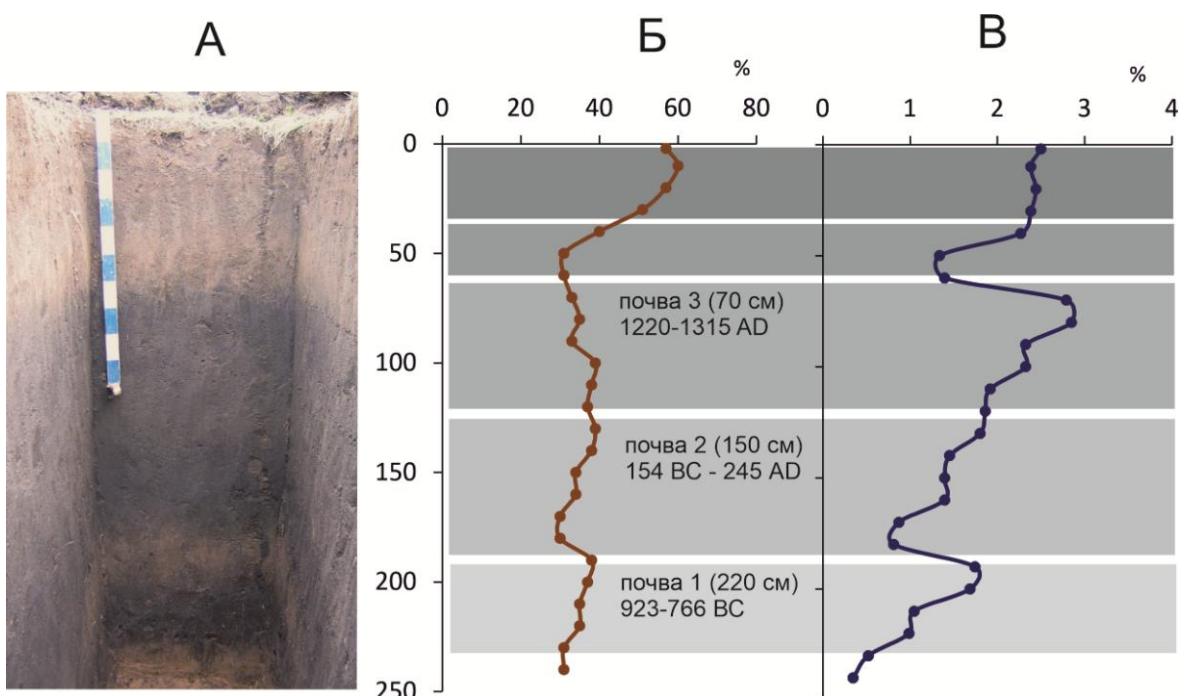


Рис. 4. Этапы формирования почв в балке Сердитая
Fig. 4. Stages of soil formation in the Serditaya ravine

В конце сарматской эпохи последовал очередной период усиления аллювиальной активности, однако аллювий успевал в значительной мере прорабатываться почвообразованием. На возрастание скорости аллювиальных процессов в этот период указывает более светлый цвет почвенного материала в слое 90–120 см. После этого наступил очередной период «медленного» почвообразования, который продолжался до развитого средневековья и привел к формированию почвы 3. Для этой почвы получена радиоуглеродная дата по гуминовым кислотам: 730 ± 30 л.н. (Ki-19465). Калибранный радиоуглеродный возраст – 1220–1315 cal AD.

Благодаря тому, что верхняя граница этой почвы хорошо сохранилась, нам удалось отобрать почву на датировку максимально близко к слою перекрывающего ее аллювия. Поэтому дата имеет очень узкое значение σ , и позволяет уверенно говорить о том, что перекрывание почвы 3 слоем аллювия произошло в монгольский период в XIII – начале XIV в. н.э. Этап гумидизации климата в раннемонгольское время хорошо выявляется по палеопочвенным данным [Якимов и др., 2007].

После XIII–XIV вв. уже не было периодов стабильного почвообразования. В середине XX в. в развитии почв балок явно проявляется вклад поверхностного смыва с прилегающих к балкам полей.

Заключение

Исследование показало, что история развития почв в балках Восточно-Донской гряды за последние 3000 лет представлена несколькими периодами почвообразования и осадконакопления. Период наиболее интенсивной аллювиальной активности имел место в конце II – начале I тыс. до н.э. В это время произошел врез и отложение базального аллювия. Последовавший за этим период снижения аллювиальной активности и почвообразования в балках был непродолжительным, климатические условия отличались низкой увлажнённостью. Очередной короткий период резкого возрастания аллювиальной активности пришелся на VIII–VII вв. до н.э. Наступивший после этого период стабилизации природных условий продолжался около тысячи лет и завершился с окончанием периода сарматской аридизации первых веков н.э. Предположительно в III–IV вв. н.э. процессы седиментации усилились и поступающий материал не успевал в полной мере прорабатываться почвообразованием. Снижение скорости седиментации пришлось на X–XII вв. н.э. В дальнейшем, уже в монгольское время в XIII–XIV вв. н.э. обозначился устойчивый тренд на активизацию осадконакопления, который продолжается по настоящее время.

Список источников

- ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. 2014. М., Стандартинформ, 19 с.
- ГОСТ 26483-85. Почвы. определение pH солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО. 1985. М., Издательство стандартов, 6 с.
- ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. 2011. М., Стандартинформ, 5 с.
- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. 1992. М., Издательство стандартов, 7 с.

Список литературы

- Беляев Ю.Р., Панин А.В., Беляев В.Р. 2003. История развития балок центра Русской равнины. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 5: 55–63.
- Борисов А.В., Мимоход Р.А. 2017. Аридизация: формы проявления и влияние на население степной зоны в бронзовом веке. Российская археология, 2: 63–75.
- Герасимов И.П. 1976. Генетические, географические и исторические проблемы современного почвоведения. М., Наука, 298 с.
- Глазовская М.А. 2009. Педолигогенез и континентальные циклы углерода. М., Либроком, 330 с
- Идрисов И.А., Пинской В.Н., Борисов А.В. 2019. Почвообразование и осадконакопление в балках степной зоны и в поймах малых рек восточного Предкавказья. В кн.: Археология поймы: рельеф, палеосреда, история заселения. Тезисы научного семинара, Москва, 23 апреля 2019. М., ООО "Издательский дом КДУ", Университетская книга: 55–57.
- Идрисов И.А., Шишилина Н.И. 2022. Использование голоценовых отложений юго-востока ростовской области для установления древней антропогенной деятельности в степных регионах. Аридные экосистемы, 28(3(92)): 107–116.
- Кошовский Т.С., Жидкин А.П., Геннадиев А.Н., Иванова Н.Н. 2019. Диагностика, генезис и локализация педоседиментов в пределах малого водосбора (Среднерусская возвышенность). Почвоведение, 5: 529–543. <https://doi.org/10.1134/S0032180X19050058>
- Кривошеев М.В., Борисов А.В. 2023. Палеоэкологические условия финала сарматской эпохи и их влияния на общества скотоводов и земледельцев Восточной Европы и Западной Сибири. Нижневолжский археологический вестник, 22(2): 112–125. <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2023.2.6>
- Кулькова М.А. 2023. Природные и культурные трансформации на рубеже эпохи бронзы–раннего железного веков в степном поясе Евразии. Поволжская археология, 3(45): 95–108.

- Лепилин Г.Н., Рулев А.С. 2018. Научные основы рационального использования заовраженных склонов Волгоградской области. Волгоград, ФНЦ агроэкологии РАН, 228 с.
- Лисецкий Ф.Н., Польшина М.А., Буряк Ж.А. 2019. Дендрохронологические и палеопочвенные данные об изменении климата предгорного Крыма в античную эпоху. В кн.: Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы. Материалы международной научно-практической конференции. Воронеж, 03–05 октября 2019. Воронеж, Цифровая полиграфия : 86–89.
- Лисецкий Ф.Н., Голеусов П.В., Буряк Ж.А. 2024. Допустимые эрозионные потери почвы и скорости почвообразования в контексте регулирования углеродного баланса. Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение, 3: 139–151. <https://doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-3-139-151>
- Лобанов Г.В., Жохов М.В. 2023. Историко-географические аспекты развития системы расселения вдоль среднего течения р. Десны в XVIII–XXI веках. Региональные геосистемы, 47(3): 354–367. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-3-354-367>
- Маккавеев Н.И. 1984. Взаимная связь процессов эрозии и аккумуляции. В кн.: Эрозионные процессы (Географическая наука практике). М., Мысль: 9–11.
- Мимоход Р.А., Гак Е.И., Хомутова Т.Э., Рябогина Н.Е. Борисов А.В. 2022. Палеоэкология – культурогенез – металлопроизводство: причины и механизмы смены эпох в культурном пространстве юга Восточной Европы в конце средней – начале поздней бронзы. Российская археология, 1: 24–38. <https://doi.org/10.31857/S0869606322010159>
- Сидорчук А.Ю., Борисова О.К., Панин А.В. 2021. Формирование ложбинно-балочной сети на Русской равнине. В кн.: Тридцать шестое плenарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и краткие сообщения, Ижевск, 11–15 октября 2021. Ижевск, Удмуртский государственный университет: 9–15.
- Судницын И.И. 2009. Новое о палеопочвах речных долин. Почвоведение, 7: 891–892.
- Сычева С.А. 2008. Морфолитопедогенез в аккумулятивных и трансаккумулятивных ландшафтах как особый механизм почвенно-литогенной памяти. В кн.: Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий. М., Изд-во ЛКИ: 128–161.
- Чернов А.В. 2013. Речные долины и речные русла (опыт совместной типизации). Геоморфология, 2: 15–22.
- Шешнёв А.С., Герасимов О.А., Решетников М.В., Перунов А.В. 2025. Минеральный и химический состав балочного аллювия на территории г. Камышина (Волгоградская область). Вестник ВГУ. Серия: Геология, 1: 102–112. <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/1/102-112>
- Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, Ойкумена, 341 с.
- Якимов А.С., Демкин В.А., Алексеев А.О. 2007. Природные условия степей Нижнего Поволжья в эпоху средневековья (VIII–XIV вв. н.э.). М., НИА-Природа, 227 с.
- Chendev Y.G., Petin A.N., Sarapulkin V.A., Aleksandrovskii A.L., Khokhlova O.S., Dergacheva M.I., Golotvin A.N., Uvarkin S.V., Zemtsov G.L. 2017. Evolution of Forest Pedogenesis in the South of the Forest-Steppe of the Central Russian Upland in the Late Holocene. Eurasian Soil Science, 50(1): 1–13. <https://doi.org/10.1134/S1064229317010033>
- Chendev Y.G., Fedyunin I.V., Inshakov A.A., Golotvin A.N., Dudin D.I., Belevantsev V.G. 2021. Contrasting Variants of Soil Development at Archaeological Sites on Floodplains in the Forest-Steppe of the Central Russian Upland. Eurasian Soil Science, 54(4): 461–477. <https://doi.org/10.1134/S1064229321040050>
- Klinge M., Schneider F., Li Y., Frechen M., Sauer D. 2022. Variations in Geomorphological Dynamics in the Northern Khangai Mountains, Mongolia, since the Late Glacial period. Geomorphology, 401: 108113. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108113>
- Nesteruk G.V., Ilyina L.P., Sushko K.S., Khokhlova O.S., Sverchkova A.E. 2021. Paleoecological Conditions of the Kuban-Azov Lowland in the Bronze and Early Iron Ages as Based on the Study of Buried Soils. Eurasian Soil Science, 54(11): 1644–1658. <https://doi.org/10.1134/S1064229321110090>
- Roberts M.E., Burrows R.M., Thwaites R.N., Hamilton D.P. 2022. Modelling Classical Gullies—a Review. Geomorphology, 407: 108216. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108216>

Sycheva S.A., Golyeva A.A., Pogosyan L., Sedov S., Solleiro-Rebolledo E., Barceinas-Cruz H., Abrosimov K.N., Romanenko K.A. 2022. Evidence for Stages of Landscape Evolution in Central Mexico During the Late Quaternary from Paleosol-Pedosediment Sequences. *Quaternary Research*, 107: 159–177. <https://doi.org/10.1017/qua.2021.73>

Wen Y., Kasielke T., Li H., Zepf H., Zhang B. 2021. A Case-Study on History and Rates of Gully Erosion in Northeast China. *Land Degradation & Development*, 32(15): 4254–4266. <https://doi.org/10.1002/ldr.4031>

References

- Belyayev Yu.R., Panin A.V., Belyayev V.R. 2003. Istorya razvitiya balok tsentra Russkoy ravniny. [History of the Development of the Gullies of the Central Russian Plain]. Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography, 5: 55–63.
- Borisov A.V., Mimokhod R.A. 2017. Aridity: Forms of Manifestation and Influence on the Steppe Zone Population in the Bronze Age. *Russian Archaeology*, 2: 63–75 (in Russian).
- Gerasimov I.P. 1976. Geneticheskiye, geograficheskiye i istoricheskiye problemy sovremennykh pochvovedeniya [Genetic, Geographical and Historical Problems of Modern Soil Science]. Moscow, Pabl. Nauka, 298 p.
- Glazovskaya M.A. 2009. Pedolitogenet i kontinental'nyye tsikly zakanchivayutsya [Pedolithogenesis and Continental Carbon Cycles]. Moscow, Pabl. Librokom, 330 p.
- Idrisov I.A., Pinskoy V.N., Borisov A.V. 2019. Pochvoobrazovaniye i osadkonakopleniye v balkakh stepnoy zony i v poymakh malen'kikh rek vostochnogo Predkavkaz'ya [Soil Formation and Sedimentation in Gullies of the Steppe Zone and in the Floodplains of Small Rivers of the Eastern Ciscaucasia]. In: Arkheologiya poymy: rel'yef, paleosreda, istoriya zaseleniya [Floodplain Archeology: Relief, Paleoenvironment, History of Settlement]. Abstracts of a scientific seminar, Moscow, 23 April 2019. Moscow, Publ. KDU, Universitetskaya kniga: 55–57.
- Idrisov I.A., Shishlina N.I. 2022. Using Holocene Deposits of the Southeast of the Rostov Region to Establish Ancient Anthropogenic Activity in the steppe Regions. *Arid ecosystems*, 28(3(92)): 107–116 (in Russian).
- Koshovskii T.S., Zhidkin A.P., Gennadiev A.N., Ivanova N.N. 2019. Diagnostics, Genesis and Localization of Pedosediments within a Small Catchment (Central Russian Upland). *Eurasian Soil Science*, 52(5): 481–493 (in Russian). <https://doi.org/10.1134/S1064229319050053>
- Krivosheev M.V., Borisov A.V., 2023. Paleoecological Conditions at the End of the Sarmatian Period and Their Impact on Herder and Farmer Communities from Eastern Europe and Western Siberia. *The Lower Volga Archaeological Bulletin*, 22(2): 112–125 (in Russian). <https://doi.org/10.15688/nav.jvolsu.2023.2.6>.
- Kulkova M.A. 2023. Environmental and Cultural Transformations at the Turn of the Late Bronze and Early Iron Age in the Steppe Belt of Eurasia. *The Volga River Region Archaeology*, 3(45): 95–108. (in Russian).
- Lepilin G.N., Rulev A.S. 2018. Scientific Principles for Rational Use of Gullied Slopes in the Volgograd Region. Volgograd, Pabl. FNTS agroekologii RAN, 228 p. (in Russian).
- Lisetskii F.N., Polshana M.A., Buryak Zh.A. 2019. Dendrochronologicheskiye i paleopochvennyye dannyye ob obespechenii klimata predgornogo Kryma v antichnom periode [Dendrochronological and Paleosoil Data on Climate Change in the Foothills of Crimea in Ancient Times]. In: Globalnyye klimaticheskiye izmeneniya: regionalnyye effekty, modeli, prognozy [Global climate change: regional effects, models, forecasts]. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Voronezh, 3–5 October 2019. Belgorod, Pabl. Tsifrovaya poligrafiya: 86–89.
- Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Buryak Zh.A. 2024. Tolerable Soil Erosion Losses and Soil Formation Rates in the Context of Carbon Balance Regulation. *Bulletin of the Moscow University. Series 17. Soil Science*, 3: 139–151 (in Russian). <https://doi.org/10.55959/MSU0137-0944-17-2024-79-3-139-151>
- Lobanov G.V., Zhokhov M.V. 2023. Historical and Geographical Aspects of the Development of the Settlement System Along the Middle Course of the Desna River in the XVIII–XXI Century. *Regional geosystems*, 47(3): 354–367 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2023-47-3-354-367>



- Makkaveyev N.I. 1984. Vzaimnaya svyaz protsessov erozii i akkumulyatsii [The Interrelationship Between the Processes of Erosion and Accumulation]. In: Erozionnyye protsessy (Geograficheskaya nauka praktike) [Erosion Processes (Geographical Science in Practice)]. Moscow, Pabl. Mysl: 9–11.
- Mimokhod R.A., Gak E.I., Khomutova T.E., Ryabogina N.E. Borisov A.V. 2022. Paleoecology – Culture Genesis – Metal Production: the Reasons and Mechanisms of the Change of Periods in the Cultural Space of the South of Eastern Europe at the Turn of the Middle and Late Bronze Ages. Russian Archaeology, 1: 24–38 (in Russian). <https://doi.org/10.31857/S0869606322010159>
- Sidorchuk A.Yu., Borisova O.K., Panin A.V. 2021. Formirovaniye lozhbinno-balochnoy seti na Russkoy soblyudenii [Formation of a Hollow-Ravine Network on the Russian Plain]. In: Tridtsat shestoye plenarnoye mezhevuzovskoye koordinatsionnoye soveshchaniye po probleme erozionnykh ruslovykh i ustyevykh protsessov [Reports and Brief Communications of the 36th Plenary Interuniversity Coordination Meeting on the Problem of Erosion, Channel and Estuarine Processes]. Presentations and Brief Communications, Izhevsk, 11–15 October 2021. Izhevsk, Pabl. Udmurtskiy gosudarstvenny universitet: 9–15.
- Sudnitsyn I.I. 2009. Novoye o paleopochvakh rechnykh dolin [New Information on Paleosols of River Valleys]. Eurasian Soil Science, 7: 891–892.
- Sycheva S.A. 2008. Morfolitopedogenez v akkumulyativnykh i transakkumulyativnykh landshaftakh kak osobyy mekhanizm pochvenno-litogennoy pamяти [Morpholithopedogenesis in Accumulative and Transaccumulative Landscapes as a Special Mechanism of Soil-Lithogenic Memory]. In: Pamiat pochv: pochva kak pamyat biosferno-geosferno-antroposfernykh vzaimodeystviy [Soil Memory: Soil as a Memory of Biosphere-Geosphere-Anthroposphere Interactions]. Moscow, Publ. LKI: 128–161.
- Chernov A.V. 2013. Tipification of River Valleys and River Channels (an Attempt of Compatible Typification). Geomorfologiya, 2 :15–22 (in Russian).
- Sheshnev A.S., Gerasimov O.A., Reshetnikov M.V., Perunov A.V. 2025. Mineral and Chemical Composition of the Ravine Alluvium at the Kamyshin City Area (Volgograd Region). Proceedings of Voronezh State University. Series: Geologiya, 1: 102–112 (in Russian). <https://doi.org/10.17308/geology/1609-0691/2025/1/102-112>
- Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. 2004. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and Diagnostics of Soils in Russia]. Smolensk, Pabl. Oykumena, 342 p.
- Yakimov A.S., Demkin V.A., Alekseyev A.O. 2007. Prirodnyye usloviya stepi Nizhnego Povolzh'ya v epokhu srednevekov'ya (VIII–XIV vv. n.e.). [Natural Conditions of the Steppes of the Lower Volga Region in the Middle Ages (VIII–XIV Centuries AD)] Moscow, Pabl. Priroda, 227 p.
- Chendev Y.G., Petin A.N., Sarapulkin V.A., Aleksandrovsksii A.L., Khokhlova O.S., Dergacheva M.I., Golotvin A.N., Uvarkin S.V., Zemtsov G.L. 2017. Evolution of Forest Pedogenesis in the South of the Forest-Steppe of the Central Russian Upland in the Late Holocene. Eurasian Soil Science, 50(1): 1–13. <https://doi.org/10.1134/S1064229317010033>
- Chendev Y.G., Fedyunin I.V., Inshakov A.A., Golotvin A.N., Dudin D.I., Belevantsev V.G. 2021. Contrasting Variants of Soil Development at Archaeological Sites on Floodplains in the Forest-Steppe of the Central Russian Upland. Eurasian Soil Science, 54(4): 461–477. <https://doi.org/10.1134/S1064229321040050>
- Klinge M., Schneider F., Li Y., Frechen M., Sauer D. 2022. Variations in Geomorphological Dynamics in the Northern Khangai Mountains, Mongolia, since the Late Glacial period. Geomorphology, 401: 108113. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108113>
- Nesteruk G.V., Ilyina L.P., Sushko K.S., Khokhlova O.S., Sverchkova A.E. 2021. Paleoecological Conditions of the Kuban-Azov Lowland in the Bronze and Early Iron Ages as Based on the Study of Buried Soils. Eurasian Soil Science, 54(11): 1644–1658. <https://doi.org/10.1134/S1064229321110090>
- Roberts M.E., Burrows R.M., Thwaites R.N., Hamilton D.P. 2022. Modelling Classical Gullies—a Review. Geomorphology, 407: 108216. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2022.108216>
- Sycheva S.A., Golyeva A.A., Pogosyan L., Sedov S., Solleiro-Rebolledo E., Barceinas-Cruz H., Abrosimov K.N., Romanenko K.A. 2022. Evidence for Stages of Landscape Evolution in Central Mexico During the Late Quaternary from Paleosol-Pedosediment Sequences. Quaternary Research, 107: 159–177. <https://doi.org/10.1017/qua.2021.73>
- Wen Y., Kasielke T., Li H., Zepp H., Zhang B. 2021. A Case-Study on History and Rates of Gully Erosion in Northeast China. Land Degradation & Development, 32(15): 4254–4266. <https://doi.org/10.1002/ldr.4031>

Поступила в редакцию 08.07.2025;
поступила после рецензирования 19.08.2025;
принята к публикации 26.09.2025

Received July 08, 2025;
Revised August 19, 2025;
Accepted September 26, 2025

Конфликт интересов: о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.
Conflict of interest: no potential conflict of interest related to this article was reported.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Борисов Александр Владимирович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории археологического почвоведения, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, обособленное подразделение ФИЦ ПНИЦБИ РАН, г. Пущино, Россия.

Пинской Виктор Николаевич, кандидат географических наук, научный сотрудник лаборатории археологического почвоведения, Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, обособленное подразделение ФИЦ ПНИЦБИ РАН, г. Пущино, Россия.

Кривошеев Михаил Васильевич, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник кафедры истории и международных отношений, Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Alexander V. Borisov, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Archaeological Soil Science, Institute of Physical-Chemical and Biological Problems of Soil Science of the Russian Academy of Sciences, separate division of the FRC PSCBR RAS, Pushchino, Russia

Viktor N. Pinskoy, Candidate of Geographical Sciences, Researcher at the Laboratory of Archaeological Soil Science, Institute of Physical-Chemical and Biological Problems of Soil Science of the Russian Academy of Sciences, separate division of the FRC PSCBR RAS, Pushchino, Russia

Mikhail V. Krivosheev, Candidate of Historical Sciences, Senior Researcher, Department of History and International Relations, Volgograd State University, Volgograd, Russia