

УДК 631.4
DOI 10.52575/2712-7443-2026-50-1-1-1
EDN TIRSRO

Использование почв, погребенных под выбросами из нор животных, для палеопочвенных и палеоэкологических реконструкций

¹Чендев Ю.Г., ¹Пустовая И.А., ²Трегуб Т.Ф.

¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

²Воронежский государственный университет,
Россия, 394068, г. Воронеж, Университетская пл., 1
Chendev@bsuedu.ru

Аннотация. Апробирована новая в почвенно-эволюционных исследованиях методика палеопочвенных и палеогеографических реконструкций на основе сравнительного анализа почв, погребенных под земляными выбросами из нор лесных животных, и современных (фоновых) почв, формирующихся в сходных тополитоэкологических условиях в непосредственной близости от нор. Данную методику предложено относить к группе методов почвенных хронорядов. Исследования выполнены на территории лесостепной зоны Белгородской области. Были изучены почвы, сопряженные с выбросами из норы лисицы (участок «Должик» Белгородского района, бассейн Северского Донца) и норы барсука (участок «Роща» Яковлевского городского округа, бассейн Ворсклы). Проведенная реконструкция экологических обстановок (участок «Должик») позволяет говорить о том, что леса докультурного периода (несколько веков назад) были более сомкнутыми, что способствовало более активному, чем в наши дни развитию подзолообразования в профилях лесных почв. В еще более ранние периоды (согласно исследованиям на участке «Роща») климат был более засушливым по сравнению с современным, что нашло отражение в присутствии в погребенной под выбросом из норы барсука почве более ярких признаков черноземообразования по сравнению с профилем фоновой серой лесной почвы. Это позволяет предполагать исходное присутствие лугово-степных ландшафтов на месте современных лесов лесостепной зоны, и дальнейшую экспансию лесов на степи, которая происходила в позднем голоцене под влиянием изменений климата в сторону увлажнения.

Ключевые слова: Белгородская область, лесостепь, выбросы из нор животных, погребенные почвы, фоновые почвы, эволюция почв, голоцен, палеоэкологические реконструкции

Для цитирования: Чендев Ю.Г., Пустовая И.А., Трегуб Т.Ф. 2026. Использование почв, погребенных под выбросами из нор животных, для палеопочвенных и палеоэкологических реконструкций. Региональные геосистемы, 50(1): 131–148. DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-1-1 EDN: TIRSRO

The Use of Soils Buried Under Embankments from Animal Burrows for Paleosoil and Paleoecological Reconstructions

¹Yuriy G. Chendev, ¹Irina A. Pustovaya, ²Tamara F. Tregub

¹Belgorod State National Research University,
85 Pobeda St., Belgorod, 308015, Russia

²Voronezh State University, Russian Federation
1 Universitetskaya Sq., Voronezh, 394068, Russia
Chendev@bsuedu.ru

© Чендев Ю.Г., Пустовая И.А., Трегуб Т.Ф., 2026

Abstract. A new method for paleosol and paleogeographic reconstructions in soil evolutionary research was tested. This method compares soils buried beneath earthen embankments from forest animal burrows with modern (background) ones formed in similar topographic and lithologic conditions in immediate vicinity of the burrows. This method is proposed to be classified as a soil chronosequence method. The study was conducted in the forest-steppe zone of the Belgorod region. The authors examined the soils associated with earth embankments from a fox burrow (the "Dolzhik" site in the Belgorod district, the Seversky Donets river basin) and a badger burrow (the "Roshcha" site in the Yakovlevsky urban district, the Vorskla river basin). A reconstruction of the ecological conditions (at the "Dolzhik" site) suggests that forests of preindustrial period (several centuries ago) were more densely packed, which contributed to more active podzolization in forest soil profiles than today. In even earlier periods (according to the research at the "Roshcha" site), the climate was drier than today, which reflected in the presence of more pronounced signs of chernozem formation in the soil buried under the badger burrow deposits compared to the background gray forest soil profile. This suggests the initial presence of meadow-steppe landscapes in the place of today's broadleaved forests of the forest-steppe zone, and the subsequent expansion of forests into the steppe, which occurred in the Late Holocene under the influence of climate change toward greater humidity.

Keywords: Belgorod region, forest-steppe, animal burrow embankments, buried soils, background soils, evolution of soils, Holocene, paleoecological reconstructions

For citation: Chendev Yu.G., Pustovaya I.A., Tregub T.F. 2026. The Use of Soils Buried Under Embankments from Animal Burrows for Paleosol and Paleoecological Reconstructions. *Regional Geosystems*, 50(1): 131–148 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2026-50-1-1-1 EDN: TIRSRO

Введение

В Российском почвоведении большое значение традиционно придается изучению направленности, стадийности и темпам изменения почв во времени [Иванов, 1992; Демкин и др., 2003; Александровский, Александровская, 2005; Чендев, 2008; и др.]. Главным трендом развития данного направления является углубление существующих представлений о развитии почв под влиянием природных (прежде всего, климатического) факторов почвообразования. Исследования проводятся в разных регионах России и на разных пространственных уровнях изучения проблемы, причем в большинстве работ исследования не ограничиваются только рассмотрением теоретических вопросов почвообразования и эволюции почв. Почвы стали важным объектом для проведения биоклиматических реконструкций состояния природной среды и, следовательно, объектом экологического мониторинга [Александровский, 1988; Александровский, Александровская, 2005; Демкин и др., 2003; Чендев, Иванов, 2021]. Наряду с изучением природной эволюции почв в последнее время все больше внимания также уделяется вопросам систематики, классификации и антропогенной эволюции почв [Герасимова и др., 2003; Евсеева, Шпанский, 2011]. Начали появляться работы, совмещающие изучение как природной эволюции почв, так и их антропогенных изменений во времени, причем в этих работах, как правило, расширяется набор применяемых методов исследования [Александровский, Александровская, 2005; Чендев, 2008; Chendev et al., 2018].

Накопленный опыт по изучению природной и антропогенной эволюции почв, палеопочвенным и палеоэкологическим реконструкциям, заставляет искать новые пути и способы теоретического и прикладного приложения результатов исследований, особенно в регионах, где сохраняются дискуссионные вопросы генезиса, географии и эволюции почв. Одним из таких регионов является лесостепь центра Восточно-Европейской равнины [Александровский, Александровская, 2005; Чендев, 2008]. В данном регионе сохраняется проблематичность таких вопросов, как возраст лесостепного почвообразования, вопрос о первичности лесов или степей, почв лесного или степного генезиса, вопрос о вкладе хозяйственной деятельности в свойства и географию современных почв и др.

При изучении эволюции почв традиционными объектами исследований являются фоновые и разновозрастные почвы, законсервированные под искусственными земляными насы-

пиями памятников археологии – курганами или оборонительными валами городищ [Александровский, 1988; Иванов, 1992; Hejstman et al., 2013]. Метод, который при этом используется, получил название метода почвенных хронорядов [Иванов, 1992; Александровский, Александровская, 2005; Евсеева, Шпанский, 2011]. Суть метода заключается в сравнительном анализе фоновых и разновозрастных почв, которые начали развиваться одновременно в идентичных условиях материнских пород и рельефа, но затем в разное время «выключались» из почвообразовательного процесса путем захоронения под земляными насыпями археологических памятников. Фоновые (современные) почвы характеризуются максимальной длительностью почвообразования и отражают современную комбинацию факторов среды. Сравнение почв хронорядов дает ценную информацию о происходивших изменениях в почвообразовании под влиянием смен во времени климата, растительности, способов и интенсивности антропогенных воздействий на почвы [Иванов, 1992; Демкин и др., 2003; Rusakov et al, 2019].

Наряду с исследованием хронорядов погребенных почв, теоретический и прикладной интерес представляют работы по изучению почвообразования на поверхности разновозрастных земляных насыпей – с помощью метода хронорядов дневных почв [Геннадиев, 1978; Голеусов, Лисецкий, 2009; Лисецкий и др., 2024]. Этим методом, в частности, устанавливают темпы формирования гумусовых горизонтов и гумусированной части профилей почв в разных биоклиматических обстановках, что важно для разработки методики педогенного датирования насыпных субстратов, расчетов допустимых эрозионных потерь почв, а также для развития общей теории почвообразования [Голеусов, Лисецкий, 2009; Лисецкий и др., 2024].

Объекты исследования, привлекаемые при использовании метода почвенных хронорядов, самые разнообразные: это моренные отложения разных стадий отступления горных ледников [Геннадиев, 1978], разновозрастные почвы в днищах балок [Борисов и др., 2025], разновозрастные земляные насыпи памятников археологии и погребенные под ними почвы [Иванов, 1992; Александровский, Александровская, 2005], серии разновозрастных культурных слоев и пахотных горизонтов почв на территории старых городов [Гольева и др., 2025], наваловки, сопряженные с межевыми рвами, брустверы окопов времен Великой отечественной войны, отвалы вскрышных пород карьеров [Голеусов, Лисецкий, 2009], почвы разновозрастных пашен [Бек, 2022], залежные почвы разных сроков постагрогенного самовосстановления [Малышев, 2021]. Дополнением к приводимому списку также могут быть земляные выбросы из нор диких животных (лисиц, барсуков и других), которые широко встречаются в ландшафтах разных природных зон.

Палеогеографическое и палеоэкологическое значение вещественного состава и конструкции нор животных и земляных выбросов из нор впервые отметил Л.Г. Динесман, изучавший данные объекты в разных природно-климатических обстановках Восточно-Европейской равнины и в других регионах Евразии [Динесман, 1968; Динесман и др., 1989]. Автор отмечал, что норы животных могут иметь очень длительную (до нескольких тысячелетий) историю функционирования, на протяжении которой происходит чередование периодов обживания нор и периодов их запустения, причем, как правило, новые поселяющиеся животные обновляют и углубляют старые норы, что сопровождается формированием рядом с норами высоких земляных выбросов – арены молодого почвообразования и надежного экрана, консервирующего под выбросами погребенные почвы [Динесман, 1968; 1977].

Авторы статьи выполнили первые исследования почв, сопряженных с норами лесных животных, в лесостепной зоне центра Восточно-Европейской равнины. Краткая характеристика полученных результатов изложена в настоящей статье.

Цель исследования – сравнительный анализ свойств фоновых и погребенных под выбросами из нор лесных животных почв, палеопочвенные и палеоэкологические реконструкции, выполненные на основе этого анализа для территории лесостепи центра Восточно-Европейской равнины.

Объекты и методы исследования

Участки исследований находятся на юге лесостепи Среднерусской возвышенности и в административном отношении соответствуют территории Белгородской области.

Участок «Должник» относится к Белгородскому лесничеству и расположен в одноименном урочище в западной части Белгородского района. Урочище представляет собой верховье разветвленной балки, поросшей естественным широколиственным лесом. Данная балка является частью водосборного бассейна реки Везелка – правостороннего притока Северского Донца. Изученный выброс является одним из нескольких выбросов из лисьих нор, расположенных на выположенном (крутизной 3–4°) участке крутого (10–15°) балочного склона северной экспозиции, на высоте 30 м от поверхности корытообразного днища балки. В составе лесной растительности произрастают дуб и липа с примесью клена татарского и остролистного. Жизненность древостоя хорошая. Средний диаметр деревьев составляет 25–30 см, средняя высота деревьев – 25–27 м. В кустарниковом ярусе встречаются редкие экземпляры лещины и бересклета. Проективное покрытие поверхности почвы травами составляет 15–20 %. Встречены такие травы как сныть, звездчатка, ветреница дубравная. Почвенный разрез был заложен через центральную часть достаточно мощного (более 1 м) выброса из норы лисицы и вскрыл всю насыпь, а также верхнюю часть профиля погребенной почвы – до уровня надежной идентификации ее классификационного статуса. Фоновая почва была изучена в керне из скважины, пробуренной ручным буром в 3 м от основания выброса из норы и в 5 м от разреза насыпи и погребенной почвы.

Участок «Роща» расположен на территории лесничества Яковлевского городского округа Белгородской области. Выброс из норы барсука находится в верховьях протяженной (2,5–3 км) балки, выходящей в долину реки Ворскла. В месте исследований форму мезорельефа правильнее назвать лощиной. Крутизна поверхности склона северной экспозиции в месте исследований – 5–6°. Нора барсука находится в центральной части склона лощины, глубина которой оценивается в 6–7 м (верхняя часть балочного водосбора). Изучаемый водосбор полностью облесен. В составе древостоя присутствуют дуб, клен татарский и реже встречающаяся липа. Жизненность древостоя хорошая. Средний диаметр деревьев – 30–35 см, средняя высота деревьев – 25–30 м. Подлесок представлен кленом татарским и дикой грушей. Редкий кустарниковый ярус состоит из бересклета бородавчатого и крушины ломкой. Проективное покрытие поверхности почвы лесным разнотравьем (фиалка лесная, гравилат городской, осока лесная) составляет 10–15 %. Глубокий почвенный разрез был заложен через центральную часть выброса из норы барсука и вскрыл профиль почвы насыпи мощностью более 1 м, а также почти полный профиль погребенной под насыпью почвы. Фоновая почва была изучена в полнопрофильном разрезе, в 7 м к востоку от разреза насыпи и в 4-х м от основания склона выброса из норы в сходных с погребенной почвой тополитологических условиях.

В полевых условиях был использован метод почвенных хронорядов, название которого предлагается использовать в более широкой трактовке, и включать в него не только сравнительный анализ фоновых почв и почв, погребенных под земляными насыпями археологических памятников, но и сравнение почв, погребенных под выбросами из нор животных, и современных почв рядом с выбросами. Вторым важным методом полевого исследования почв был метод морфологического анализа почвенного профиля.

Лабораторные анализы почв выполнялись в ФГБУ «Центр агрохимической службы «Белгородский», а также в лаборатории Института наук о Земле НИУ «БелГУ». Плотность сложения определялась гравиметрическим методом с помощью стальных колец в 3-кратной повторности для каждого слоя. Гранулометрический состав почв определялся по методу пипетки Качинского [ГОСТ 12536-2014], pH водной суспензии потенциометрическим методом [ГОСТ 26423-85], содержание углекислоты карбонатов ацидиметрическим методом, содержание Сорг почв определялось методом мокрого сжигания [ГОСТ 26213-91].

Спорово-пыльцевой анализ почвенных проб был выполнен в лаборатории Воронежского государственного университета одним из авторов статьи (Т.Ф. Трегуб). Анализ подготовленных препаратов выполнялся с помощью микроскопа с увеличением $450\times$ – $600\times$ на наличие спор и пыльцы растений. Репрезентативные палиноспектры подвергались статистической обработке с оформлением результатов в табличной форме.

Результаты и их обсуждение

Дадим краткую характеристику изученных на ключевых участках почв.

Выброс из норы лисицы на участке «Должик» сложен среднесуглинистым материалом материнской породы почв, слабо вскипающим при взаимодействии с 10 % раствором HCl. На вертикальной зачистке разреза хорошо заметна неоднородность материала выброса из норы общей мощностью 105 см по чередованию относительно темных и более светлых участков (рис. 1). Данные участки представляют собой серию молодых почв, формирование которых на насыпи выброса происходило в периоды запустения норы. Весьма приблизительно (по мощности гумусовых горизонтов сформированных на насыпи неполноразвитых почв) возраст бунтаны определяется в 200–300 лет.

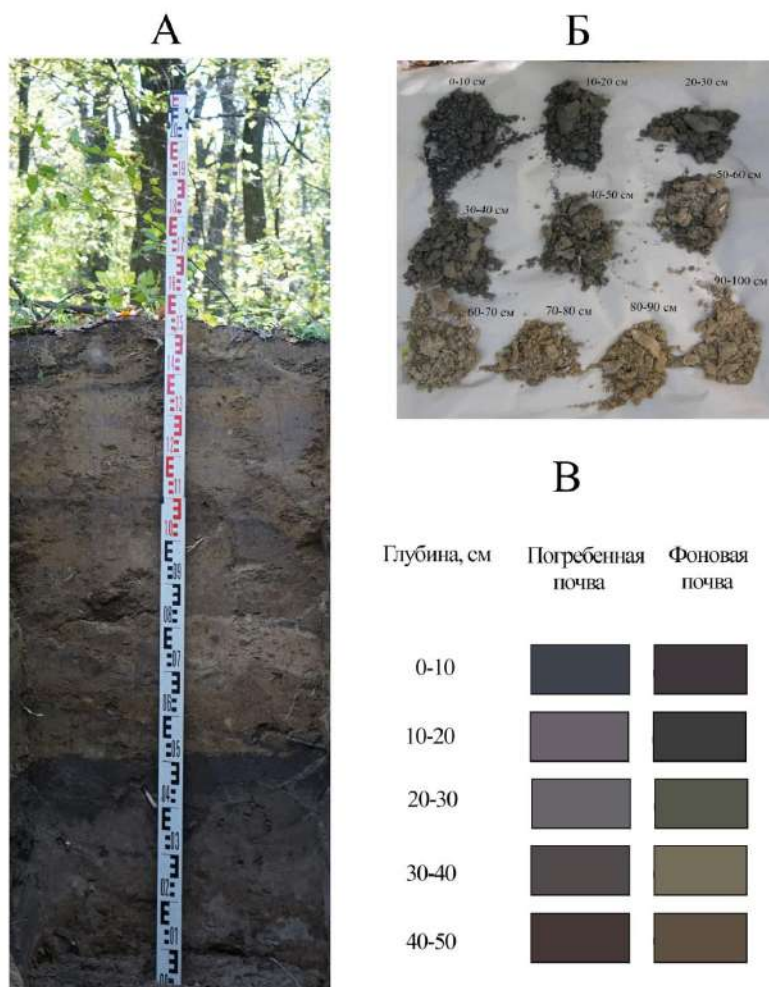


Рис. 1 Строение выброса из норы лисицы и погребенной почвы (А), фоновой почвы (Б, пробы отобраны ручным буром), цветовые различия слоев верхней части профилей погребенной и фоновой почв (В) на участке «Должик»
Fig. 1 Structure of the fox burrow ejecta and the buried soil (A), background soil (B, samples collected with a hand auger), and color differences in the upper layers of the buried and background soil profiles (B) at the “Dolzhik” site

Темноцветная почва, погребенная под выбросом (рис. 1А) хорошо сохранилась и отлично фиксировалась по четкому контакту ее поверхности с более светлым субстратом насыпи выброса. Профиль погребенной почвы был исследован до глубины 50 см. Он состоял из темно-серого гумусового горизонта [A1] мощностью 15 см, залегающего ниже серовато-светло-бурого с белесоватостью горизонта [A1A2] мощностью 12 см, белесовато-светло-бурого горизонта [A2Bt] мощностью 13 см (на глубине 27–40 см от поверхности погребенной почвы); глубже залегал бурый иллювиальный горизонт [Bt] тяжелосуглинистого гранулометрического состава (состав вышележащих горизонтов – среднесуглинистый).

Погребенная почва была отнесена к подтипу серой лесной среднесуглинистой, сформированной на делювиальном среднем суглинке.

Фоновая почва (рис. 1Б) характеризуется следующим строением профиля. Темно-серый среднесуглинистый горизонт A1 имеет мощность 25 см, белесовато-серый с буроватостью среднесуглинистый горизонт A1A2 мощностью 30 см имеет постепенный переход к тяжелосуглинистому горизонту A2Bt белесовато-бурого цвета мощностью 20 см; светло-бурый тяжелосуглинистый горизонт Bt имеет мощность 20–25 см.

Фоновая почва была идентифицирована как темно-серая лесная среднесуглинистая на делювиальном среднем суглинке.

Различия верхних частей профилей погребенной и фоновой почв на участке «Должик» также хорошо определяются по цвету идентичных по глубине слоев (рис. 1В). Оподзоленность погребенной почвы выражена ярче, а мощность гумусированной части профиля меньше, чем в фоновой почве.

Сравнение погребенной и рядом расположенной фоновой почв позволяет сделать вывод, согласно которому гумусированная часть профиля в современной почве (сумма горизонтов A1 и A1A2) заметно больше по мощности, чем в профиле погребенной почвы, что, по нашему мнению может свидетельствовать об усилении гумусообразования в период осветления лесов выборочными рубками на протяжении последних столетий. Осветление лесов сопровождалось более интенсивным поступлением солнечного света и тепла на поверхность лесных почв, что могло отразиться на усилении роли лесных трав в почвообразовательном процессе.

Более детальный сравнительный анализ фоновой и погребенной почв был выполнен на участке «Роща», который стал базовым при проведении палеопочвенных исследований и реконструкций.

Материал выброса из норы барсука сложен средним слабокарбонатным суглинком материнской породы. В месте исследования выброс имел мощность более метра и был неоднороден из-за наличия почв, сформированных на выбросе в разные периоды его существования (рис. 2).

Поверхность насыпи бутаны барсука перекрыта маломощным (13 см) слабо переработанным почвообразованием материалом выброса из норы, что характеризует современный этап ее функционирования. Ниже этого наноса залегает профиль верхней почвы насыпи общей мощностью 12 см (горизонт A1 – 6–7 см; горизонт A1B – 5–6 см). Глубже залегает профиль средней погребенной почвы (см. рис. 2), серый гумусовый горизонт, которой имеет мощность 10–12 см, а на склоне – до 15 см; ниже располагается светло-бурый с сероватостью горизонт A1B, мощность которого составляет 5 см. На глубине 63 см от поверхности выброса была идентифицирована третья, наиболее развитая почва насыпи бутаны, серый гумусовый горизонт которой имел мощность 13–14 см, а переходный серовато-светло-бурый горизонт A1B – 6–7 см. Глубже, до поверхности погребенной почвы отмечался заметно более светлый желтовато-палевый слабокарбонатный средний суглинок, являющийся самым древним выбросом материала материнской породы почвы из норы в начальный период функционирования жилища барсука.



Рис. 2. Почвы, сформированные на выбросе из норы барсука на участке «Роща»
Fig. 2. Soils formed on the ejecta of a badger burrow at the “Roshcha” site

Таким образом, на основании исследования стратиграфии земляного выброса, можно заключить, что в истории функционирования норы было три этапа ее запустения, соответствовавшие периодам формирования трех почвенных профилей. С учетом мощности гумусовых горизонтов почв, сформированных на материале выброса из норы барсука, мы предполагаем, что общая длительность существования норы с выбросом составляет не менее тысячи лет.

Профиль погребенной под выбросом почвы четко определялся по резкой границе с насыпью, более темному цвету, особенностям структуры и более тяжелому гранулометрическому составу (рис. 3Б). Данная почва имеет явные признаки черноземообразования, что, в первую очередь, определялось по достаточно большой мощности гумусированной части профиля. На основании выполненного морфологического анализа данная почва была идентифицирована как чернозем оподзоленный, переходный к темно-серой лесной почве (рис. 3Б). В профиле погребенной почвы выявлена следующая система почвенных горизонтов: [A1]-[A1Bt]-[BtA1]-[Bt]-[BCk]. В профиле погребенной почвы более выразительно сохранились признаки степной стадии почвообразования, которая по нашему мнению предшествовала покрытию лесами изучаемой территории. Такими признаками являются включения палеослепышин, заполненные темным гумусированным материалом в профиле погребенного чернозема, встречающиеся на глубинах 40–100 см (рис. 4).

Фоновая почва была изучена в 7 м к западу от разреза бутаны барсука и погребенной почвы в сходных условиях рельефа (нижняя часть склона ложины крутизной около 6 %). Ее профиль состоит из следующей системы горизонтов: A0-A1-A1A2-A2Bt-B1t-B2t-BtC-C. Фоновая почва идентифицирована как темно-серая лесная (рис. 3А).



Рис. 3. Профили фоновой (А) и погребенной (Б) почв на участке «Роща»
Fig. 3. Profiles of the background (А) and buried (Б) soils at the “Roshcha” site



Рис. 4. Включения гумусированных палеослепышин – индикаторов степного почвообразования, в средней части профиля погребенной почвы
Fig. 4. Humus-enriched paleo-mole rat (Spalax) burrow infillings – indicators of steppe pedogenesis – within the middle horizon of the buried soil profile

Палеослепышины в профиле фоновой почвы были уже почти не заметными и отмечались в виде редких серых «облаков» в слое 40–60 см – ниже гумусированной части профиля почвы.

Результаты лабораторного анализа ряда признаков изученных почв представлены в табл. 1, 2. Графики профильного распределения содержания фракций ила и физической глины в сравниваемых почвах представлены на рис. 5.

Таблица 1
Table 1

Гранулометрический состав почв, изученных на участке «Рошча»
Granulometric composition of soils at the “Roshcha” study site

Глубина, см	% от абсолютно сухой почвы						Содержание физической глины (частиц < 0,01 мм)	Грануло- метрический состав (*)
	круп- ный песок 1–0,25	мелкий песок 0,25–0,05	крупная пыль 0,05– 0,01	средняя пыль 0,01– 0,005	мелкая пыль 0,005– 0,001	ил < 0,001		
Фоновая почва								
0–10	1,17	7,63	42,31	13,75	9,84	25,30	48,88	т/сг
10–20	0,63	7,04	45,25	11,10	9,54	26,44	47,07	т/сг
20–30	0,70	8,47	43,85	11,98	8,36	26,64	46,98	т/сг
30–40	0,74	5,34	43,76	11,17	9,31	29,68	50,15	т/сг
40–60	0,37	1,51	41,14	8,80	7,03	41,15	56,97	т/сг
60–80	0,45	1,54	40,84	8,80	6,67	41,70	57,17	т/сг
80–100	0,54	8,32	38,20	7,29	5,97	39,67	52,93	т/сг
100–120	0,95	31,60	24,51	5,43	7,52	29,99	42,93	с/сг
120–140	0,28	45,78	17,42	2,23	7,95	26,34	36,52	с/сг
140–160	1,62	49,80	16,58	1,01	7,33	23,66	32,00	с/сг
160–180	13,00	43,05	10,80	2,32	8,88	21,95	33,15	с/сг
180–200	16,62	38,40	12,66	1,22	9,37	21,73	32,31	с/сг
Почва выброса из норы								
0–7	7,76	39,01	15,97	4,46	7,25	25,55	37,26	с/сг
7–13	6,14	34,81	19,53	3,90	9,21	26,41	39,52	с/сг
13–28	3,66	25,82	25,55	3,85	11,76	29,36	44,97	с/сг
28–45	5,28	33,34	20,85	5,26	9,26	26,01	40,53	с/сг
45–60	7,79	40,35	16,14	5,75	6,81	23,16	35,72	с/сг
60–76	3,58	30,88	26,62	4,76	6,43	27,73	38,91	с/сг
76–85	3,36	37,43	20,41	3,91	6,58	28,31	38,80	с/сг
85–104	5,02	44,73	16,02	4,15	7,84	22,24	34,22	с/сг
104–120	3,07	33,29	21,48	6,22	9,05	26,89	42,16	с/сг
Погребенная под выбросом почва								
0–10	0,99	12,26	42,41	9,86	10,82	23,66	44,33	с/сг
10–20	1,03	12,70	40,97	10,39	11,01	23,90	45,30	т/сг
20–30	0,79	12,20	41,24	11,23	9,82	24,72	45,77	т/сг
30–40	0,76	8,99	39,45	9,84	10,29	30,67	50,80	т/сг
40–60	0,66	10,29	35,71	6,33	9,98	37,03	53,33	т/сг
60–80	0,53	5,57	38,09	9,93	6,58	39,30	55,82	т/сг
80–100	0,98	3,37	37,87	4,99	8,25	44,54	57,77	т/сг
100–120	1,12	15,05	28,61	6,41	6,82	41,99	55,23	т/сг
120–140	1,17	19,40	26,09	6,50	7,31	39,53	53,34	т/сг
140–160	1,29	33,89	25,05	0,81	6,02	32,94	39,77	с/сг
160–180	5,66	39,64	17,95	3,44	5,81	27,50	36,75	с/сг
180–200	18,57	41,24	10,21	2,74	5,96	21,28	29,98	л/сг

Примечание: (*) гранулометрический состав т/сг – тяжелосуглинистый, с/сг – среднесуглинистый, л/сг – легкосуглинистый.

Таблица 2
Table 2

Некоторые свойства почв, изученных на участке «Рошча»
Some properties of the soils studied at the “Roshcha” site

Глубина, см	Массовая доля органического вещества % ГОСТ 26213-2021	Массовая доля углекислоты карбонатов, % Му по определению углекислоты карбонатов, 1984	Гигроскопическая влажность, % ГОСТ 28268-89	pH водной вытяжки, ед. pH ГОСТ 26423-85
Фоновая почва				
0–10	6,03	0	1,11	7,48
10–20	4,26	0	0,91	6,83
20–30	3,38	0	0,73	6,21
30–40	2,01	0	0,62	6,08
40–60	1,30	0	1,09	6,05
60–80	0,83	0	1,07	6,12
80–100	0,72	0	1,17	6,33
100–120	0,64	0	1,46	6,58
120–140	0,61	0	1,32	6,70
140–160	0,60	0	1,09	6,70
160–180	0,56	0	0,93	6,72
180–200	0,52	0	1,30	6,76
Почва выброса из норы				
0–7	1,61	0	1,38	8,05
7–13	1,14	0	1,22	8,27
13–28	1,82	0	1,44	7,89
28–45	1,04	0,30	1,24	8,11
45–60	1,61	0,50	0,95	8,12
60–76	1,56	1,20	1,17	7,95
76–85	1,14	0,70	1,30	7,99
85–104	1,14	1,30	1,13	7,94
104–120	1,40	1,40	1,13	8,03
Погребенная под выбросом почва				
0–10	3,95	0	1,05	7,60
10–20	1,66	0	0,93	7,47
20–30	1,61	0	1,73	7,46
30–40	1,35	0	0,89	7,31
40–60	1,00	0	1,26	6,52
60–80	0,90	0	1,32	6,30
80–100	1,09	0	1,81	6,62
100–120	0,94	1,00	1,81	7,51
120–140	0,78	0,30	1,54	7,44
140–160	0,60	0,30	1,24	7,10
160–180	0,57	0,30	1,05	7,80
180–200	0,50	0,70	1,07	8,24

Если в погребенной почве только намечается формирование зоны выноса тонкодисперсных фракций в слое 20–30 см, а в более глубоких слоях наблюдается постепенный рост их содержания, то в фоновой почве уже достаточно четко выделяются слой обеднения (20–30 см) и слой накопления (50–80 см) данных фракций (см. рис. 5).

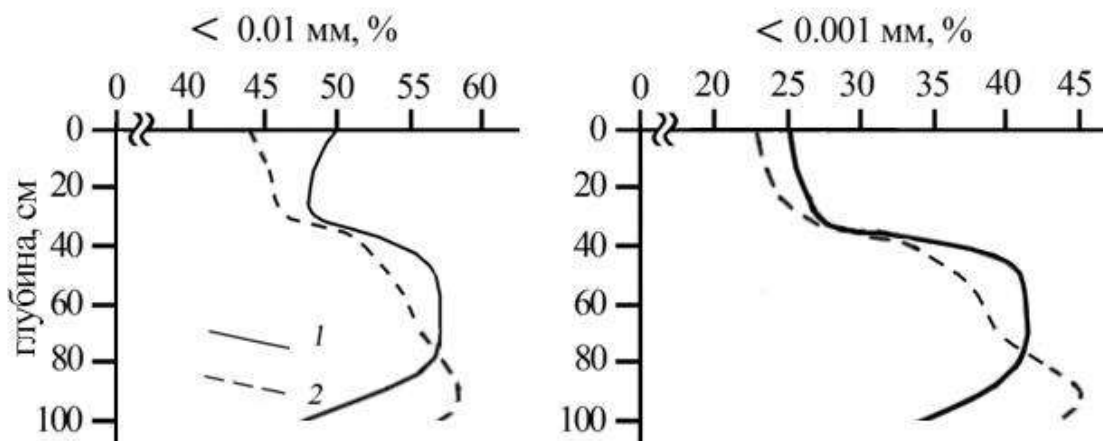


Рис. 5. Распределение содержания гранулометрических фракций физической глины ($< 0,01$ мм) и ила ($< 0,01$ мм) в профилях фоновой почвы (1) и почвы, погребенной под земляным выбросом из норы барсука (2) на участке «Роща»

Fig. 5. Distribution of granulometric fractions – physical clay (< 0.01 mm) and silt (< 0.01 mm) – in profiles of the background soil (1) and the soil buried under badger mound ejecta (2) at the “Roshcha” site

Плотность погребенной почвы изменяется менее резко с глубиной по сравнению с фоновой почвой (рис. 6). Выявленные различия могут свидетельствовать о том, что в предыдущие эпохи почва на уровне иллювиальной части профиля была не в такой степени уплотнена, что в большей степени характерно для черноземов, чем для серых лесных почв.

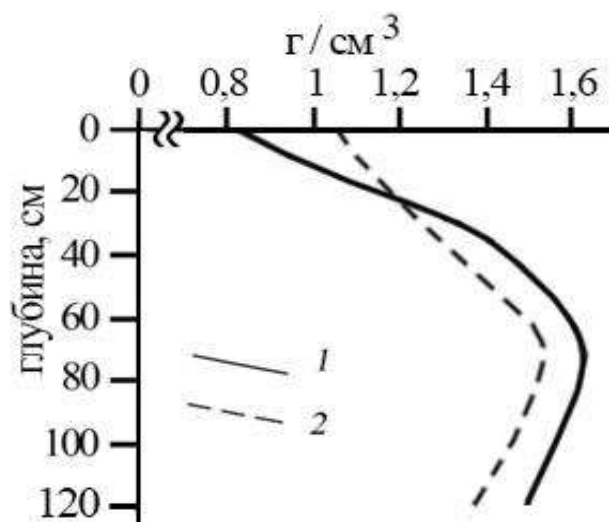


Рис 6. Плотность сложения фоновой и погребенной почв, участок «Роща». Условные обозначения те же, что на рис. 5

Fig. 6. Bulk density of the background and buried soils, the “Roshcha” site. Designations are the same as in Fig. 5

Для фоновой и погребенной под бутаной барсука почв рассчитаны запасы ила (гранулометрическая фракция $< 0,001$ мм) (данные представлены на рис. 7). В целом, можно говорить о том, что как в погребенной, так и в фоновой почвах запасы ила возрастают с глубиной. Вместе с тем данный показатель в фоновой почве, начиная с глубины 20 см, становится выше, чем в погребенной почве, причем наибольшие отличия характерны для слоя 40–80 см, т.е. там, где формируется иллювиальная часть профиля современной почвы с горизонтами A2Bt, B1t и B2t.

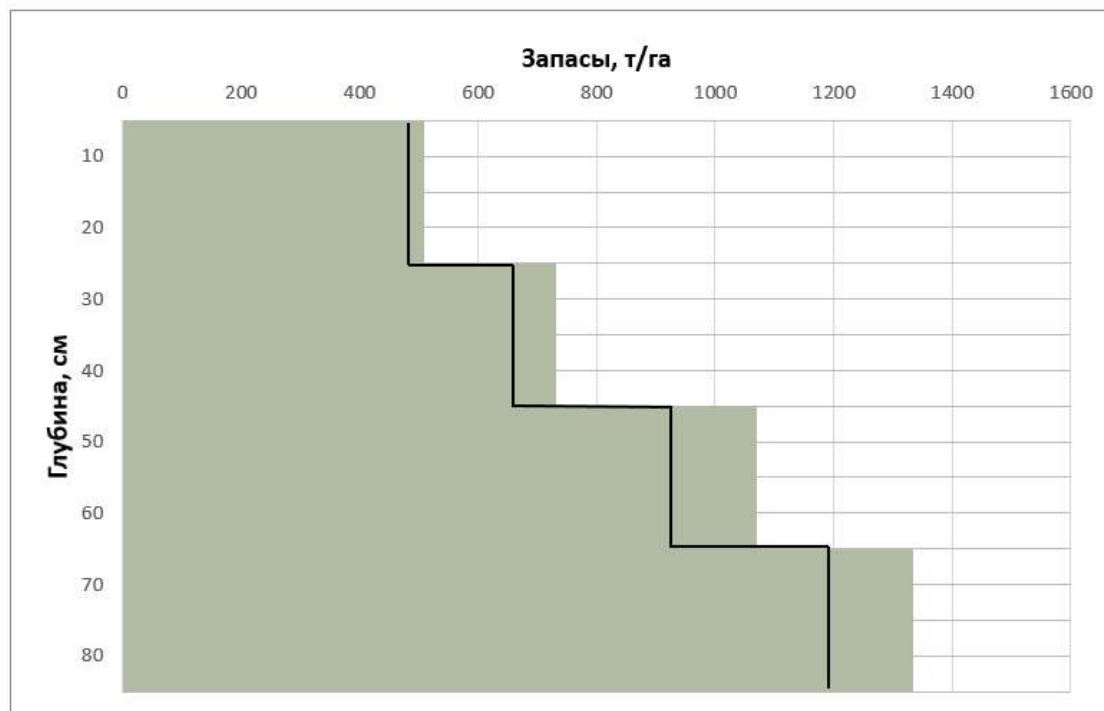


Рис. 7. Распределение запасов ила (гранулометрическая фракция $< 0,001$ мм) в профилях изученных почв на участке «Роща». На графике фоновой почвы контуром изображено распределение показателя в погребенной почве

Fig. 7. Distribution of silt reserves (particle-size fraction < 0.001 mm) in the studied soil profiles at the “Roshcha” site. The background soil graph outlines the distribution of this parameter in the buried soil

В погребенной почве в нижней части профиля выявлены карбонаты (см. табл. 2), в отличие от фоновой почвы, где они не обнаружены, что указывает на более ксерофитный характер растительности в предыдущие эпохи (наличие лугово-степных растительных формаций).

Результаты почвенного исследования участка «Роща» дополняются результатами спорово-пыльцевого анализа проб изученных почв (табл. 3). Пробы отобраны из погребенной почвы под выбросом – черноземного облика, а так же из фоновой почвы рядом с выбросом – темно-серой лесной. Всего по данному объекту было отобрано 5 проб. В пробе [A1] 120–125 см отмечена обильная углистая органика, спор и пыльцы не встречено. В пробах Фон 0–10 см и [A1^hн] 13–18 см при просмотре всего обогащенного осадка были зафиксированы единичные зерна. В пробе [A1^hн] 13–18 см встречено 30 зерен спор и пыльцы, а в пробе Фон 0–10 см – 9 зерен. В мацерате проб [A1^hн] 60–65 см (проба из самой нижней и наиболее сформированной почвы в материале выброса из норы) и ПП Слепышина 46–55 см (проба гумусированного материала слепышины в погребенном под выбросом барсука черноземе) были получены спорово-пыльцевые спектры достаточной насыщенности для восстановления типа и флористического состава растительности.

Из отложений пробы ПП Слепышина 46–55 см был получен спорово-пыльцевой спектр достаточной насыщенности. Состав спектра отразил лесной тип растительности со своеобразным флористическим составом. Здесь преобладает пыльца древесных пород, где доминирует береза (*Betula*) и ольха (*Alnus*) с включением пыльцы осины (*Populus*) и ясеня (*Fraxinus*). Пыльца травянистых растений представлена слабо. Основная роль отведена астровым (*Asteraceae*) и злаковым (*Poaceae*), с участием рогозовых (*Typhaceae*) и бобовых (*Fabaceae*).

Таблица 3
Table 3

Данные спорово-пыльцевого анализа проб почв участка «Роща»
Results of spore-pollen analysis of soil samples from the “Roshcha” site

Состав растительности	Обр. Б-2022 ПП Слепы- шина 46–55 см	Обр. Б- 2022 [Al ¹¹ H] 60–65 см	Обр. Б- 2022 [Al ¹¹ H] 13–28 см	Обр. Б-2022 Ф 0–10 см
Всего пыльцы древесной растительности	78,6	65,0	13*	5*
Всего пыльцы травянистой растительности	13,2	16,8	6*	—
Всего спор	8,2	18,2	13*	4*
Всего насчитано зерен	159 шт.	143 шт.	32 шт.	9 шт.
<i>Picea obovata</i> Ledeb.	—	4,3	—	1*
<i>P. sylvestris</i> L.	8,8	48,4	5*	2*
<i>Juniperus communis</i> L.	—	3,2	2*	—
Всего пыльцы голосеменных растений	8,8	55,9	7*	3*
<i>Betula</i> sect. <i>Albae</i> et sect. <i>Fruticosa</i>	48,8	5,4	—	1*
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	25,6	6,5	—	—
<i>Corylus avellana</i> L.	4,8	2,2	—	—
<i>Tilia cordata</i>	2,4	7,5	—	—
<i>Ulmus laevis</i> Pall. et <i>U. glabra</i> Huds.	4,0	13,9	3*	1*
<i>Quercus robur</i> L.	—	—	1*	—
<i>Acer tataricum</i> L.	—	—	1*	—
<i>Populus nigra</i> L.	3,2	8,9	1*	—
<i>Fraxinus oxycarpa</i> Willd.	2,4	—	—	—
Всего пыльцы покрытосеменных древесных растений	91,2	44,1	6*	2*
<i>Chenopodiaceae</i>	—	2,0	1*	—
<i>Asteraceae</i>	26,6	—	—	—
<i>Cichoriaceae</i>	—	2,0	1*	—
<i>Polygonaceae</i>	—	—	1*	—
<i>Polygonum aviculare</i> L.	—	—	—	—
<i>Poaceae</i>	17,6	6,0	3*	—
<i>Poa sibirica</i> Roschev.	—	—	—	—
<i>Vacciniaceae</i>	—	2,0	—	—
<i>Rosaceae</i>	—	14,0	—	—
<i>Portulacaceae</i>	—	2,0	—	—
<i>Cyperaceae</i>	—	2,0	—	—
<i>Liliaceae</i>	—	2,0	—	—
<i>Typhaceae</i>	11,8	—	—	—
Всего пыльцы трав и кустарничков	61,8	48,0	6*	—
<i>Polypodiaceae</i>	5,8	28,0	7*	2*
<i>Lycopodiella inundata</i> (L.) Holub.	8,8	4,0	2*	1*
<i>Lycopodium</i> sp.	2,9	—	2*	—
<i>Hypolepidaceae</i>	—	10,0	2*	—
<i>Ophioglossaceae</i>	—	2,0	—	1*
<i>Selaginella selaginoides</i> (L.) Link	6,0	—	—	—
<i>Bryales</i>	11,8	8,0	—	—
Всего спор	38,2	52,0	13*	4*

Примечание: * – абсолютное количество пыльцы и спор (шт.).

Споры слагаются в основном зернами: бриевых мхов (*Bryales*), ликоподиеллой заливаемой (*Lycopodiella inundata*), плаунка плауновидного (*Selaginella selaginoides*), многоножковых (*Polypodiaceae*) и в меньшей степени – плауновых (*Lycopodiaceae*) и уховника обыкновенного (*Ophiglossum vulgatum*).

Состав спектра отразил существование небольших сосновых куртин на низких речных террасах. Широкое распространение на данном этапе получили березовые леса с небольшой примесью вяза, липы, ясеня, осины и лещины (*Betula*, *Ulmus*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Populus*, *Corylus*). На данном этапе были развиты обширные заводы, которые обрастали ольшаниками. Такая реконструкция подтверждается значительным участием в составе травянистой растительности рогозовых (*Typhaceae*), а так же преобладанием в составе спор таких представителей как: ликоподиеллы заливаемой, плаунка палуновидного и бриевых мхов.

Климат данного этапа был прохладным и в значительной степени сухим. Проба с указанным выше палинологическим спектром отобрана из темноцветного материала заполнения слепышины. Известно, что слепыш обитает на открытой местности и не встречается в лесах. Вместе с тем, в материале слепышины установлено присутствие пыльцы древесной растительности. Поэтому можно высказать предположение, согласно которому изучаемая почва периода формирования слепышины могла находиться в пограничном пространстве между степью и лесом, например, поблизости от опушки леса.

Проба Б 2022 [A1¹¹Н] 60–65 см (первые столетия после образования норы и погребения чернозема под выбросом из норы) содержит палиноспектр, который отразил лесной тип растительности. Содержание пыльцы в первой группе фиксирует примерно равное количество пыльцы голосеменных пород и покрытосеменных древесных с небольшим преобладанием голосеменных. Среди хвойных пород преобладающим компонентом являлась сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) при незначительном участии ели (*Picea*), а также можжевельника (*Juniperus*).

Вторая группа состоит из равного количества широколиственных и мелколиственных пород. В составе мелколиственных пород были выявлены береза, ольха и осина (*Betula*, *Alnus*, *Populus*), а в составе широколиственных пород присутствовали вяз, липа и лещина (*Ulmus*, *Tilia*, *Corylus*).

Нижний ярус растительности слагается пыльцой 9 семейств травянистых растений и 5 семейств – споровых. В составе травянистых растений преобладает пыльца семейств розоцветных (*Rosaceae*) и бобовых (*Fabaceae*). Кроме этого, в небольшом количестве отмечены представители семейств: злаковых, портулаковых, маревых, лилейных, осоковых, цикориевых и брусничных (клюква – *Oxycoccus microcarpus*; черника – *Vaccinium myrtillus*).

Состав спор слагается зернами многоножковых (*Polypodiaceae*), гиполеписовых (*Hypolepidaceae*) и в меньшей степени ликоподиеллой заливаемой (*Lycopodiella inundata*), уховниковых (*Ophiglossaceae*), бриевыми мхами (*Bryales*).

Во время накопления изучаемых отложений на прилегающей территории были развиты леса (пыльцы древесных – 65 %). Боровая ассоциация (*Pinus sylvestris*) занимала площадки низких террас, где отмечена в качестве единичных особей ель (*Picea*) и можжевельник (*Juniperus*). Галерейные леса вдоль речной долины слагались липой, вязом, осинкой с включением лещины (*Tilia*, *Ulmus*, *Populus*, *Corylus*), и возможно занимали частично междуречные пространства. Затоны и заводы обрастали ольшаниками (*Alnus*). Травянистый покров формировался в основном луговым разнотравьем, покрывавшим пойменные площадки. Споровые растения расселялись либо по сырым полянам в лесной формации – орляк обыкновенный (*Pteridium aquilinum*), по заливаемым песчаным отмелям и заболоченным лугам – ликоподиелла заливаемая (*Lycopodiella inundata*), по суходольным лугам, сырым лесным полянам, на поймах среди кустарниковых зарослей – уховник обыкновенный (*Ophiglossum vulgatum*) и по периодически подтопляемым грунтам – многоножковые (*Polypodiaceae*).

Климатические условия накопления отложений данной пробы были относительно прохладными и влажными (клюква и черника в лесах).

Заключение

Погребенная под выбросом из норы барсука почва сохранила ряд признаков степного почвообразования, хотя уже находилась под лесом в ареале обитания барсука. Реликтовые черты степного почвообразования в погребенной почве определялись по следующим признакам: более насыщенный темный цвет верхней части профиля, более мощный гумусированный слой с элементами зернистой структуры, наличие включений палеослепышин, меньшая плотность иллювиальных горизонтов, менее выраженная вертикальная дифференциация профиля по содержанию и запасам илистой фракции. Многие реликтовые признаки потом исчезли и не сохранились в современных лесных почвах под влиянием длительного лесного почвообразования.

Лесной характер почвообразования, существовавший во время появления норы барсука (около 1000 лет назад) подтверждается закономерностями хода с глубиной рН водного (с минимумом значений в средней части профиля (см. табл. 2)), а также характером вертикального распределения ила и уже заметным его выносом в среднюю часть профиля. На продвинутой стадии лесного почвообразования (в современной фоновой почве) эти признаки еще более усилились.

Говоря о реконструкциях природных обстановок, выполненных на основе исследования почв, погребенных под выбросами из норы барсука в Яковлевском лесничестве, можно предполагать, что ранее характер растительности на данной территории характеризовался как мезофтно-ксерофитный (степной), а климат был более аридным; после же смены основных климатических трендов в сторону более влажных и более холодных условий произошла смена степей на облесенные участки в результате позднеголоценовой экспансии леса на степь, что, вероятно, было характерной особенностью формирования лесостепных ландшафтов на больших пространствах Белгородской области.

Несколько столетий назад в первобытных широколиственных лесах региона микроклиматические условия были более прохладными и влажными по сравнению с современными характеристиками. По нашему мнению, это было обусловлено высокой густотой древостоев и сильной затененностью лесов, под пологом которых активнее, чем в наши дни, развивался подзолообразовательный процесс (реконструирован на участке «Должик») и существовали благоприятные условия для произрастания клюквы и черники (согласно спорово-пыльцевому анализу почвы на выбросе из норы барсука, участок «Роща»). На протяжении последних столетий леса претерпели антропогенную трансформацию. Они стали более редкостойными и осветленными, что могло способствовать понижению уровня грунтовых вод и исчезновению ряда северных видов растений, произраставших ранее под их пологом. Весьма вероятным также было усиление роли трав в почвообразовательном процессе под лесами.

Список источников

- Герасимова М.И., Строганова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. 2003. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация. Смоленск, Изд-во Ойкумена, 268 с.
- ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. 2015. М., Стандартинформ, 18 с.
- ГОСТ 26213-91. Почвы. Методы определения органического вещества. 1992. М., Государственный комитет стандартизации и метрологии, 6 с.
- ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. 2011. М., Стандартинформ, 4 с.

Список литературы

- Александровский А.Л. 1988. Эволюция почв Восточной Европы на границе между лесом и степью. В кн.: Естественная и антропогенная эволюция почв. М., Наука: 82–94.
- Александровский А.Л., Александровская Е.И. 2005. Эволюция почв и географическая среда. М., Наука, 223 с.
- Бек А.Н. 2022. Исследование гумусированности почв в агрохронорядках с использованием наземных средств и данных дистанционного зондирования Земли. Региональные геосистемы, 46(2): 210–222. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-2-210-222>
- 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. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2025-49-4-684-695>
- Геннадиев А.Н. 1978. Изучение почвообразования методом хронорядов. Почвоведение, 12: 33–43.
- Голеусов П.В., Лисецкий Ф.Н. 2009. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи. М., ГЕОС, 210 с.
- Гольева А.А., Хохлова О.С., Энговатова А.В. 2025. Погребенные пахотные почвы и культурные слои древнего Ярославля как отражение природных и антропогенных процессов. Почвоведение, 3: 347–359. <https://doi.org/10.31857/S0032180X25030025>
- Демкин В.А., Демкина Т.С., Борисов А.В. 2003. Палеопочвоведение и археология: Итоги и перспективы интеграции. В кн.: Экология древних и современных обществ. Доклады конференции, Тюмень, 18–22 ноября 2003. Тюмень, Изд-во ИПОС СО РАН, Вып. 2: 33–37.
- Динесман Л.Г. 1968. Изучение истории биогеоценозов по норам животных. М., Наука, 100 с.
- Динесман Л.Г. 1977. Биогеоценозы степей в голоцене. М., Наука, 160 с.
- Динесман Л.Г., Киселева Н.К., Князев А.В. 1989. История степных экосистем Монгольской народной республики. М., Наука, 215 с.
- Евсеева Н.С., Шпанский А.В. 2011. Методы палеогеографических исследований. Томск, ТГУ, 253 с.
- Иванов И.В. 1992. Эволюция почв степной зоны в голоцене. М., Наука, 141 с.
- 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>
- Малышев А.В. 2021. Особенности воспроизводства почв на залежах в различных физико-географических условиях Белгородской области. Региональные геосистемы, 45(1): 40–50. <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-1-40-50>
- Чендев Ю.Г. 2008. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. М., ГЕОС, 212 с.
- Чендев Ю.Г., Иванов И.В. 2021. Палеопочвенные реконструкции в археологических ландшафтах речных пойм лесостепи. В кн.: Почвы – стратегический ресурс России. Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, Сыктывкар, 2020–2022. Москва-Сыктывкар, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН: 789–790.
- Chendev Yu., Khokhlova O., Ponomarenko E., Ershova E., Alexandrovskiy A., Myakshina T. 2018. Holocene Environmental and Anthropogenic Changes of Soils and Vegetation in the Central Russian Upland: The Case Study in the “Belogorie” Natural Reserve. Geosciences, 8(12): 473. <https://doi.org/10.3390/geosciences8120473>
- Hejzman M., Součková K., Křišťuf P., Peška J. 2013. What Questions can be Answered by Chemical Analysis of Recent and Paleosols from the Bell Beaker Barrow (2500–2200 BC), Central Moravia, Czech Republic? Quaternary International, 316: 179–189. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2013.06.014>
- Rusakov A., Makeev A., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., ... Puzanova T. 2019. Paleoenvironmental Reconstruction Based on Soils Buried Under Scythian Fortification in the Southern Forest-Steppe Area of the East European Plain. Quaternary International, 502: 197–217. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.05.016>

References

- Aleksandrovskiy A.L. 1988. Evolyutsiya pochv Vostochnoy Evropy na granitse mezhdru lesom i step'yu [Soil Evolution in Eastern Europe at the Forest-Steppe Boundary]. In: Estestvennaya i antropogennaya evolyutsiya pochv [Natural and Anthropogenic Soil Evolution]. Moscow, Publ. Nauka: 82–94.
- Aleksandrovskiy A.L., Aleksandrovskaya E.I. 2005. Evolyutsiya pochv i geograficheskaya sreda [Soil Evolution and Geographical Environment]. Moscow, Publ. Nauka, 223 p.
- Bek A.N. 2022. The Study of Soil Humus Content in Agrochronological Series Using Ground-Based Tools and Remote Sensing Data. *Regional Geosystems*, 46(2): 210–222 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2022-46-2-210-222>
- 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). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2025-49-4-684-695>
- Gennadiyev A.N. 1978. Izuchenie pochvoobrazovaniya metodom hronoryadov [Study of soil formation by the method of chronosequences (by the example of soils in the Elbrus Region)]. *Pochvovedenie*, 12: 33–43.
- Goleusov P.V., Lisetskii F.N. 2009. Regeneration of Soils in Anthropogenically Disturbed Landscapes of Foreststeppe Zone. Moscow, Publ. GEOS, 209 p. (in Russian).
- Golyeva A.A., Khokhlova O.S., Engovatova A.V. 2025. Buried Arable Soils and Cultural Layers of Ancient Yaroslavl as a Record of Natural and Anthropogenic Processes. *Eurasian Soil Science*, 58(3): 1–11. <https://doi.org/10.1134/S1064229324604037>
- Demkin V.A., Demkina T.S., Borisov A.V. 2003. Paleopochvovedeniye i arkhologiiya: Itogi i perspektivy integratsii [Paleopedology and Archaeology: Results and Integration Prospects]. In: *Ekologiya drevnikh i sovremennykh obshchestv* [Ecology of ancient and modern societies]. Conference reports, Tyumen, 18–22 November 2003. Tyumen, Publ. IPOS SO RAN, Vol. 2: 33–37.
- Dinesman L.G. 1968. Izuchenie istorii biogeotsenozov po noram zhivotnykh [Studying Biogeocenosis History Through Animal Burrows]. Moscow, Publ. Nauka, 100 p.
- Dinesman L.G. 1977. Biogeotsenozy stepey v golotsene [Biogeocenoses of Steepes in the Holocene]. Moscow, Publ. Nauka, 160 p.
- Dinesman L.G., Kiseleva N.K., Knyazev A.V. 1989. Istoriya stepnikh ekosistem Mongolskoy narodnoy respubliki [History of Steppe Ecosystems of the Mongolia People Republic]. Moscow, Publ. Nauka, 215 p.
- Evseyeva N.S., Shpanskiy A.V. 2011. Metody paleogeograficheskikh issledovaniy [Methods of Paleogeographic Research]. Tomsk, Publ. TGU, 253 p.
- Ivanov I.V. 1992. Evolyutsiya pochv stepnoy zony v golotsene [Holocene evolution of steppe zone soils]. Moscow, Publ. Nauka, 143 p.
- Lisetskii F.N., Goleusov P.V., Buryak Zh.A. 2024. Tolerable Soils Erosion Losses and Soil Formation Rates in the Context of Carbon Balance Regulation. *Lomonosov Soil Science Journal*, 79(3): 336–348 (in Russian). <https://doi.org/10.3103/S014768742470025X>
- Malyshev A.V. 2021. Peculiar Properties of Soil Reproduction on Fallow Lands in various Physical and Geographical Conditions of the Belgorod Region. *Regional Geosystems*, 45(1): 40–50 (in Russian). <https://doi.org/10.52575/2712-7443-2021-45-1-40-50>
- Chendev Yu.G. 2008. Evolyutsiya lesostepnykh pochv Srednerusskoy vozvyshennosti v golotsene [Evolution of Forest-Steppe Soils of the Central Russian Upland in the Holocene]. Moscow, Publ. GEOS, 212 p.
- Chendev Yu.G., Ivanov I.V. 2021. Paleopochvennye rekonstruktsii v arheologicheskikh landshaftakh rechnykh poim lesostepi [Paleosol Reconstructions in Archaeological Landscapes of Forest-Steppe Zone Floodplains]. In: *Pochvi – strategicheskii resurs Rossii* [Soils as Russia's Strategic Resource]. Abstracts of the VIII Congress of the V.V. Dokuchaev Society of Soil Scientists and the School of Young Scientists on Soil Morphology and Classification, Syktyvkar, 2020–2022. Moscow-Syktyvkar, Publ. Institut biologii Komi nauchnogo tsentra Uralskogo otdeleniya: 789–790.
- Chendev Yu., Khokhlova O., Ponomarenko E., Ershova E., Alexandrovskiy A., Myakshina T. 2018. Holocene Environmental and Anthropogenic Changes of Soils and Vegetation in the Central

- Russian Upland: The Case Study in the “Belogorie” Natural Reserve. *Geosciences*, 8(12): 473. <https://doi.org/10.3390/geosciences8120473>
- Hejzman M., Součková K., Křišťuf P., Peška J. 2013. What Questions can be Answered by Chemical Analysis of Recent and Paleosols from the Bell Beaker Barrow (2500–2200 BC), Central Moravia, Czech Republic? *Quaternary International*, 316: 179–189. <https://doi.org/10.1016/J.QUAINT.2013.06.014>
- Rusakov A., Makeev A., Khokhlova O., Kust P., Lebedeva M., ... Puzanova T. 2019. Paleoenvironmental Reconstruction Based on Soils Buried Under Scythian Fortification in the Southern Forest-Steppe Area of the East European Plain. *Quaternary International*, 502: 197–217. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2018.05.016>

*Поступила в редакцию 17.07.2025;
поступила после рецензирования 02.12.2025;
принята к публикации 11.02.2026*

*Received July 17, 2025;
Revised December 02, 2025;
Accepted February 11, 2026*

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

Чендев Юрий Георгиевич, доктор географических наук, профессор кафедры природопользования и земельного кадастра института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Пустовая Ирина Александровна, аспирант кафедры географии, геоэкологии и безопасности жизнедеятельности института наук о Земле, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, г. Белгород, Россия

Трегуб Тамара Федоровна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории биостратиграфии геологического факультета, Воронежский государственный университет, г. Воронеж, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Yuri G. Chendev, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Nature Management and Land Cadastre, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Irina A. Pustovaya, Postgraduate Student of the Department of Geography, Geoecology and Life Safety, Institute of Earth Sciences, Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Tamara F. Tregub, Candidate of Geographical Sciences, Chief Researcher, Laboratory of Biostratigraphy, Faculty of Geology, Voronezh State University, Voronezh, Russia