

УДК 631.48

НАТИВНЫЕ ЭТАЛОННО ЗНАЧИМЫЕ ЧЕРНОЗЕМЫ В СТАРООСВОЕННОЙ ЛЕСОСТЕПИ: ПОИСК СОХРАНИВШИХСЯ АРЕАЛОВ И АНАЛИЗ СВОЙСТВ

© 2024 г. Ю. Г. Чендев^{а,*}, М. А. Смирнова^{б,**},

А. Н. Геннадиев^{б,***}, В. Г. Белеванцев^{а,****}

^аБелгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия

^бМосковский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия

*E-mail: sciences@mail.ru

**E-mail: summerija@yandex.ru

***E-mail: alexagenna@mail.ru

****E-mail: belaral@bk.ru

Поступила в редакцию: 24.07.2024 г.

После доработки: 01.12.2024 г.

Принята к публикации: 03.12.2024 г.

Приводятся первые результаты поиска, идентификации и анализа небольших сохранившихся участков нераспаханных черноземных почв, приуроченных к водораздельным пространствам Среднерусской возвышенности и находящихся за пределами заповедных территорий. Для идентификации участков луговых степей, все время являвшихся сенокосами и/или выгонами, т.е. никогда не пахавшимися территориями в староосвоенной лесостепи, использован историко-картографический анализ старинных карт конца XVIII, середины и конца XIX, середины XX вв. и современных спутниковых снимков, дополнительный рекогносцировочными выездами. Всего на территории Белгородской области выделено 45 таких участков, размерами от первых десятков до первых десятков тысяч квадратных метров и, общей площадью около 120 га. Показано, что сенокосы и выгоны, сохранившиеся в ряде сел на юге Среднерусской возвышенности, представляют собой научный интерес для изучения эталонных свойств и функций нативных черноземов Центральной лесостепи. Главным индикатором отсутствия распашки на изучаемых участках служит водопрочная зернистая структура верхних слоев черноземов. Запасы органического углерода в метровой толще изученных почв варьируют от 227 до 319 т/га — что находится в соответствии с известными сведениями о запасах углерода в целинных заповедных черноземах лесостепи. Показано, что разнообразие плакорных вариантов нативных лугово-степных черноземов обусловлено различиями в почвообразующих породах: лессовидных карбонатных средних и тяжелых суглинков, маломощных лессовидных суглинков, красноцветных опесчаненных пород неогена и красно-бурых глин. Обнаружены различия в степени уплотнения верхней части почвенных профилей, обусловленные разной нагрузкой, возникающей в результате выпаса скота, и различным соотношением между сенокосением и выпасом в зависимости от местных условий и участков.

Ключевые слова: нативные черноземы, охрана почв, мониторинг почв, почвы Белгородской области, запасы углерода

DOI: 10.31857/S0869607124040107, **EDN:** MNWGCL

ВВЕДЕНИЕ

В условиях практически тотальной антропогенной трансформации почвенного покрова на территории восточно-европейской лесостепи существует острый дефицит эталонно значимых черноземов, которые могли бы служить основой для сравнения с антропогенно трансформированными почвами окружающих территорий, а также выступать объектом исследования естественной географии почв [15, 24, 25]. В этой связи поиск, изучение и использование эталонных качеств нативных почв и сохранившихся естественных фрагментов почвенного покрова в этом регионе представляются весьма актуальными. Ранние исследования естественных черноземов лугово-степных ландшафтов лесостепи касались, главным образом, почв заповедных участков, занимающих небольшие площади на территории Центрально-Черноземного заповедника им. В. В. Алехина и заповедника “Белогорье” [1, 3, 9, 14]. Малая площадь сохранившихся фрагментов почвенного покрова с целинными черноземами (не более 60 кв. км на всей территории лесостепи Среднерусской возвышенности, из которых 53 кв. км приходится на Центрально-Черноземный заповедник им. В. В. Алехина) сужает разнообразие природных факторов почвообразования и ограничивает возможности сравнения с черноземами более отдаленных территорий [15]. В связи с этим высказываются пожелания о создании дополнительных резерватов с нативными черноземами в виде особо охраняемых природных территорий [4, 19]. Как справедливо отмечает О. В. Чернова, “в районах высокой сельскохозяйственной измененности сложно найти значительные по площади территории с естественными биоценозами и почвами. В таких условиях необходима инвентаризация всех, даже небольших по площади участков ненарушенных почв под естественной или восстановленной растительностью” [4, с. 35]. Использование массовых данных о некоторых свойствах целинных черноземов имеется в работе Д. И. Щеглова [20]. При рассмотрении лесостепных черноземов на территории Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой, Орловской и Тамбовской областей автор приводит усредненные характеристики по 21 разрезу черноземов выщелоченных и 33 разрезам черноземов типичных, изученных на целинных участках, но в работе нет ссылок на места проведенных исследований [20]. Поэтому непонятно, были использованы данные по разным участкам (включая новые, ранее не изученные) или на небольшом числе известных целинных участков закладывались серии почвенных разрезов, вошедших в указанную выборку.

В данной статье приводятся первые результаты поиска, идентификации и анализа небольших сохранившихся участков нераспаханных черноземных почв с набором естественных свойств на территории юга Среднерусской возвышенности, которые расположены на ровных водораздельных поверхностях, т.е. отражают зональный характер лугово-степного почвообразования в лесостепной зоне. Выявленные участки с эталонно значимыми черноземами могут быть репрезентативными для сравнения с пахотными почвами, приуроченными к максимально сходным топологическим и биоклиматическим условиям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Историко-картографический анализ старинных карт для реконструкции изменений во времени растительности, гидрографической сети, угодий, выявления почвенных агрохронорядов с целью изучения агротехногенной эволюции почв используется длительное время и хорошо зарекомендовал себя как достоверный

метод исследования пространственно-временных изменений компонентного состава геосистем [2, 8, 16, 18, 21]. В настоящей работе основным методическим приемом также было использование разновременных достоверных крупномасштабных (М 1:8400, 1:10000) карт конца XVIII, середины и конца XIX, середины XX вв. и современных спутниковых снимков для идентификации участков луговых степей, все время являвшихся сенокосами и/или выгонами, т.е. никогда не пахавшимися территориями в староосвоенной лесостепи. Местом хранения крупномасштабных картографических материалов XVIII и XIX вв. является Российский государственный архив древних актов (РГАДА) (г. Москва). Местом хранения крупномасштабных (М 1:10000) карт середины XX в. служит архив Управления Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии по Белгородской области (г. Белгород). Современные спутниковые снимки находятся в свободном доступе в сети Интернет (например, ресурс ArcGISWorldImagery (<https://www.arcgis.com/home/webscene/viewer.html>)). Подобранный набор карт с фрагментами спутниковых снимков на все, подходящие для дальнейших исследований, участки были отсканированы, оцифрованы, прошли процедуру координатной привязки и представлены в едином масштабе 1:10000. Для этого использовалось программное обеспечение и соответствующий набор инструментов в среде ArcGIS.

Работа с крупномасштабными картами середины XX в. (с горизонталями рельефа) выявила ряд перспективных участков для поиска старых выгонов в селах Белгородской области: Коровино, Рождественка, Толстое, Скородное и ряде других (всего более 40 участков (рис. 1)), большинство из которых затем изучалось с помощью старинных карт. Идентификация современных угодий на данных участках выполнялась с помощью спутниковых снимков.

Предпочтение отдавалось участкам, расположенным на ровных водоразделах с крутизной поверхности от 0 до 2 градусов (плакоры). В дальнейшем осуществлялась работа в РГАДА по изучению крупномасштабных старинных карт на территорию ряда сел с перспективными участками сенокосов и выгонов. Одним из важных результатов явилось обоснование возможности использования в работе так называемых “трехверсток” — военно-топографических карт масштаба 1:126000, — которые более доступны по сравнению с материалами РГАДА (например, их можно найти в Интернет-ресурсах). Сравнение указанных карт показало, что на “трехверстках” пространство под сенокосами—выгонами внутри сел можно четко идентифицировать, что расширяет возможности поиска новых участков, не обеспеченных картами масштаба 1:8400 (в РГАДА имеется лишь незначительная часть сел, на которые есть такие карты — планы дач генерального и специального межеваний). В качестве примера на рис. 2 приводятся два парных фрагмента карт масштабов 1:8400 и 1:126000 с идентификацией на них сенокосов—выгонов (карты масштаба 1:8400 уменьшены).

Одним из примеров ключевого участка, на котором сенокосы—выгоны сохранились на достаточно большой площади (около 5 га) является участок на южной окраине села Коровино в Ракитянском районе Белгородской области. Работа по идентификации ареала изучаемого угодья на данной территории проводилась на основании использования карт и материалов дистанционного зондирования Земли всех доступных исторических периодов — с конца XVIII по начало XXI вв. (рис. 3).

Важным методическим приемом поиска эталонно значимых черноземов явилось изучение морфологического строения верхней части их профилей в прикопках

на этапе рекогносцировочных выездов на ключевые участки исследования. Выбирались места без заметных антропогенных нарушений поверхности почвы — за пределами зон проездов транспорта и когда-либо существовавших грунтовых дорог (что определялось натурными наблюдениями и анализом разновременных карт). Главным индикатором отсутствия распашки в прошлом являлась хорошо выраженная (зернистая или комковато-зернистая) структура черноземов в верхнем 20-см слое почв, а также отсутствие следов старопашотного горизонта, который долгое время (на протяжении многих десятилетий, а по мнению некоторых исследователей, даже столетий) может сохраняться в почвенных профилях [11, 12]. Как правило, еще до заложения прикопок идентифицировать структуру верхних почвенных слоев помогал анализ свежих выбросов почвенного материала слепышами, на поверх-

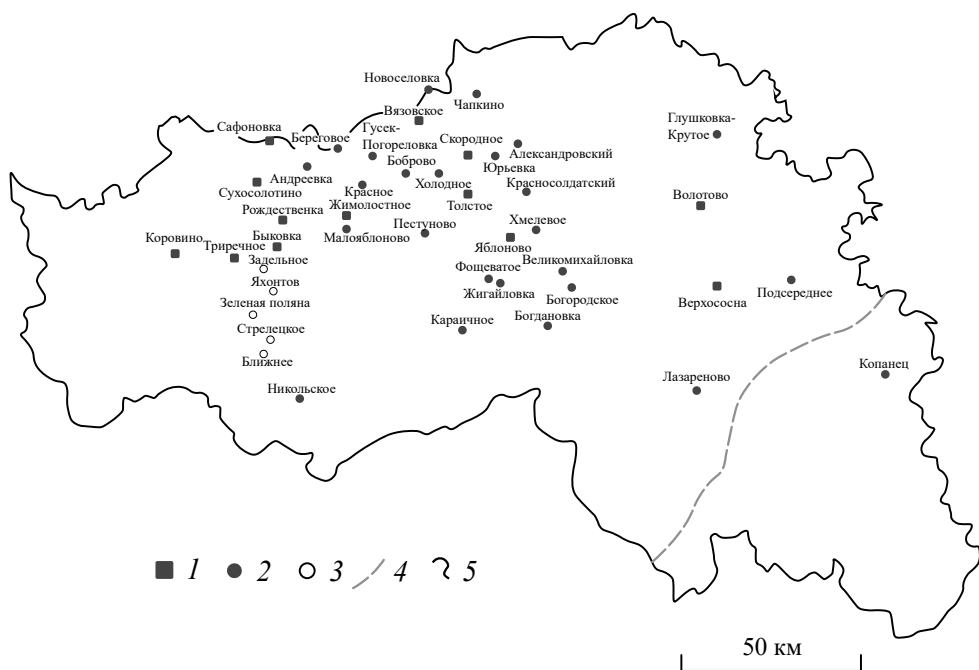


Рис. 1. Местоположение участков сенокосов и выгонов в окрестностях населенных пунктов на юге Среднерусской возвышенности (в административных границах Белгородской области), ранее не подвергавшихся распашке (с нативными черноземами лесостепи). Условные знаки: 1 — участки, выявленные с использованием планов дач генерального и/или специального межевания земель Российской империи; 2 — участки, выявленные с помощью листов военно-топографической карты 1860–1870-х гг.; 3 — участки, условно перспективные с учетом наличия на них покрова дикорастущих трав, идентифицированного на топографических картах М 1:10 000 и детальных спутниковых снимках в интервале времени с 1950-х по 2020-е гг.; 4 — граница лесостепи и степи; 5 — административная граница Белгородской области.

Fig. 1. Location of hayfields and pastures in the vicinity of settlements in the southern part of the Central Russian Upland (within the administrative borders of the Belgorod region), previously not subjected to arable cultivation (with native Chernozems of the forest-steppe). Legend: 1 — areas identified using plans of land sites of the Russian Empire; 2 — areas identified using military topographic maps from the 1860s-1870s; 3 — areas with potential interest based on the presence of wild grass cover, identified in topographic maps at 1:10 000 scale and detailed satellite images from the 1950s to the 2020s; 4 — boundary between forest-steppe and steppe zones; 5 — administrative border of the Belgorod oblast.

ности холмиков которых зернистая структура естественных черноземов выглядела достаточно отчетливо (рис. 4).

На ключевых участках исследования почвенные профили изучались в глубоких разрезах с помощью метода генетического анализа почвенного профиля. Описание строения профилей в разрезах дополнялось изучением почвенных проб, извлеченных из буровых скважин, которые закладывались рядом с основными разрезами.

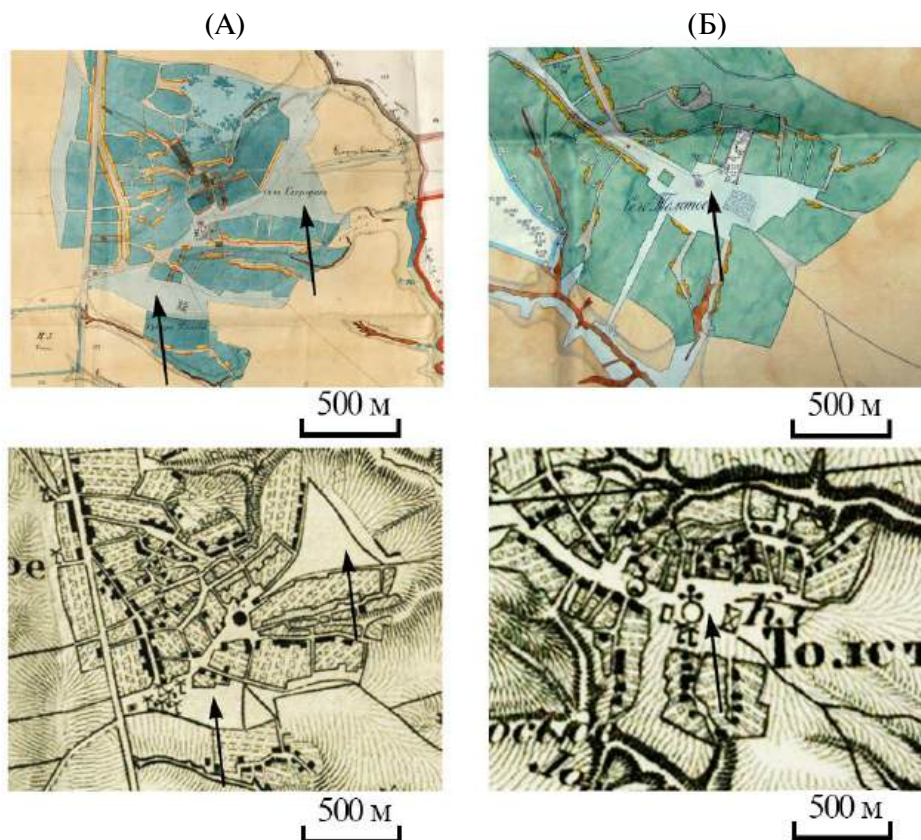


Рис. 2. Сенокосы и выгоны (показаны стрелками) в селах Скородное¹ (А) и Толстое² (Б) Губкинского городского округа Белгородской области на старинных картах разного масштаба как альтернативные варианты поиска участков с нативными черноземами.

Fig. 2. Hayfields and pastures (indicated by arrows) in the villages of Skorodnoye¹ (A) and Tolstoye² (B) of the Gubkinsky urban district of the Belgorod oblast on historical maps of different scales as alternative options for finding areas with native Chernozems.

¹ Вверху — Геометрический специальный план... села Скородное...1881 года... // РГАДА. Фонд. 1354. Опись 221. Ч. II. С 43-к.; внизу — военно-топографическая карта Курской губернии. В дюйме 3 версты. Лист 15. Ряд XX.— СПб., 1864.

² Вверху — Геометрический специальный план... Толстого и Корочки сел... 1914 года... // РГАДА. Фонд. 1354. Опись 221. Ч. II. Т 37-к.; внизу — военно-топографическая карта Курской губернии. В дюйме 3 версты. Лист 15. Ряд XXI.— СПб., 1864.

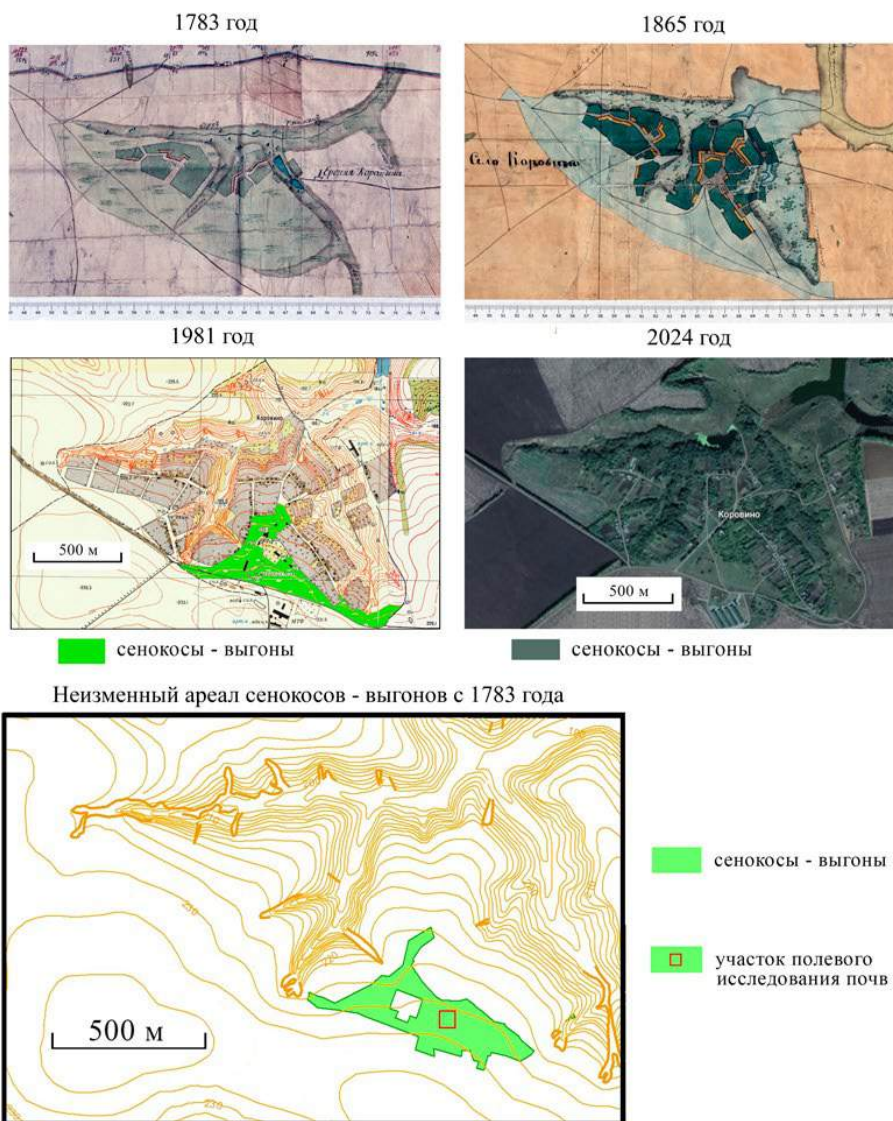


Рис. 3. Данные съемок села Коровино на архивных картах 1783 г.¹, 1865 г.², топографической карте 1981 г. и космическом снимке с указанием границ ареала сенокоса-выгона, существующего в неизменном виде на южной окраине села с 1783 г.

Fig. 3. The Village Korovino on archival maps from 1783¹, 1865², topographic map from 1981, and satellite image indicating the boundaries of the hayfield-pasture area, existing in its original form on the southern outskirts of the village since 1783.

¹ Геометрический специальный план... Коровиной деревни...1783 года... // РГАДА. Фонд. 1354. Опись 211. Ч. I. К 25-к.

² Геометрический специальный план.... Коровина села...1865 года... // РГАДА. Фонд. 1354. Опись 211. Ч. II. К 48-к.

В изученных почвах определялась плотность сложения с помощью стальных колец известного объема в 3-кратной повторности, проводились лабораторные анализы гранулометрического состава, структурно-агрегатного состава, содержания органического углерода ($C_{\text{орг}}$) и CO_2 карбонатов. Гранулометрический состав почв определялся методом пипетки Качинского, коэффициенты структурности и водопрочности почвенных агрегатов определялись по методу Саввинова, углерод карбонатов определялся ацидиметрическим способом, содержание органического углерода выполнялось мокрым сжиганием по методу Тюрина.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам исследования на первых изученных ключевых участках было выявлено, что в геоботаническом отношении все исследованные выгоны и сенокосы относятся к лугово-степным растительным ассоциациям с преобладанием в фитомассе злаков над разнотравьем. В составе злаков выявлены пырей ползучий (*Elytrigia répens*), костер безостый (*Brõmus inërmis*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*) и красная (*Festuca rubra*), ежа сборная (*Dáctylis glomeráta*), тимopheевка луговая (*Phleum pratense*), типчак (*Festúca valesiáca*), плевел анолетний (*Lolium perenne*), мятлик луговой (*Poa praténsis*), ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana*), ковыль волосатик (*Stípa capilláta*). В составе разнотравья были встречены подмаренник настоящий (*Galium verum*), шалфей поникающий (*Sālvia nūtans*), молочай кипарисовый (*Euphórbia cyparíssias*), цикорий обыкновенный (*Cichórium íntybus*), эспарцет песчаный (*Onobrýchis arenária*), тысячелистник обыкновенный (*Achilléa millefólium*), репешок обыкновенный (*Agrimónia eupatória*), герань луговая (*Geránium praténse*), зверо-

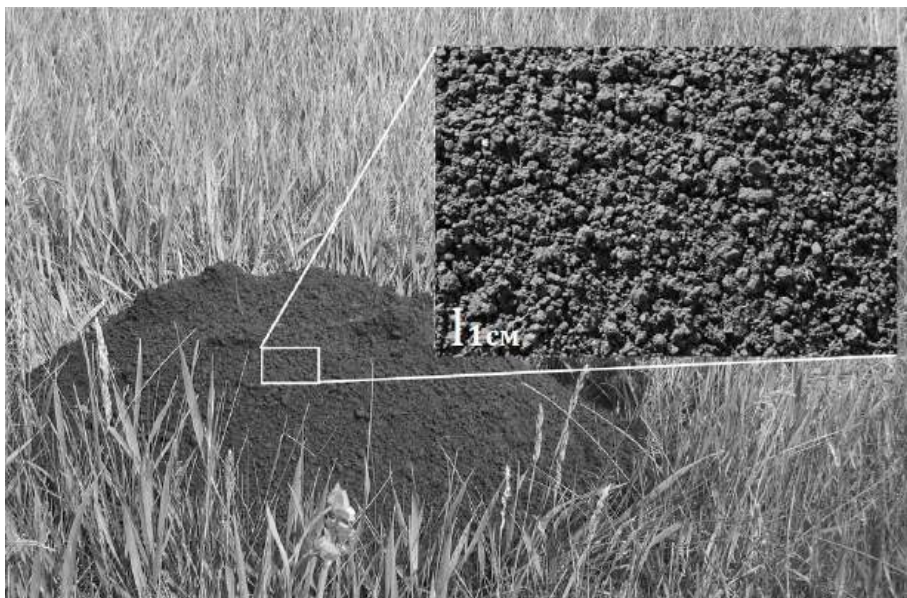


Рис. 4. Зернистая структура чернозема в выбросе слепыша на выгоне в селе Сухосолотино Ивнянского района Белгородской области.

Fig. 4. Granular structure of Chernozem in the mound of a molehill on the pasture in the village of Sukhosolotino, Ivnyansky district, Belgorod oblast.

бой продырявленный (*Hypericum perforatum*), полынь горькая (*Artemisia absinthium*) и австрийская (*Artemisia austriaca*), вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*), земляника зеленая (*Fragaria viridis*), подорожник ланцетолистный (*Plantago lanceolata*), лютик едкий (*Ranunculus ácris*) и некоторые другие травы.

В ходе геоботанического описания было отмечено, что косимые участки характеризуются более разнообразной растительностью и имеют более высокие запасы фитомассы по сравнению с некосимыми участками, на которых отмечалась большая мощность степного войлока (до 20 см) на поверхности почв, который препятствует быстрой всхожести трав (рис. 5); аналогичные результаты получены для участков косимой и некосимой степи Центрально-черноземного заповедника [20].

По общепринятым представлениям, зональные черноземы лесостепи центра Восточно-Европейской равнины формируются на покровных лессовидных суглинках. В свете новых данных это представление нуждается в уточнении. При изучении истории формирования почвообразующих пород в пределах исследуемой территории отмечалось, что мощность покровных суглинков (современных почвообразующих пород), сформированных в максимальную стадию валдайского оледенения на территории Среднерусской возвышенности и прилегающих к ней участков варьировала в широких пределах — от 0.5 до 5 м в зависимости от локальных условий осадконакопления, которые, определялись особенностями мезоциркуляции атмосферы в этапы лессонакопления [12]. В работе А. В. Русакова, посвященной результатам почвенного картирования территории Ямского участка заповедника “Белогорье”, содержатся сведения о разнообразии почвообразующих пород на относительно небольшой по площади (около 500 га) территории междуречного лугово-степного ландшафта Центральной лесостепи [14]. Поэтому можно предполагать достаточно большое разнообразие почвообразующих пород, являющихся ареной современного почвообразования на лугово-степных участках Среднерусской возвышенности. Это в полной степени подтверждается результатами наших полевых исследований на сенокосах и выгонах юга Среднерусской возвышенности (рис. 6). В частности, установлено наличие черноземов, сформированных на лессовидных средних и тяжелых карбонатных суглинках, на маломощных лессовидных суглинках, подстилаемых древнеаллювиальными красноцветными породами неогена, на красно-бурых глинах.



Рис. 5. Общий вид некосимого участка «Рождественка» (А) и косимого участка «Коровино» (Б). Фото в июне 2024 г.

Fig. 5 The unmown site “Rozhdestvenka” (A) and the mowed site “Korovino” (B). Photo taken in June 2024.

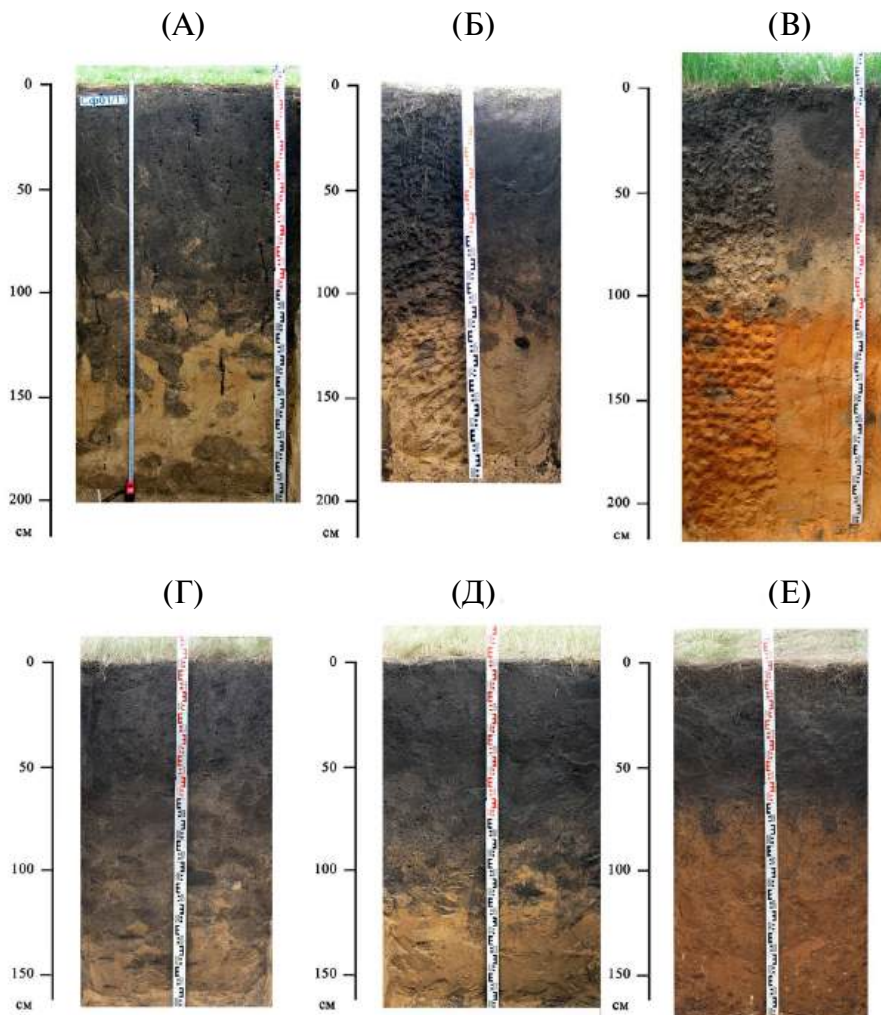


Рис. 6. Профили автоморфных черноземов сенокосов–выгонов, изученных на юге лесостепи Среднерусской возвышенности (названия участков приводятся в соответствии с рис. 1): А — чернозем типичный на лессовидном карбонатном тяжелом суглинке (участок “Сафоновка”); Б — чернозем типичный на лессовидной карбонатной глине (участок “Юрьевка”); В — чернозем выщелоченный на маломощном лессовидном карбонатном среднем суглинке, подстилаемом неогеновыми опесчаненными суглинками; Г — чернозем типичный на лессовидном карбонатном среднем суглинке (участок “Коровино”); Д — чернозем выщелоченный на лессовидном карбонатном тяжелом суглинке (участок “Коровино”); Е — чернозем выщелоченный на красно-бурой глине (участок “Триречное”).

Fig. 6. Profiles of automorphic Chernozems of hayfields (site names are provided in accordance with Fig. 1.) — pastures studied in the southern forest-steppe of the Central Russian Upland: А — Haplic Chernozem on loess-like carbonate heavy loam (site “Safonovka”); Б — Haplic Chernozem on loess-like carbonate clay (site “Yurievka”); В — Luvic Chernozem on thin loess-like carbonate medium loam, underlain by Neogene sandy loams; Д — Haplic Chernozem on loess-like carbonate medium loam (site “Korovino”); Е — Luvic Chernic Phaeozem on red-brown clay (site “Tririchnoe”).

На первых изученных нами участках в северо-западной части Белгородской области была определена средняя на каждом участке мощность гумусированной части профилей нативных черноземов выгонов–сенокосов. Изолинейная интерпретация изучаемого показателя отражена на рис. 7. По мере накопления новых данных на других участках исследования представленная на рис. 7 картосхема будет расширяться и корректироваться.

Особенностью верхних слоев почв на всех изученных участках выступает их отчетливо выраженная структурированность; в подавляющем большинстве случаев отмечалась зернистая или комковато-зернистая структура, причем зернистые агрегаты были прочными и с трудом разрушались при надавливании. На тонких корнях трав зернистые агрегаты формировали своеобразные “гирлянды” (рис. 8), которые как морфологическую особенность при описании целинных черноземов отмечали еще П. А. Костычев и В. В. Докучаев [5, 6].

Плотность верхней части почвенных профилей (слой 0–20 см) на ряде участков весьма близко соответствует известным целинным аналогам (согласно данным из работ [1, 20]) и составляет меньше 1 г/см^3 (участки “Сафоновка”, “Жимолостное”, “Юрьевка”), тогда как на других участках (“Коровино” и др.) в почвах явно присутствует остаточное уплотнение как следствие регулярного выпаса животных на протяжении длительного периода использования участков в качестве выгонов (рис. 9). В настоящее время мы не можем провести оценку достоверности различий по причине пока малой выборки — но можем отметить выявленные различия в качестве тенденции. Отмеченные различия в плотности почв находят весьма логичное объяснение, связанное с разной степенью нагрузки при выпасе животных, существовавшей в прошлом, а также с различным соотношением между сенокошением и выпасом животных на каждом участке.

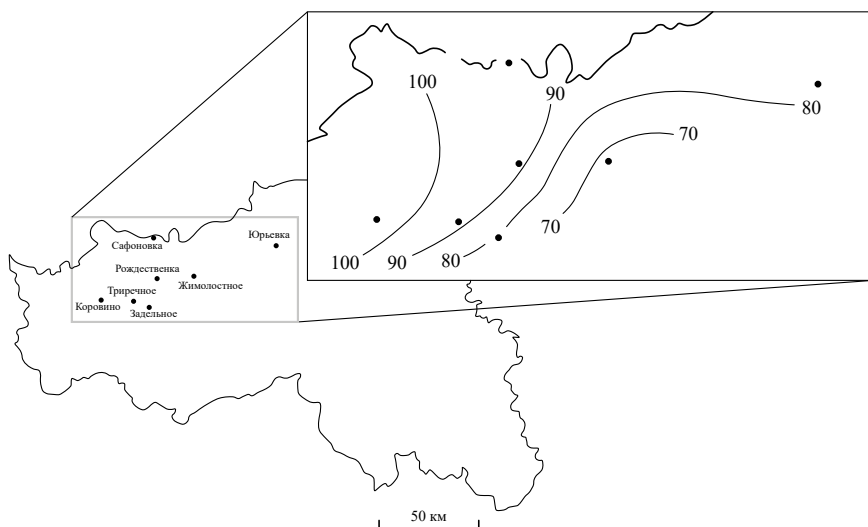


Рис. 7. Изолинейное распределение мощности (см) гумусированной части профилей эталонно значимых черноземов, изученных на 7 ключевых участках сенокосов — выгонов в лесостепной части Белгородской области (юг Среднерусской возвышенности).

Fig. 7. Isoline distribution of humus layer thickness (cm) in the profiles of benchmark Chernozems studied at 7 key hayfield-pasture sites in the forest-steppe region of Belgorod Oblast (southern Central Russian Upland).

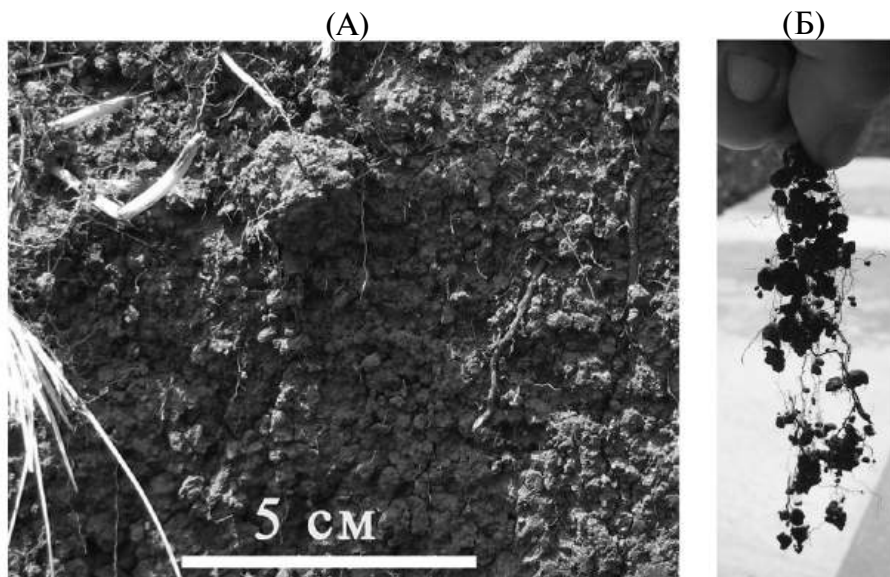


Рис. 8. Структура горизонта A1¹ (А) и зернистые агрегаты в корневой системе трав, формирующие “гирлянды” (Б) в профиле почвы на участке “Коровино”.

Fig. 8. Structure of horizon A1¹ (A) and grainy aggregates in the root system of grasses forming “garlands” (B) in the soil profile at the “Korovino” site.

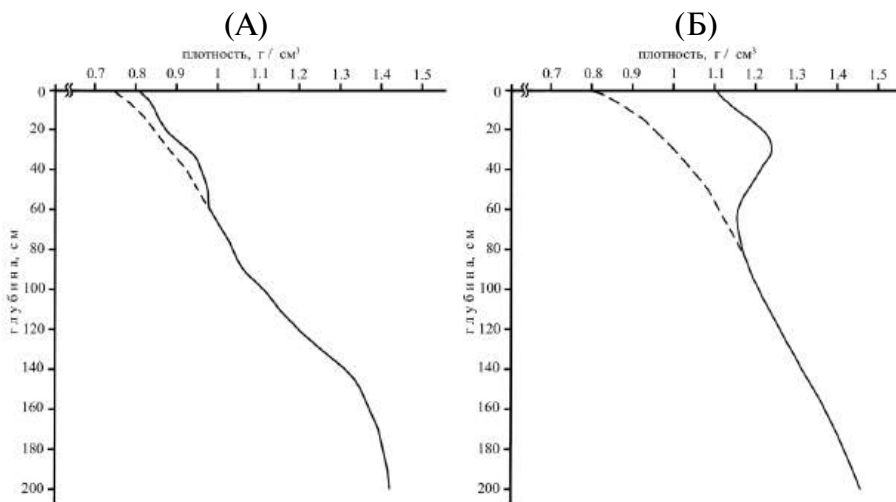


Рис. 9. Примеры профильного распределения плотности сложения среднесуглинистых черноземов на ключевых участках исследования: А — распределение, близкое к естественному в черноземе типичном (участок “Сафоновка”, среднее из показателей 2 разрезов); Б — распределение в черноземе типичном с повышенным уплотнением — индикатором выпаса животных (участок “Коровино”, среднее из показателей 3 разрезов). Пунктирная линия — реконструированная плотность в целинных почвах.

Fig. 9. Contrasting examples of profile distribution of bulk density in mid-loamy Haplic Chernozem at key research sites: A — distribution close to natural in a Haplic Chernozem (site “Safonovka”, average of 2 profiles); B — distribution in a Haplic Chernozem with increased soil compaction — indicator of animal grazing (site “Korovino”, average of 3 profiles). Dotted line represents reconstructed density in virgin soils.

Данные лабораторного анализа ряда свойств эталонно значимых черноземов, изученных на сенокосах и выгонах, приводятся в табл. 1; согласно таблице, на изучаемой территории в зональных позициях лугово-степного почвообразования на сенокосах и выгонах распространены нативные тяжелосуглинистые черноземы типичные и выщелоченные по [6] (черноземы и черноземы глинисто-иллювиальные по [13] *Naпlic* и *Luvic Chernozem (Loamic)* по [22]) с высоким качеством агрономической структуры и высоким или хорошим качеством водопрочной структуры агрегатов. Запасы $C_{\text{орг}}$ в метровой толще почв варьируют от 227 до 319 т/га, что эквивалентно запасам гумуса 400–550 т/га. Эти данные находятся в соответствии с результатами изучения другими авторами запасов гумуса в целинных черноземах лесостепи — 440–600 т/га [1] и близки к уровню показателя на территории заповедного участка “Ямская степь” — в метровой толще черноземов на ровном водоразделе 340 т/га $C_{\text{орг}}$ или 590 т/га гумуса [117]. Запасы углерода карбонатов в 2-метровой толще изученных почв находятся в пределах 91–243 т/га. Общие запасы органического и неорганического углерода в 2-метровой толще почв составляют 340–370 т/га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований были сделаны следующие главные выводы.

1. Почвы сенокосов и выгонов, сохранившиеся в ряде сел на юге Среднерусской возвышенности, представляют собой научный интерес для изучения эталонных свойств и функций нативных черноземов Центральной лесостепи. С помощью историко-картографического метода исследований было установлено, что на многих участках почвы сенокосов и выгонов никогда не распахивались, что предоставляет возможность рассмотрения профильных признаков данных почв как природных эталонов для сравнения с ними староосвоенных черноземов окружающих распахиваемых территорий.

2. Главным индикатором отсутствия распашки на изучаемых участках служит хорошо выраженная зернистая структура верхних слоев черноземов. Установлены количественные различия изучаемых почв по выраженности остаточного уплотнения верхней части почвенных профилей, обусловленного разной нагрузкой на почвы при выпасе животных и различным соотношением между сенокосением и выпасом скота.

3. Выявлено разнообразие плакорных вариантов нативных лугово-степных черноземов лесостепи в связи с широким латеральным варьированием почвообразующих пород в изучаемом пространстве: лессовидных карбонатных средних и тяжелых суглинков, маломощных лессовидных суглинков, подстилаемых красноцветными опесчаненными породами неогена, красно-бурыми глинами и др.

4. Запасы $C_{\text{орг}}$ в метровой толще изученных почв варьируют от 227 до 319 т/га, что эквивалентно запасам гумуса 400–550 т/га. Эти данные находятся в соответствии с известными сведениями о запасах гумуса в целинных черноземах лесостепи.

Исследования в указанном направлении будут продолжены на новых ключевых участках для уточнения и повышения репрезентативности полученных результатов. Отметим, что черноземы сенокосов и пастбищ, очевидно, подвержены большому антропогенному воздействию, чем черноземные почвы заповедных территорий. Вместе с тем эти отличия менее существенны по сравнению с различиями между заповедными и пахотными черноземами, потому что на охраняемых участках ряда

Таблица 1. Некоторые физические и химические свойства автоморфных нативных (на выгонах и сенокосах) черноземов лесостепи юга Среднерусской возвышенности (средние показатели парных профилей на каждом участке)

Table 1. Some physical and chemical properties of automorphic native (in pastures and hayfields) Chernozems of the forest-steppe in the southern part of the Central Russian Upland (average values of paired profiles at each site)

Слой, см	Плотность, г/см³	Фракция <0.01 мм, %	Коэффициенты		Запас, т/га	
			структурности	водопрочности	C _{орг}	C _{карб}
Участок “Сафоновка”, Н абс. 195 м, ГТК* = 1.19						
0–20	0.84	43.8	5.5	0.81	104	0
20–40	0.92	45.6	4.2	0.72	83	8
40–60	0.98	45.3	3.0	0.69	59	11
60–80	1.01	47.7	1.8	0.65	42	22
80–100	1.07	48.5	1.2	0.63	31	29
100–120	1.15	46.5	0.9	0.55	19	35
120–140	1.25	49.7	0.7	0.44	8	39
140–160	1.35	47.7	не опр.	не опр.	6	34
160–180	1.39	51.6	не опр.	не опр.	12	32
180–200	1.42	52.5	не опр.	не опр.	9	33
Участок “Жимолостное”, Н абс. 240 м, ГТК* = 1.15						
0–20	0.97	47.2	6.8	0.49	74	0
20–40	1.09	49.1	4.6	0.43	68	0
40–60	1.15	50.1	3.1	0.32	44	0
60–80	1.19	51.1	2.5	0.32	28	10
80–100	1.21	52.3	1.1	0.46	13	32
100–120	1.36	45.4	0.5	0.42	8	21
120–140	1.41	38.8	0.7	0.36	5	14
140–160	1.44	35.8	не опр.	не опр.	4	6
160–180	1.45	16.5	не опр.	не опр.	3	3
180–200	1.45	17.7	не опр.	не опр.	1	5
Участок “Юрьевка”, Н абс. 235 м, ГТК* = 1.12						
0–20	0.81	41.5	10.4	0.41	89	0
20–40	0.87	44.7	4.5	0.38	70	0
40–60	0.93	52.1	4.4	0.34	56	0
60–80	0.99	50.7	3.2	0.34	42	0
80–100	1.08	55.1	3.0	0.34	33	0
100–120	1.17	56.9	1.3	0.35	27	5
120–140	1.24	58.7	0.5	0.28	21	33
140–160	1.31	60.7	не опр.	не опр.	14	52
160–180	1.37	60.2	не опр.	не опр.	9	59
180–200	1.45	55.7	не опр.	не опр.	15	61

*— Гидротермический коэффициент увлажнения Селянинова.

заповедников разрешен выпас домашнего скота, который рассматривается как фактор-аналог по отношению к воздействию на почвы диких копытных животных. Следует также учитывать, что непаханные черноземы сенокосов и выгонов занимают существенно большие территории и представлены в более разнообразном спектре тополитологических и биоклиматических условий, чем заповедные черноземные почвы, что усиливает эталонную роль первых. С целью обозначения эталонного статуса почвы заповедников целесообразно именовать как “эталонные черноземы”, тогда как чернозёмные почвы сенокосов и пастбищ можно рассматривать как “эталонно значимые чернозёмы”.

ФИНАНСИРОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-17-00154 “География, свойства и эталонные функции нативных черноземов лесостепи юга Среднерусской возвышенности”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьева Е. А.* Черноземы Среднерусской возвышенности. М.: Наука, 1966. 224 с.
2. *Гедымин А. В., Побединцева И. Г.* Влияние длительной распашки на некоторые свойства почв лесостепи // Почвенно-географические и ландшафтно-геохимические исследования. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1964. С. 77–119.
3. *Герцык В. В.* Сезонная динамика гумуса в мощных черноземах. // Тр. Центр.-Черноземн. заповеди. Курск. 1959. Вып. 5. С. 315–338.
4. *Грошева О. А.* Эволюционное развитие черноземов и степей Евразии в исторической ретроспективе // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2020. № 12. С. 31–35.
5. *Докучаев В. В.* Русский чернозем: Отчет Императорскому вольному экономическому обществу / В. В. Докучаев. СПб: Изд-во Императорского вольного экономического общества, 1883. 376 с.
6. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Изд-во “Колос”, 1977. 221 с.
7. *Костычев. П. А.* Чем разнится почва степных новей от почвы пашен и залогов // Земледельческая газета. 1881. № 35. С. 620–623.
8. *Кукса И. В.* Исследование динамики распространения лесов по космическим снимкам и старым картам: диссертация ... кандидата географических наук: 05.24.03. Москва, 1993. 144 с.
9. *Лебедева И. И.* Гидрологические профили миграционно-карбонатных (типичных) черноземов и агрочерноземов // Почвоведение. 2002. № 10. С. 1214–1223.
10. *Лисецкий Ф. Н.* Пространственно-временная организация и почвозащитное обустройство агроландшафтов: диссертация ... доктора географических наук: 11.00.05, Одесса, 1994. — 482 с.
11. *Люри Д. И., Горячкин С. В., Караваева Н. А., Денисенко Е. А., Нефедова Т. Г.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. — М.: ГЕОС, 2010. — 416 с.
12. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет. М.: Наука, 1982. — 175 с.
13. Полевой определитель почв. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
14. *Русаков А. В.* Почвы и почвенный покров Ямской степи. — Санкт-Петербург: Издательский дом Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2012. 215 с.

15. Тишков А. А. Новые подходы к сохранению степей староосвоенных черноземных регионов России // Вопросы степеведения. 2024. № 1. С. 22–31.
16. Харитоньев А. Т. Роль хозяйственной деятельности человека в изменении ландшафтов Горьковского правобережья. Горький, 1960. 150 с.
17. Чендев Ю. Г., Геннадиев А. Н., Смирнова М. А., Лебедева М. П., Плотникова О. О., Заздравных Е. А., Шаповалов А. С. Ранние стадии эволюции черноземов под лесной растительностью (Белгородская область) // Почвоведение. 2022. № 4. С. 387–404.
18. Чендев Ю. Г., Хохлова О. С., Александровский А. Л. Агрогенная эволюция автоморфных черноземов лесостепи (Белгородская область) // Почвоведение. 2017. № 5. — С. 515–531.
19. Чернова О. В. Сохранение естественных почв на охраняемых природных территориях Российской Федерации // Известия РАН. Серия географическая. 2021. № 2. — С. 30–37.
20. Щеглов Д. И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов. М.: Наука, 1999. 214 с.
21. Belevantsev, V.G., Chendev, Y.G., Terehin, E.A., Lebedeva, M.G., Solovyov, A.B. GIS based analysis of forest cover change in Belgorod oblast, Russia: 1780s–2010s // International Journal of Geoinformatics. 2019. Vol. 15. № 4. Pp. 11–18.
22. IUSS Working Group WRB. 2022 World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022. 234 p.
23. Lozbenev, N., Smirnova, M., Bocharnikov, M., Kozlov, D. Digital mapping of habitat for plant communities based on soil functions: a case study in the virgin forest-steppe of Russia // Soil Systems. 2019. V. 3. № 1. P. 19.
24. Smelansky I. E., Tishkov A. A. The Steppe Biome in Russia: Ecosystem Services, Conservation Status, and Actual Challenges. M.J.A. Werger and M.A. van Staalduinen (eds.), Eurasian Steppes // Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World, Plant and Vegetation 6. Springer Science, Business Media B.V. 2012. P. 45–101.
25. Trofimov, I. A., Trofimova, L. S., Yakovleva, E. P., Emelyanov, A. V., Skripnikova, E. Preserving the fertility of Russian Chernozems. Status, trends, forecast // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2021. V. 817. № 1. P. 012108.

Benchmark Native Chernozems in the Old-Settled Forest-Steppe: Search for Remaining Areas and Properties Analysis

Yu. G. Chendev^{1,*}, M. A. Smirnova^{2,}, A. N. Gennadiev^{2,***}, and V. G. Belevantsev^{1,****}**

¹Belgorod State National Research University, Institute of Earth Sciences

²Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

³Institute of Soil Science and Agrochemistry of the Siberian Branch of the RAS

*E-mail: sciences@mail.ru

**E-mail: summerija@yandex.ru

***E-mail: alexagenna@mail.ru

***E-mail: belalar@bk.ru

Abstract — The initial results of the search, identification, and analysis of small preserved areas of undisturbed Chernozem soils located in the watershed areas of the Central Russian Upland, outside of protected areas, are presented. To identify the steppe meadow areas that have always been hayfields and/or pastures, i.e. never plowed territories in the old forest-steppe, historical-cartographic analysis of antique

maps from the late 18th, mid-19th, mid-20th centuries and modern satellite images was used, supplemented by reconnaissance trips. In total, 45 such areas (with a total area of about 120 hectares) have been identified in the Belgorod oblast, ranging in size from a few dozen to tens of thousands of square meters. It has been shown that hayfields and pastures, preserved in several villages in the southern part of the Central Russian Upland, are of scientific interest for studying the standard properties and functions of native chernozems of the Central Forest-Steppe region. The main indicator of absence of ploughing in the studied areas is the water-resistant granular structure of the top layers of chernozems. The organic carbon stocks in the meter-thick studied soils range from 227 to 319 t/ha — which is in line with the known information about carbon stocks in virgin black soils of the forest-steppe. It has been shown that the diversity of sod variants of native meadow-steppe chernozems is determined by differences in soil-forming rocks: loess-like carbonate medium and heavy loams, thin loess-like loams, red sandy Neogene rocks, and red-brown clays. Differences in the degree of compaction of the upper part of the soil profiles have been discovered, which are caused by varying pressure resulting from livestock grazing, as well as the different ratio of haymaking and grazing depending on local conditions and sites.

Keywords: native chernozems, soil protection, soil monitoring, soils of the Belgorod oblast, carbon stocks

REFERENCES

1. Afanas'eva E.A. *CHernozemy Srednerusskoj vozvysheynosti*. M.: Nauka, 1966. 224 s.
2. Gedymin A. V., Pobedinceva I. G. *Vliyanie dlitel'noj raspashki na nekotorye svojstva pochv lesostepi // Pochvenno-geograficheskie i landshaftno-geohimicheskie issledovaniya*. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1964. S. 77–119.
3. Gercyk V.V. *Sezonnaya dinamika gumusa v moshchnyh chernozemah. // Tr. Centr.-Chernozemn. zapovedi. Kursk. 1959. Vyp. 5. S. 315–338.*
4. Grosheva O.A. *Evolucionnoe razvitiye chernozemov i stepej Evrazii v istoricheskoy retrospektive // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2020. № 12. S. 31–35.
5. Dokuchaev V.V. *Russkij chernozem: Otchet Imperatorskomu vol'nomu ekonomicheskomu obshchestvu / V.V. Dokuchaev*. SPb: Izd-vo Imperatorskogo vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva, 1883. 376 s.
6. Kostychev. P.A. *CHem raznitsya pochva stepnyh novej ot pochvy pashen i zalogov // Zemledel'cheskaya gazeta*. 1881. № 35. S.620–623.
7. *Klassifikacija i diagnostika pochv SSSR (Classification and diagnostics of soils of the USSR)*. M.: Izd-vo "Kolos", 1977, 221 p.
8. Kuksa I. V. *Issledovanie dinamiki rasprostraneniya lesov po kosmicheskim snimkam i starym kartam: dissertaciya ... kandidata geograficheskikh nauk: 05.24.03*. Moskva, 1993. 144 s.
9. Lebedeva I. I. *Gidrologicheskie profili migracionno-karbonatnyh (tipichnyh) chernozemov i agrochernozemov // Pochvovedenie*. 2002. № 10. S. 1214–1223.
10. Liseckij F. N. *Prostranstvenno-vremennaya organizaciya i pochvozashchitnoye obustrojstvo agrolandshaftov: dissertaciya ... doktora geograficheskikh nauk: 11.00.05*, Odessa, 1994. — 482 s.
11. Lyuri D. I., Goryachkin S. V., Karavaeva N. A., Denisenko E. A., Nefedova T. G. *Dinamika sel'skohozyajstvennyh zemel' Rossii v HKH veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv*. — M.: GEOS, 2010. — 416 s.
12. *Paleogeografiya Evropy za poslednie sto tysyach let*. M.: Nauka, 1982. — 175 s.
13. *Polevoj opredelitel' pochv (Field soil identifier)*. M.: Pochvennyj institut im. V. V. Dokuchaeva, 2008, 182 p.

14. Rusakov A. V. Pochvy i pochvennyj pokrov Yamskoj stepi. — Sankt-Peterburg: Izdatel'skij dom Sankt-Peterburgskogo gos. un-ta, 2012. 215 s.
15. Tishkov A. A. Novye podhody k sohraneniyu stepej staroosvoennyh chernozemnyh regionov Rossii // Voprosy stepovedeniya. 2024. № 1. S. 22–31.
16. Haritonychev A. T. Rol' hozyajstvennoj deyatel'nosti cheloveka v izmenenii landshaftov Gor'kovskogo pravoberezh'ya. Gor'kij, 1960. 150 s.
17. Chendev Y. G., Gennadiev A. N., Smirnova M. A., Lebedeva M. P., Plotnikova O. O., Zazdravnykh E. A., Shapovalov A. S. Early stages of the evolution of chernozems under forest vegetation (Belgorod oblast) // Eurasian Soil Science. 2022. V. 55. № 4. P. 387–403.
18. Chendev Y. G., Hohlova O. S., Aleksandrovskiy A. L. Agrogenic evolution of automorphic chernozems in the forest-steppe zone (Belgorod oblast) // Eurasian Soil Science. 2017. V. 50. № 5. P. 499–514.
19. Chernova O. V. Sohranenie estestvennyh pochv na ohranyaemyh prirodnyh territoriyah Rossijskoj Federacii // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2021. № 2. — S. 30–37.
20. Shcheglov D. I. Chernozemy centra Russkoj ravniny i ih evolyuciya pod vliyaniem estestvennyh i antropogennyh faktorov. M.: Nauka, 1999. 214 s.
21. Belevantsev V. G., Chendev Y. G., Terehin E. A., Lebedeva M. G., Solovyov A. B. GIS based analysis of forest cover change in Belgorod oblast, Russia: 1780s–2010s // International Journal of Geoinformatics. 2019. Vol. 15. № 4. Pp. 11–18.
22. IUSS Working Group WRB. 2022 World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria, 2022. 234 p.
23. Lozbenev N., Smirnova M., Bocharnikov M., Kozlov D. Digital mapping of habitat for plant communities based on soil functions: a case study in the virgin forest-steppe of Russia // Soil Systems. 2019. V. 3. № 1. P. 19.
24. Smelansky I. E., Tishkov A. A. The Steppe Biome in Russia: Ecosystem Services, Conservation Status, and Actual Challenges. M. J. A. Werger and M. A. van Staalduinen (eds.), Eurasian Steppes // Ecological Problems and Livelihoods in a Changing World, Plant and Vegetation 6. Springer Science, Business Media B. V. 2012. P. 45–101.
25. Trofimov I. A., Trofimova L. S., Yakovleva E. P., Emelyanov A. V., Skripnikova E. Preserving the fertility of Russian chernozems. Status, trends, forecast // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — IOP Publishing, 2021. V. 817. № 1. P. 012108.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чендев Юрий Георгиевич

Профессор, докт. геогр. наук, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, институт наук о Земле, кафедра природопользования и земельного кадастра.

e-mail: sciences@mail.ru

Chendev Yuri Georgievich

Doctor of geogr.sc., Belgorod State National Research University, Institute of Earth Sciences, Department of Environmental Management and Land Cadastre, professor.

e-mail: chendev@bsu.edu.ru

Смирнова Мария Андреевна

Доц., канд. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв.

e-mail: summerija@yandex.ru

тел.: 8 926 212-10-36

Smirnova Maria Andreevna

PhD. in Geography, Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of landscape geochemistry and soil geography, assistant professor.

e-mail: summerija@yandex.ru

tel.: 8 926 212-10-36

Геннадиев Александр Николаевич

Профессор, докт. геогр. наук, Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, кафедра геохимии ландшафтов и географии почв.

e-mail: alexagenna@mail.ru

Gennadiev Alexander Nikolaevich

Professor, doctor of geogr.sc., Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of landscape geochemistry and soil geography.

e-mail: alexagenna@mail.ru

Белеванцев Валерий Григорьевич

Старший преподаватель, Белгородский государственный национальный исследовательский университет, институт наук о Земле, кафедра природопользования и земельного кадастра.

e-mail: belaral@bk.ru

Belevantsev Valery Grigorievich

Senior lecturer, Belgorod State National Research University, Institute of Earth Sciences, Department of Environmental Management and Land Cadastre.

e-mail: belaral@bk.ru