

МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЧЕРНОЗЕМОВ НЕИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПАШНИ КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

© 2026. *Т. А. Иванова, Н. Л. Кураченко, М. С. Кондакова*

В статье рассматриваются результаты исследований по оценке морфогенетических признаков черноземов Канской лесостепи – одного из крупнейших природных округов сельскохозяйственной зоны Красноярского края. Проведена статистическая оценка мощности генетических горизонтов на подтиповом уровне, показана типология структуры по профилю почв и особенности распределения линии вскипания от карбонатов. Установлено, что в почвах отмечается тренд восстановления морфологических признаков в направлении их естественного состояния. По комплексу морфологических признаков черноземы оподзоленные и выщелоченные региона являются ближайшим резервом для повторного освоения их в пашню.

Ключевые слова: черноземы, неиспользуемая пашня, морфология почвы, генетические горизонты, пространственная вариабельность, почвенная структура, линия вскипания.

Введение. Черноземы, подверженные длительной антропогенной нагрузке сохраняют основные агрономически важные свойства, однако при этом происходят морфологические изменения ряда признаков, которые являются основой описания профиля, таксономии и качественной оценки почв агрочерноземов. Происходит процесс конвертации свойств черноземов, изменяется мощность гумусовых горизонтов, происходит его выравнивание и уменьшение [1–6]. Из-за антропогенной нагрузки изменяется выщелоченность карбонатного профиля, происходит поднятие карбонатов к поверхности, меняется характер структурной организации черноземов [7]. Морфология почвенного профиля, являясь динамичной величиной, отражает особенности почвообразовательного процесса [8]. По мнению авторов работы [9], незначительное количество работ по проблемам пространственно-временной трансформации морфологических свойств почв в земледелии определяют важность этого метода исследования для качественно-количественной оценки продуктивности почв. Данные об изменении морфологических параметров дают возможность осуществлять временную и пространственную коррекцию агроприемов (севооборот, применение агрохимикатов, посев покровных культур и др.), что является основой сохранения плодородия черноземов.

Одним из важных направлений исследований последних десятилетий является изучение постагрогенных трансформаций в почвах, неиспользуемых в пашне по разным причинам [10]. Морфометрические параметры почв, находящиеся длительное время вне антропогенной нагрузки, могут трансформироваться под влиянием изменения общих климатических условий, восстановлением растительности на залежах [11, 12]. В Канской лесостепи, являющейся самой крупной из всех лесостепных регионов Красноярского края, неиспользуемая пашня оценивается величиной 345,7 тыс. га, или 37,9 % [13]. В структуре залежных земель доминируют участки, неиспользуемые под пашню более 10 лет (207,497 тыс. га, или 60 %). Черноземы являются доминирующими почвами в структуре пахотных и неиспользуемых земель Канской лесостепи (68,3 %). В современных условиях возникает объективная необходимость обследования почв неиспользуемой пашни с целью оценки их плодородия и введения в активный сельскохозяйственный оборот.

Цель исследования заключалась в количественной оценке морфогенетических признаков черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи.

Материалы и методы исследования. Исследования по оценке морфогенетических признаков черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи проведены в 2022–2024 гг. Соляным филиалом ФГБУ «РосАгрохимслужба» в рамках государственного задания Министерства сельского хозяйства [14].

Объектом исследования явились наиболее распространенные подтипы черноземов (оподзоленные, выщелоченные, обыкновенные) неиспользуемой пашни Канской лесостепи, являющейся восточной окраиной земледельческой зоны Красноярского края. Во время маршрутно-полевых исследований на типичных участках местности в границах 9-ти административных районов (Абанский, Дзержинский, Иланский, Ирбейский, Нижне-Ингашский, Партизанский, Тасеевский, Саянский и Уярский) было заложено 54 разреза на глубину 100–120 см. Объем выборки для черноземов оподзоленных составил – 13 разрезов, выщелоченных – 38 и обыкновенных – 3. Залежные экосистемы не использовались в пашне в течение 10–25 лет. Морфологическое описание почв проведено по генетическим горизонтам, установлена классификационная принадлежность почв. Для характеристики распределений мощности горизонтов подтипов черноземов в пространстве вычисляли: среднее (X_{cp}), доверительный интервал (Sx), минимальное и максимальное значение (Lim), коэффициент вариации (Cv), коэффициент асимметрии (As) и эксцесса (Ex). Принятая в исследованиях типология почвенной структуры основана на классификации С.А. Захарова [15].

Результаты исследований и их обсуждение. Мощность почвы как цельное природное образование, включающее всю совокупность генетических горизонтов, является важнейшим индикатором состояния плодородия почв [16]. Деградационные процессы при агрогенном использовании почв приводят к «срабатыванию» почвенного профиля и снижению его потенциальной мощности [17]. Длительное постагрогенное восстановление на залежи направлено на приведение почвы, близкое к целинным условиям. Оценка морфологии профилей черноземов, функционирующих длительно в условиях залежи, показала различия в мощности генетических горизонтов на подтиповом уровне (табл. 1).

Таблица 1

Статистические показатели мощности генетических горизонтов черноземов, см

Горизонт	n	$X_{cp} \pm Sx$	Lim	As	Ex	$Cv, \%$
чернозем оподзоленный						
A ₁	13	29±5,7	16–54	1,15	3,39	32
A ₁ A ₂	13	23±5,4	13–36	0,29	-1,63	36
A ₂ B	12	16±3,9	9–30	0,91	1,25	38
B	13	24±5,2	7–39	-0,75	0,87	34
чернозем выщелоченный						
A	38	29±3,1	12–55	0,63	0,59	32
AB	37	18±2,6	6–43	1,35*	2,90*	44
B	38	25±5,1	7–58	0,93	0,13	55
Bк	38	26±3,5	6–49	0,43	0,46	36
чернозем обыкновенный						
A	3	21±14,9	15–27	–	–	29
ABк	3	14±19,0	12–15	–	–	15
Bк	3	33±12,4	28–38	–	–	15

Примечание: X_{cp} – среднее значение; Sx – доверительный интервал; Lim – предельные значения; As – коэффициент асимметрии; Ex – коэффициент эксцесса; Cv – коэффициент варьирования; * – достоверные значения.

В представленной выборке черноземы оподзоленные и выщелоченные неиспользуемой пашни Канской лесостепи являлись среднемошными видами, черноземы обыкновенные – маломощными. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта в черноземах оподзоленных, встречающихся по северным склонам и микропонижениям, в среднем составляла 29 см, изменяясь в пределах исследуемой территории от 16 до 54 см ($C_v = 32\%$). Гумусово-элювиальный гор. A_1A_2 и иллювиальный гор. В характеризовались близкой величиной по мощности (23–24 см). В пределах почвенных профилей этого подтипа практически всегда выделялся гор. A_2B со среднестатистической мощностью 16 см.

В черноземах выщелоченных, занимающих междуречные водораздельные увалы, минимальное варьирование мощности генетических горизонтов выявлено для гумусово-аккумулятивного гор. А. При средней его мощности 29 см коэффициент вариации показателя в пространстве не превышал 32%. Наибольшая пространственная неоднородность мощности характерна для горизонтов АВ и В. Переходный гор. АВ с преобладанием гумусовой окраски и часто языковатой нижней границей являлся высоко варьирующим с мощностью от 6 до 43 см ($C_v = 44\%$). В распределении этого горизонта установлена выраженная правая асимметрия ($A_s = 1,35$) и значимый эксцесс ($E_x = 2,90$). Это позволило утверждать, что в основной части объема выборки мощность этого горизонта в большинстве случаев выше среднего. Языковатость нижней части гумусового горизонта черноземов выщелоченных связана с образованием трещин вследствие сильного промерзания почв. Это явление обусловлено резким континентальным климатом. Не только промерзание зимой, но и пересыхание летом приводят к растрескиванию почвы. Часть гумусированного мелкозема верхних горизонтов проваливается по трещинам в безгумусовые горизонты и образует затеки. Не исключена возможность выпирания подгумусовых горизонтов вверх и образование заклинков в результате мерзлотных деформаций почв [18]. В безгумусовом гор. В при средней мощности 25 см увеличен размах варьирования от 7 до 58 см ($C_v = 55\%$).

Для черноземов обыкновенных, встречающихся ограниченно в пределах залежных участков Канской лесостепи и приуроченных к южным склонам и микроповышениям, типичен более укороченный профиль по сравнению с черноземами оподзоленными и выщелоченными, т.к. гор. Ск выделялся уже на глубине 60–80 см. При бугристом рельефе на поверхность этих почв выпахивается карбонатный горизонт и пашня становится пятнистой [19]. По мнению [20], мощности в этом подтипе несколько занижены, так как на вершинах бугров гумусовый горизонт пахотных почв в значительной степени был смыт или механически удален в течение длительной распашки. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта черноземов обыкновенных в залежном состоянии в среднем не превышала 21 см. При небольшом варьировании мощности ($C_v = 15\%$) переходного и иллювиально-карбонатного горизонтов установлено, что последний занимал большую часть профиля почвы (33 см).

Залежные земли являются одним из путей формирования ценной структуры, восстановление которой идет достаточно медленно [21]. Формирование структуры, характерной для генетических горизонтов разных типов почв, определяется сочетанием гранулометрического состава и спецификой почвообразовательных процессов [7]. Тяжелый гранулометрический состав черноземов Канской лесостепи определил формирование морфологически хорошо выраженных структур. На подтиповом уровне морфология структурных агрегатов в генетических горизонтах имела свои особенности. В пределах профилей подтипов черноземов структурные отдельности относились к типу округло-кубовидных структур. Родовая и видовая принадлежность

структурных отдельностей определялась подтипом черноземов и возрастом залежной экосистемы. Гумусово-аккумулятивные и гумусово-элювиальные горизонты черноземов оподзоленных неиспользуемой пашни Канской лесостепи чаще всего обладали наиболее ценной в агрономическом отношении зернистой структурой (табл. 2). Доминирование наряду с зернистой структурой комковато-порошистых отдельностей в гумусовой толще этого подтипа обусловлено проявлением подзолистого процесса, в результате которого сглаживается геометрическая очерченность структурных агрегатов и выраженность ребер и граней. В безгумусовой толще черноземов оподзоленных, охватывающей гор. А₂В и В преобладали ореховатые по форме структурные агрегаты с хорошо оформленными рёбрами и гранями.

Таблица 2

Морфология структуры черноземов неиспользуемой пашни

Горизонт	Классификация структуры		
	род	вид	качество
<i>чернозем оподзоленный (n=13)</i>			
A ₁ + A ₁ A ₂	зернистая, комковатая, кубовидно-ореховатая	<u>зернистая</u> <u>комковато-порошистая</u> ореховато-зернистая	умеренная
A ₂ В+В	зернистая, кубовидно-ореховатая	<u>ореховатая</u> ореховато-зернистая	умеренная, прочная
<i>чернозем выщелоченный (n=38)</i>			
A+AB	зернистая, комковатая, глыбистая, кубовидно-ореховатая	<u>комковато-зернистая</u> <u>ореховато-зернистая</u> <u>глыбисто-комковатая</u> зернистая ореховатая комковато-ореховатая комковато- пороховидная	умеренная, прочная
В+В _к	зернистая, комковатая, глыбистая, кубовидно-ореховатая	<u>глыбисто-комковатая</u> <u>глыбистая</u> ореховатая комковато-зернистая комковатая	умеренная, прочная
<i>чернозем обыкновенный (n=3)</i>			
A + AB	зернистая, комковатая, кубовидно-ореховатая	комковато-порошистая ореховато-зернистая ореховатая	умеренная, прочная
В + В _к	кубовидно-ореховатая, комковатая, глыбистая	<u>глыбисто-комковатая</u> мелкоореховатая комковато-порошистая	умеренная, прочная

Примечание: _ преобладающие виды структур

Преобладание черноземов выщелоченных в структуре неиспользуемой пашни Канской лесостепи и соответственно увеличение объема выборки определило более выраженную полиагрегатность и разнообразие форм морфологических структур в гумусовых горизонтах этого подтипа. На уровне рода здесь выделялись зернистые, комковатые, глыбистые и ореховатые структурные агрегаты. Среди видов господствовали комковато-зернистые, ореховато-зернистые и глыбисто-комковатые агрегаты. В безгумусовых горизонтах преобладали глыбисто-комковатые и глыбистые отдельности, что является характерным признаком морфологии структуры этого

подтипа. В черноземах обыкновенных выделялись хорошо оформленные устойчивые ореховатые и ореховато-зернистые агрегаты, ясно различающиеся в ненарушенном состоянии и менее прочные комковато-порошистые отдельности. В гор. В и Вк доминировали глыбисто-комковатые по форме агрегаты.

Установленные в черноземах виды почвенной структуры обладали схожим качеством, отражающим разницу между когезией внутри структурных агрегатов и адгезией между агрегатами. Она оценивалась как сочетание умеренных и прочных агрегатов. Только качество структурных агрегатов гумусовых горизонтов черноземов оподзоленных характеризовалось как умеренное, что связано с выносом илистых и коллоидных фракций из этой части почвенного профиля. Исследованиями [22, 23] доказано, что для пахотных черноземов земледельческой зоны Красноярского края характерна повышенная глыбистость и наличие преимущественно комковато-глыбистых отдельностей в пахотном слое. Представленные результаты типологии структуры генетических горизонтов черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи подтверждают роль залежной экосистемы и постагрогенных фитоценозов в её восстановлении. Наличие комковатых, зернистых и ореховатых отдельностей в гумусовой толще почв является этому подтверждением.

Карбонатный профиль черноземов рассматривается как результат взаимодействия гидротермического и газового режимов почв [24] и включает в себя содержание карбонатов, особенности проявления новообразований, их положение и границу вскипания. Диагностика черноземов на подтиповом уровне в значительной степени обусловлена характером иллювиально-карбонатных горизонтов. Морфологическое описание почвенных профилей показало, что в черноземах оподзоленных карбонатные новообразования встречались в гор. Сс глубины 120 см. Для черноземов выщелоченных типичен карбонатный гор. Вк чаще с миграционной (лабильной) формой карбонатов в виде псевдомицелия или равномерной мучнистой пропитки. Характер вскипания зависит от активности мобильных карбонатов. Установлено, что в черноземах выщелоченных, длительно функционирующих в залежи граница вскипания неровная, с амплитудой колебания 77 см ($C_v = 27\%$) (рис. 1). Среднестатистическая величина линии вскипания черноземов выщелоченных соответствовала 69 см, что является характерным признаком этого подтипа. В отличие от черноземов европейской части России в аналогичных почвах земледельческой зоны Красноярского края карбонаты выщелочены на меньшую глубину. По данным [20] карбонатный горизонт в черноземах слабо выщелоченных Красноярской лесостепи находится в среднем на глубине 56 см, в сильно выщелоченных – 80–100 см. Большая амплитуда границы вскипания карбонатного горизонта в черноземах является характерным признаком пахотных почв. Для условий Канской лесостепи длительное отсутствие обработки почв и зарастание почвы естественной растительностью существенным образом не способствовало выравниванию границы вскипания от карбонатов, что подтверждает их связь с условиями залегания по рельефу, а, следовательно, процессами выщелачивания.

В черноземах обыкновенных карбонатный горизонт выражен хорошо и проявлялся непосредственно под гумусовым горизонтом на глубине 20–27 см. Карбонаты имели форму псевдомицелия, располагающегося в общей массе почвенного горизонта и не приуроченного к граням структурных отдельностей.

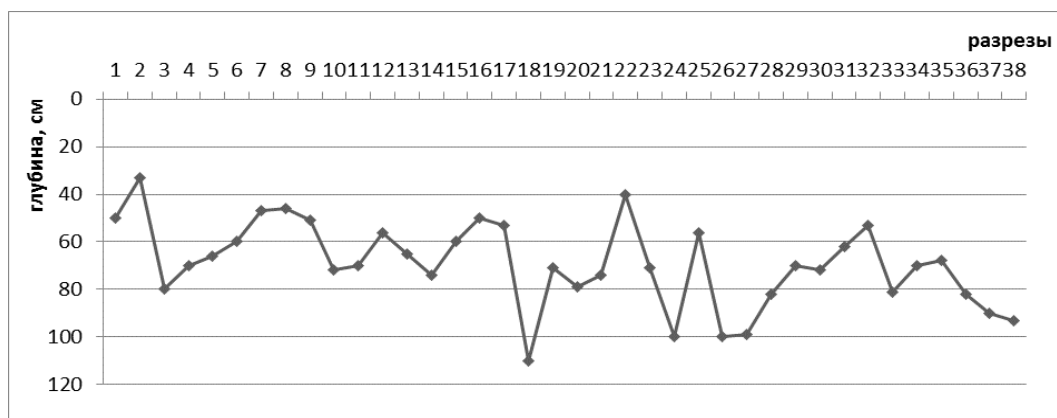


Рис. 1. Линия вскипания в черноземах выщелоченных неиспользуемой пашни

Выводы. Оценка черноземов Канской лесостепи, неиспользуемых в пашне в течение 10–25 лет показала, что на постарогенной стадии эволюции они сохраняют морфогенетические свойства, соответствующие их типу почвообразования. Среди черноземов оподзоленных и выщелоченных преобладают среднемощные виды, обыкновенных – маломощные. Профили черноземов в условиях залежи характеризуются отличиями по мощности генетических горизонтов на подтиповом уровне. Среднестатистическая формула почвенного профиля имеет следующий вид: чернозем оподзоленный – Ад (3 см) – $A_1(29\pm 5,7)$ – $A_1A_2(23\pm 5,4)$ – $A_2B(16\pm 3,9)$ – $B(24\pm 5,2)$; чернозем выщелоченный – Ад (3 см) – $A(29\pm 3,1)$ – $AB(18\pm 2,6)$ – $B(25\pm 5,1)$ – $Bk(26\pm 3,5)$; чернозем обыкновенный – Ад (3 см) – $A(21\pm 14,9)$ – $ABk(14\pm 19,0)$ – $Bk(33\pm 12,4)$. Доминирование зернистых, комковатых и ореховатых структурных отдельностей в пределах гумусовых горизонтов подтипов черноземов подтверждает тренд восстановления морфологических признаков в направлении их естественного состояния. Значительная амплитуда колебания границы вскипания от карбонатов у черноземов выщелоченных (77 см) определяется сложными геоморфологическими условиями территории, характеризующейся наличием широко-увалистого рельефа с выраженным микрорельефом. Черноземы оподзоленные и выщелоченные Канской лесостепи, длительно функционирующие в залежном состоянии, по комплексу морфогенетических признаков могут рассматриваться как ближайший резерв для расширения пахотных площадей региона и повторного освоения их пашню.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Preserving the fertility of Russian chernozems. Status, trends, forecast / I.A. Trofimov, L.S. Trofimova, E.P. Yakovleva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 9, Orenburg, 07–11 июня 2021 года. – Orenburg, 2021. – P. 012108.
2. Сидорова, В.А. Пространственная вариабельность агрохимических свойств черноземов южных / В.А. Сидорова, П.В. Красильников // Черноземы Центральной России: генезис, география, эволюция. – 2004. – С. 475-480.
3. Analysis of spatial humus distribution in virgin and arable Chernozems in the eroding landscapes / L.G. Smirnova, I.I. Mikhailenko, G.V. Smirnov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference on Key Concepts of Soil Physics: Development, Future Prospects and Current Applications 2019, Moscow, 27–31 мая 2019 года. – Institute of Physics Publishing: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012050.
4. Albornoz-Bucheli, C. Geostatistical methods applied to soil fertility zoning / C. Albornoz-Bucheli, C. Benavides, D. Muñoz-Guerrero // Revista de Ciencias Agrícolas. – 2022. – Vol. 39, No. 1. – P. 85-98.

5. Кураченко, Н.Л. Пространственное варьирование структурно-агрегатного состава черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи в предельно однородных условиях почвообразования / Н.Л. Кураченко, С.В. Хижняк // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. – № 1 (63). – С. 36-40.
6. Каюгина, С.М. Пространственная вариабельность мощности генетических горизонтов серых лесных почв Северного Зауралья / С.М. Каюгина, Д.И. Еремин // Вестник КрасГАУ. – 2020. – № 10(163). – С. 3-12.
7. Кураченко, Н.Л. Оценка и динамика агрофизического состояния черноземов и серых лесных почв Красноярской лесостепи: специальность 03.02.13 "Почвоведение": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Кураченко Наталья Леонидовна. – Томск, 2010. – 35 с.
8. Ковалева, Е.В. Изучение мощности гумусового профиля почвенных катен Центральной лесостепи / Е.В. Ковалева, И.Ю. Вагурин, А.В. Акинчин [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 7. – С. 16-20.
9. Белобров, В.П. Структура почвенного покрова и трансформация морфометрических параметров типичных черноземов в технологии прямого посева / В.П. Белобров, С.А. Юдин, Н.Р. Ермолаев, А.Я. Айдиев // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2023. – № 115. – С. 5-31.
10. Нечаева, Т.В. Постагрогенное восстановление свойств черноземов лесостепной зоны Западной Сибири / Т.В. Нечаева, Е.Н. Смоленцева // Проблемы плодородия почв в современном земледелии : Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию освоения целинных и залежных земель, Красноярск, 24–28 июня 2024 года. – Красноярск: Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук", 2024. – С. 85-89.
11. Изменения в постагрогенных почвах в ходе восстановления древесной растительности в условиях юго-запада Ленинградской области / Д.А. Данилов, А.А. Яковлев, Д.А. Зайцев, А.А. Иванов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2024. – № 251. – С. 97-122.
12. Ковалева, Н.М. Восстановление растительности на залежах в лесостепи Красноярского края / Н.М. Ковалева, Р.С. Собачкин // Лесоведение. – 2023. – № 5. – С. 502-512.
13. Иванова, Т.А. Гумусное состояние черноземов неиспользуемой пашни Канской лесостепи / Т.А. Иванова, А.В. Крыжановская, Н.Л. Кураченко и др. // Вестник КрасГАУ. – 2025. – № 4. – С. 114-124.
14. Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731 "О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса РФ" // Собрание законодательства РФ. – 14.05.2021. – № 1. – С. 3.
15. Захаров, С.А. Краткий курс практических занятий по почвоведению / С.А. Захаров. – М.-Л.: Госиздат, 1930. – 245 с.
16. Слюсарев, В.Н. Характеристика некоторых аспектов плодородия чернозема выщелоченного Западного Предкавказья / В.Н. Слюсарев, Л.М. Онищенко, Т.В. Швец // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 89. – С. 916-932.
17. Моделирование мощности гумусового горизонта для целей выделения почв-эталонов // Изучение и идентификация почвенных эталонов и редких почв с целью мониторинга и охраны почвенных ресурсов в Равнинном Крыму. – Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2017. – С. 22-29.
18. Кураченко, Н.Л. Гумусовые вещества в формировании агрофизических свойств почв Красноярской лесостепи / Н.Л. Кураченко. – Красноярск: Краснояр. гос. аграр. ун-т., 2019. – 143 с.
19. Бугаков, П.С. Почвы Красноярского края / П.С. Бугаков, Горбачева С.М., Чупрова В.В. – Красноярск, 1981. – 127 с.
20. Лебедева, И.И. Почвы Центрально-Европейской и Средне-Сибирской лесостепи / И.И. Лебедева, Е.В. Семина. – И.: Колос, 1974. – 225 с.
21. Зыбалов, В.С. Результаты мониторинга залежных земель в лесостепной зоне южного Урала / В.С. Зыбалов, Н.С. Сергеев, М.В. Запелалов // АПК России. – 2020. – Т. 27, № 1. – С. 30-37.
22. Крупкин, П.И. Черноземы Красноярского края / П.И. Крупкин. – Красноярск: КрасГАУ, 2002. – 332 с.
23. Кураченко, Н.Л. Агрофизическое состояние почв Красноярской лесостепи / Н.Л. Кураченко. – Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2013. – 194 с.
24. Овечкин, С.В. Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области / С.В. Овечкин, Г.С. Базыкина // Почвоведение. – 2011. – № 12. – С. 1475.

REFERENCES

1. Trofimov, I.A., Trofimova, L.S. &Yakovleva, E.P. (2021) Preserving the fertility of Russian chernozems. Status, trends, forecast In: *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science* 07–11 June 2021 года, Orenburg, Russia. Orenburg, 012108. (In Russian).
2. Sidorova, V.A. &Krasilnikov, P.V. (2004) [Spatial variability of agrochemical properties of southern chernozems]. Chernozems of Central Russia: genesis, geography, evolution. 475-480. (In Russian).
3. Smirnova L.G., Mikhailenko I.I. &Smirnov G.V. (2019) Analysis of spatial humus distribution in virgin and arable Chernozems in the eroding landscapes In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* International Conference on Key Concepts of Soil Physics: Development, Future Prospects and Current Applications 27-31 May 2019, Moscow, Russia. Moscow, Institute of Physics Publishing, 012050. (In Russian).
4. Albornoz-Bucheli C., Benavides C. &Muñoz-Guerrero D. (2022) Geostatistical methods applied to soil fertility zoning. *Journal of the Revista de Ciencias Agrícolas*, 39 (1), 85-98.
5. Kurachanko, N.L. &Hizhnik, S.V. (2010) [Spatial variation of the structural and aggregate composition of chernozems and gray forest soils of the Krasnoyarsk forest-steppe under extremely homogeneous soil formation conditions]. *Zhurnal Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Journal of the Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 1 (63), 36-40. (In Russian).
6. Kayugina, S.M. &Eremin, D.I. (2020) [Spatial variability of the power of the genetic horizons of gray forest soils of the Northern Urals]. *Zhurnal Vectnik KrasGAU = Journal of the Bulletin of KrasGAU*, 10 (163), 3-12. (In Russian).
7. Kurachanko, N.L. (2010) *Assessment and dynamics of the agrophysical state of chernozems and gray forest soils of the Krasnoyarsk forest steppe* In: Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Biological Sciences, Tomsk, 35 p. (In Russian).
8. Kovaleva, E.V., Vagurin, I.Yu &Akincin, A.V. (2021) [Study of the thickness of the humus profile of soil grains in the Central forest-steppe]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agricultural Scientific Journal*, 7, 16-20. (In Russian).
9. Belobrov, V.P. Yudin, S.A., Ermolaev, N.P. &Aidiev A.Ya. (2023) [The structure of the soil cover and the transformation of morphometric parameters of typical chernozems in direct seeding technology]. *Zhurnal byulleten` Pochvennogo instituta imeni V. V. Dokuchaeva = Journal of the Bulletin of the V.V. Dokuchaev Soil Institute*, 115, 5-31. (In Russian).
10. Nechaeva, T.V. &Smolentseva, E.N. (2024) Postagrogenic restoration of the properties of chernozems of the forest-steppe zone of Western Siberia. In: *Problems of soil fertility in modern agriculture: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 70th anniversary of the development of virgin and fallow lands*, 24-28 June 2024, Krasnoyarsk, Russia, Krasnoyarsk, 85-89. (In Russian).
11. Danilov, D.A., Yakovlev, A.A., Zaitsev, D.A. &Ivanov A.A. [Changes in postagrogenic soils during the restoration of woody vegetation in the south-west of the Leningrad region]. *Zhurnal Izvestiya Sankt-Peterburgskoy lesotekhnicheskoy akademii = Journal of the Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy*. St. Petersburg, 251, 97-122. (In Russian).
12. Kovaleva, N.M. &Sobachkin, P.S. (2023) [Restoration of vegetation on deposits in the forest-steppe of the Krasnoyarsk Territory]. *Zhurnal lesovedenie = Journal of the Forestry science*, 5, 502-512. (In Russian).
13. Ivanova, T.A., Kryzhanovskaya, A.B. &Kurachenko, N.L. (2025) [Humus state of the chernozems of unused arable land in the Kansk forest-steppe]. *Zhurnal Vestnik KrasGAU = Journal of the Bulletin of KrasGAU*, 4, 114-124. (In Russian).
14. Decree of the Government of the Russian Federation dated May 14, 2021 No. 731 "On the State Program for the effective involvement in the turnover of agricultural land and the development of the land Reclamation complex of the Russian Federation" In: *Collection of legislation of the Russian Federation. 2021, 1, 3. (In Russian)*.
15. Zacharov, S.A., (1930) *A short course of practical exercises in soil science*. Moscow: State Publishing House, 245 p. (In Russian).
16. Slyusarev, V.N., Onishchenko, L.M. &Shvets, T.V. (2013) [Characteristics of some aspects of the fertility of the leached chernozem of the Western Ciscaucasia]. *Politematicheskii setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Journal of the Polythematic Online electronic scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 89, 916-932. (In Russian).
17. Modeling the thickness of the humus horizon for the purpose of isolating reference soils In: *Study and identification of soil standards and rare soils for the purpose of monitoring and protection of soil resources in the Lowland Crimea*. Simferopol: Limited Liability Company "Publishing House Printing House "Arial", 2017, 22-29. (In Russian).

18. Kurachanko, N.L. (2019) *Humic substances in the formation of agrophysical properties of soils of the Krasnoyarsk forest*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University. 143 p. (In Russian).
19. Bugakov, P.S., Gorbacheva, S.M. & Chuprova, V.V. (1981) *Soils of the Krasnoyarsk Territory*. Krasnoyarsk, 127 p. (In Russian).
20. Lebedeva, I.I. & Semina, E.V. (1974) *Soils of the Central European and Central Siberian forest steppe*. Irkutsk: the Ear, 225 p. (In Russian).
21. Zybalov, V.S., Sergeev, N.S. & Zapevalov, M.V. (2020) [Monitoring results of fallow lands in the forest-steppe zone of the southern Urals]. *Zhurnal APK Rossii = Journal of the Agroindustrial complex of Russia*, 27 (1), 30-37. (In Russian).
22. Krupkin, P.I. (2002) *Chernozems of the Krasnoyarsk Territory*. Krasnoyarsk: KrasGAU, 332 p. (In Russian).
23. Kurachanko, N.L. (2013) *Agrophysical state of soils of the Krasnoyarsk forest-steppe*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University, 194 p. (In Russian).
24. Ovechkin, S.V. & Bazykina, G.S. (2011) [Carbonate profile and humidity regime of migration-micellar chernozems of different ecosystems of the Kursk region]. *Zhurnal pochvovedenie = Journal of the soil science*, 12, 1475. (In Russian).

MORPHOGENETIC CHARACTERISTICS OF THE CHERNOZEMS OF UNUSED ARABLE LAND IN THE KANSK FOREST-STEPPE

T. A. Ivanova, N. L. Kurachenko, M. S. Kondakova

The article discusses the results of research on the assessment of morphogenetic features of the chernozems of the Kansk forest-steppe, one of the largest natural districts of the agricultural zone of the Krasnoyarsk Territory. A statistical assessment of the power of genetic horizons at the subtype level has been carried out, the typology of the structure according to the soil profile and the distribution of the boiling line from carbonates have been shown. It has been established that there is a tendency in soils to restore morphological features in the direction of their natural state. According to the complex of morphological features, the podzolic and leached chernozems of the region are the closest reserve for their re-development into arable land.

Keywords: chernozems, unused arable land, soil morphology, genetic horizons, spatial variability, soil structure, boiling line.

Поступила в редакцию 15.01.2026 г.

Иванова Татьяна Анатольевна

аспирант кафедры почвоведения и агрохимии,
Красноярский государственный аграрный
университет, г. Красноярск, Россия.

E-mail: tanya_kovalkova@mail.ru

ORCID: 0009-0002-9991-8972

SPIN-код: 8203-7420

Author ID: 1305725

Ivanova Tatiana Anatolyevna

Postgraduate student of the Department of Soil Science
and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian
University, Krasnoyarsk, Russia.

E-mail: tanya_kovalkova@mail.ru

ORCID: 0009-0002-9991-8972

SPIN-код: 8203-7420

Author ID: 1305725

Кураченко Наталья Леонидовна

доктор биологических наук, профессор;
профессор кафедры почвоведения и агрохимии,
Красноярский государственный аграрный
университет, г. Красноярск, Россия.

E-mail: kurachenko@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1761-4995

SPIN-код: 8849-0135

Author ID: 89509

Kurachenko Natalia Leonidovna

Doctor of Biological Sciences, Professor;
Professor of the Department of Soil Science and
Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russia.

E-mail: kurachenko@mail.ru

ORCID: 0000-0002-1761-4995

SPIN-код: 8849-0135

Author ID: 89509

Кондакова Марина Сергеевна

студент кафедры почвоведения и агрохимии,
Красноярский государственный аграрный
университет, г. Красноярск, Россия.

E-mail: morskay-555@bk.ru

Kondakova Marina Sergeevna

student of the Department of Soil Science and
Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University,
Krasnoyarsk, Russia.

E-mail: morskay-555@bk.ru