



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья

УДК 631.489

doi: 10.17308/sorpchrom.2025.25/12797

Агроэкологические показатели поглотительной способности чернозема при разливе нефтепродуктов

Юлия Сергеевна Горбунова[✉], Антон Викторович Белик,
Светлана Николаевна Божко, Алина Сергеевна Прокопенко,
Татьяна Анатольевна Девятова

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия, gorbunova.vsu@mail.ru[✉]

Аннотация. Статья посвящена изучению агроэкологических показателей поглотительной способности чернозема. В современных условиях ведения специальной военной операции (СВО) почвенный покров Луганской Народной Республики (ЛНР) испытывает на себе антропогенное воздействие в виде разлива дизельного топлива при заправке специальной военной техники. Проведено исследование локальных данных по изменению в содержании физико-химических свойств чернозема, что позволяет говорить о процессе сорбции – основном механизме обменной поглотительной способности почв. Цель работы – установить негативное воздействие от разлива дизельного топлива при заправке военной техники на свойства почв Сватовского района ЛНР.

Исследуемая территория характеризуется интенсивным сельскохозяйственным использованием земельных ресурсов. В результате чего наблюдается снижение содержания гумуса в верхних слоях почвы. Окраска почвы темно-серая, обусловлена присутствием гумусовых веществ и обогащена включением спекшихся частиц грунта, которые образовались вследствие частичного выгорания гумуса при взрывах зарядов. За длительный период использования (распашки) черноземов, расположенных в степной зоне, произошла смена ксерофильной степной растительности мезофильными сельскохозяйственными культурами. В последние годы 2022-2024 прослеживается обратная тенденция, связанная с отсутствием сельскохозяйственных культур на исследуемой территории и зарастание ее ксерофильной степной растительностью.

В загрязненных почвах содержание гумуса в 0-10 см слое выше (составляет 4.45%), чем в фоновых (3.98%) из-за сорбционной способности черноземных почв. Минимальная величина pH водной суспензии отмечается на территории фонового участка. На загрязненном участке – реакция среды близка к нейтральной. В загрязненном черноземе, начиная с 20-30 см слоя почв гидролитическая кислотность отсутствует. В верхнем 0-10 см слое она составляет 1.45 ммоль(экв)/100 г почвы, что ниже по сравнению с аналогичным слоем фоновой почвы, где она составляет 2.69 ммоль(экв)/100 г почвы. Степень насыщенности почв основаниями в 0-10 см слое чернозема выше под загрязненными нефтепродуктами участками и составляет 96.6%. Эта величина на фоновой территории в 0-10 см слое чернозема составляет 93.6%. Все исследованные участки почвы, расположенные как на фоновой, так и на загрязненной территории, характеризуются высокой степенью насыщенности почв основаниями.

Ключевые слова: чернозем, нефтепродукты, поглотительная способность почв, территория проведения СВО.

Для цитирования: Горбунова Ю.С., Белик А.В., Божко С.Н., Прокопенко А.С., Девятова Т.А. Агроэкологические показатели поглотительной способности чернозема при разливе нефтепродуктов // Сорбционные и хроматографические процессы. 2025. Т. 25, № 1. С. 90-100. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2025.25/12797>



Original article

Agroecological indicators of the absorption capacity of chernozem during an oil spill

Julia S. Gorbunova[✉], Anton V. Belik, Svetlana N. Bozhko,
Alina S. Prokopenko, Tatyana A. Devyatova

Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, gorbunova.vsu@mail.ru[✉]

Abstract. The article is devoted to the study of agroecological indicators of the absorption capacity of chernozem. In modern conditions of conducting a special military operation (SMO), the soil cover of the Lugansk People's Republic (LPR) is experiencing anthropogenic impact in the form of a diesel fuel spill when refueling special military equipment. A study of local data on changes in the content of physicochemical properties of chernozem was carried out, which allows us to talk about the sorption process - the main mechanism of the exchange absorption capacity of soils. The purpose of the work is to establish the negative impact of diesel fuel spills when refueling military equipment on the soil properties of the Svatovsky district of the LPR.

The study area is characterized by intensive agricultural use of land resources. As a result, there is a decrease in the humus content in the upper layers of the soil. The color of the soil is dark gray, due to the presence of humic substances and enriched with the inclusion of sintered soil particles, which were formed as a result of partial burnout of humus during explosions of charges. Over a long period of use (ploughing) of chernozems located in the steppe zone, the xerophilic steppe vegetation was replaced by mesophilic agricultural crops. In recent years, 2022-2024, a reverse trend has been observed, associated with the absence of agricultural crops in the study area and its overgrowing with xerophilic steppe vegetation.

In contaminated soils, the humus content in the 0-10 cm layer is higher (4.45%) than in background soils (3.98%) due to the sorption capacity of chernozem soils. The minimum pH value of the aqueous suspension is observed in the background area. In a contaminated area, the reaction of the environment is close to neutral. In contaminated chernozem, starting from 20-30 cm of soil layer, there is no hydrolytic acidity. In the upper 0-10 cm layer it is 1.45 mmol(eq)/100 g of soil, which is lower compared to the same layer of background soil, where it is 2.69 mmol(eq)/100 g of soil. The degree of soil saturation with bases in the 0-10 cm layer of chernozem is higher under areas contaminated with oil products and amounts to 96.6%. This value in the background area in the 0-10 cm layer of chernozem is 93.6%. All studied soil areas, located both in the background and in the contaminated area, are characterized by a high degree of soil saturation with bases.

Keywords: chernozem, petroleum products, soil absorption capacity, territory of a special military operation.

For citation: Gorbunova J.S., Belik A.V., Bozhko S.N., Prokopenko A.S., Devyatova T.A. Agroecological indicators of the absorption capacity of chernozem during an oil spill. *Sorbtionnye i khromatograficheskie protsessy.* 2025. 25(1): 90-100. (In Russ.). <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2025.25/12797>

Введение

Уникальность чернозема, расположенного на территории активных боевых действий населенного пункта Макеевка в Сватовском районе Луганской области заключается в том, что в современных условиях ведения СВО он испытывает на себе антропогенное воздействие в виде разлива дизельного топлива при заправке военной техники. Помимо этого, исследуемая территория характеризуется интенсивным сельскохозяйственным использованием земельных ресурсов. Земельно-ресурсный потенциал почвенного покрова ЛНР одновременно можно

рассматривать и как природный объект, и как фактор производства сельскохозяйственной продукции. Сельскохозяйственная освоенность ЛНР за 2022 г. составила 70.6%, что выше, чем, например, в Белгородской области, где сельскохозяйственная освоенность территории составляет 70% или в Российской Федерации в целом 7.8% [1, 2].

За время исследования собран и обобщён фактический материал, проведён анализ локальных и региональных данных по изменению в содержании физико-химических свойств чернозема, что позволило сделать вывод: процесс сорбции –



Рис. 1. Расположение населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Fig. 1. Location of the settlement of Makeevka in the Svatovskiy district of the LPR

основной механизм обменной поглотительной способности загрязненных нефтепродуктами почв. Состав почвенного поглощающего комплекса (ППК) зависит от типа почвообразования, а также связан с уровнем плодородия чернозема. Плодородие почв, в свою очередь, не может быть заменено альтернативным ресурсом, способным восполнить потребность человека в получении урожая. От состояния ППК зависит питательный режим почвы и ее свойства. Анализ их необходим для теоретического обоснования процесса трансформации чернозема Сватовского района Луганской области [3-6].

Цель работы – установить негативное воздействие от разлива дизельного топлива при заправке военной техники на свойства почв Сватовского района ЛНР.

Экспериментальная часть

Почвенные образцы отбирались летом 2023 года на территории ведения (на тот момент времени) активных боевых действий вблизи населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР. Аналитические исследования были проведены в лаборатории экологического мониторинга ВГУ. В отобранных почвенных образцах определены основные физико-химические свойства, а также содержание

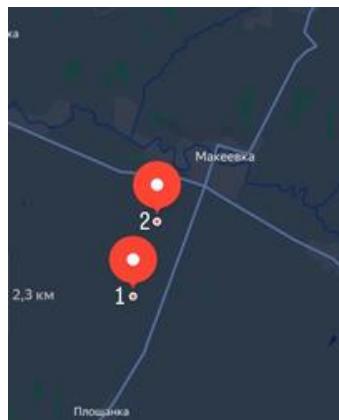


Рис. 2. Расположение точек отбора вблизи населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Fig. 2. Location of sampling points near the settlement of Makeevka in the Svatovskiy district of the LPR

гумуса в черноземе. Установлены точные координаты заложенных почвенных разрезов: 1 – $49^{\circ}21'23.58''\text{N}$ $38^{\circ}02'54.81''\text{E}$; 2 – $49^{\circ}21'34.09''\text{N}$ $38^{\circ}00'98.35''\text{E}$ (рис. 1-2). Объектом исследования является чернозем [9, 10].

Территория ЛНР расположена в степной природной зоне умеренного географического пояса и представлена 10 видами ландшафта. Сватовской район ЛНР находится в зоне разнотравно-типчаково-ковыльных степей, представлен волнистой равниной со средней высотой в 170 м над уровнем моря. Климат умеренно-континентальный, средняя температура самого жаркого летнего месяца составляет $+21^{\circ}\text{C}$, а зимнего – -7°C . Коэффициент увлажнения меньше единицы с годовой суммой осадков менее 500 мм. На территории ЛНР насчитывается более ста рек, в почвенном покрове преобладают черноземы, сформировавшиеся в результате дернового процесса почвообразования, которые развиваются под лугово-степной и степной травянистой растительностью на различных преимущественно лессовых и лессовидных, почвообразующих породах [2].

Отбор почвенных образцов в количестве 90 штук проводился из 0-150 см почвенного разреза послойно (0-10, 10-



20...140-150 см) в трехкратной повторности в месте разлива дизельного топлива и на удалении от него (фоновый участок). Анализы основных свойств почв приведены для верхнего 0-50 см слоя почвы, т.к. именно он в большей степени реагирует на загрязняющие вещества, которые влияют на содержание гумуса и на физико-химические свойства почв. В качестве фонового участка исследовалась почва, идентичная по своим свойствам и составу, но не подверженная загрязнению от дизельного топлива. В отобранных почвенных образцах определялись основные физико-химические показатели почв и содержание гумуса по общепринятым методикам [7].

Измерение значений рН_{H2O} определяли потенциометрическим методом в вытяжке из почвы, т.к. этот метод позволяет вести измерения в многокомпонентном растворе. Эффективный рабочий диапазон составляет около 16 порядков. Точность определения – 0.1%. В процессе лабораторных исследований использовался аквадистиллятор ДЭ-25М ЭМО «Завод», Санкт-Петербург, (Россия), электронные весы «DEMCOM DL-312» (310 г/0.01 г) (Россия), РН метр / иономер S500 SevenExcellence (S500-Fluoride) (США). Гидролитическую кислотность почвы определяли методом Каппена по взаимодействию 1 н. раствора CH₃COONa при pH 8.2 и соотношении почва-раствор 1:2.5.

В карбонатных почвах определение кальция и магния проводили комплексногометрическим методом и методом Тюрина при pH=10 [7].

Степень насыщенности почв основаниями рассчитывают по формуле

$$V = 100\% \frac{S}{(S + H)},$$

где V – степень насыщения, S – сумма Ca²⁺ и Mg²⁺, H – общая гидролитическая кислотность почвы. Содержание гумуса определяли методом Тюрина, который основан на окисление углерода почвы избытком дихромата калия в присутствии

серной кислоты [7]. Проведена математическая обработка данных [8].

Обсуждение результатов

Авторами работы [11] установлено, что в черноземах после длительного распахивания происходит уменьшение в содержании обменных катионов кальция и магния, а также наблюдается снижение в степени насыщенности почв основаниями, таких почв как, черноземы ЦЧР и ЛНР. Почвенный поглощающий комплекс (ППК) в черноземах представлен главным образом обменными катионами Ca²⁺ и Mg²⁺. Они вызывают коагуляцию коллоидов и способны удерживать одновременно две коллоидные частицы [12].

Лесистость исследуемой территории составляет менее 8%, которая распространена неравномерно в бассейнах рек Северский Донец, Айдар, на склонах речных долин, балок и оврагов [2]. Авторы работы [13-16] оценили роль лесополос в оптимизации почв и ландшафтов, доказали многоплановую роль лесополос в агролесомелиоративном обустройстве территории Центральной России, подчеркнув их необходимость.

Несмотря на то, что на территории, где были отобраны почвенные образцы летом 2023 года, активность боевых действий сократилась за счет закрепления территории за вооруженными силами РФ, использование военной техники, ее заправка продолжались. Происходило загрязнение атмосферы и почвенного покрова. При заправке военной техники почва загрязнялась топливом, и загрязняющие вещества накапливались в ней, также взрывчатые вещества после рассеивания в атмосферном воздухе частично оседали на почвенном покрове.

Согласно данным представительства ДНР в СЦКК за 2023 год [17] при эксплуатации специальной военной техники использовано более 15000000 т различного топлива. Кроме того, на территориях ДНР и ЛНР вооруженными силами Украины (ВСУ) были уничтожены хранилища



с топливом объемом более 250 тыс. т. Для упрощения и усреднения данных были сделаны расчеты по бензину.

По данным Министерства энергетики РФ, при сжигании 1 дм³ бензина образуется 2.35 кг CO₂. При сжигании 15000000 т топлива + 250000 т образуется: 15250000 т × 2.35=35840000 т CO₂. Объем газа при нормальных условиях при плотности ρ=1.98 кг/м³ составит 7096000000 м³ (748 тыс. км³). Вместе с CO₂ выделяется сажа, угарный газ, оксиды азота и углеводороды, которыми насыщен воздушный бассейн территории, а в дальнейшем они частично оседают на почвенный покров и аккумулируются в гумусовой толще почвенного профиля [18].

Согласно [17] почти за три года обеими сторонами использовано 40200000 единиц артиллерийских боеприпасов. Кроме того, в боевых действиях используется большое количество ракет, реактивных взрывных устройств и менее мощных боеприпасов. Если принять размеры воронки от снарядов: d – 4.5 м, h – 2.2 м, d_{вн.в} – 15 м, где d_{вн.в} – диаметр по внешнему валу выброшенного грунта, то объем выброшенного грунта снарядом калибра 155 мм составляет 11.7 м³. Суммарный объем грунта, выброшенного 40 млн 200 тыс. взрывами, равен примерно 470340000 м³. Площадь нарушенной территории диаметром 15 м включает саму воронку и окружность вокруг нее составляет 176 м² (для одной воронки). Суммарная площадь территории от воронок и земляных выбросов составит 7075 км².

Кроме механического перемещения и перемешивания почвы вследствие взрыва происходит ее загрязнение осколками от боеприпасов, которые встречаются в верхнем горизонте почв в виде металлических включений. По результатам исследований, проведенных в работах [19,20], средняя концентрация осколков на 1 м² почвы достигает 200 г/м².

Исследуемая почва имеет темно-серую окраску, которая обусловлена гуму-

совыми веществами и обогащена включением спекшихся частиц грунта, которые образовались вследствие частичного выгорания гумуса. Данное образование происходит при взрыве заряда, т.к. газообразные продукты находятся под давлением 250 тыс. атмосфер и нагреты до t=3500-4000°C [18]. В черноземах, расположенных в степной зоне из-за их распашки, происходит смена ксерофильной степной растительности мезофильными сельскохозяйственными культурами. Поэтому ежегодно при использовании земель под сельскохозяйственные культуры наблюдалось недоиспользование некоторого количества влаги по сравнению с аналогичными целинными почвами, что отражалось в распределении катионов кальция. В последние годы 2022-2024 прослеживается обратная тенденция, связанная с отсутствием сельскохозяйственных культур на исследуемой территории и зарастание ее ксерофильной степной растительностью.

В исследуемых образцах почв Сватовского района ЛНР было определено содержание гумуса. По литературным данным известно, что, начиная с 1961 г. среднее содержание гумуса на территории Луганского региона снизилось с 4.7 до 4.1% в 2014 г. (данные агрохимической паспортизации грунтовых покровов).

Было установлено, что содержание гумуса в верхнем 0-10 см слое почв отобранных образцов на фоновом участке составляет 3.98%, что связано с интенсивным использованием почв для выращивания сельскохозяйственной продукции и выгоранием органического вещества почвы в результате использования реактивных взрывных устройств. В образцах, загрязненных дизельным топливом, содержание гумуса в верхнем 0-10 см слое почв составляет 4.45% (рис. 3). Данный участок также был подвержен взрывам и распространению осколков от боеприпасов. Большее содержание гумуса связано с сорбционной способностью разлитого на поверхности почвы

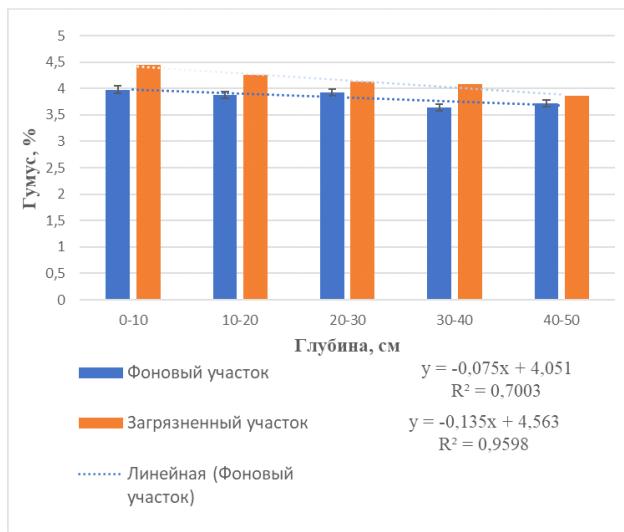


Рис. 3. Содержание гумуса, % в почвах населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Fig.3. Humus content, % in the soils of the settlement of Makeevka in the Svatovsky district of the LPR

топлива. Вниз по профилю содержание гумуса в каждом 10-ти см слое почв уменьшается как на фоновом, так и на загрязненном участке, что говорит о дефиците гумуса в почве, где он является биоэнергетической основой плодородия и выполняет функцию регулятора биохимических процессов. Ещё одной причиной снижения содержания гумуса в почвенной толще чернозема по сравнению с аналогичными почвами является уменьшение внесения органических удобрений при интенсивном использовании почв в сельскохозяйственном производстве. За последнее десятилетие объемы внесения органических удобрений только сокращались, что, в свою очередь отразилось на свойствах почвы. Известно, что нельзя недооценивать роль органических удобрений при ведении сельского хозяйства, чтобы удовлетворить потребность растений в элементах питания [21].

Другой причиной сокращения содержания гумуса в почве является проведение СВО. В результате применения снарядов происходит частичное выгорание гумуса и образование спекшихся частиц почвы с ее перемешиванием в результате взрывов. Механическое перемешивание почвенных горизонтов происходит также

при проведении земляных фортификационных работ и строительстве заградительных сооружений. Согласно Уставу сухопутных войск [22] территория опорного пункта мотострелкового взвода (30-35 человек) достигает 12 га. В зоне СВО с обеих сторон находятся примерно 600000 человек, или приблизительно 20 000 взводов. Тогда суммарная территория укрепрайонов составит 240000 га или 2 400 км².

В зоне боевых действий находится не менее 60 тыс. блиндажей и инженерных заграждений, в составе которых заключено более 600000 м³ строительных материалов, как правило, древесины, дефицитной для территории степной зоны. При поражении военной техники происходит ее возгорание, утечка топлива, сопровождающаяся взрывами, разрушениями, что в свою очередь наносит урон окружающей природной среде с загрязнением и деструкцией поверхностного слоя почвы. По данным работы [20] в зоне боевых действий находилось более 2 700 км² лесов, при этом более трети пострадали от вырубки, всевозможных пожаров, ведения боевых действий. До 80 % территории зоны проведения СВО заминировано.

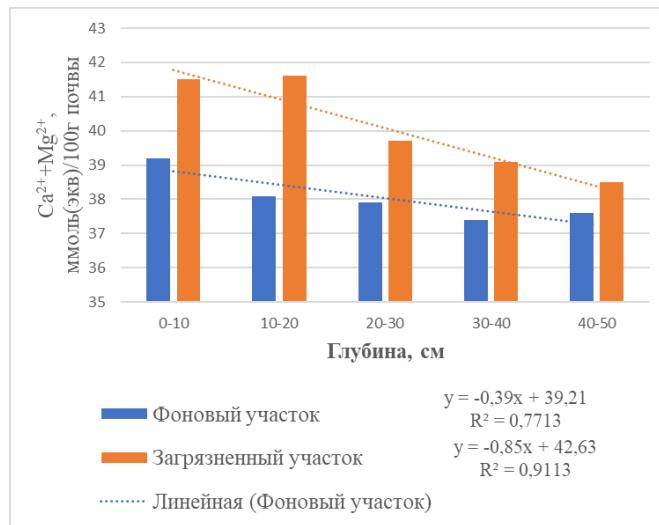


Рис.4. Содержание обменных катионов $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$, ммоль(экв)/100г почвы населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Fig. 4. Content of exchangeable cations $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$, mmol(equiv)/100g of soil in the settlement of Makeevka in the Svatovsky district of the LPR

Таблица 1. Физико-химические свойства почв населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Table. Physico-chemical properties of soils in the settlement of Makeevka in the Svatovsky district of the LPR

Глубина, см	pH _{H₂O}	Обменные катионы, ммоль(экв)/100г почвы		V, %
		$\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$	H^+	
чернозем (фоновый участок)				
0–10	6.18±0.62	39.2±1.43	2.69±0.72	93.6
10–20	6.17±0.59	38.1±1.38	2.25±0.74	94.4
20–30	6.29±0.52	37.9±1.22	1.83±0.66	95.4
30–40	6.40±0.54	37.4±1.27	1.57±0.59	96.0
40–50	6.56±0.47	37.6±1.17	1.28±0.52	96.7
чернозем (загрязненный нефтепродуктами участок)				
0–10	7.08±0.58	41.5±1.57	1.45±0.57	96.6
10–20	7.33±0.53	41.6±1.51	1.26±0.61	97.1
20–30	7.72±0.48	39.7±1.44	-	100
30–40	7.78±0.49	39.1±1.39	-	100
40–50	7.85±0.45	38.5±0.37	-	100

Для профиля чернозема, расположенного на фоновой территории села Макеевка Сватовского района ЛНР, характерно снижение в содержании обменных катионов кальция и магния с глубиной от 39.2 ммоль(экв)/100 г почвы в 0-10 см слое почвы (рис. 4) до 32.7 ммоль(экв)/100 г почвы в 140-150 см слое почв. Для аналогичных загрязненных нефтепродуктами почв сохраняется аналогичная закономерность за исключением верхних почвенных слоев, где содержание обменных

катионов кальция и магния увеличено по сравнению с фоном и составляет 41.5 ммоль(экв)/100 г почвы в 0-10 см слое почв (табл. 1). Перераспределение в составе обменных оснований объясняется дефицитом карбонатов кальция в условиях более кислой реакции среды pH=6.18 на фоновом участке в 0-10 см слое почвы по сравнению с загрязненным нефтепродуктами участке, где значение pH=7.08 в аналогичном слое почв (рис. 5). Данное заключение подтверждается

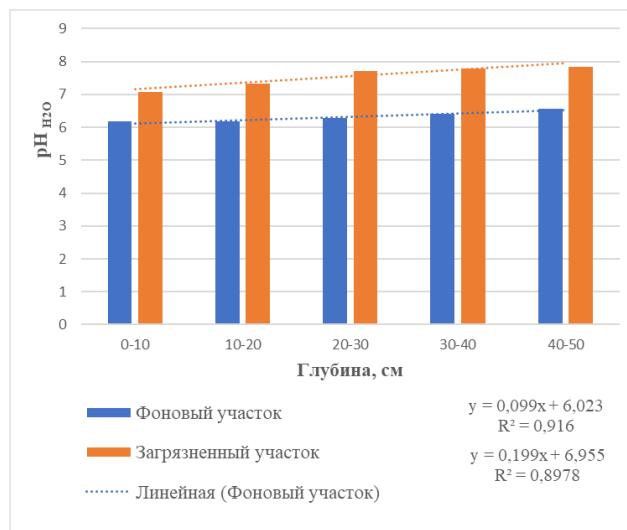


Рис.5. Значение pH H₂O почв населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР
Fig. 5. pH value of H₂O soils in the settlement of Makeevka in the Svatovsky district of the LPR

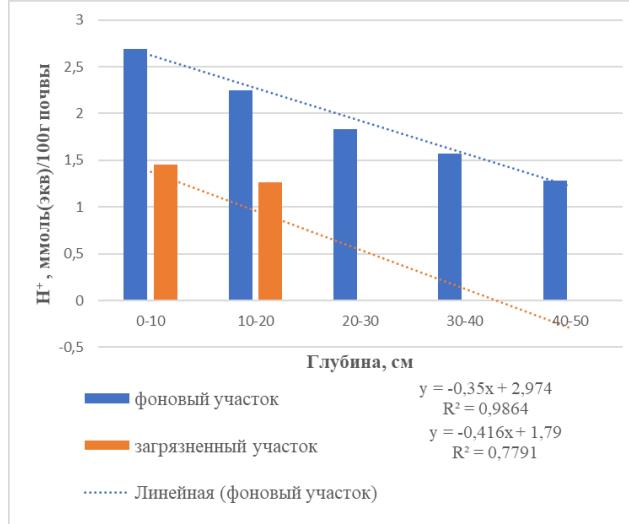


Рис.6. Содержание гидролитической кислотности H⁺, ммоль(экв)/100г почвы населенного пункта Макеевка в Сватовском районе ЛНР

Fig. 6. Content of hydrolytic acidity H⁺, mmol(equiv)/100g of soil in the settlement of Makeevka in the Svatovsky district of the LPR

работами многих авторов [3, 4, 23, 24]. Минимальная величина pH водной суспензии отмечается на территории фонового участка, а на загрязненном участке – реакция среды близка к нейтральной. Вниз по профилю происходит постепенное подщелачивание почвенного раствора (табл. 1).

Анализ состояния ППК чернозема в зоне проведения боевых действий и периодического разлива нефтепродуктов при заправке военной техники подтвердил наличие тенденций увеличения содержа-

ния суммы обменных оснований и степени насыщенности почв основаниями в верхних слоях почвы (табл. 1). В исследованных загрязненных черноземах, в противоположность фоновым выражено подщелачивание верхних слоев почв и стремление значений pH к нейтральному диапазону.

Величина гидролитической кислотности даёт представление об общем содержании в почве поглощённых ионов водорода, что служит показателем насыщенности почв основаниями. Чем меньше в черноземе поглощённых ионов водорода,



тем выше насыщенность почв основаниями. Гидролитическая кислотность включает менее подвижную часть ионов водорода, при отсутствии обменной кислотности не происходит угнетения роста и развития растений. В загрязненном черноземе, начиная с 20-30 см слоя почв гидролитическая кислотность отсутствует (рис. 6). В верхнем 0-10 см слое она составляет 1.45 ммоль(экв)/100 г почвы, что ниже по сравнению с аналогичным слоем фоновой территории, где она составляет 2.69 ммоль(экв)/100 г почвы, при движении вниз по профилю наблюдается уменьшение величины гидролитической кислотности (табл. 1).

Степень насыщенности почв основаниями в 0-10 см слое чернозема наибольшая под загрязненными нефтепродуктами участками и составляет 96.6%. Эта величина на фоновой территории в 0-10 см слое чернозема составляет 93.6%. Все исследованные участки почвы, расположенные как на фоновых, так и на загрязненных территориях, характеризуются высокой степенью насыщенности почв основаниями, что непосредственно отразилось на низких значениях гидролитической кислотности.

Заключение

Состояние почвенного покрова на территории ведения боевых действий (Сватовский район ЛНР) можно рассматривать как последствия антропогенного воздействия со стороны совокупности ряда факторов: перемещением и перемешиванием почвенных слоев и даже горизонтов, и загрязнением почвенного покрова нефтепродуктами, как следствие, изменением его состава и свойств, что, безусловно, негативно отражается на сельскохозяйственном использовании почв.

Исследуемая территория села Макеевка Сватовского района ЛНР подвергается периодическому разливу дизельного

топлива, что приводит к трансформации почвенного покрова. Выявлено, что при-
сутствие углеводородов в почвенном по-
крове чернозема оказывает негативное
влияние на его физико-химические свой-
ства. В слоях почвы с содержанием
нефтепродуктов увеличивается значение
рН и содержание легкорастворимых солей.

Полученные результаты исследования можно использовать для дальнейшего мониторинга окружающей природной среды и прогнозирования состояния чернозема для принятия управлеченческих решений по их рациональному использованию и охране. Изменение физико-химических и химических свойств почв в ре-
зультате загрязнения нефтепродуктами приводит к вытеснению воздуха, наруше-
нию доступности почвенного раствора и
питательных веществ для растений, что
является главной причиной торможения
их роста, развития и ведет к дальнейшей
их гибели. Выявленные тенденции обу-
славливают необходимость изъятия за-
грязненных нефтепродуктами почв из
сельскохозяйственного использования.

Для дальнейшего экологического вос-
становления сельскохозяйственного и
лесного потенциала исследуемой терри-
тории необходимо организовать рацио-
нальное использование земельных ресур-
сов ЛНР, провести рекультивацию за-
грязненных различными видами топлива
земель, восстановить утраченные леса и
плодородие почвенного покрова.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет из-
вестных финансовых конфликтов интере-
сов или личных отношений, которые
могли бы повлиять на работу, представ-
ленную в этой статье.



Список литературы/References

1. Dannye Gosudarstvennogo Komiteta po zemel'nym otnoshenijam LNR. Available at: <http://goskomzemlnr.wixsite.com/gkzlnr> (data obrashhenija 10.10.2024).
2. Kosenko T.G. Zonal'nye osobennosti sel'skokhozjajstvennogo proizvodstva Rostovskoj oblasti. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2023; 1: 1-5. (In Russ.)
3. Turusov V.I., Cheverdin Ju.I. Kratkie itogi izuchenija i sovremennoe sostojanie agrolandshaftnogo kompleksa «Kamennaja step'». *Agriculture*. 2018; 6: 15-17. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10604> (In Russ.)
4. Devyatova T.A. Antropogennaja dinamika i biodiagnostika jekologicheskogo sostojaniya chernozemov CChR. Voronezh. 2006. 42 p. <http://earthpapers.net>
5. Gorbunova Ju.S., Devyatova T.A. Dinamika pokazatelej poglotitel'noj sposobnosti pochv posle pirogennogo vozdejstvija. *Sorbtionnye I khromatograficheskiye protsessy*. 2019; 19(6): 718-725. <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2019.19/2235> (In Russ.)
6. Deviatova T.A., Gorbunova Yu.S., Rumyantseva I.V. Basic property analysis of sod-forest soil covered by a forest fire in the territory of Usmansky pinery (RF). *Forestry 2019 IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 392; 2019: 012048 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/392/1/012048> (In Russ.)
7. Shheglov D.I., Gromovik A.I., Gorbunova N.S. Osnovy himicheskogo analiza pochv. Voronezh, VSU Publishing House, 2019, 332 p. (In Russ.)
8. Dospehov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) M.: Book on Demand. 2012. 352 p. (In Russ.)
9. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii. Smolensk: Oycumena, 2004. 342 p. (In Russ.)
10. Polevoj opredelitel' pochv. M.: Soil Institute named after V.V. Dokuchaeva. 2008. 182 p. (In Russ.)
11. Medvedev V.V., Aderihin P.G., Gavriljuk F.E., Chesnjak G.Ja. Russkij chernozem 100 let posle Dokuchaeva. M.: Science. 1983: 199-214. (In Russ.)
12. Chujan O.G. Ocenna pochvennogo pogloshhajushhego kompleksa chernozemov i seryh lesnyh pochv. *Agrochemistry*. 2010; 10: 11-19. (In Russ.)
13. Chendev Ju.G., Bespalova E.S. Ocenna roli lesopolos v optimizacii pochv i landshaftov: literaturnyj obzor svedenij. *Scientific bulletins. Series: Natural Sciences*. 2019; 43(2): 124-133. <https://doi.org/10.18413/2075-4671-2019-43-2-124-133> (In Russ.)
14. Chendev Yu.G., Novykh L.L., Sauer T.J., Petin A.N., Zazdravnykh E.A., Burras C.L. Evolution of Soil Carbon Storage and Morphometric Properties of Afforested Soils in the U.S. Great Plains. *Soil Carbon. Progress in Soil Science. Monograph*. New York: Springer International Publishing, 2014: 475-482. https://doi.org/10.1007/978-3-319-04084-4_47
15. Novykh L.L., Chendev Y.G. Change in the Morphological Properties of Chernozems in an Agrosilvicultural Landscape. *Arid Ecosystems*, 2014; 4(1): 6-10. <https://doi.org/10.1134/S2079096114010065>
16. Chendev Yu.G., Sauer T.J., Ramirez G.H., Burras C.L. History of East European Chernozem Soil Degradation; Protection and Restoration by Tree Windbreaks in the Russian Steppe. *Sustainability*, 2015; 7(1): 705-724. <https://doi.org/10.3390/su7010705>
17. V nastojashhee vremja ezhednevnyj rashod snarjadov v SVO / Predstavitel'stvo DNR v SCKK. 2023. Available at: <http://www.dnr-sckk.ru> (data obrashhenija: 19.09.2023)
18. Andreev K.K., Beljaev A.F. Teoriya vzryvchatyh veshhestv. M: Oborongiz, 1960. 595 p.
19. Drozd G.Ja., Vereh-Belousova E.I. Izmenenie jekologicheskoy obstanovki re-



gionov Donbassa vsledstvie voennyh dejstvij. Traektorija issledovanij – chelovek, priroda, tehnologii. 2024; 1: 36-50. (In Russ.)

20. Drozd G.Ja. Ocenka degradacii kachestva okruzhajushhej sredy Donbassa vsledstvie godovyh boevyh dejstvij. *Agrotehnika i jenergoobespechenie*. 2023; 2(39): 90-100. (n Russ.)

21. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Jakovleva E.P. Agrolandschafty central'nogo chernozem'ja. Rajonirovanie i upravlenie: monografija. M.: OOO «Nauka». 2015. 198 p. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the authors

Ю.С. Горбунова – к.б.н., доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

А.В. Белик – к.б.н., доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

С.Н. Божко – к.б.н., доцент кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

А.С. Прокопенко – бакалавр 4 курса кафедры экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

Т.А. Девятова – д.б.н., профессор, зав. кафедрой экологии и земельных ресурсов Воронежского государственного университета, Воронеж, Россия

22. Mojseenko N.P. Boevoj ustav suhoputnyh vojsk. Chast' 2. Batal'on, rota. M.: Ministerstvo oborony RF. 2013. 801 p. (In Russ.)

23. Ahtyrcev A.B., Aderihin P.G., Ahtyrcev B.P. Lugovo-chernozemnye pochvy central'nyh oblastej Russkoj ravniny. Voronezh: Voronezh Publishing House. un-ta. 1981. 174 p. (In Russ.)

24. Shheglov D.I. Chernozemy centra Russkoj ravniny i ih jevoljucija pod vlijaniem estestvennyh i antropogennyh faktorov. M., Nauka, 1999. 214 p. (In Russ.)

J.S. Gorbunova – PhD, associate professor, Department of ecology and land resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, e-mail: gorbunova.vsu@mail.ru

A.V. Belik – PhD, associate professor, Department of ecology and land resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, e-mail: anton_belik@rambler.ru

S.N. Bozhko – PhD, associate professor, Department of ecology and land resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, e-mail: sveta19691@yandex.ru

A.S. Prokopenko – 4th year bachelor of the Department of Ecology and Land Resources, Voronezh State University, Voronezh, Russia, e-mail: lazukina.03@mail.ru

T.A. Devyatova – Doctor Sci(Bio), professor, Head. Department of ecology and land resources, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, e-mail: devyatova@bio.vsu.ru

Статья поступила в редакцию 09.01.2025; одобрена после рецензирования 04.02.2025; принята к публикации 05.02.2025.

The article was submitted 09.01.2025; approved after reviewing 04.02.2025; accepted for publication 05.02.2025.