

УДК 631.435

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.3.39>

## ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТАН ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНОГО ЛІСОСТЕПУ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Солоха М.О.** – д.с.-г.н., с.н.с.,

завідувач лабораторії інструментальних методів

досліджень ґрунтів, стандартизації і метрології,

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

[orcid.org/0000-0002-1860-0819](https://orcid.org/0000-0002-1860-0819)

**Винокурова Н.В.** – здобувачка вищої освіти ступеня

доктора філософії поза аспірантурою,

н. с. лабораторії інструментальних методів

досліджень ґрунтів, стандартизації і метрології,

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

[orcid.org/0000-0003-3876-480X](https://orcid.org/0000-0003-3876-480X)

**Семенцова К.О.** – н. с. лабораторії інструментальних

методів досліджень ґрунтів, стандартизації і метрології,

Національний науковий центр

«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»

[orcid.org/0000-0002-4898-0314](https://orcid.org/0000-0002-4898-0314)

У статті представлено результати досліджень оцінки впливу воєнних дій на стан гранулометричного складу ґрунтів північного Лісостепу Харківської області. Це є необхідною складовою для визначення потреби у рекультиваційних та ремедіаційних заходах та прийняття управлінських рішень щодо використання сільськогосподарських земель на рівні господарства та регіону в цілому. В статті наведені дані визначення гранулометричного складу ґрунтів що зазнали мілітарного впливу та їх статистичний аналіз. У праці підкреслено, що на зміни (відміни) у гранулометричному складі можуть впливати бомботурбація та(або) хімічне забруднення. Вимірювання проводилось методом лазерної дифракції на лазерному аналізаторі розміру частинок Mastersizer 3000E з рідинним модулем диспергування Hydro EV. Запропоновано, враховуючи стандартне відхилення метода лазерної дифракції, при умові якщо різниця в даних по фракціям між фоновим значенням та значенням з точок мілітарного впливу не перевищують 2,5%, то відміни відсутні, якщо від 2,5 – 5% – незначними, від 5% – суттєві. Результати досліджень свідчать що в місцях пошкодження ґрунтового покриву внаслідок вибуху (в місцях утворення вирв) відміни у гранулометричному складу ґрунту по фракціях між фоновією пробою та з місця ураження спостерігаються переважно незначні або зовсім відсутні, лише в 6 пробах з 25 маємо більш суттєву різницю, переважно при діаметрі вирви більше 4 м. Відбувається перерозподіл фракцій: зменшується фракція дрібного піску та збільшуються фракції дрібного пилу та мулу.

Оцінка результатів гранулометричного складу в пробах ґрунту з місць підбитої та(або) згорілої техніки показала, що відміни переважно спостерігаються точково в місцях ймовірного витоку паливно-мастильних матеріалів (за органолептичними показниками), а не під всією технікою. Відбувається перерозподіл фракцій в бік крупного та



© Солоха М.О., Винокурова Н.В., Семенцова К.О., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

дрібною піску: збільшується фракція крупного та дрібною піску, фракції крупного та середнього піску майже не змінюються, а фракції дрібною піску та мулу зменшуються. З часом ці відміни зникають.

За отриманими результатами встановлено, що гранулометричний склад ґрунтів північного Лісостепу Харківської області при мелітарному впливі може змінюватись лише при наявності вирв діаметром більше 4 м.

**Ключові слова:** ґрунт, гранулометричний склад, мелітарний вплив, ґрунтовий покрив, бойові дії.

**Solokha M.O., Vynokurova N.V., Sementsova K.O. Assessment of the impact of military actions on the state of the granulometric composition of soils in the northern Forest-Steppe of Kharkiv region**

The article presents the results of research assessing the impact of military operations on the state of the grain size distribution of soils in the northern Forest-Steppe of the Kharkiv region. This is a necessary component for determining the need for reclamation and remediation measures and making management decisions regarding the use of agricultural lands at the level of the farm and the region as a whole. The article presents data on determining the grain size distribution of soils that have been subjected to military impact and their statistical analysis. The work emphasizes that changes (changes) in the grain size distribution can be influenced by bomb disturbance and (or) chemical contamination. The measurement was carried out by laser diffraction on a Mastersizer 3000E laser particle size analyzer with a Hydro EV liquid dispersion module. It is proposed, taking into account the standard deviation of the laser diffraction method, that if the difference in the data on fractions between the background value and the value from the points of military impact does not exceed 2.5%, then there are no deviations, if from 2.5 to 5% - insignificant, from 5% - significant. The results of the studies show that in places of damage to the soil cover due to the explosion (in places of crater formation) the deviations in the granulometric composition of the soil by fractions between the background sample and from the site of damage are observed mainly insignificant or completely absent, only in 6 samples out of 25 we have a more significant difference, mainly with a crater diameter of more than 4 m. A redistribution of fractions occurs: the fraction of fine sand decreases and the fractions of fine dust and silt increase.

Evaluation of the results of the grain size distribution in soil samples from the sites of damaged and/or burnt equipment showed that the deviations are mainly observed pointwise in places of probable leakage of fuel and lubricants (according to organoleptic indicators), and not under all equipment. There is a redistribution of fractions towards coarse and fine sand: the fraction of coarse and fine sand increases, the fractions of coarse and medium dust almost do not change, and the fractions of fine dust and silt decrease. Over time, these deviations disappear.

According to the results obtained, it was established that the grain size distribution of soils of the northern Forest-Steppe of the Kharkiv region under military influence can change only in the presence of craters with a diameter of more than 4 m.

**Key words:** soil, grain size distribution, military influence, soil cover, combat operations.

**Актуальність теми дослідження.** Бойові дії, що йдуть на території нашої країни впливають на ґрунтовий покрив. Від бомб, ракет, мін, снарядів різного калібру порушується ґрунтовий покрив, утворюються вирви (воронки) різного розміру. Вивернутий ґрунт, розкиданий на десятки метрів від місця ураження, змінює родючість верхнього шару ґрунту. В місцях розбитої та згорілої техніки відбувається потрапання в ґрунт забруднюючих речовин. Це призводить до змін (відмін) хімічних та фізичних параметрів ґрунту. Медведєв В.В. зі співавторами зазначав: «Контроль змін фізичних параметрів, які відображають зміни фізичних процесів ґрунту, є необхідним елементом моніторингу з метою оцінки стану земель і визначення найбільш ефективних прийомів їх збереження і підвищення родючості» [1]. Одним з таких показників є гранулометричний склад. Вже зараз, а тим паче у післявоєнний період, постає питання наскільки суттєвими можуть бути відміни у гранулометричному складі при мелітарному впливі. Оцінка впливу воєнних дій на гранулометричний склад ґрунтів Лісостепу необхідна для визначення потреби

у рекультиваційних та ремедіаційних заходах та прийняття управлінських рішень щодо використання сільськогосподарських земель на рівні господарства та регіону в цілому. Адже раціональне використання постраждалих земель сільськогосподарського призначення сприятиме продовольчій безпеці України.

**Постановка проблеми.** Аналіз літературні джерел показав, що найбільше пошкоджень ґрунтовий покрив зазнає внаслідок бомбардувань, обстрілів та детонації мін, при цьому виникають вирви (воронки), виникають пожежі на значній території, як наслідок відбуваються зміни у рельєфі місцевості і пов'язані з цим зміни показників родючості ґрунту. На наявність цих змін наголошується багатьма науковцями у своїх роботах. Кількість та розмір вирв (воронки) на певній місцевості досліджується переважно за допомогою ГІС технологій [2–6]. Хімічний вплив на ґрунтовий покрив досліджувався переважно на вміст важких металів, щодо фізичних змін – то інформація стосовно показників фізичного стану ґрунту суттєво обмежена.

Дослідження зміни фізичних показників переважно спрямовані на ущільнення ґрунту внаслідок проходження військової техніки. Науковці спостерігали підвищення об'ємної щільності [7–9]. На фізичні показники негативно впливає і хімічне забруднення, а саме витоку паливно-мастильних матеріалів з підбитої техніки та резервуарів зберігання нафтопродуктів [10]. Процько Я.І. наголошує: «Шкідливий екологічний вплив смолянисто-альфальтенових компонентів на ґрунтові екосистеми полягає не в хімічній токсичності, а в значній зміні водно-фізичних властивостей ґрунтів. Якщо нафта просочується згори, її смолянисто-альфатенові компоненти сорбуються, в основному, у верхньому, гумусовому горизонті, іноді міцно цементуючи його» [11]. В інших дослідженнях також підтверджується, що при забрудненні ґрунтів нафтопродуктами відбуваються зміни фізичних показників: електропровідність, пористість, водопроникність [12], водостійкість ґрунтових агрегатів [13,14], середній ваговий діаметр агрегатів (збільшуються зі збільшенням ступеня забруднення) [15].

Що стосується гранулометричного складу ґрунту, то у статтях дослідників ННЦ «ГА імені О.Н. Соколовського» [3, 4, 7] було зазначено, що в зразках, які відібрані в місцях влучення снарядів та авіабомб на полі біля села Мала Рогань та селища Новий Коротич Харківської області у вирвах гранулометричний склад відрізняється від гранулометричного складу неушкодженої ділянки поля (фоном), а саме за вмістом «фізичної глини» (часточки розміром менше 0,01 мм). Відповідно по «фізичній глині» різниці між фоном та точками відбору за методом лазерної дифракції складали від 2 % до 10 % , а за ДСТУ 4730 – від 0,1 % до 11 %. При цьому похибка методів не враховувалася та суттєвість різниці не встановлювалася.

Землі сільськогосподарського призначення, що постраждали від бойових дій, мають різний характер ушкоджень: механічний – порушення цілісності ґрунтового покриву та хімічний – забруднення важкими металами та паливно мастильними матеріалам. Ступень і характер ушкодження по-різному можуть впливати на гранулометричний склад ґрунту. На сьогодні є обмежена інформації з цього питання: не відомо в яких гранулометричних фракціях відбуваються відміни і наскільки вони є суттєвими. Тому метою статті є висвітлення результатів дослідження щодо встановлення та оцінки відміни у гранулометричному складі ґрунті, який зазнав ушкодження внаслідок військових дій.

**Методика досліджень.** Протягом 2022–2025 рр. проводилися відбирання проб ґрунту Лісостепової зони, які зазнали мілітарного впливу, а саме ґрунтові проби Харківської області: Харківського, Богодухівського, Чугуївського районів.

В місцях ідентифікації за супутниковими знімками переважали чорноземи типові, чорноземи опідзолені на лесах різного гранулометричного складу: середньосуглинкові, важкосуглинкових і навіть глинисті. Потужність ґрунтового профілю здебільшого 110 – 120 см. Зверху до глибини 40-50 см розташовується гумусовий горизонт з кількістю гумусу до 5-6 %. Зразки відбиралися як в місці без ушкоджень ґрунтового покриву з максимально типовим для певної ділянки хімічним та фізичним складом, без впливу забруднюючих чинників (контрольні або фонові проби), так і у точках ймовірного впливу: бомботурбація, забруднення. Відбір проб здійснювали на основі комбінованого підходу згідно ДСТУ 4287:2004 [16], або серії гармонізованих стандартів ДСТУ ISO 10381[17]. В лабораторних умовах проби висушувалися до повітряно-сухого стану за температури нище 40°C та з них відбиралася рослинність, включення не природнього походження (малі уламки від снарядів та техніки). Розтиралися товчком з гумовим наконечником та просіювалися крізь сито з діаметром отворів 1мм. Для видалення карбонатів застосовували розчином соляної кислоти (HCl) з молярною концентрацією  $c_{(HCl)}$  0,2 моль/дм<sup>3</sup> для карбонатних та 0,05 моль/дм<sup>3</sup> для некарбонатних ґрунтів, для дезагрегації – розчину гідроксиду натрію (NaOH) з молярною концентрацією  $c_{(NaOH)}$  = 1 моль/дм<sup>3</sup>. Вимірювання гранулометричного складу проводили методом лазерної дифракції на лазерному аналізаторі розміру частинок Mastersizer 3000E фірми Malvern Instruments з рідинним модулем диспергування Hydro EV за встановленими оптимальними параметрами налаштувань: диспергатор – дистильована вода з коефіцієнтом рефракції 1,33, швидкість мішалки – 2250 об/хв, час вимірювання фону та зразка 15 с, кількість вимірювань – 6, математична модель розрахунку – теорія Мі, коефіцієнтом рефракції – 1,39 – 1,40.

**Результати досліджень.** За впливом на ґрунтовий покрив проби ґрунту поділені на ті, що відбиралися з вивр (воронок), тобто було пошкодження ґрунту внаслідок вибуху, та на ті, що відбиралися під (або) біля розбитої та (або) спаленої військовою технікою, тобто біло місце термічного та (або) хімічного впливу на ґрунт.

За методом лазерної дифракції дані гранулометричного складу по фракціям мають стандартне відхиленням максимально 2,25% (% - це одиниця вимірювання фракції), при цьому стандартне відхилення не залежить від значення вмісту фракції і у середньому складає від 0,5% до 1,1%. За максимальним стандартним відхиленням для фізичної глини (як суми фракцій середнього пилу, дрібного пилу та мулу) не перевищує 4%. Враховуючи максимальне стандартне відхилення запропоновано, якщо різниця в даних по фракціям між фоновим значенням та значенням з точок мілітарного впливу не перевищують 2,5%, то відміни відсутні, якщо від 2,5 – 5% – незначними, від 5% – суттєві.

Було проаналізовано та порівняно вміст кожної фракції між фоном та 25 пробами ґрунту з вивр (воронок) (див. рис. 1)

За результатами статистичного аналізу встановлено, що у 84% проб у фракції крупного та середнього піску (1 – 0,25 мм) відміни відсутні, а у 16% – незначні, у фракції дрібний пісок (0,25– 0,05 мм) відміни відсутні у 12% проб, незначні – у 64%, та значні – у 24%; у фракції крупного пилу ( 0,05 – 0,01мм) відміни відсутні у 64% проб, незначні – у 20%, та значні – у 16%; у фракції середнього пилу (0,01 – 0,005 мм) відміни відсутні у всіх пробах; у фракції дрібного пилу (0,005 – 0,001 мм) відміни відсутні у 52% проб, незначні – у 44%, та значні – у 4%; у фракції мулу (<0,001 мм) відміни відсутні у 36% проб, незначні – у 56%, та значні – у 8%. Для фракції фізичної глини (<0,01 мм) маємо різницю до 2,5% у 8% проб, від 2,5% до 5% – у 34% проб, від 5% до 7,5% – у 27% проб, від 7,5% до 10% – у 23% проб, від

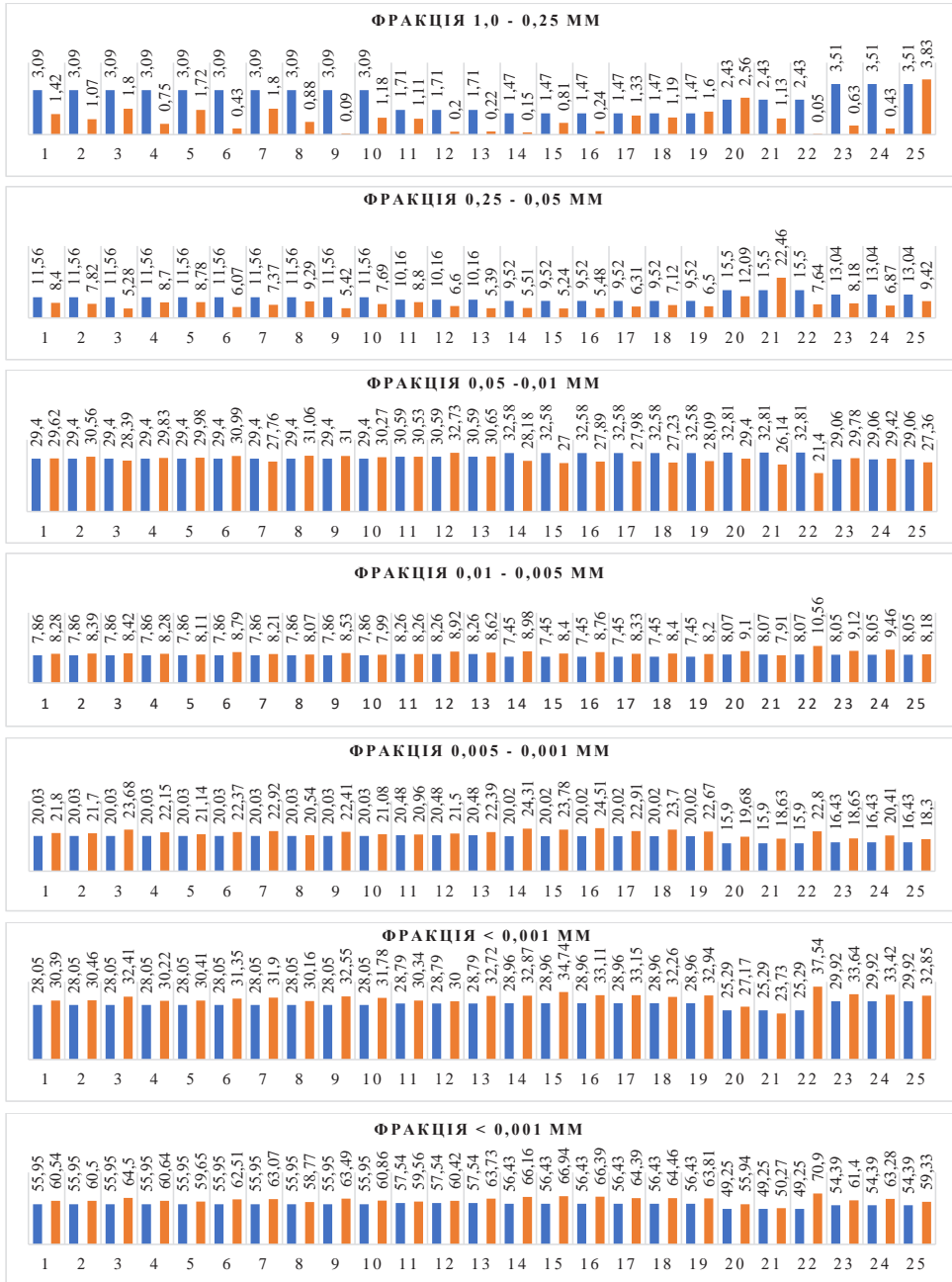


Рис. 1. Вміст гранулометричних фракцій: ■ – фон, ■ – проба ґрунту з під розбитої та (або) згорілої техніки

10 % у 8% проб. Враховуючи стандартне відхилення метода для фракції фізичної глини (до 4%) можемо вважати що у 22% проб відміни відсутні.

Отже, відміни у гранулометричному складу ґрунту по фракціях між фоною пробою та з місця ураження спостерігаються переважно незначні або зовсім відсутні, лише в 6 пробах із 25 маємо більш суттєву різницю. На наш погляд, це пов'язано з глибиною вирви та профілем ґрунту, адже при бомботурбації ґрунт різних горизонтів перемішується і чим більш неоднорідніші ґрунтові горизонти за гранулометричним складом будуть порушені, тим різниця між пробою з вирв та фоном буде суттєвішою. Для проб ґрунту з Лісостепової зони (чорноземи типові, чорноземи опідзолені) відміни переважно спостерігалися у вирвах від авіаційних бомб. У вирвах з діаметром кратерів до 4 м відміни у гранулометричному складу не спостерігались.

Також було проаналізовано та порівняно вміст кожної фракції між фонами та 24 пробами ґрунту з місць підбитої та(або) згорілої техніки ( див. рис 2).

Проаналізувавши 24 проби верхнього шару (0–30 см) ґрунту з під розбитої та згорілої техніки, встановлено, що у 58% проб у фракції крупного та середнього піску (1 – 0,25 мм) та у фракції дрібний пісок (0,25– 0,05 мм) відміни відсутні, у 21% –незначні та значні – у 21%; у фракції крупного пилу ( 0,05 – 0,01мм) відміни відсутні у 67% проб, незначні – у 25%, та значні – у 8%; у фракції середнього пилу (0,01 – 0,005 мм) відміни відсутні у 100% проб; у фракції дрібного пилу (0,005 – 0,001 мм) відміни відсутні у 75% проб, незначні – у 8%, та значні – у 17%; у фракції мулу (<0,001 мм) відміни відсутні у 50% проб, незначні – у 17%, та значні – у 33%.

Для фракції фізичної глини (<0,01 мм) маємо різницю до 2,5% у 42% проб, від 2,5% до 5% – у 12% проб, від 5% – у 46% проб. Враховуючи стандартне відхилення метода для фракції фізичної глини (до 4%) можемо вважати що у 54% проб відміни відсутні. Переважно відміни відбулися лише в точках ймовірного витока паливно-мастильних матеріалів (за органолептичними показниками), а не під всією технікою. Тобто відміни мають точковий характер. При цьому спостерігається перерозподіл фракцій в бік крупного та дрібного піску: збільшується фракція крупного та дрібного піску, фракції крупного та середнього пилу майже не змінюються, а фракції дрібного пилу та мулу зменшуються

Для встановлення впливу часу відбору проб на результати визначення гранулометричного складу були відібрані проби ґрунту (чорнозему типового) в різний проміжок часу в місцях підбитої техніки поблизу Карасівка Богодухівський район Харківська області у 2023 р. та у 2024 р. Дані вмісту фракцій наведені на рисунку 3.

Аналіз рисунку 3 показує що через 11 місяців з дня відбирання перших проб фону вміст фракцій майже не змінився та знаходиться на рівні похибки методу, але в пробах ґрунту що відбиралися під дном та в районі двигуна ТЗМ Т72 «Солнцепек» відбувся перерозподіл по фракціям. Так у 2023 вміст фракції пилу (0,05–0,01 мм) склав 20,99 %, що приблизно на 7 % менше порівняно з фоном та пробою з під дна, яка відібрана у 2024 році. Також для проби з під дна, що відібрана у 2023 році, спостерігається підвищений вміст фракцій дрібного пилу та мулу приблизно на 4 % та 3 % відповідно. Перерозподіл фракцій з часом спостерігається і в пробі з під двигуна: вміст фракції крупного та середнього піску(1,0 – 0,25мм) у 2023 році склав 17,05 %, що приблизно на 12 % більше порівняно з фоном та пробою з під двигуна, яка відібрана у 2024 році, вміст фракції дрібного піску (0,25 – 0,05мм) та крупного пилу (0,05 – 0,01мм) навпаки менший порівняно з фоном та 2024 роком відповідно приблизно на 3 % та 6,5 %. Проби що

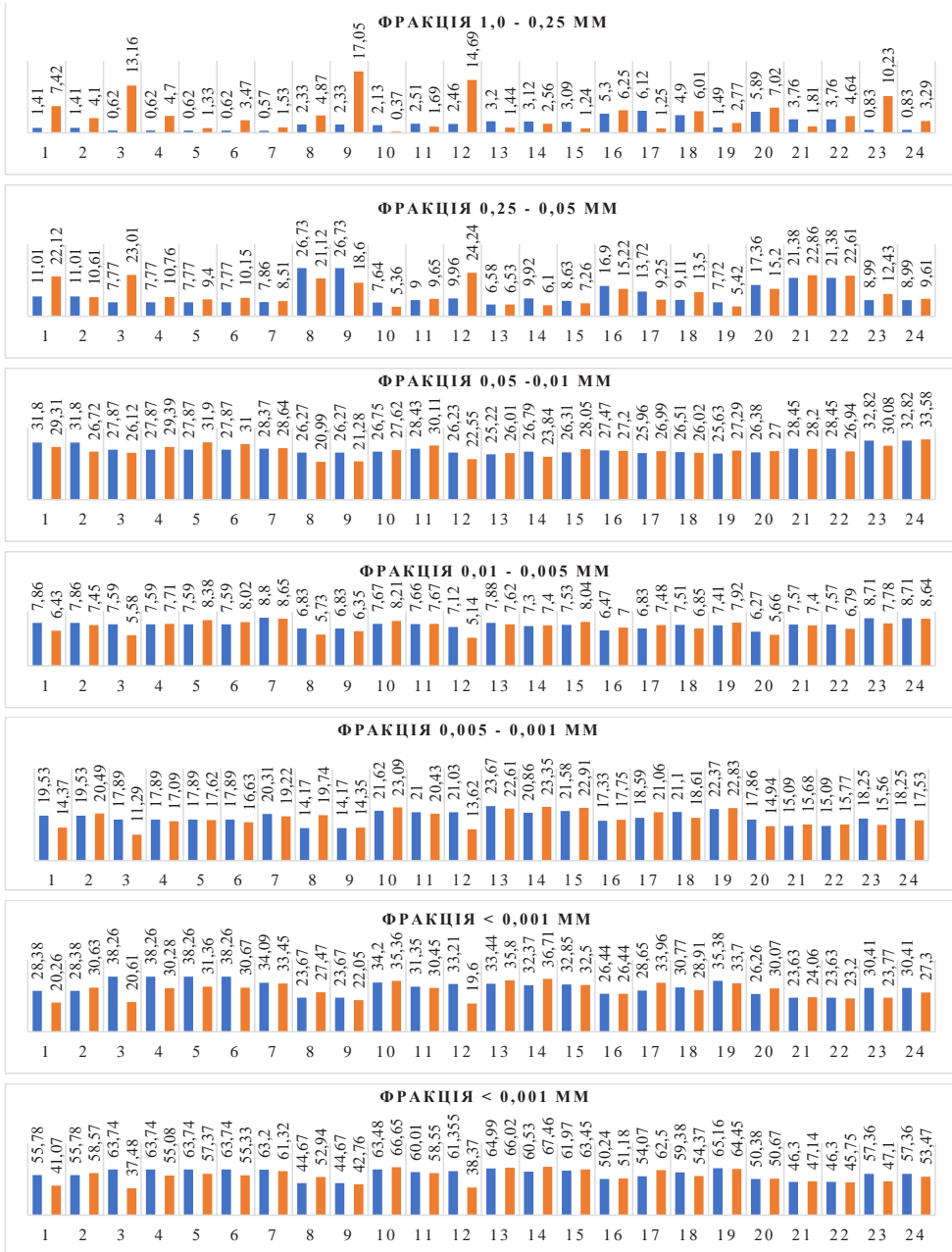


Рис. 2. Вміст гранулометричних фракцій: ■ – фон, ■ – проба ґрунту з під розбитої та (або) згорілої техніки

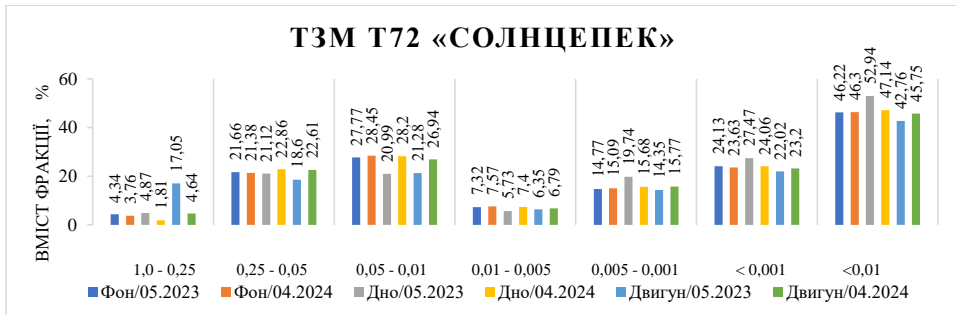


Рис. 3. Вміст гранулометричних фракцій для проб ґрунту відібраних у 05.2023 році та 04.2024 році в місці підбитого ТЗМ Т72 «Солнцеpek» поблизу с.Карасівка Богодухівського району Харківської області

відбиралися у 2024 році під дном та під двигуном за вмістом фракцій знаходяться на рівні фону. Отже, в місцях підбитої техніки час відбору впливає на отримані результати. Якщо з моменту підриву техніки проходить не багато часу (до 1 року), тобто під час відбору проб ґрунту органолептично спостерігається сильний запах паливно-мастильних речовин, то при визначенні гранулометричного складу, мікроагрегати, котрі зв'язані паливно-мастильними речовинами, частково не розкладаються під дією реагентів. Але з часом, в природніх умовах, відбуваються зміни властивостей паливно-мастильних речовин, тому при визначенні гранулометричного складу мікроагрегати розкладаються і вміст фракцій повертається на рівень фону. А це означає що, відміни у гранулометричному складі в пробах ґрунту що зазнали хімічного впливу (виток паливно-мастильних матеріалів) не мають довготривалого характеру.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** При ушкодженні чорноземних ґрунтів північної Лісостепової зони Харківської області відміни у гранулометричному складі спостерігаються переважно при діаметрі вирви більше 4 м, тобто імовірно у вирвах, що виникли від вибуху важкого озброєння, крилатих/балістичних ракет або авіаційних бомб. Відбувається перерозподіл фракцій: зменшується фракція дрібного піску та збільшуються фракції дрібного пилу та мулу. Отже, в подальшому на чорноземних ґрунтах вирви невеликого розміру можливо засипати розкиданим навколо ґрунтом, при цьому гранулометричний склад суттєво не зміниться. Але при наявності на полі великих вирв більше 4 м у діаметрі рекультивацинні заходи треба планувати з врахуванням зміни у гранулометричному складі.

При мілітарному термічному та (або) хімічному впливу на чорноземні ґрунти Лісостепової зони (чорнозем опідзолений та чорнозем типовий) в наслідок витоку паливно-мастильних речовин та (або) горіння військової техніки, спостерігається точкова відміни у гранулометричному складі, що не мають довготривалого характеру.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Медведев В.В., Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. М 42 Фізика ґрунту . Навчальний посібник . К.: Видавництво, 2018.- 289 с.
2. Russian-Ukrainian war impacts on the environment. Evidence from the field on soil properties and remote sensing / M. Solokha, P. Pereira, L. Symochko et al. *Scienceof*

*The Total Environment*. 2023, Vol. 902. №166122. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166122>

3. Солоха М.О., Смірнова К.Б., Винокурова Н.В., Семенцова К.О. Варіабельність геохімічного та гранулометричного складу ґрунтів лісостепу України під впливом бойових дій. *Аграрні інновації*. 2022. № 14. С.109 – 117. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.16>

4. Соловей В. Б., Лебедь В. В., Залавський Ю. В. Вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив України. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Харків, 5 груд. 2023 р.). Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2023. С. 72–75. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannyahttps://doi.org/10.31073/issar122023>

5. Оцінювання впливу воєнних дій на ґрунтовий покрив Харківської області за супутниковими даними (результати проекту wfp/fa0 в Україні) / О. С. Бончковський та ін. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. (Харків, 5 грудня 2023 р.). Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2023. 86 с. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

6. Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine/ M. Solokha et al. *Land*. 2024. Vol. 13. Is. 10. DOI: <https://doi.org/10.3390/land13101614>

7. Пліско І. В., Романчук К. Ю., Криlach С. І. Механічна та фізична деградація орних ґрунтів унаслідок ведення воєнних дій в Україні *Вісник аграрної науки*. 2023. № 10 (847), с. 5-12. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202310-01>

8. Foot Traffic Effects on Grassland Soil Properties at the U.S. Air Force Academy, Colorado/ Randy C. A. Whitecotton et al. *CERL Technical Manuscript 99/98 December 1999*. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA371847.pdf>

9. Soil degradation after the traffic of a military combat vehicle leopard 1A5BR / C.R. Müller et al. *Ci. e Nat., Santa Maria*, 2021. Vol. 43, e87, DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X62685>

10. Наслідки для довкілля війни росії проти України / О. Ангурець та ін. : електронне видання. 2022, 84 с. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf> (дата звернення 14.02.2026 р.).

11. Процько Я.І. Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 2. С. 189-191. URL: <https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/02/189.pdf> (дата звернення 16.02.2026 р.).

12. Barua D., Buragohain J., Sarma S. K. Certain physico-chemical changes in the soil brought about by contamination of crude oil in two oil fields of Assam, NE India. *Euro. J. Exp. Bio.*, 2011. Vol. 1(3). P.154-161 URL: <https://www.primescholars.com/articles/certain-physicochemical-changes-in-the-soil-brought-about-bycontamination-of-crude-oil-in-two-oil-fields-of-assam-ne-india.pdf> (дата звернення 16.02.2026 р.).

13. Influence of Oil Contamination on Physical and Biological Properties of Forest Soil After Chainsaw Use/ A. Klamerus-Iwan et al. *Water Air Soil Pollut.* 2015. Vol.226, P.389. DOI:10.1007/s11270-015-2649-2

14. Effects of pollution of saline soils with oil and oil products on soil physical properties/ Z. Jabbarov et al. : *E3S Web of Conferences* 2024. Vol.497, №03006 DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202449703006>

15. Chukwu E. C., Azuka C. V., Okorie B. O. Effects of different levels of spent engine oil on soil physicochemical properties using different texturally contrasting soils. *Research Square*. November 3rd, 2022 DOI: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2231711/v1>

16. ДСТУ 4287:2004 Якість ґрунту. Відбирання проб. [Чинний від 2005–07–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 10 с.

17. ДСТУ ISO 11464:2007 Якість ґрунту. Попереднє оброблення зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:2006, IDT). [Чинний від 2009–10–01]. К.: Держспоживстандарт України, 2012. 12 с.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026