

УДК 502.3/.7

DOI [https://doi.org/10.15589/znп2025.2\(500\).51](https://doi.org/10.15589/znп2025.2(500).51)**AUTUMN-WINTER DEEP-PROFILE DYNAMICS OF HARDNESS
IN DRY-STEPPE SOILS OF THE BEREZANSKO-BUZKE INTERFLUVE****ОСІНЬО-ЗИМОВА ГЛИБОКОПРОФІЛЬНА ДИНАМІКА ТВЕРДОСТІ
СУХО-СТЕПОВИХ ҐРУНТІВ БЕРЕЗАНСЬКО-БУЗЬКОГО МЕЖИРІЧЧЯ****Oleh V. Riazhskykh**

oleh.riazhskykh@nuos.edu.ua

ORCID: 0009-0003-1340-2797

Igor V. Nakonechnyi

nakonechniigor777@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3797-3725

О. В. Рязьских,

аспірант

І. В. Наконечний,

докт. біол. наук, професор

*Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv**Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв*

Abstract. Purpose. The study examines the autumn–winter deep-profile dynamics of soil hardness indicators in the dry-steppe soils of the Berezanske–Buzke interfluve, with the aim of identifying seasonal features of the physical condition of the subsoil and its relationship with natural and anthropogenic factors. Changes in the physical properties of soils were studied within a 2-meter profile during the cold season of 2024–2025 on sites with varying anthropogenic loads (arable land, fallow fields, virgin steppe). The research initiates a systematic approach to monitoring deep soil layers under the growing intensification of aridization in the climate of Southern Ukraine. **Methods.** Field observations were carried out at three landscape-contrast sites (arable, fallow, and virgin land) through borehole sounding to a depth of 2 meters. A key feature of the methodology was the combination of static interval monitoring of soil and subsoil hardness (to a depth of 2 m) with year-round monitoring of moisture and temperature. This was done in the context of analyzing the spatiotemporal dynamics of parameters in the 0.5–2.0 m soil layer. **Results.** It was found that the main seasonal changes in substrate hardness are recorded in the subsoil layer at depths of 0.5–1.5 m. Hardness indicators in this zone reflect localized processes of moisture accumulation and heat transfer: the highest amplitude fluctuations were observed in arable areas, where technogenic compaction promoted better moisture infiltration. The virgin site showed higher hardness values by 4.2 units compared to the arable land, which is attributed to the natural moisture regime during an abnormally warm autumn. Deeper horizons (1.5–2.0 m) are characterized by stable physical properties with minimal seasonal variation, confirming their role as a buffer zone. **Novelty.** New data were obtained on the stratigraphic structure of chestnut soils in the Dry Steppe and the spatial differentiation of hardness parameters in their vertical profiles under the influence of tillage and natural conditions. For the first time, it has been shown that anthropogenic disturbance leads to a 9.9% decrease in subsoil hardness due to the intensification of infiltration processes. A correlation between hardness dynamics and soil water regime was revealed: the absence of soil freezing due to abnormally high temperatures until February 2025 contributed to the stabilization of moisture levels in the 0.5–1.0 m layer. **Practical significance.** The results are important for agrotechnical planning, particularly for adjusting tillage depth and designing drainage systems in areas with low precipitation. The identified patterns allow for consideration of the effects of current climatic fluctuations and aridization on the engineering assessment of soil stability for construction. The obtained data on the stability of deep soil horizons (1.5–2.0 m) can also be used to optimize forest reclamation measures in coastal steppe zones affected by active breeze winds typical of the Black Sea lowlands.

Key words: soil hardness; subsoil layer; Dry Steppe; agroecosystem; moisture accumulation; deep profile; field studies; chestnut soils.

Анотація. Мета. У дослідженні розглянуто осінньо-зимову глибокопрофільну динаміку показників твердості сухо-степових ґрунтів Березансько-Бузького межиріччя з метою виявлення сезонних особливостей фізичного стану підґрунтя та його взаємозв'язку з природними та антропогенними факторами. Вивчені зміни фізичних властивостей ґрунтів у профілі глибиною до 2 метрів упродовж холодного періоду 2024–2025 рр. на ділянках із різним антропогенним навантаженням (орні землі, перелоги, цілина). Дослідження започатковують системний підхід до моніторингу глибоких шарів ґрунту в умовах зростаючої інтенсифікації аридизації клімату Південної

України. *Методика.* Польові спостереження проводились у трьох ландшафтно-контрастних точках (оранка, перелоги, цілина) шляхом бурового шурфування до глибини 2 м. Особливістю методології стало поєднання статичного інтервального контролю твердості ґрунту та підґрунтя (на глибину до 2 м) із всесезонним моніторингом вологості та температури. Це здійснювалося в умовах аналізу просторово-часової динаміки параметрів у шарі 0,5–2,0 м. *Результати.* Встановлено, що основні сезонні зміни твердості субстрату фіксуються у підґрунтовому шарі на глибинах 0,5–1,5 м. Показники твердості в цій зоні відображають локалізовані процеси вологонакопичення та теплопередачі: максимальні коливання амплітуди зафіксовані на оранці, де техногенне ущільнення сприяло кращій інфільтрації вологи. На цілинній ділянці виявлено підвищену твердість на 4,2 одиниці порівняно з оранкою, що пов'язано із природним режимом вологості на фоні аномально теплої осені. Глибші горизонти (1,5–2,0 м) характеризуються стабільними фізичними властивостями з мінімальними сезонними відхиленнями, що підтверджує їх роль як буферної зони. *Новизна.* Отримано нові дані щодо стратиграфічної структури каштанових ґрунтів Сухого Степу та просторової диференціації параметрів твердості їх вертикальних профілів під впливом оранки і в умовах природного режиму. Вперше доведено, що антропогенне порушення зумовлює зниження твердості підґрунтя на 9,9 % через інтенсифікацію інфільтраційних процесів. Виявлено зв'язок між динамікою твердості та режимом вологості ґрунтових вод: відсутність промерзання ґрунту через аномально високі температури до лютого 2025 року сприяла стабілізації вологості в шарі 0,5–1,0 м. *Практична значимість.* Результати дослідження є важливими для агротехнічного планування, зокрема корекції вибору глибини оранки та проектування дренажних систем у районах із дефіцитом опадів. Встановлені закономірності дозволяють урахувати вплив сучасних кліматичних коливань аридизації клімату на інженерну оцінку стійкості ґрунтів при будівництві споруд. Отримані дані про стабільність глибоких горизонтів (1,5–2 м) можуть бути використані для оптимізації лісомеліоративних заходів у зоні прибережних степів, залежних від активних бризових вітрів, характерних для Причорноморських рівнин.

Ключові слова: твердість ґрунтів; підґрунтовий шар; Сухий Степ; агроєкосистема; вологонакопичення; глибокий профіль; польові дослідження; каштанові ґрунти.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Сухий Степ є унікальним природним утворенням, яке відрізняється специфікою ґрунтів, кліматичних умов, біоти і господарчого освоєння. Землекористування в цій підзоні має певні обмеження – не зважаючи на майже субтропічні кліматичні умови, значна посушливість (340–310 мм/рік), солонцюватість ґрунтів і висока вітрова активність на фоні переважно безхмарного неба суттєво ускладнюють землеробство [1]. Через це прибережні степи Дністровсько-Бузького межиріччя здавна слугували зоною випасного та відгінного вівчарства, тоді як галузь рослинництва набула свого розвитку лише впродовж XX сторіччя [2]. Однак, орна експлуатація сухо-степових рівнин швидко спричинила руйнацію пасовищно-степових екосистем, перетворивши їх в агроландшафт богарного типу. Відкриті оранкою ґрунти стали піддаватись вітровій ерозії та надмірному випаровуванню, водночас втрачаючи й природну структуру і запаси поживних речовин. Новітні зміни метео-кліматичних умов останніх років значно посилили аридність Сухого Степу [3], а багаторічна відсутність сталого снігового покриву практично нівелювала основне джерело інфільтраційного накопичення ґрунтових запасів вологи.

Дослідженням стану ґрунтів Сухого Степу, особливо в плані їх родючості, надається достатньо уваги зі сторони науковців так і державних контролюючих установ. Проте, суто екологічні дослідження цих специфічних земель, як цілісної системи «ґрунти-підґрунтя» поки що не набули системного характеру,

а відповідний брак ретроспективних даних обмежує можливості успішного моніторингу [4]. До наявного часу зосередження уваги дослідників саме на контролі стану орного шару лише помітні прогалини в розумінні взаємозалежностей ґрунту-підґрунтя. Відсутні й системні оцінки глибокопрофільних фізико-хімічних параметрів стану пластових і міжпластових складових південних ґрунтів. Саме зміни їх взаємозалежності здатні першими відображати реакції місцевої агроєкосистеми на сумісний вплив кліматичних і антропогенних чинників новітнього часу [5]. Відповідно, завданням першого етапу досліджень стало визначення сезонної осінньо-зимової глибокопрофільної динаміки твердості ґрунтів орних і цілинних ділянок Сухого Степу.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Сухо-степові малогумусні та остаточно-солонцюваті ґрунти здавна є «не популярними» в агрономічній практиці, проте вони завжди привертали увагу географів, ґрунтознавців, агрохіміків та агроєкологів. Перші описи типології, стратиграфії та ґрунтової структури приморських земель Березансько-Бузького межиріччя надані ще в 1794 р. А.К. Мейором [6], оцінки якого щодо родючих якостей місцевих ґрунтів мали негативний характер. Проте, по мірі аграрного освоєння приморських рівнин практика орної експлуатації Сухого Степу набула значного розвитку, заклавши основи для формування досить успішного богарного зернового, а потім і зрошувального землеробства. До середини минулого сторіччя

просторово-типологічний розподіл ґрунтового покриття причорноморських степів вже набув чіткого картографічного відображення, а його характеристики узагальнені Н.Б. Вернандер із співавторами [7]. Подальшого розвитку набули дослідження галогенезу лесових ґрунтів [8], результати яких дозволили розробити детальну схему ґрунтового районування Півдня України [9].

Системне еколого-географічне дослідження ґрунтів приморських рівнин виконано в 90-х рр. минулого сторіччя А.І. Кривульченком [10], роботи якого присвячені ключовим аспектам генезису і галогеохімії ґрунту-підґрунтя Сухого Степу. Питання стратиграфії і структури ґрунтів в околицях Ольвійської хори та екологічної оцінки наслідків впливу античного землеробства детально опрацьовані Ф.М. Лисецьким [11]. Стратиграфічні, ландшафтно-екологічні та агрохімічні аспекти сухо-степових ґрунтів вивчали Г.Б. Мороз і В.І. Михайлюк [12], деталізації реакцій сухо-степових в умовах довготривалого зрошення присвячені публікації В.В. Морозова та Є.В. Козленко [13]. Окремі питання, переважно пов'язані з оцінками стану та родючості сухо-степових ґрунтів Миколаївської області, присутні в матеріалах щодо результатів Всеукраїнських турів моніторингу та обстеження сільськогосподарських земель [14], у наукових монографіях [15] і статтях [16]. Проте, судячи з огляду літератури, глибокопрофільний контроль ґрунтів Березансько-Бузького межиріччя поки що не проводився, що й стало однією з причин обрання теми виконаних досліджень.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою досліджень стало визначення сезонної осінньо-зимової глибокопрофільної динаміки твердості ґрунтів орних і цілих ділянок Сухого Степу, зокрема в межах Березансько-Бузького межиріччя. Основну увагу зосереджено на вивченні змін фізичних властивостей ґрунтів у профілі глибиною до 2 метрів упродовж холодного періоду року, що дозволяє ідентифікувати просторову та часову специфіку гідротермічних процесів. Дослідження також покликані започаткувати системний підхід до екологічного моніторингу ґрунтів приморських рівнин південного регіону України з перспективою подальшого аналізу агроекологічного стану ґрунтових товщ.

МЕТОДИ, ОБ'ЄКТ ТА ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктом дослідження є ґрунтові товщі орних, цілих та перелогових ділянок Сухого Степу Причорномор'я, розташовані в межах лівобережної частини Березанського лиману.

Предметом дослідження є просторово-часова динаміка показників твердості, вологості та температури ґрунтів у сезон осінь–зима в глибоких профілях. **Методи дослідження** включають бурове шурфування

з глибиною 2 метри та інтервальну фіксацію фізичних параметрів (твердості, температури, вологості). Паралельно виконано географічне картографування точок обліку. Спостереження здійснювались із листопада 2024 до березня 2025 року з періодичністю 22–35 днів.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Територія досліджень. Сухо-Степові місцевості Правобережно-Бузького Пониззя охоплюють приморську смугу земель на схід від Одеси, їх основні масиви розташовані переважно в межах бувших Березанського і Очаківського районів Миколаївської області. Територія ця відрізняється рівнинним характером із висотами на півні 35–25 м, посушливим кліматом і каштановою специфікою ґрунтів [17]. Місцем перших обліків стала ділянка лівого берега Березанського лиману в районі села Їжицьке, розташованого на захід від села Рівне Очаківського району. Дослідна ділянка – це типова денудаційна рівнина з висотами 25–32 м із розвитком на схід і південь, західна межа якої окреслена абразійними кліфами (висотою 6–9 м) лівого берега Березанського лиману. Суттєві пониження рівнинного рельєфу (до рівня сучасного базису ерозії) спричинені ерозійними врізами пересихаючих малих річок (річка Янчокрак) і знаходяться лише з півночі (за 9 км) та півдня (балка Ковакін, за 6 км). Присутні також невеликі балково-яружні утворення в межах прилиманських схилів. Тальвеги балок і ярів відкривають товщі безвалунного лесоподібного суглинку і сягають щебенисто-глинистих і глинисто-вапнякових товщ неогену.

Панівними ґрунтами слугують каштанові, остаточно солонцюваті та відносно малопрофільні ґрунти, сформовані на лесовій основі [18]. Частка оранки прилиманського степу складає 84,3 %, сягаючи максимального рівня для Миколаївської області та й для України в цілому [19]. Поля суто рівнинні, крупноконтурні, площею 150–180 га, окреслені деградованими лісосмугами і знаходяться в зоні активних бризових вітрів. За даними Очаківської метеостанції середньорічні температури періоду 2014–2024 рр. складають 10,4°C, сягаючи в окремі роки 11,1°C при опадах від 423 мм/рік (2022 р.) до 306 мм/рік (2024 р.). Рівень випаровування сягає 900–980 мм/рік [20], майже втричі перевищуючи рівень опадів. Сталий сніговий покрив в останні роки відсутній.

Матеріалом для даної роботи стали авторські дані, накопичені за осінньо-зимовий період (2024/2025 рр.) польових досліджень ґрунтів, результати яких піддані попередньому аналізу. Додатковим матеріалом слугували літературні й картографічні дані щодо ґрунтів, ландшафтів, рослинності та агрогосподарчої діяльності в зоні досліджень. Ландшафтні характеристики території визначали відповідно Єдиної класифікації природних і антропогенно-змінених ландшафтних

комплексів [21], локальні біотопи – за їх ознаками відповідно Загальної класифікаційної схеми Національного каталогу біотопів [22].

Всього було обрано 3 точки дослідження та шурфування, які розташовані за 50–70 м одна від іншої: перша – на ділянці цілинної остаточно-степової рослинності, за 80 м від берега лиману, друга – на 60 м від першої на північ у полі під оранкою; третя – на перелогах у межах села Їжицьке, за 60 м на північ від попередньої (Рис. 1).



Рис. 1. Просторова структура локалізації стаціонарних точок вимірювання стану ґрунтів, на основі даних геосайту Google Earth

Перший етап польових досліджень охоплював період з листопада 2024 по квітень 2025 рр., упродовж якого відбувалось постійне безперервне контролювання температур і вологості в точках закладених профілів, твердість ґрунту на різних глибинах визначали контролювали з інтервалом в 22–35 діб, щоразу виконуючи новий буровий шурф.

Базисним методом виконаних досліджень був метод бурового шурфування та облікової оцінки показників твердості та вологості ґрунту і підґрунтової товщі, фіксованих вглиб із інтервалом 0,5 м у профілі глибиною 2 м. Показники твердості визначали пенетрометром із лазерною фіксацією рівня виміру (модель ЛАН-М з подовжувальною штангою, дискретність вимірювання зусилля – 0,1 кг/см², діаметр наконечника – 1,27 см). Вологість заміряли електронним вимірювачем (модель TFA 481000, похибка вимірювань – 5 %), температуру – електронними датчиками (модель DS18B20, точність $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, дискретність вимірювання 0,0625 $^{\circ}\text{C}$). Картографічне відображення точок досліджень та їх висот фіксували на основі використання можливостей геосайту OpenStreetMap і геопорталу Gis Map Server.

Результати досліджень та їх аналіз. Результати досліджень глибопрофільного шурфування показують практичну ідентичність структури і будови ґрунтового профілю в усіх трьох точках вимірювання (Рис. 2).

Поверхневий шар представлений типовим темно-каштановим середньо-суглинковим ґрунтом дрібнозернистої структури з товщиною однакового

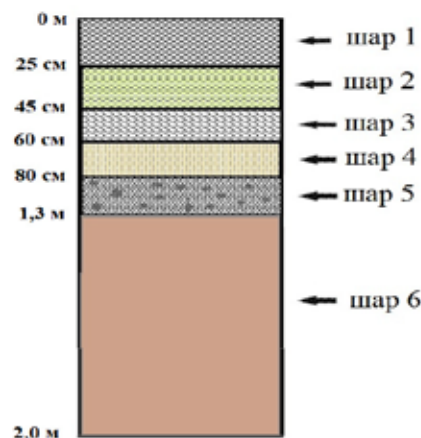


Рис. 2. Схема вертикальної (пошарової) стратиграфічної будови ґрунтового профілю глибиною 2 м у контрольних точках досліджуваної ділянки

темного забарвлення до 20–25 см (шар 1 рис. 2). На межі 25–28 см з'являються явні ознаки зростання вмісту суглинка (шар 2 рис. 2). Явно перехідний, буро-суглинковий прошарок, присутній починаючись із 40–45 см, частково охоплюючи рівень до 0,5–0,6 м (шар 3 рис. 2). Проте, з глибини 0,5 м набуває розвитку зернистий лесовий суглинок, який швидко втрачає ознаки затемнення та набуває поступового ущільнення (шар 4 рис. 2). Починаючи з глибин 0,8 м і далі вглиб знаходиться зернистий лесовий суглинок із присутністю окремих бобовидних утворень білозірки (шар 5 рис. 2). Присутність білозірки виявлена до глибин 1,2–1,3 м. Подальший профіль углиб, від 1,5 до 2,0 м (шар 6 рис. 2) представлений однорідним, досить щільним суглинком без будь яких ознак білозірки за відсутності камінців, черепашок тощо.

Таким чином, поверхневий ґрунт, типологічно визначений як каштаново-ґрунтовий шар, цілком знаходиться в межах промивного режиму, формуючи ілювіальну зону в межах 30–40, максимум 60 см глибини. При цьому в досліджуваних профілях чітка диференціація елювіально-ілювіальної межі досить стерта, що в цілому не характерно для каштанових ґрунтів [23]. За результатами перших шурфувань у полі, експлуатація якого за позначеннями на давніх (1980-ті роки) технологічних картах почалась в 1956 році, пояснення відсутності чіткої межі ілювію пов'язували з впливом оранки. Проте наступний шурф у цілинній частині прилиманської смуги земель показав однакову картину, яка заперечує орну деструкцію природно-інфільтраційного режиму поверхні, яка могла зумовити процес поширення елювіальної зони в зону первинного ілювію. Більш вірогідно за комплексом ознак, що досліджувані профілі знаходяться в межах перехідної смуги між чорноземами південними та темно-каштановими ґрунтами [24], де ще присутні залишкові впливи суто чорноземної структури диференціації елювію/ілювію. Далі на південь – до

міста Очакова, панівною формою вже є суто каштанові ґрунти з чіткою диференціацією ілювіальної межі (Рис. 2).



Рис. 3. Профіль темно-каштанового ґрунту на лесах берегового кліфу Березанського лиману в зоні досліджень, район села Їжицьке (фото О. Ряжських, 2025)



Рис. 4. Профіль суто каштанового ґрунту на лесах берегового кліфу в районі села Чорноморка на захід від міста Очакова (фото О. Ряжських, 2024)

Відповідно, деталізована типологічна ідентифікація досліджуваних місцезнаходжень ґрунтових профілів, картографічно-фіксованих на території, позначеної в складі земель Сухого Степу [25], за реаліями типологічних ознак ґрунту свідчить про його належність до перехідної зони між чорноземами південними і темно-каштановими ґрунтами. При осінніх рекогносцировках місцевості встановлено, що чітко виражені чорноземи південні в Тилігуло-Бузькому межиріччі знаходяться на північ від лінії між селами Люблінно – Журівка – Нечаяне – Зелений Яр, проте окремі відрогі по межбалковим височинам сягають і більш південних локацій. Найбільші та цілісні масиви чорноземів південних концентровані у плакорних рівнинах уздовж правого берега Південного Бугу, сягаючи межі поблизу сіл Корчино та Ясна Зоря. Суто каштанові ґрунти починаються на південь від лінії між селами Українка – Федорівка – Осетрівка –

Матросівка – Козирка, формуючи таким чином від чорноземів до суто каштанових ґрунтів контактну-перехідну зону шириною в 20–25 км (Рис. 5).



Рис. 5. Картосхема Сухо-Степових місцевостей Березансько-Бузького Пониззя у межах перехідної смуги між суто чорноземами південними і класичними каштановими ґрунтами

Після підготовки необхідного технічного обладнання, маршрутного обстеження і визначення місць розташування стаціонарних спостережних майданчиків та узгодження дозволів власників на проведення вимірювань, 2 листопада 2024 року були виконані первинні польові спостереження. Надалі їх проводили періодично до кінця зими і в модифікованому та розширеному вигляді продовжили й на весняний період 2025 року. Головним аспектом осінньо-зимових досліджень було відпрацювання методики віддаленого всесезонного контролю стану різнотипових ґрунтів – від каштанових до повнопрофільних чорноземів звичайних.

Перший етап осінньо-зимових досліджень, виконаних на каштанових ґрунтах у профілях глибиною 2 м, охоплював три локації: на ділянці цілиної остаточно-степової рослинності, у полі під оранкою та на перелогах у межах дослідної ділянки земель правобережжя Березанського лиману (див. рис. 1). Отримані результати відображені в таблиці 1. При цьому важливо відмітити, що в усіх виконаних точках глибокого шурфування впродовж всього сезонного дослідження ознак присутності підґрунтових підземних вод не виявлено. Опитані власники земель в околицях бувшого села Їжицьке повідомили, що діючі свердловини мають глибину від 18 до 24 м (тобто нижче рівня тальвегу Березанського лиману) і відкривають солонкуваті безнапорні води. Дебет свердловин складає до 1,2 м³/годину.

Представлені в таблиці 1 дані щодо результатів сезонного контролю фізичних параметрів ґрунтів, дослідженні в трьох ландшафтно-відмінних локаціях, демонструють певні закономірності, вираженість яких загалом проявляє тенденцію до зменшення відповідно глибині профілю. Так, заміри показників поверхні ґрунту (від 0 до 0,5 м) показують значну, звичайно очікувану різницю твердості поверхневого

Таблиця 1. Результати осінньо-зимових контролів стану ґрунтів у районі села Їжицьке Очаківського району Миколаївської області (02.11.24–01.03.25)

Твердість, кг/см ²					Температура, °С					Вологість, %				
02.11.2024	06.12.2024	05.01.2025	07.02.2025	01.03.2025	02.11.2024	06.12.2024	05.01.2025	07.02.2025	01.03.2025	02.11.2024	06.12.2024	05.01.2025	07.02.2025	01.03.2025
Поверхневий шар 0–10 см														
Давні перелоги														
13.7	12.3	10.5	9.8	9.6	7.4	5.1	3.9	3.5	0.0	10.0	13.0	12.0	9.0	18.0
Поле під оранкою														
11.0	10.5	9.9	9.6	10.0	7.3	5.1	3.9	3.5	0.2	9.0	11.0	11.0	10.0	14.0
Цілинно-степовий тип														
15.7	14.0	14.2	18.0	16.2	7.7	5.7	4.5	3.8	0.5	8.0	9.0	12.0	10.0	15.0
Глибинний рівень 50–60 см														
Давні перелоги														
36.0	34.5	30.0	23.1	21.1	9.7	6.3	5.4	5.1	1.7	16.0	20.0	29.0	32.0	34.0
Поле під оранкою														
31.9	28.6	25.0	21.0	20.4	9.6	6.3	5.3	5.2	1.6	20.0	22.0	27.0	33.0	32.0
Цілинно-степовий тип														
37.2	35.0	24.3	24.2	24.0	9.9	6.4	5.7	5.2	1.9	17.0	19.0	27.0	30.0	33.0
Глибинний рівень 100–110 см														
Давні перелоги														
41.1	41.9	42.1	40.8	40.9	11.5	9.9	8.0	7.7	4.9	24.0	26.0	27.0	28.0	27.0
Поле під оранкою														
40.1	38.6	40.0	38.0	38.3	11.3	9.8	7.9	7.6	4.8	22.0	25.0	26.0	27.0	26.0
Цілинно-степовий тип														
44.4	42.0	41.7	42.2	41.9	11.7	10.3	8.2	7.7	5.0	24.0	26.0	26.0	28.0	30.0
Глибинний рівень 150–160 см														
Давні перелоги														
41.6	42.1	42.3	42.0	41.4	12.8	12.0	9.8	8.8	7.0	23.0	24.0	26.0	27.0	26.0
Поле під оранкою														
43.2	43.0	41.7	41.4	41.7	12.6	11.7	9.6	8.4	6.9	22.0	24.0	24.0	24.0	25.0
Цілинно-степовий тип														
42.6	41.5	41.8	41.3	41.0	13.0	12.5	10.1	8.9	7.2	21.0	23.0	21.0	22.0	24.0
Глибинний рівень 200–210 см														
Давні перелоги														
43.7	43.9	43.3	42.9	42.6	13.9	13.3	11.7	10.4	9.9	23.0	23.0	25.0	26.0	26.0
Поле під оранкою														
43.0	42.9	43.0	42.6	42.8	13.8	13.1	11.6	10.2	9.6	23.0	22.0	24.0	23.0	24.0
Цілинно-степовий тип														
43.5	43.8	42.6	42.9	42.5	14.0	13.3	11.8	10.5	10.0	17.0	18.0	17.0	18.0	19.0

шару ґрунту на оранці, на перелогах і в цілинних ділянках. Розмах різниці показників твердості поверхнього шару оранки і цілини виявився нестабільним і складав від 2,9 % до 46,7 %, тоді як середні внутрішньо-сезонні відмінності по оранці склали 24,3 %, по цілині – 28,7 % і 35,6 % на перелогах. Відповідно, останні виявились найменш стабільними і займають проміжну ланку між рівнями твердості оранки і цілини. Безперечно, що очікувана різниця в показниках твердості ґрунтової поверхні цілини та оранки була значно більшою, що не знайшло свого підтвердження. Задовільно пояснити відсутність

більш суттєвої відмінності твердості ґрунту, підданого оранці (в середині вересня 2024 р.) та цілинно-степових і фіксованих упродовж листопада-лютого можливо лише суглинковою специфікою ґрунтового покриву. Вірогідно, що навіть незначні осінні дощі спричинили швидке ущільнення орного шару, підданого дискування з глибиною 11–12 см.

Показники твердості ґрунтової товщі на глибині 0,5 м демонструють більш значні відмінності між її параметрами на оранці, цілині та перелогах. Розмах різниці між цілиною та оранкою сягає 18 %, вказуючи на суттєвість процесів вологообміну та

вологонакопичення, які й локалізуються саме в приповерхневому шарі (на рівні 0,5 м). Сучасні уявлення про вологообмін в приповерхневих ґрунтових товщах більш орієнтовані на їх реалізацію на рівні базису орного шару. Відповідно і питання твердості ґрунту/підґрунтя в плані оцінки їх інженерної стійкості, важливі при проектуванні споруд і будівель, теж потрібно орієнтувати на несталість твердостних режимів в глибинах від 0,5 до 1,0 м.

Окрім цього, значно нестабільними, в межах 38,8 %, виявились і розмахи сезонної динаміки твердості ґрунтів, фіксованих саме на глибині 0,5 м. При цьому вказаний розмах був практично однаковим як на оранці, так і на перелогах і на цілині, що й вказує на єдиний фактор, який лімітує зміни твердості. Таким єдиним фактором може бути лише зміна вологості, вплив якої на стан приповерхневого підґрунтя підтверджує його локалізаційну значимість саме на глибинах в 0,5 м. Проте, наявна вибірка показників для підтвердження даного пояснення є недостовірною через атиповий метео-кліматичний режим місцевості в осінньо-зимовий період 2024/2025 рр. Практично до першої декади лютого негативні температури приземного шару повітря та й самої поверхні ґрунту були практично відсутні, елімінуючи фактор промерзання ґрунту. Короткочасні приморозки на фоні переважання сухої вітрової погоди прямий вплив на твердість поверхневого шару глибиною 0,5 м не проявляли, тоді як опосередкований вплив через зміни випаровуваності безперечно мали. Тривала дія низьких температур в лютому 2025 року супроводжувалась промерзанням поверхневого шару ґрунту до 8–12 см вглиб, спричинивши певний вплив на вологість і твердість підґрунтя. Проте саме промерзання ґрунту унеможливило шурфування та не дозволило отримати вихідні дані, обмеживши відповідність отриманої вибірки даних природним реаліям сезонного приповерхневих ґрунтових товщ.

Встановлені параметри твердості ґрунтової товщі на глибинах 1 м характеризуються теж досить помітними відмінностями на оранці, перелогах і цілині, різниця між якими перевищує 9,9 %. При цьому вища твердість (на +4,2 одиниці) встановлена на цілині, що свідчить про особливості природного перебігу змін вологості на фоні теплої осені. Більш очікуваним була б підвищена твердість підґрунтя оранки, яку на глибині 1 м можливо пояснити наслідком техногенного ущільнення ґрунтової товщі, тоді як в реальності виявилось навпаки. Вірогідно, що нижча твердість підґрунтя оранки зумовлена кращими умовами водної інфільтрації з поверхні та більшим накопиченням запасів вологи на глибинах від 0,5 до 1 м. Це пояснення підтримує і факт досить значної

внутрішньо-сезонної динаміки параметрів твердості ґрунтових товщ на глибині 1 м, розмах коливань яких сягає від 3,0 до 7,7 %. У будь-якому разі приведені факти свідчать про важливість локалізації процесів вологозапасання в товщах від 0,5 до 1,0 м, що майже однаково відбуваються на оранці, цілині та на перелогах. Таким чином, базисне поняття безпримовного режиму функціонування каштанових ґрунтів, яке опирається на чіткість елювіально-ілювіальної диференціації профілю в даному випадку піддається сумніву.

Показники твердості ґрунтових товщ на глибині 1,5 та 2,0 м по суті ідентичні на оранці, перелогах і цілині, проявляючи і мінімальні внутрішньо-сезонні коливання (в межах 4,1 %), вказуючи на стабілізацію твердості, вологості і температур по мірі поглиблення профілю.

Рівень pH у профілі до 2,0 м знаходився у межах від 7,0 до 7,4 одиниць.

ВИСНОВКИ

Зібрані та аналізовані фактичні дані першого етапу досліджень щодо контролю фізичного стану ґрунтів, отримані на прилиманській ділянці Сухого Степу, дозволяють виконати декілька узагальнень та їх оцінок і сформулювати наступні висновки:

1. Наявні дані виконаного контролю фізичного стану ґрунтових товщ, навіть у їх сезонній обмеженості свідчать про наявність більш складних і суто природних процесів вологонакопичення в каштанових ґрунтах Сухого Степу, які лімітують зміни твердості підґрунтя і мають важливе прикладне (інженерне та агрогосподарче) значення;

2. Основні й найбільш суттєві в прикладному плані процеси вологонакопичення і теплообміну в дослідженій ділянці каштанового ґрунту локалізуються в підґрунтовому шарі на глибині від 0,5 до 1,5 м, структура і склад якого набувають визначального впливу на природні та штучні рослинні комплекси Сухо-Степової зони;

3. Застосований метод статичного інтервального контролю твердості ґрунтових товщ не дозволяє отримати повноцінну сезонну вибірку даних, що вимагає розробки засобу поточної фіксації змін твердості в глибоких профілях із подальшим комплексно-аналітичним узагальненням параметрів вологості, температури і твердості;

Перспективи подальших досліджень пов'язані з необхідністю розширення зони досліджень фізичних характеристик ґрунтів у просторі і часі. Перші плановані з охопленням, окрім контролю каштанових ґрунтів і ділянок чорноземів південних, другі передбачають польові дослідження в цілорічному розрізі фіксації показників.

REFERENCES

- [1] Lyamar, A. O., Lyamar, V. A., Kokovikhin, S. V., & Domaratskyi, Ye. O. (2015). Agroklimatychni resursy Pivdnia Ukrainy ta yikh ratsionalne vykorystannia [Agroclimatic resources of Southern Ukraine and their rational use]. Kherson: Hrin D. S. [in Ukrainian].
- [2] Padalka, S. S., Kyrylenko, I. H., & Verhunov, V. A. (2019). Ahrarna istoriia Ukrainy. Chastyna II: Radianskyi period 1917–1990 [Agrarian history of Ukraine. Part II: Soviet era 1917–1990]. Kyiv: Agrarna Nauka. [in Ukrainian].
- [3] Makarova, H. A., Troitskyi, M. O., & Popova, M. M. (2010). Degradatsiia gruntiv u Mykolaivskii oblasti: prychyny ta suchasnyi stan [Degradation of soils in the Mykolaiv region: Causes and current state]. Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly. Seriya: Ekolohiia – Scientific Works of Petro Mohyla Black Sea State University. Series: *Ecology*, (119), 74–79. [in Ukrainian].
- [4] Miroshnichenko, M. M. (Ed.). (2016). Monitorynh gruntiv: teoriia ta praktyka [Theory and practice of soil conservation monitoring]. Kharkiv: FOP Brovin O. V. [in Ukrainian].
- [5] Baliuk, S. A., Kuchera, A. V., & Maksymenko, N. V. (2021). Gruntovi resursy Ukrainy: stan, problemy ta stratehiia staloho upravlinnia [Soil resources of Ukraine: Status, problems, and sustainable management strategy]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal – Ukrainian Geographical Journal*, (2), 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003> [in Ukrainian].
- [6] Meyer, A. K. (1794). Obschchee topograficheskoe i estestvennoe opisanie Ochakovskoy zemli, predstavlennoe v dvukh dokladakh [Comprehensive topographic and natural description of the Ochakov land, presented in two reports]. Saint Petersburg: Typohrafiya I. K. Shnora. [in Russian].
- [7] Vernander, N. B. (1951). Grunty Ukrainskoi SSR [Soils of the Ukrainian SSR]. Kyiv: Academy of Sciences of the Ukrainian SSR. [in Ukrainian].
- [8] Hryn, H. S. (1969). Halohez iia lesovykh gruntov Ukrainy [Halogenesis of loess soil-grounds in Ukraine]. Kyiv: *Urozhai*. [in Ukrainian].
- [9] Hryn, H. S., & Krupskyi, M. K. (1969). Osnovy ahronomo-hruntovo zonuvannia Ukrainskoi RSR [Principles of agro-soil zoning of the Ukrainian SSR]. *Ahrokhiimiia i hruntoznastvo – Agrochemistry and Soil Science*, (12), 3–26. [in Ukrainian].
- [10] Kryvulchenko, A. I. (2002). Obhruntuvannia systematyky landshaftnykh kompleksiv Prychornomorskoï posushlyvoi stepi [Justification for the systematics of landscape complexes in the Black Sea dry steppe]. Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriya: Heohrafiia – *Scientific Notes of Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsiubynsky*. Series: *Geography*, (4), 5–14. [in Ukrainian].
- [11] Lysetskyi, F. M. (1995). Stratygrafia gruntiv v chori Olvii ta yii znachennia dla rekonstruktsii davnoho zemlerobstva [Stratigraphy of soils in the Olbia chora and its significance for the reconstruction of ancient agriculture]. *Archeolohiia – Archeology*, (3), 45–56. [in Ukrainian].
- [12] Moroz, H. B., & Mykhailiuk, V. I. (2010). Degradatsiia gruntiv u Mykolaivskii oblasti: prychyny ta suchasnyi stan [Degradation of soils in the Mykolaiv region: Causes and current state]. Naukovi pratsi Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly. Seriya: Ekolohiia – Scientific Works of Petro Mohyla Black Sea State University. Series: *Ecology*, (119), 74–79. [in Ukrainian].
- [13] Morozov, V. V., Kozlenko, Ye. V., & Morozov, O. V. (2020). Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku [Ingulets irrigation system: Status, problems, and development prospects]. Kherson: Ailant. [in Ukrainian].
- [14] Derzhgruntokhorona. (n.d.). Obiekty monitorynhu zemel [Objects of land monitoring]. Instytut okhorony gruntiv Ukrainy – Institute of Soil Protection of Ukraine. https://www.iogu.gov.ua/link/directions/monitoring_objects.html [in Ukrainian].
- [15] Horobets, H. Ye., & Hryhoriev, I. Ya. (2012). Grunty Stepovoi zony Ukrainy ta shliakhy pidvyschennia yikh roduchosti [Soils of the Steppe Zone of Ukraine and Ways to Improve Their Fertility]. Kyiv: AgroNauka. [in Ukrainian].
- [16] Marchenko, A. O., & Sydoruk, V. V. (2021). Vplyv silskohospodarskoho navantazhennia na fizyko-khimichni vlastyvy gruntiv Prychornomorskoï posushlyvoi stepi Mykolaivshchyny [Impact of agricultural load on physicochemical properties of dry-steppe soils in the Mykolaiv region]. *Ekolohiia i hruntoznastvo – Ecology and Soil Science*, 29(4), 78–89. [in Ukrainian].
- [17] Marynych, O. M., & Shyshchenko, P. H. (2005). Fizychna heohrafiia Ukrainy (2-he vyd.) [Physical geography of Ukraine (2nd ed.)]. Kyiv: Znannia. [in Ukrainian].
- [18] Moroz, H. B., & Mykhailiuk, V. I. (2011). Grunty serednoi posushlyvoi stepychnoi pedoeotonnoi zony Pivnichno-Zakhidnoho Prychornomoria [Soils of the mid-dry-steppe pedoeotone of the Northwestern Black Sea region]. Lviv: ZUKTS. [in Ukrainian].
- [19] Nakonechnyi, I. V. (Ed.). (2022). Ekolohiia Mykolaivskoi oblasti [Ecology of the Mykolaiv region]. Mykolaiv: Natsionalnyi universytet korablobuduvannia imeni admiral Makarova. [in Ukrainian].
- [20] Savchuk, S. V., Yuvchenko, N. M., & Tymofieiev, V. Ye. (2018). Zonuvannia Ukrainy za vplyvom ekstremalno maksimalnykh temperatur povitria v teplii ta kholodnii periody roku [Zoning of Ukraine by the impact of extreme maximum air temperatures during warm and cold periods]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal – Ukrainian Hydrometeorological Journal*, (22), 46–56. <https://doi.org/10.31481/uhmj.22.2018.05> [in Ukrainian].
- [21] Sorokina, L. Yu. (2019). Yedyna klasyfikatsiia pryrodnykh ta antropohenno zminenykh landshaftnykh kompleksiv [Unified classification of natural and anthropogenically modified landscape complexes]. Kyiv: Stal. <https://igu.org.ua/sites/default/files/igu-files/mono/land-clas-2019.pdf> [in Ukrainian].
- [22] Kuzemko, A. A., Didukh, Ya. P., Onyshchenko, V. A., & Sheffer, Ya. (Eds.). (2018). Natsionalnyi katalog biotopiv Ukrainy [National catalog of biotopes of Ukraine]. Kyiv: FOP Klymenko Yu. Ya. [in Ukrainian].

- [23] Medvedev, V. V., Bulynin, S. Yu., Vitvytskyi, S. V., & Plisko, I. V. (2018). *Ahronimichna fizyka gruntiv* [Soil agrophysics]. Kyiv: Publishing House of NUBiP of Ukraine. [in Ukrainian].
- [24] Vernander, N. B., & Tytunnyk, D. A. (Eds.). (1986). *Pryroda Ukrainy RSR. Grunty* [Nature of the Ukrainian SSR. Soils]. Kyiv: Naukova Dumka. [in Ukrainian].
- [25] Cartographic portal “Nature of Ukraine”. (n.d.). *Grunty ta gruntovi resursy* [Soils and soil resources]. Retrieved from <https://geomap.land.kiev.ua/soils.html> [in Ukrainian].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Лимар, А. О., Лимар, В. А., Коковіхін, С. В., & Домарацький, Є. О. (2015). *Агрокліматичні ресурси півдня України та раціональне їх використання*. Херсон: Гринь Д. С.
- [2] Падалка, С. С., Кириленко, І. Г., & Вергунов, В. А. (2019). *Аграрна історія України*. Ч. II: Радянська доба 1917–1990 рр. Київ: Аграрна наука.
- [3] Макарова, Г. А., Троїцький, М. О., & Попова, М. М. (2010). Деградація ґрунтів Миколаївської області: причини виникнення та сучасний стан. *Наукові праці ЧДУ ім. Петра Могили. Серія: Екологія*, (119), 74–79.
- [4] Мірошніченко, М. М. (Ред.). (2016). *Теорія і практика ґрунтоохоронного моніторингу*. Харків: ФОП Бровін О. В.
- [5] Балюк, С. А., Кучера, А. В., & Максименко, Н. В. (2021). *Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління*. *Український географічний журнал*, (2), 3–11. <https://doi.org/10.15407/ugz2021.02.003>
- [6] Мейєр, А. К. (1794). *Розповідний, землемірний і природослівний опис Очаківської землі, що міститься у двох повідомленнях*. Санкт-Петербург: Типографія І. К. Шнора.
- [7] Вернандер, Н. Б. (1951). *Ґрунти Української РСР*. Київ: Вид-во АН УРСР.
- [8] Гринь, Г. С. (1969). *Галогенез лессових ґрунтів України*. Київ: Урожай.
- [9] Гринь, Г. С., & Крупський, М. К. (1969). *Принципи агроґрунтового районування Української РСР. Агрохімія і ґрунтознавство*, (12), 3–26.
- [10] Кривульченко, А. І. (2002). Обґрунтування до систематики ландшафтних комплексів Причорноморського сухого степу. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: Географія*, (4), 5–14.
- [11] Лисецький, Ф. М. (1995). *Стратиграфія ґрунтів Ольвійської хори та її значення для реконструкції давнього землеробства*. *Археологія*, (3), 45–56.
- [12] Мороз, Г. Б., & Михайлюк, В. І. (2010). *Деградація ґрунтів Миколаївської області: причини виникнення та сучасний стан*. *Наукові праці ЧДУ ім. Петра Могили. Серія: Екологія*, (119), 74–79.
- [13] Морозов, В. В., Козленко, С. В., & Морозов, О. В. (2020). *Ігулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку*. Херсон: Айлант.
- [14] Держґрунтохорона. (n.d.). *Об’єкти моніторингу земель*. Інститут охорони ґрунтів України. https://www.iogu.gov.ua/link/directions/monitoring_objects.html
- [15] Горобець, Г. Є., & Григор’єв, І. Я. (2012). *Ґрунти Степової зони України та шляхи підвищення їх родючості*. Київ: АгроНаука.
- [16] Марченко, А. О., & Сидорук, В. В. (2021). Вплив агрогенного навантаження на фізико-хімічні властивості сухо-степових ґрунтів Миколаївщини. *Екологія та ґрунтознавство*, 29(4), 78–89.
- [17] Маринич, О. М., & Шищенко, П. Г. (2005). *Фізична географія України* (2-ге вид.). Київ: Знання.
- [18] Мороз, Г. Б., & Михайлюк, В. І. (2011). *Ґрунти середньо-сухостепового педоекотону Північно-Західного Причорномор’я*. Львів: ЗУКЦ.
- [19] Наконечний, І. В. (Ред.). (2022). *Екологія Миколаївської області. Миколаїв: Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова*.
- [20] Савчук, С. В., Ювченко, Н. М., & Тимофєєв, В. Є. (2018). Районування України по впливу екстремальних значень максимальної температури повітря у теплий та холодний періоди року. *Український гідрометеорологічний журнал*, (22), 46–56. <https://doi.org/10.31481/uhmj.22.2018.05>
- [21] Сорокіна, Л. Ю. (2019). Єдина класифікація природних і антропогенно змінених ландшафтних комплексів. Київ: Сталь. <https://igu.org.ua/sites/default/files/igu-files/mono/land-clas-2019.pdf>
- [22] Куземко, А. А., Дідух, Я. П., Онищенко, В. А., & Шеффер, Я. (Ред.). (2018). *Національний каталог біотопів України*. Київ: ФОП Клименко Ю. Я.
- [23] Медведєв, В. В., Булігін, С. Ю., Вітвіцький, С. В., & Плisko, І. В. (2018). *Агрофізика ґрунту*. Київ: Видавництво НУБіП України.
- [24] Вернандер, Н. Б., & Тютюнник, Д. А. (Ред.). (1986). *Природа Української РСР. Ґрунти*. Київ: Наукова думка.
- [25] Картографічний портал «Природа України». (n.d.). *Ґрунти та ґрунтові ресурси*. URL: <https://geomap.land.kiev.ua/soils.html>

© Рязьких О. В., Наконечний І. В.

Дата надходження статті до редакції: 22.05.2025

Дата затвердження статті до друку: 10.06.2025