



[https://doi.org/](https://doi.org/10.15407/ugz2023.02.003)

10.15407/ugz2023.02.003

УДК 551.4:911.2

| Кривульченко А. І., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7331-6282>.

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький

Мікроморфологічні та морфоскопічні параметри піщаних зерен як інтерпретаційна ознака генезису Кінбурнської арени

Кінбурнська арена — один із семи піщаних масивів Олешківських пісків. З метою з'ясування особливостей формування Кінбурнської арени і загалом території цих пісків уперше для досліджуваного регіону запропоновано типологію форм рельєфу та проведено мікроморфологічні й морфоскопічні дослідження кварцових піщаних зерен. Карта-схема типів форм рельєфу ілюструє геоморфологічне різноманіття арени, а для її окремих частин — унікальність і специфічність. Аналіз параметрів піщаних зерен Кінбурнської арени засвідчив переважання недостатньо обкатаних зерен, а також домінування бугристого й бугристо-східчастого типів поверхневої текстури піщаних зерен. Типологія мезоформ рельєфу арени та інтерпретація параметрів проаналізованих зерен дозволили констатувати домінуючу роль флювіальних процесів у формуванні піщаних відкладів Кінбурнської арени й підпорядковане значення еолових процесів.

Ключові слова: Кінбурнська арена, форми рельєфу, піщані зерна, мікроморфологія, морфоскопія, генезис, флювіальні процеси, еоловий фактор.

UDC 551.4:911.2

| Kryvulchenko, A. I., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7331-6282>.

Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, Kropyvnytskyi

Micromorphological and Morphoscopic Parameters of Sand Grains as Interpretation Indication of the Genesis of Kinburnska Arena

The Kinburnska arena is one of the seven sand massifs of the Oleshkivsky Sands (Oleshia). In order to clarify the genesis of the relief forms of the Kinburnska arena and in general the formation of the territory of the Oleshkivsky Sands, a map-scheme of the types of relief forms of the Kinburnska arena is presented for the first time. Another goal of this research was to find out the priority of fluvial or aeolian processes in the formation of arena landforms. In this regard, for the first time, micromorphological and morphoscopic studies of sand grains from deposits of hilly landforms were conducted here. The typology of landforms showed the geomorphological diversity of the arena and evidenced the manifestation of specific, here and there unique landforms. Unique for the territory of Europe here are discrete parallel ridges of the south of the arena, which are a manifestation of giant ripples (diluvial dunes). The author examines their formation in the context of the diluvial paradigm, in particular in relation to fluviglacial processes at the end of the Pleistocene and flood-overflow processes in the Holocene. The specific formations of the arena here include ridges and depressions formed as a result of the flow of water masses from the water area of the Dniprovsko-Buzkyi liman to the Black Sea (western part of the arena), as well as its Yagorlytskyi Bay (eastern part of the arena). The analysis of the parameters of sand grains from the deposits of various geocomplexes of the Kinburnska arena showed the predominance of weakly rolled grains, as well as the dominance of bugor and bugor-stepped texture of the surface sand grains with almost universal development of micro- and nanoforms on their surface. The typology of the relief forms of the arena and the interpretation of the parameters of the analyzed sand grains proved the dominant role of fluvial processes in the formation of the relief of sandy deposits of the Kinburnska arena and the subordinate importance of aeolian processes.

Keywords: Kinburnska arena, relief, genesis, fluvial processes, aeolian factor, sand grains, micromorphology, morphoscopy.

Актуальність теми дослідження

Незважаючи на майже сторічний період геолого-геоморфологічних досліджень Лівобережжя Нижнього Дніпра і зокрема Олешківських пісків, що було розпочато у 20-х роках минулого століття, ця територія, у тому числі й Кінбурнська арена, у геоморфологічному й палеогеографічному відношеннях залишається недостатньо дослідженою. Із семи арен Олешківських пісків Кінбурнська арена за особливостями свого формування є найскладнішою [1–2], що обумовлено впливом у плейстоцен-голоцені флювіогляціальних [3] і флювіальних процесів з відповідним утворенням потужних піщаних відкладів, які згодом піддалися трансформації з боку таласо-

генних, еолових, суфозійно-просадкових та антропогенних процесів. Значний розвиток на території Олешшя і зокрема Кінбурнської арени погорблених форм рельєфу, почасти з яскравим проявом еолової дефляції та акумуляції, виявився підставою для поширення думки щодо Олешківських пісків як «європейської пустелі» еолового генезису. Такий підхід є особливо поширеним серед представників засобів масової інформації, а то й науковців, відповідно це впливає на хибне, спрощене уявлення щодо формування і особливостей Олешківських пісків як виняткового природного утворення не лише для України, але й загалом для території Європи.

Стан вивчення питання, основні праці

Мікроморфологічні дослідження піщаних зерен здебільшого ґрунтуються на з'ясуванні їхньої форми, ступеня сферичності та обкатаності, заокругленості кутів і ребер, блискучості, шершавості, прозорості-матовості. Сутність морфоскопічних досліджень переважно полягає у вивченні поверхні піщаних зерен, характері мікро- та наноформ і загалом їхньої мікротекстури, приклади якої наведено в спеціальних атласах [4–5] та ін. працях [6–12]. Мікроморфологічні та морфоскопічні дослідження — важливий ме-

тодичний засіб у з'ясуванні генези піщаних відкладів, вони дають можливість здійснювати повноцінну реконструкцію формування морфоскульптур.

В Україні до вивчення піщаних зерен ще в минулому столітті впритул підійшов П. А. Тутковський (1922 р.), у наші часи такі дослідження були проведені лише Л. Ф. Дубіс щодо Правобережного Полісся [11]. Вивчення території Олешківських пісків саме в такому контексті раніше не здійснювалися.

Мета дослідження

Метою цього дослідження є з'ясування генезису Олешківських пісків, зокрема Кінбурнської арени, на основі аналізу типів внутріаренних форм рельєфу та мікроморфологічних і морфоскопічних параметрів піщаних зерен.

Задля досягнення поставленої мети автором було запропоновано рішення проблеми типології форм рельєфу Кінбурнської арени та приналеж-

ності її піщаних зерен до відкладів флювіального чи еолового походження.

Об'єктом даного дослідження слугували мезорельєф Кінбурнської арени та кварцові піщані зерна елементарних форм рельєфу західної частини арени, предметом дослідження — типи мезорельєфу та мікроморфологічні й морфоскопічні параметри піщаних зерен.

Методика дослідження

З огляду на мету дослідження та різноманіття форм рельєфу і загалом ландшафтною структури Кінбурнської арени [1], автором було відібрано проби піщаного матеріалу в чотирьох різних типах форм рельєфу (рис. 1, с. 5, номери типів: 4, 5, 9, 10) на території модальних ділянок (МД) з наступних елементарних форм рельєфу: опуклої вершини горба, що в межах хвилястої пасмово-видолинкової рівнини (тип форм рельє-

фу № 5, МД № 1); вершини пасма, вірогідно утвореного внаслідок перетікання водних мас між Дніпровсько-Бузьким лиманом і Чорним морем (тип форм рельєфу № 5, МД № 3); піщаного поля за 100 м від берега моря в межах плоско-хвилястої рівнини (тип форм рельєфу № 4, МД № 4); вершини бугристого пасма, сформованого вздовж північної частини озерно-солончакової депресії (Ковалівської саги) (тип

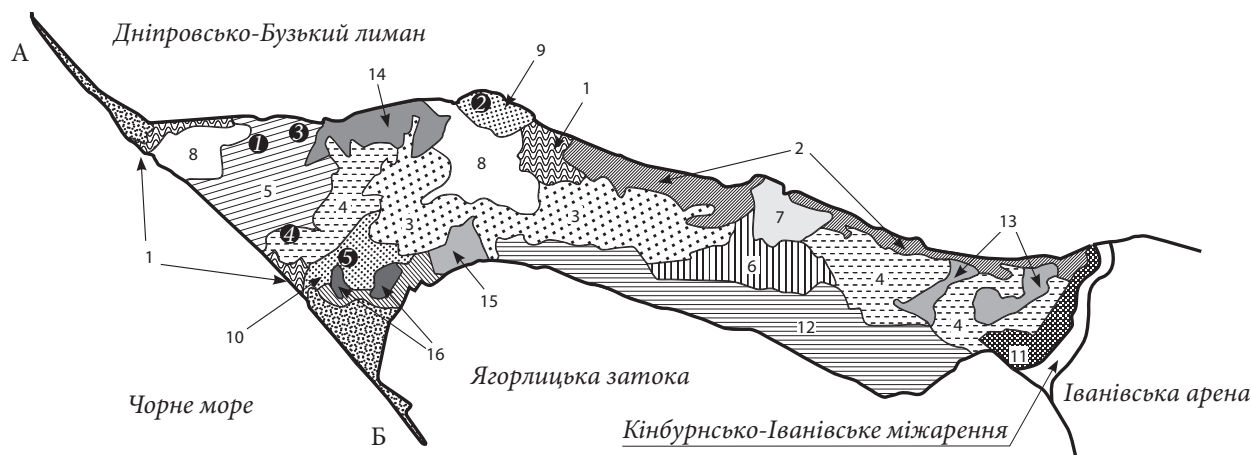


Рис. 1. Типи форм рельєфу Кінбурнської арени:

- 1 Плоскі низинні рівнини в комплексі з мілкими падинами (абс. відм. 0–2 м)¹.
- 2 Плоскі низинні рівнини в комплексі з озерними падинами та інгресивним впливом (абс. відм. 0–1 м).
- 3 Горбисто-хвилясті рівнини в комплексі з плоско-низинними мілкими озерно-солончаковими депресіями суфозійно-просадкового генезису (абс. відм. 1–5 м).
- 4 Плоско-хвилясті низинні рівнини в комплексі з мілкими падинами (абс. відм. 1–2 м).
- 5 Горбисто-хвилясті пасмово-видолинкові рівнини перетікання водних мас з поширенням озерно-солончакових депресій (абс. відм. 1–5 м).
- 6 Горбисто-хвилясті рівнини в комплексі з озерними депресіями та інгресивним впливом (абс. відм. 0–5 м).
- 7 Горбисто-хвилясті та хвилясті рівнини (абс. відм. 2–8 м).
- 8 Горбисто-комірчасті та горбисто-хвилясті рівнини (абс. відм. 2–8 м).
- 9 Горбисто-комірчасті рівнини, подекуди в комплексі з параболічними дюнами (абс. відм. 1–14 м).
- 10 Горбисто-комірчасті та горбисто-хвилясті рівнини в комплексі з бугристо-пасмовими формами (абс. відм. 1–12 м).

- 11 Горбисто-комірчасті пасма (абс. відм. 1–11 м).
- 12 Горбисто-комірчасті рифлені рівнини дилувіального генезису з інгресивним впливом (абс. відм. 0–5 м).
- 13 Видовжені влоговини міжаквального перетікання водних мас (редунданти [1]) з плоско-хвилястим рельєфом, подекуди ускладненим озерними падинами (абс. відм. 0–2 м).
- 14 Улоговини з плоскорівнинним рельєфом, ускладненим озерними заболочено-солончаковими депресіями (абс. відм. 0–2 м).
- 15 Улоговини з горбисто-хвилястим рельєфом, ускладненим озерними депресіями та інгресивним впливом (абс. відм. 0–6 м).
- 16 Улоговини-саги з плоскорівнинним рельєфом, ускладненим озерними та озерно-солончаковими депресіями (абс. відм. 0–1 м) й приулоговинними бугристими пасмами (абс. відм. 0–13 м).

❷ Номери модальних ділянок з відбором проб піщаного матеріалу для проведення мікроморфологічних та морфоскопічних досліджень кварцових зерен.

Території Кінбурнської коси (А) та Покровського півострова (Б), які не належать до складу Кінбурнської арени.

¹ Цифрові значення абсолютних відміток подані згідно з топографічними картами (М 1:10000).

форм рельєфу № 10, МД № 5). Модальна ділянка № 2 (тип форм рельєфу № 9) була закладена в крайній північній частині Кінбурнського півострова в межах піщаного поля горбисто-хвилястої рівнини (Грушківський піщаний масив). Ця ділянка відрізняється від усіх інших, адже вона закладена у відслоненні піщаних відкладів, що в береговій зоні Дніпровсько-Бузького лиману, де з понад чотириметрової товщі пісків здійснювався відбір проб для проведення мікроморфологічних та морфоскопічних досліджень.

З метою здійснення порівняльного аналізу до складу представленого фактичного матеріалу також додано дані параметрів піщаних зерен з вершини активно розвіюваного піщаного пасма Келегейської (Олешківської) арени Олешківських пісків, що неподалік с. Малі Копані (МД № 6).

На території модальних ділянок № 1, 3–5 відбір проб здійснювався з глибини 0,4 м, у відслоненні (МД № 2) — до глибини 4,3 м згідно інтервалів, які зазначені в **табл. 2, с. 10**. В межах Келегейської арени (МД № 6), з метою отримання в параметрах піщаних зерен найбільш яскравого прояву дії еолового фактору, проби відбиралися з поверхні. Всього мікроморфологічним та морфоскопічним дослідженням було піддано понад 800 піщаних зерен, зокрема 510 з відкладів відслонення (МД № 2, **табл. 2, с. 10**).

Методика мікроморфологічних та морфоскопічних досліджень піщаних зерен Кінбурнської арени. Зразки піщаного матеріалу піддавалися гранулометричному аналізу за загальноприйнятими методиками з відповідним виокремленням фракції 0,5–1,0 мм як найбільш інформативної

Таблиця 1. Морфометричні та морфоскопічні параметри піщаних зерен Кінбурнської арени Олешківських пісків

№	Параметри піщаних зерен	Номери модальних ділянок з відбором проб піщаного матеріалу*					
		1	2	3	4	5	6
1	Середнє значення коефіцієнта сферичності піщаних зерен (β)	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7
2	Частка піщаних зерен сферичної форми, %	13,3	55,0	40,0	36,7	36,7	50,0
3	Середнє значення класу заокруглення піщаних зерен (коефіцієнт Ваделла)	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6
4	Частка загалом обкатаних зерен, %**	90,0	85,0	90,0	66,7	86,7	76,7
5	Частка матових піщаних зерен, %	73,3	80,0	90,0	90,0	93,3	76,7
6	Частка досить шершавих та шершавих зерен, %	83,3	65,0	73,3	83,3	80,0	60,0
7	Частка типів форм мікрорельєфу на поверхні піщаних зерен, %	20,0	25,0	16,7	30,0	26,7	30,0
8		Бугристий					
9		Бугристо-східчастий	76,7	80,0	60,0	70,0	70,0
10		Бугристо-сплющений	3,3	—	10,0	3,3	—
11	Частка досить шершавих та шершавих зерен, %	Бугристо-лускатий	—	35,7	—	—	—
12	Частка піщаних зерен, на поверхні яких поширені ямки, каверни, подряпини, видовжені влоговинки тощо, %	100,0	100,0	99,8	100,0	99,8	87,0
13	Частка інтегральних кодів*** палеогеографічної інтерпретації піщаних зерен, %	NU	—	—	—	—	—
14		RM	20,0	10,0	6,7	20,0	20,0
15		EM/RM	3,3	20,0	16,7	10,0	13,3
16		EL	36,7	25,0	63,3	33,3	26,7
17		EM/EL	36,7	45,0	10,0	36,7	36,7
18		EM	3,3	—	—	—	3,3

* Модальні ділянки (рис. 1, с. 5): 1 — вершина горба (Покровсько-Хутірський локус, 1,5 км від берега Дніпровсько-Бузького лиману); 2 — відслонення в береговій зоні Дніпровсько-Бузького лиману (Грушківський локус, підвищене горбисто-хвилясте піщане поле); 3 — вершина піщаного пасма (Покровсько-Хутірський локус, 50 м від берега Дніпровсько-Бузького лиману); 4 — хвилясте піщане поле за 100 м від берега моря (Лисокучурський локус); 5 — гребінь Ковалівського пасма (Чабанський локус); 6 — вершина активно розвіюваного піщаного пасма (Келегейська арена, за 0,5 км на північ від с. Малі Копані).

** Уміст загалом обкатаних зерен включає три класи заокругленості піщаних зерен [7] — досить обкатаний, обкатаний та майже обкатаний.

*** Значення шифрів інтегральних кодів: NU — зерна без слідів транспортування, не обкатані та з чітко вираженими гранями; RM — добре обкатані (заокруглені) матові зерна; EL — добре обкатані (заокруглені) блискучі (глянцеві) зерна; EM/EL — середньообкатані (заокруглені) блискучі (глянцеві) зерна; EM — зерна, які за своїми особливостями не належать до жодної з наведених груп.

для проведення подальших мікроморфологічних та морфоскопічних досліджень кварцових піщаних зерен [10–11].

Мікроморфологічний та морфоскопічний види аналізу реалізовувалися автором шляхом відбору в довільному порядку 30–50 піщаних зерен, як мінімальної статистично значимої вибірки [13] з кожної проби, що відбиралася в зазначених вище геокомплексах Кінбурнської арени. Більшість зразків перед проведенням таких аналізів піддавалися дезагрегації, розмочуванню та промивці в дистильованій воді. Мікроморфологічний і морфоскопічний аналіз пісків здійснювалися за допомогою оптичного мікроскопу при 60-кратному збільшенні, а за необхідності певних уточнень аналізу піддавалися окремі частини поверхні зерен зі 100-кратним збільшенням. Таке збільшення й си-

стема освітлення зерен давали можливість чітко виявляти риси мікро- й нанорельєфу поверхні зерен, типізувати їх, установлювати характер їхньої текстури. Разом із тим, на нашу думку, є потреба в суттєво більшій деталізації, особливо щодо аналізу наноформ, що утворені на поверхні кутів та ребер піщаних зерен. Форма та ступінь обкатуваності зерен визначалися за трафаретом Пауерса із зазначенням коефіцієнта заокруглення (коефіцієнта Ваделла), ступінь шершавості зерен встановлювався згідно «класифікації морфологічних видів і різновидів зерен пісків» [7]. Оцінювання прозорості-матовості та блиску і загалом визначення інтегрального коду палеогеографічної інтерпретації піщаних зерен здійснювалися на основі методики Л. Ф. Дубіс [11] і загалом аналогічних досліджень у Східній Європі [8].

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням наукових результатів

Результати мікроморфологічних та морфоскопічних досліджень піщаних зерен було окремо проаналізовано автором у контексті їхньої латеральної параметричної специфіки, стосовно зазначених вище форм рельєфу Кінбурнської арени (рис. 1, с. 5; табл. 1, с. 6), а також у контексті вертикального розподілу мікроморфологічних та морфоскопічних параметрів піщаних зерен (табл. 2, с. 10).

Представлена карта-схема типів форм рельєфу (рис. 1, с. 5) ілюструє переважання на території Кінбурнської арени плоских, плоскохвилястих та горбисто-хвилястих форм рельєфу, серед яких розвинуті пасмові хвилясті й горбисті, а також улоговинні форми рельєфу. Бугристо-пасмові форми з крутими асиметричними схилами на території арени сформовані лише в південно-західній приморській частині Кінбурнської арени (приклад — заповідне урочище «Ковалівська сага»).

Території поширення горбистих форм рельєфу для Кінбурнської арени і загалом Кінбурнського півострова слугують своєрідними каркасними зонами, навколо яких у подальшому формувалися інші типи форм рельєфу. До таких зон належать 7–11 типи аренних форм рельєфу (рис. 1, с. 5). Ці погорблені утворення є гіпсометрично найвищими (до 14 м, на тлі переважаючих абсолютних відміток 1–3 м), у просторі вони характеризуються мозаїчною організацією елементарних акумулятивних форм, а в складі піщаних відкладів подекуди мають суглинисті й глинисті верстви. Останнє підтверджується польовими досліджен-

нями автора [1], матеріалами буріння свердловин (рис. 2, с. 8) та деякими науковими публікаціями (Заморій, 1940).

Пасмовий і влоговинний типи форм рельєфу надають території Кінбурнської арени особливої специфічності та певною мірою унікальності, що знайшло прояв у наявності тут заповідних об'єктів національного й міжнародного значення [1]. Згадана унікальність пов'язана з утворенням у південній частині арени горбисто-комірчастої рифленої рівнини з інгресивним впливом (рис. 1, с. 5, тип форм рельєфу № 12). За характером ландшафтно-ї текстури дискретно сформовані паралельні пасма арени є подібними до берівських бугрів дельтової зони Волги. Такі пасма є унікальними для території Європи проявом гігантських рифлів, утворення яких варто розглядати в контексті дилувіальної парадигми (Pardee, 1940; Гросвальд, 1999; Рудой, 2005; Пазинич, 2007–2012; Кривульченко, 2016, 2019).

Яскравим проявом пасмових геокомплексів та видовжених улоговин, але вже іншого генезису, є хвилясті пасмово-видолінкові рівнини крайньої західної частини арени між Дніпровсько-Бузьким лиманом і Чорним морем (рис. 1, с. 5, тип форм рельєфу № 5). Такий рельєф пов'язаний з вірогідним перетіканням водних мас з лиману в Чорне море, що раніше обумовлювалося пове-нево-паводковими процесами в долинах Дніпра й Південного Бугу. На окрему увагу заслуговує питання зворотного потоку водних мас унаслідок дії згінно-нагінних процесів у Чорному морі. Підтвердженням ймовірності таких перетікань

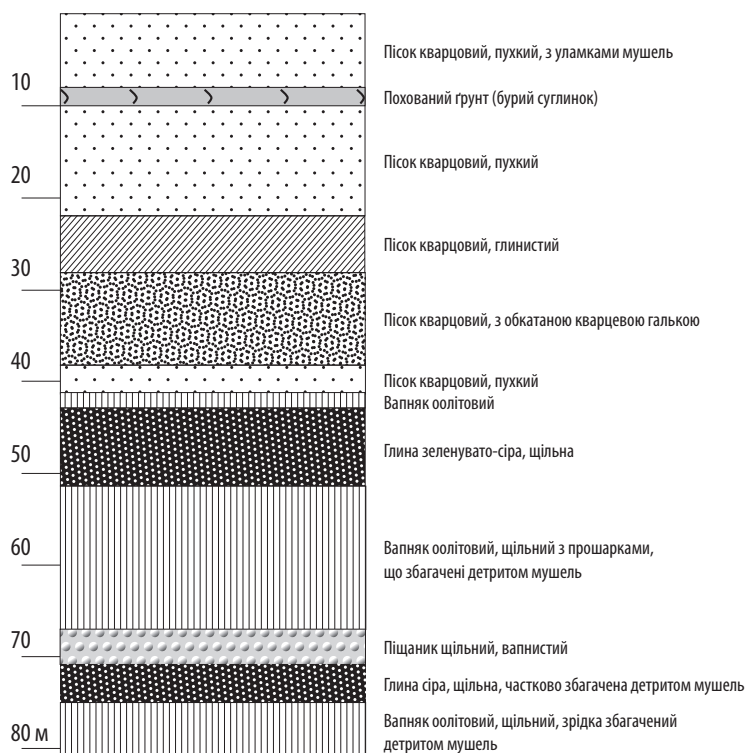


Рис. 2. Геологічний розріз для західної частини Кінбурнської арени (за 0,5 км на півд. зах. від центральної частини с. Покровське; дані Причорноморської комплексної геологорозвідувальної експедиції, свердловина № 09, 1965 р.)

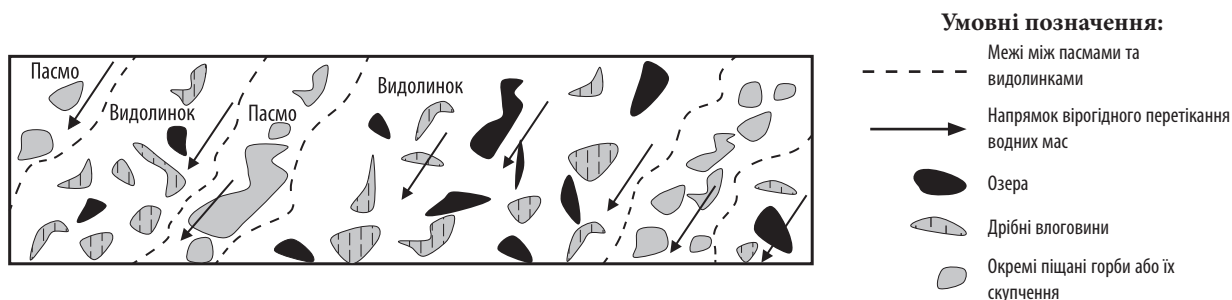


Рис. 3. Схема хвилясто-пасмово-видолинкового типу рівнини, сформованої внаслідок ймовірного перетікання водних мас з Дніпровсько-Бузького лиману в Чорне море: загальне гіпсометричне тло горбисто-пасмових форм рельєфу 2–4 м (максимальні абсолютні відмітки 3,3–9,2 м), міжпасмових видолинків — 0,8–3,0 м.

є напрям та характер гіпсометрії пасмово-видолинкових утворень (рис. 3, с. 8), а також результати мікроморфологічних і морфоскопічних досліджень піщаних зерен.

Сукупність ідентифікувальних параметрів проаналізованих зерен для модульних ділянок № 1 та № 3 (табл. 1, с. 6), що були закладені в межах горбистл-хвилястої пасмово-видолинкової рівнини, свідчить про домінування в утворенні цих зерен умов тривалого або нетривалого високоенергетичного флювіального середовища. У контексті утворення форм рельєфу внаслідок перетікання водних мас слід також розглядати видовжені влоговини, які розсікають вододільні геокомплекси східної частини Кінбурнського півострова (рис. 1, с. 5, тип форм рельєфу № 13). Вірогідно вони є місцями перетікання водних мас

з Дніпровсько-Бузького лиману в Ягорлицьку затоку і підставою ствердження щодо існування в голоцені «широкої протоки, яка з'єднувала Ягорлицьку затоку з Дніпровським лиманом» (Двойченко, 1930). Проте така протока скоріш за все існувала на місці Ягорлицько-Оджигольської падини та Оджигольського міжарення.

Крім розглянутих вище дискретних пасом на території Кінбурнської арени також сформовано декілька компактних пасом у південно-західній частині арени (приклад — Ковалівська сага) та її крайній східній частині (Вірменські Кучугури — рис. 1, с. 5, тип форм рельєфу № 11). Генезис цих пасом є предметом окремого дослідження, проте мікроморфологічні й морфоскопічні параметри піщаних зерен з товщі пісків пасма Ковалівської саги свідчать про флювіальну, а не

еолову природу його утворення (рис. 1, с. 5; табл. 1, с. 6, МД № 5). Доказом цього є високий ступінь шершавості поверхні цих зерен, у 80 % проаналізованих зерен, поширення ямок, каверн, подряпин, видовжених влоговинок на поверхні зерен, а також переважно бугристо-східчастий тип мікрорельєфу поверхні піщаних зерен (табл. 2, с. 10).

Аналіз латерального розподілу мікроморфологічних та морфоскопічних параметрів піщаних зерен у п'яти різних, але близьких за генезисом геокомплексів Кінбурнської арени (табл. 1, с. 6), засвідчив наступні головні особливості:

- низьке значення коефіцієнта сферичності піщаних зерен (0,6–0,7);
- частка загалом обкатаних зерен з домінуючим коефіцієнтом Ваделла (класом заокруглення) 0,6–0,7 пересічно становить 73 %, проте частка досить обкатаних зерен з коефіцієнтом 0,7–1,0 коливається в межах 20–57 % з найменшим значенням для території Лисокучугурського локусу (рис. 1, с. 5, МД № 4; [1]);
- частка шершавих та досить шершавих зерен становить 60–83 % з мінімальним значенням у відслоненні Грушківського масиву, що вірогідно пояснюється найбільш активним впливом еолових процесів у цій північній частині Кінбурнської арени, адже саме ця частина Кінбурнського півострова є гіпсометрично найвищою, — до 14 м (тип форм рельєфу № 9, МД № 2);
- характер мікрорельєфу поверхні досліджених піщаних зерен є досить різноманітним, проте текстура поверхні зерен представлена переважно бугристим типом, але здебільшого з ускладненням східчастого, сплющеного, лускатого, рідше зернистого, мозаїчного або чарункового виду;
- на тлі переважно бугристо-східчастої текстури поверхні піщаних зерен з різних геокомплексів арени майже всі зерна відзначаються наявністю певних наноформ — округлих та видовжених ямок, подряпин, каверн, рідше сколів, що є яскравим підтвердженням високого ступеня шершавості поверхні піщаних зерен, а отже свідченням відсутності переважаючої дії еолового чинника в утворенні форм рельєфу Кінбурнської арени;
- грубополіровані, а тим більше гладкополіровані варіанти поверхні зерен, з огляду на типи мікрорельєфу, тут поодинокі, що є ще одним аргументом відносно нетривалого впливу еолових процесів на трансформацію піщаних зерен;

- аналіз інтегральних кодів палеогеографічної інтерпретації кварцових зерен, «груп зерен» за Cailleux (1942 р.), які враховують такі параметри як обкатаність, матовість та ступінь блискучості [11], засвідчив домінування на території Кінбурнської арени двох груп зерен — EL (25–63 %) та EM/EL (10–45 %), що ідентифікують умови тривалого або нетривалого «високоенергетичного флювіального середовища».

Наявність таких параметрів піщаних зерен Кінбурнської арени як обкатаність, матовість, ступінь блискучості, а також коефіцієнт сферичності, ступінь шершавості, тип текстури мікроформ та характер нанорельєфу поверхні зерен, дають підстави стверджувати, що проаналізовані кварцові зерна Кінбурнської арени формувалися в умовах домінування флювіального середовища з нетривалим впливом еолової трансформації. Підтвердженням такої тези є і характер мезорельєфу окремих піщаних масивів Кінбурнської арени, адже конфігурація та особливості просторового поширення піщаних пасом арени не кореспондують з напрямом домінуючих північно-східних вітрів Кінбурнського півострова. Яскравим проявом цього слугують згадані вище пасма південно-західної (приклад — пасмо Ковалівської саги), південної (Солоноозерний локус [1]) та східної (Вірменські Кучугури) частин Кінбурнської арени.

Порівняльний аналіз піщаних зерен геокомплексів Кінбурнської арени з піщаними зернами одного з видовжених пасом Келегейської арени (околиці с. Малі Копані), що підданий дуже активному перевіюванню, показав відсутність суттєвої різниці за майже всіма згадуваними параметрами. Однак особливо уважний погляд щодо наявності на поверхні зерен округлих нанодепресій, які можуть бути важливою діагностичною ознакою активних еолових процесів, засвідчив, що у 80 % проаналізованих зерен їхня поверхня вкрита мікро- та нанодепресіями з особливо яскравим проявом на заокруглених гребенях зерен. Наявність округлих нанодепресій, але разом із цим і присутність на поверхні зерен частих уступів, подекуди зазубрин на краях уступів, а також подряпин і сколів, є свідченням впливу на ці піщані зерна не лише еолових процесів, але й флювіальних, а ще раніше флювіогляціальних процесів, якщо виходити з матеріалів Г. І. Горецького [3] та припущення В. Г. Пазинича [15] щодо катастрофічного розвитку подій у долині Дніпра в самому кінці плейстоцену. Загалом же порівнюване пасмо й інші

Таблиця 2. Морфометричні та морфоскопічні параметри піщаних зерен відслонення Грушківського піщаного масиву, що в береговій зоні Дніпровсько-Бузького лиману (Кінбурнський півострів)

№	Параметри піщаних зерен	Глибини відбору проб (м), згідно генетичних горизонтів											
		0,00–0,65/ 0,65–0,75	0,75–0,85/ 0,85–1,00	1,00–1,17/ 1,17–1,42	1,42–1,63/ 1,63–1,76	1,76–2,52/ 2,52–2,64	2,64–2,72/ 2,72–2,76	2,76–2,91/ 2,91–3,27	3,27–3,38/ 3,38–3,81	3,81–4,28			
1	Частка піщаних зерен сферичної форми, %	55,0 46,7	53,3 43,3	60,0 30,0	33,3 33,3	40,0 33,3	40,0 50,0	46,7 33,3	56,7 40,0	56,7			
2	Середнє значення класу заокруглення піщаних зерен (коефіцієнт Ваделла)	0,6 0,5	0,4 0,6	0,5 0,4	0,5 0,4	0,6 0,5	0,4 0,5	0,5 0,4	0,5 0,4	0,5			
3	Частка загалом обкатаних зерен, % *	85,0 86,7	56,6 90,0	66,6 56,7	70,1 36,7	80,0 66,7	66,7 73,3	83,3 56,6	70,0 53,4	66,7			
4	Частка матових піщаних зерен, %	80,0 100,0	100,0 100,0	100,0 100,0	96,7 100,0	66,7 66,7	66,7 66,7	80,0 86,7	73,3 83,3	93,3			
5	Частка досить шершавих та шершавих зерен, %	65,0 40,0	63,3 43,3	56,7 56,7	73,3 70,0	63,3 50,0	86,7 66,7	80,0 76,7	70,0 66,7	76,7			
6	Частка типів форм мікрорельєфу на поверхні піщаних зерен, %	25,0 / 28,5	30,0 / 66,7	23,3 / 40,0	33,3 / 33,3	33,3 / 20,0	16,7 / 16,7	43,3 / 23,3	10,0 / 13,3	23,3			
7		75,0 / 35,7	36,7 / 33,3	60,0 / 60,0	63,3 / 66,7	56,7 / 73,3	83,3 / 83,3	56,7 / 76,7	83,3 / 83,4	76,7			
8		— / —	— / —	10,0 / —	3,4 / —	10,0 / 6,7	— / —	— / —	6,7 / 3,3	—			
9		— / 35,7	33,3 / —	6,7 / —	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	—			
10	Частка піщаних зерен, на поверхні яких поширені ямки, каверни, подряпини, видовжені влоговинки тощо, %	100,0 45,0	57,0 83,0	83,3 83,3	96,7 96,7	100,0 96,7	96,7 100,0	100,0 100,0	100,0 100,0	100,0			
11	Частка інтегральних кодів* палеогеографічної інтерпретації піщаних зерен, %	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	— / —	—			
12		10,0 / —	23,3 / 33,3	6,7 / 3,3	3,3 / —	10,0 / 6,7	3,3 / 13,3	6,7 / 6,7	3,3 / —	6,7			
13		20,0 / 86,7	36,7 / 10,0	30,0 / 6,7	13,3 / 23,3	16,7 / 20,0	33,3 / 16,7	36,7 / 20,0	20,0 / 26,7	23,3			
14		25,0 / —	— / 40,0	26,7 / 33,3	50,0 / 33,3	56,7 / 43,3	23,3 / 16,7	10,0 / 23,3	30,0 / 20,0	23,3			
15		45,0 / 3,3	33,3 / 16,7	33,3 / 56,7	33,3 / 40,0	13,3 / 30,0	40,0 / 53,3	43,3 / 46,7	43,3 / 50,0	46,7			
16	EM	—	6,7 / —	3,3 / —	— / 3,3	3,3 / —	— / —	3,3 / 3,3	3,3 / 3,3	—			

* Уміст загалом обкатаних зерен включає три класи заокругленості піщаних зерен [7] — досить обкатаний, обкатаний та майже обкатаний.

** Значення шифрів інтегральних кодів подані до **табл. 1, с. 6**.

сусідні пасма Келегейської ари, як за характером піщаних зерен, так і за особливостями конфігурації, просторового положення, скоріш за все формувалися завдяки флювіальним процесам. Роль еолового фактору тут була явно другорядною, лише трансформувальною.

Аналіз вертикальної диференціації параметрів піщаних зерен, що був здійснений на основі згаданого відслонення, сформованого абразійною діяльністю Дніпровсько-Бузького лиману, засвідчив наступні головні особливості (*табл. 2, с. 10*):

- коефіцієнт Ваделла для піщаних зерен з різних прошарків відслонення здебільшого становить 0,4–0,5, що свідчить про досить низький рівень їхньої обкатаності;
- зовсім не обкатані зерна тут майже не зустрічаються, частка досить обкатаних, обкатаних і майже обкатаних зерен з коефіцієнтом 0,4–1,0, залежно від генетичних горизонтів, тут переважно коливається в межах 53–87 %, проте частка дуже добре обкатаних зерен з коефіцієнтом Ваделла 0,7–1,0 переважно становить 7–20 % зі зменшенням цього значення донизу

відслонення, що свідчить про домінуючу роль флювіальних процесів і не досить активну роль еолового чинника в трансформації цих піщаних зерен;

- частка шершавих та досить шершавих зерен у межах всього відслонення знаходиться в діапазоні 40–87 %;
- текстура поверхні піщаних зерен представлена переважно бугристо-східчастим та бугри-стим типами мікрорельєфу з майже повсюдним ускладненням завдяки різноманітним наноформам — округлим ямкам, подряпинам, сколам;
- у межах усього відслонення зафіксоване переважання таких трьох інтегральних кодів палеогеографічної інтерпретації кварцових зерен як ЕМ/РМ (10–37 %), ЕЛ (10–50 %) та ЕМ/ЕЛ (13–45 %), що свідчить про домінування флювіальних процесів у трансформації піщаних зерен, але наявність такого коду як ЕМ/РМ та присутність округлих нанодепресій на поверхні зерен з різних горизонтів відслонення також говорять і про деяке значення у формуванні цих відкладів еолових процесів.

Висновки

Уперше з метою дослідження генезису Олешківських пісків і, зокрема Кінбурнської ари, зроблено внутріаренну типологію форм рельєфу з відповідним мікроморфологічним і морфоскопічним аналізом параметрів кварцових піщаних зерен. Цим було засвідчено домінування плоских, плоско-хвилястих та горбисто-хвилястих форм рельєфу, серед яких розвинуті пасмові, зрідка дюнні, а також улоговинні форми рельєфу. Паралельно сформовані пасма півдня Кінбурнської ари з яскраво вираженим інтгресійним впливом є проявом унікальних для території Європи гігантських рифлів, утворення яких автор розглядає в контексті дилувіальної парадигми.

Мікроморфологічні та морфоскопічні дослідження кварцових зерен з відкладів різних гео-

комплексів Кінбурнської ари продемонстрували переважання недостатньо обкатаних зерен зі здебільшого високим ступенем шершавості їхньої поверхні, а також домінування бугристо-го й бугристо-східчастого типів поверхневої текстури піщаних зерен з майже повсюдним розвитком на їхній поверхні мікро- та наноформ. Інтерпретація параметрів проаналізованих зерен дозволила констатувати домінуючу роль флювіальних процесів у формуванні піщаних відкладів Кінбурнської ари, але з підпорядкованим впливом еолових процесів.

Проведені дослідження можуть бути екстрапольовані щодо інших арен Олешківських пісків та інших піщаних масивів, що сприятиме поглибленню генетико-геоморфологічних знань.

References [Література]

1. Kryvulchenko, A. I. (2016). *Kinburnsk peninsula: landscapes, a modern state and value*. Kropyvnytskyi: Centralukrainian Publishing House, 416 p. [In Ukrainian].
[Кривульченко А. І. Кінбурнський півострів: ландшафти, сучасний стан та значення. Кропивницький: Центральноукраїнське вид-во, 2016. 416 с.]
2. Kryvulchenko, A. I. (2019). Oleshkivski Sands as a hierarchically built natural system. *Visnyk of the Lviv University. Geography. Issue 53*. 197–209. [In Ukrainian].
[Кривульченко А. І. Олешківські піски як ієрархічно побудована природна система. Вісник Львівського університету. Серія географічна. 2019. Вип. 53. С. 197–209.] URL: <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2019.53.10666>.

3. Goretski, G. I. (1970). *Alluvial chronicle of the great Pra-Dnieper*. Moscow: Science. 491 p. [In Russian].
[Горецкий Г. И. *Аллювиальная летопись великого Пра-Днепра*. Москва: Наука, 1970. 491 с.]
4. Krinsley, D. H., & Doornkamp, J. C. (2011). *Atlas of quartz sand surface textures*. Cambridge University Press; Reissue edition. 102 p.
5. Mahaney, W. C. (2002). *Atlas of sand grain surface textures and applications*. New York: Oxford University Press. 237 p.
6. Kaye, A. (1969). *Morphoscopic study of some sands and loose sandstones in the territory of the Soviet Union*. Newest tectonics, recent sediments and man. Moscow. 20–27. [In Russian].
[Кайе А. *Морфоскопическое изучение некоторых песков и рыхлых песчаников на территории Советского Союза*. Новейшая тектоника, новейшие отложения и человек. Москва, 1969. С. 20–27.]
7. *Recommendations for the integrated study and evaluation of the construction properties of sandy subsoils* (1984). Gosstroy USSR. Moscow: Stroizdat, 212 p. [In Russian].
[Рекомендации по комплексному изучению и оценке строительных свойств песчаных грунтов. Госстрой СССР. Москва: Стройиздат, 1984. 212 с.]
8. Mycielska-Dowgalo, E., & Rutkowski, J. (1995). *Studies of Quaternary deposits. Selected methods and interpretation of results*. Warszawa: WGiSR UW. 353 p.]. [In Polish].
[Mycielska-Dowgiało E., Rutkowski J. *Badania osadów czwartorzędowych. Wybrane metody i interpretacja wyników*. Warszawa: WGiSR UW, 1995. 353 s.]
9. Alekseieva, V. A. (2004). *Micromorphology of the surface of quartz grains as an indicator of the conditions for the formation of glacial relief: for example, the basin of the r. Protva on average its course*. (Extended abstract of PhD dissertation). Moscow, 22 p. [In Russian].
[Алексеева В. А. *Микроморфология поверхности кварцевых зерен как индикатор условий формирования ледникового рельефа: на примере бассейна р. Протвы в среднем ее течении*: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Москва, 2004. 22 с.]
10. Velichko, A. A., & Timireva, S. N. (2005). *The problem of the genesis of loess material according to the study of morphoscopy of the sandy quartz grains*. The many-sided geography: the development of the ideas of Innokentiy Petrovich Gerasimov (on the 100-th anniversary of his birth). Moscow. 76–89. [In Russian].
[Величко А. А., Тимирева С. Н. *Проблема генезиса лессового материала по данным изучения морфоскопии песчаных кварцевых зерен*. Многоликая география: Развитие идей Иннокентия Петровича Герасимова (к 100-летию со дня рождения). Москва, 2005. С. 76–89.]
11. Dubis, L. F. (2013). *Eolovy paleomorphogenesis of the right bank of the Ukrainian Polissia*. (Doctoral dissertation): 11.00.04. T. Shevchenko Kyiv. Un-ty, 497 p. [In Ukrainian].
[Дубіс Л. Ф. *Еоловий палеоморфогенез правобережної частини Українського Полісся*: дис. ... д-ра геогр. наук: 11.00.04 / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2013. 497 с.]
12. Matlakhova, E. Yu. (2014). *Valdai terrace complex in the river valleys of the center of the East European Plain*. (PhD dissertation). Lomonosov Moscow Un-ty. 167 p. [In Russian].
[Матлахова Е. Ю. *Валдайский террасовый комплекс в речных долинах центра Восточно-Европейской равнины*: дис. ... канд. геогр. наук. Московский государственный ун-т им. М. В. Ломоносова, 2014. 167 с.]
13. Vostroknutov, G. A., & Havrishin, A. I. (1972). *The use of mathematical statistics in the analysis and synthesis of geochemical datas*. Novochoerkassk: VIEMSYu, 36 p. [In Russian].
[Вострокнутов Г. А., Гавришин А. И. *Использование методов математической статистики при анализе и обобщении геохимических данных*. Новочеркасск: ВИЭМСЮ, 1972. 36 с.]
14. Pidgorodetskyi, P. D. (1965). Morphology and dynamics of the banks of the Kinburn peninsula. In *Geomorphology of river valleys of Ukraine*. 101–107. [In Ukrainian].
[Підгородецький П. Д. Морфологія і динаміка берегів Кінбурнського півострова. 36. *Геоморфологія річкових долин України*, 1965. С. 101–107.]
15. Pazynych, V. G. (2007). *Geomorphologic chronicle of the Great Dnipro*. Nizhyn: Gidromax, 372 p. [In Ukrainian].
[Пазинич В. Г. *Геоморфологічний літопис Великого Дніпра*. Ніжин: Гідромакс, 2007. 372 с.]

Стаття надійшла до редакції 25.07.2022

For citation [Для цитування]

Кривульченко А. І. Мікрморфологічні та морфоскопічні параметри піщаних зерен як інтерпретаційна ознака генезису Кінбурнської арени. Укр. геогр. журн. 2023. № 2. С. 3–12. [Українською мовою]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2023.02.003>

Kryvulchenko, A. I. (2023). *Micromorphological and Morphoscopic Parameters of Sand Grains as Interpretation Indication of the Genesis of Kinburnska Arena*. In Ukr. Geogr. Ž. No. 2. 3–12. [In Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2023.02.003>