

А. В. Корохіна

## ГЛИБОКЕ ОЗЕРО 2, БОНДАРИХА, СУБОТІВ: ПОРІВНЯННЯ КЕРАМІЧНИХ КОЛЕКЦІЙ ТА ДЕЯКІ МЕТОДИЧНІ ПРОПОЗИЦІЇ

*Робота присвячена апробації процедури структурування та порівняння комплексів археологічної кераміки. З метою пошуку закономірностей у розподілі ознак матеріалу запропоновано застосування низки методів галузі «видобутку даних» (data mining). Аналіз трьох колекцій фінального періоду доби бронзи з Дніпро-Донецького лісостепового регіону (Глибоке Озеро 2, Бондариха, Суботів) дозволив формалізувати їхні характеристики та відмінності, що є підґрунтям для подальших досліджень.*

**Ключові слова:** кераміка, доба пізньої бронзи, методика, статистичний аналіз, data mining.

**Вступ.** У пропонованій роботі автор хотіла б учергове підняти проблему методики порівнянь комплексів археологічної кераміки, що традиційно постачають дані для праісторичних реконструкцій. Її розробки особливо потребують епохи, насичені культурними контактами і трансформаціями, як-от — заключний період доби пізньої бронзи.

Поставлена проблема стикається з необхідністю формулювання методики, придатної до вирішення двох пов'язаних дослідницьких завдань, а саме: 1) структурування та характеристизації керамічних колекцій; 2) їхнього порівняння. Перший етап традиційно ототожнюється з типологізацією кераміки, при цьому морфологія постачає основні типотворюючі ознаки. Відповідно до цього, автор зосередила увагу довкола розробки процедури морфологічного аналізу керамічних комплексів з перспективою залучення результатів до дослідження культурно-історичних процесів давнини.

**Сучасні підходи до морфологічного аналізу керамічних комплексів.** Морфологічний аналіз кераміки є багатоступінчастим

процесом, що включає стадії опису об'єктів, конструювання класифікацій та їхню типологічну інтерпретацію (Santacreu 2017).

Кожен з аналітичних рівнів пропонує певний перелік засобів вирішення притаманних йому завдань, підпорядкованих меті та визначеній нею стратегії дослідження, що реалізуються на найвищому, інтерпретаційному, рівні.

Вважається, що крайні позиції у визначенні стратегій аналізу представлені т. зв. «емним» та «етним» підходами. Перший відзначається прагненням до побудови типологій, заснованих на «культурному значенні» типів та їхніх відношень (значенні, що надавалося типам носіями самої культури). Другий підхід ставить під сумнів можливість досягнути реальність минулих часів сучасними аналітичними засобами (David, Cramer 2001, p. 157—162; Read 2007).

На практиці широко розповсюджена компромісна позиція, що визнає суб'єктивність дослідницьких побудов, але й не заперечує їхній потенціал до подолання простої описовості. Відтак вважається, що різниця, виявлена на «етному» рівні, може бути осмислена на «емному» рівні, таким чином реалізується можливість застосування дослідницьких класифікацій в інтерпретаційному дискурсі (David, Cramer 2001, p. 157—162; Read 2007). Особливо продуктивною при цьому вбачається точка зору, що пов'яже типологічну інтерпретацію з пошуком проявів широкого кола поведінкових аспектів — природної еволюції, функції, технології, часових змін, соціальних меж тощо (Hayden 1984, p. 80).

В конкретних дослідженнях структурування матеріалу частіше проводиться шляхом побудови «типологій» на інтуїтивних засадах, нерідко у сполученні з формалізованими методами, що

продовжують розвиток класичного «типологічного методу» (Городцов 1901, с. 598—607).

Існують також методики, розроблені як «універсальні».

Так, на пострадянському просторі широко відома методика В. Ф. Генінга, що орієнтована на розробку засобів аналізу структурно однорідних форм, характеристизації та порівняння колекцій. Прикметно, що саме розробка принципів обліку, необхідних для широкого порівняльного аналізу, була визначена як її основний пріоритет (Генінг 1973; 1992).

Форми археологічного посуду описуються через морфометричні показники — пропорції (або «показники форми»), які далі класифікуються за допомогою розподілу за умовними універсальними інтервалами; для характеристики колекцій пропонується залучати стандартні статистичні характеристики варіаційного ряду.

Сьогодні характеристика колекцій на основі методики В. Ф. Генінга у різних варіантах залучається як альтернатива традиційним класифікаціям (Молодин, Кобелева 2006; Молодин, Мьльникова, Селин 2014; Мьльникова 2014; Пеляшенко 2014; Пеляшенко, Гавриш 2018; Корохіна 2019; Demina 2017). Безперечно, її позитивно відзначає чи не вперше в радянській археології виражена артикуляція ролі статистичних методів у процесі впорядкування керамічного матеріалу. Критики методу, з іншого боку, концентрують увагу на формальності підходу з його неухвагою до природної структури ознак. Більш суттєве зауваження, на думку автора, полягає в неспроможності методики В. Ф. Генінга охопити сучасний потенціал статистично-формалізаційного підходу, на якому вона базується.

Оригінальний метод морфологічного аналізу запропонував класик радянської керамології О. О. Бобринський в межах «історико-культурного підходу». Останній спрямований на реконструкцію «культурних традицій» давніх етнокультурних спільнот (Цетлін 2001). Методика розроблена на основі даних обстеження східноєвропейських гончарних осередків середини ХХ ст. й спрямована на виявлення структури емностей, виходячи з передбачуваного функціонального значення їхніх складових частин (Бобринський 1986; 1988; Цетлін 2012, с. 46, 149—160; Мочалов 2006; 2008; Кузнецов, Мочалов, Хохлов 2011, с. 100; Шарганова, 2011, с. 13—15; Лопатина 2014; Никитина 2015, с. 295—296; Tsetlin 2002, р. 88—89). Ключовою категорією аналізу є «стан сформованості функціональних частин», що пов'язується з уявленнями щодо усталеності чи «нетиповості» різновидів форм, які перебували в обігу в певному соціо-культурному середовищі.

Помічено, що метод «історико-культурного підходу» не дозволяє будувати «типології»

в традиційному розумінні, оскільки функціональні частини в одному стані сформованості можуть мати різну форму (Мочалов 2006). Не зрозумілим є те, наскільки доцільно говорити про чітко фіксоване значення станів сформованості та про чітко фіксовані їхні межі як про явище універсальне та інваріантне (а саме таким чином формулюються майже всі результати апробації методики). Основне її продуктивне значення вбачається у можливості прослідкувати розвиток морфології посудин з точки зору їхньої функції, а саме — утилітарної та передбачуваної функції (тобто такої, зміст якої закладався виробниками та міг не співпадати з фактичним використанням виробу споживачами: Skibo 2013, р. 4—5).

Обмежено до аналізу східноєвропейських джерел (Мазуркевич, Долбунова, Кулькова 2013, с. 32—44; та ін. праці) залучалася також методика класифікації кераміки Анни Шепард, що вважається класичною в англомовній археології та отримала назву «формо-орієнтованого» (form-based) підходу (Shepard 1985, р. 224—248; Ericson, Stickel 1973; Rice 1987, р. 217—220).

У якості основного її недоліку опоненти відзначають формальний підхід до класифікації (Бобринський 1986, с. 143; Цетлін 2012, с. 33—35). З іншої позиції оцінки, продуктивний внесок «формо-орієнтованих» методів полягає у привнесенні об'єктивності до опису та систематизації даних, впровадженні методів кількісного морфометричного аналізу (Santacreu 2017, р. 183).

Не можна, нарешті, обійти увагою ще один напрям, який спирається на методи статистики в дослідженні археологічних колекцій та розвивався як в радянській, так і в західноєвропейській та англо-американській наукових традиціях поряд із методиками «гуманітарного» стилю. Що стосується доробку радянської доби, мабуть, найбільш поглиблено потенціал цього напрямку до вирішення археологічних завдань розкрито у посібнику О. Г. Федорова-Давидова (1989, с. 79—208). Утім, протягом останніх десяти років викладені його автором пропозиції майже не знайшли застосування. На огляді можливостей «статистичного» напрямку у вирішенні поставленої проблеми автор зупиняється у наступному підрозділі роботи.

**Пропозиції до процедури аналізу.** Як засвідчує наведений огляд, чи не ключовим моментом дискусії в межах регіональних студій лишається питання доцільності та засобів урахування «культурного значення» в процесі морфологічного аналізу та побудови типологій кераміки. З цим, зокрема, пов'язана критика робіт, заснованих на формалізованих методах.

Більш помірковане, на нашу думку, формулювання мети типологізації, доступної з «етної» позиції аналізу, полягає в пошуку будь-яких невинпадкових закономірностей у структурі ма-

теріалу, що найбільш вірогідно можуть бути пов'язані з проявами «значення».

Поведінкові закономірності безсумнівно проявляються у поділі кераміки на «загальні морфо-функціональні класи», який забезпечує класичний типологічний метод. В археологічному матеріалі вони упізнавані за принциповими відмінностями структури та / чи пропорцій (загальними або пропорціями окремих структурних частин), мають зв'язок зі загальною функціональною роллю виробів, що неодноразово засвідчили етнографічні та етноархеологічні спостереження (Цеглин 2014, с. 375; Henrickson, McDonald 1983; Miller 1985, р. 51—57; Rice 1987, р. 224—227; Skibo 2013, р. 28—36; Roux 2019, р. 233—237). Переважання впливу функції (у широкому сенсі) на морфологію пов'язує класи зі справжніми, культурно значущими категоріями, сутність яких зазвичай є синкретичною (Rice 1987, р. 215—219). Що ж до варіацій між класами одного роду — якщо не доведено їхню випадковість, у загальному випадку вони розглядаються як результат «культурного вибору» виробників та споживачів кераміки, який спричиняє різницю стилів (Gosselain 1992; 2018; Sellet 1993; Roux 2017; 2019).

Деякі інші завдання ставить рівень структури матеріалу всередині класів, де нерідко мають місце майже неловимі морфологічні градації. Пошук закономірностей тут вимагає залучення технік виявлення меж та асоціацій у масивах безперервних кількісних ознак, що найбільш адекватно здатні забезпечити засоби галузі data mining (видобутку даних). Без залучення статистичних і багатовимірних методів аналізу неможливо забезпечити й об'єктивну основу для порівняння значних за обсягом керамічних колекцій.

Зважаючи на це, автор пропонує наступну процедуру морфологічного аналізу та порівняння комплексів кераміки<sup>1</sup>.

(1) На рівні аналізу морфо-функціональних класів:

(1.1) порівняння ступеню різноманіття вибірок за допомогою показників насиченості, ентропії, ефективної кількості видів та вирівняності;

(1.2) оцінка значущості різниці вибірок за складом категорій за допомогою тестів асоціації та аналізу відповідностей.

(2) На рівні аналізу в межах класів:

(2.1) дослідження структури даних: встановлення морфологічної однорідності або неоднорідності вибірки, виокремлення морфологічно однорідних груп. Ці завдання досягаються перевіркою нормальності розподілу та кластеризації;

(2.2) характеристика морфологічно однорідних груп через статистичні характеристики варіаційного ряду і коефіцієнт варіації ( $CV = 100 \% * \text{стандартне відхилення} / \text{середнє арифметичне}$ );

(2.3) порівняння комплексів різних пам'яток, регіонів або культурних утворень з метою виявлення ідентичних морфологічних груп або, навпаки, доведення їхньої неспорідненості. Це завдання досягається застосуванням методів багатовимірної аналізу дисперсій (MANOVA) для оцінки значущості різниці між групами; канонічного (дискриптивного) дискримінантного аналізу та побудови «дерева рішень» — для встановлення конкретного змісту цієї різниці.

У наступному розділі автор викладає результати апробації означених методів на конкретному матеріалі — керамічних комплексах трьох поселень фінального етапу доби бронзи з території Дніпро-Донецького лісостепу.

**Приклад апробації.** *Археологічне підґрунтя.* Джерела, на яких проводилася апробація, походять з регіону, що представляє складову контактної зони, окресленої межами Нижнього Подніпров'я, Північно-Східного Приазов'я та Сіверського Подінців'я (Гершкович 1998).

У низці робіт час переходу від доби бронзи до раннього заліза на півдні Східної Європи визначено як окремий період, примітний технологічними інноваціями та суттєвою трансформацією системи культурних зв'язків (Бочкарев, Кашуба 2017; Гершкович 2016; Отрощенко 2018). Характерною рисою часу стала інтенсивна взаємодія різних за походженням (подекуди територіально віддалених) культурних компонентів, формування нових культур і типів пам'яток, нерідко — з досить нечіткими межами.

Ситуація може бути проілюстрована довготривалою дискусією з проблеми атрибуції пам'яток постзрубного типу, які різними дослідниками визначаються як окремий культурний тип, видозмінене продовження зрубної «культури», або включаються до складу богуславсько-білозерської культури фіналу доби бронзи (історіографію див.: Ромашко 2013, с. 17—41; Пробийголова 2017, с. 22—40).

Поява на Сіверському Дінці носіїв ранньої бондарихинської культури призвела до виникнення синкретичних бондарихинсько-постзрубних комплексів (подекуди доповнених іншими компонентами). Розповсюдження білогрудівсько-чорноліських традицій з Дніпровського Правобережжя на схід мало результатом сполучення бондарихинських та чорноліських рис в матеріалах лісостепових поселень. Відомий і зворотній (менш інтенсивний) вплив, засвідчений присутністю постзрубної та малобудківсько-бондарихинської кераміки в шарах Суботівського городища (Гершкович 2016).

Ситуація ускладнюється участю в процесах культурної взаємодії лісового — південно-

1. Під «комплексами» маються на увазі фрагменти матеріальної культури, що характеризуються культурно-хронологічною однорідністю.

**Таблиця 1.** Характеристика колекцій за складом морфо-функціональних класів, кількість / %

Морфо-функціональні класи, кількість / %											
Горщики	Слоїки	Чаші	Кубки	Миски	Черпаки	Блюдця	Чашки	Глеки	Чаркоподібна піксіда	Невизначені	Разом
Глибоке Озеро 2											
329/40	461/56	23/2,8	—	2/0,2	1/0,1	—	—	—	—	9/1,1	820/100
Бондариха											
103/75	9/6,6	5/3,6	10/7,3	4/2,9	—	—	—	—	—	6/4,4	137/100
Суботів											
345/56,7	22/3,6	24/3,9	88/14,5	99/16,3	22/3,6	1/0,2	3/0,5	2/0,3	1/0,2	1/0,2	608/100

поліського та верхньоволзького компонентів, вплив яких спричинив появу низки утворень з достатньо нечіткими культурними межами (бондарихінські, лебедівські, мар'янівські та студеноцькі старожитності; Корохіна 2011; Корохіна 2013).

Для порівняння були обрані три пам'ятки, що презентують активних «учасників» окресленої вище взаємодії. Найраніше з них — поселення Глибоке Озеро 2, досліджене в середній течії Сіверського Дінця. Аналізувалася кераміка зі стратиграфічних шарів II—III, що представляють постзрубний тип і датуються кінцем XIII—XII ст. до н. е. Вибірку склали: 821 умовний екземпляр кераміки, із них — 72 екз. верхніх частин класу «горщики».

Поселення Бондариха 2 також розміщене в Середньому Подінців'ї, представляє середній етап бондарихінської культури і є хронологічно більш пізнім (XI—X ст. до н. е.). Із нього було залучено 137 екземплярів керамічного посуду. Для статистичного порівняння горщиків, через брак великих фрагментів, вибірка формувалася з матеріалів низки бондарихінських поселень Дніпро-Донецького межиріччя періоду НаА (95 одиниць).

Суботівське городище — еталонна пам'ятка білогрудівсько-чорноліської культури у Середньому Подніпров'ї. Вибірка сформована з матеріалів горизонту II (за Я. П. Гершковичем), датованого кінцем XI — серединою IX ст. до н. е. Залучені 608 екземплярів посуду, із них — 79 екз. горщиків (кількісні дані запозичені з публікації Я. П. Гершковича: 2016, с. 94—95).

Обрахунки проводилися в програмному середовищі «R» (R Core Team 2013; Baxter 2015; Carlson 2017; Marwick 2018). Застосовані пакети «vegan», «maptools», «sa», «ggplot2», «mvnrmtest», «heplots», «klaR» та «partykit» (Weihс et al. 2005; Nenadic, Greenacre 2007; Jarek 2012; Hothorn, Zeileis 2015; Wickham 2016; Fox, Friendly, Monette 2018; Oksanen et al. 2019; Bivand, Lewin-Koh 2020).

Аналіз на рівні морфологічних класів. Порівняння колекцій здійснювалося за наступним переліком класів: (1) горщики; (2) слоїки (вклю-

чаючи непрофільовані маленькі за об'ємом посудини); (3) чаші; (4) кубки / кубкоподібні; (5) миски; (6) черпаки; (7) блюдця; (8) чашки; (9) глеки; (10) чаркоподібна піксіда. Останні чотири класи визначені як «рідкісні», оскільки в жодній пам'ятці не виявлені у кількості більше «5».

В табл. 1 і на рис. 1 наведено характеристику колекцій за складом класів. Їхні якісні та кількісні відмінності, так само як і риси подібності, на перший погляд очевидні<sup>1</sup>. Колекція придатних до атрибуції фрагментів із Бондарихи в рази менша за зібрання інших двох пам'яток. У всіх групах присутні горщики, слоїки, миски й чаші. Кубки відмічені тільки в Суботіві й Бондарисі, черпаки — тільки в Суботіві й Глибокому Озері 2, рідкісні класи — тільки в Суботіві. Подібність Суботова й Бондарихи полягає у переважанні горщиків над слоїками (при чому, в Бондарисі їх відчутно більше, ніж у Суботіві); в той час як для Глибокого Озера 2 (відповідно до зрубних традицій) слоїки є найчисленнішою категорією. Специфічною рисою Суботова є високі долі кубків, мисок, черпаків, а також — присутність рідкісних класів.

Первинна оцінка колекцій проведена згідно запропонованої раніше процедури (Carlson 2017, р. 397—411), через визначення показників, запозичених з арсеналу методів оцінки біологічних популяцій, за допомогою пакету «vegan» (табл. 2).

Показник «насиченість» відповідає простій кількості видів (класів) у колекції. Різниця в цьому випадку може залежати від дійсного впливу культурних чи господарських чинників, тривалості існування поселення або ж від об'єму матеріалу, здобутого польовими дослідженнями. Насиченість, утім, не відбиває кількісного розподілу артефактів за класами. Цей

1. Частково ці дані були опубліковані (Гершкович 2016; Корохіна, Гершкович 2020). Відмінності у кількісній представленості категорій з Глибокого Озера 2 у цій та попередній роботах обумовлені корекцією методики їхнього обліку за фрагментованими екземплярами (нові результати готуються до публікації).



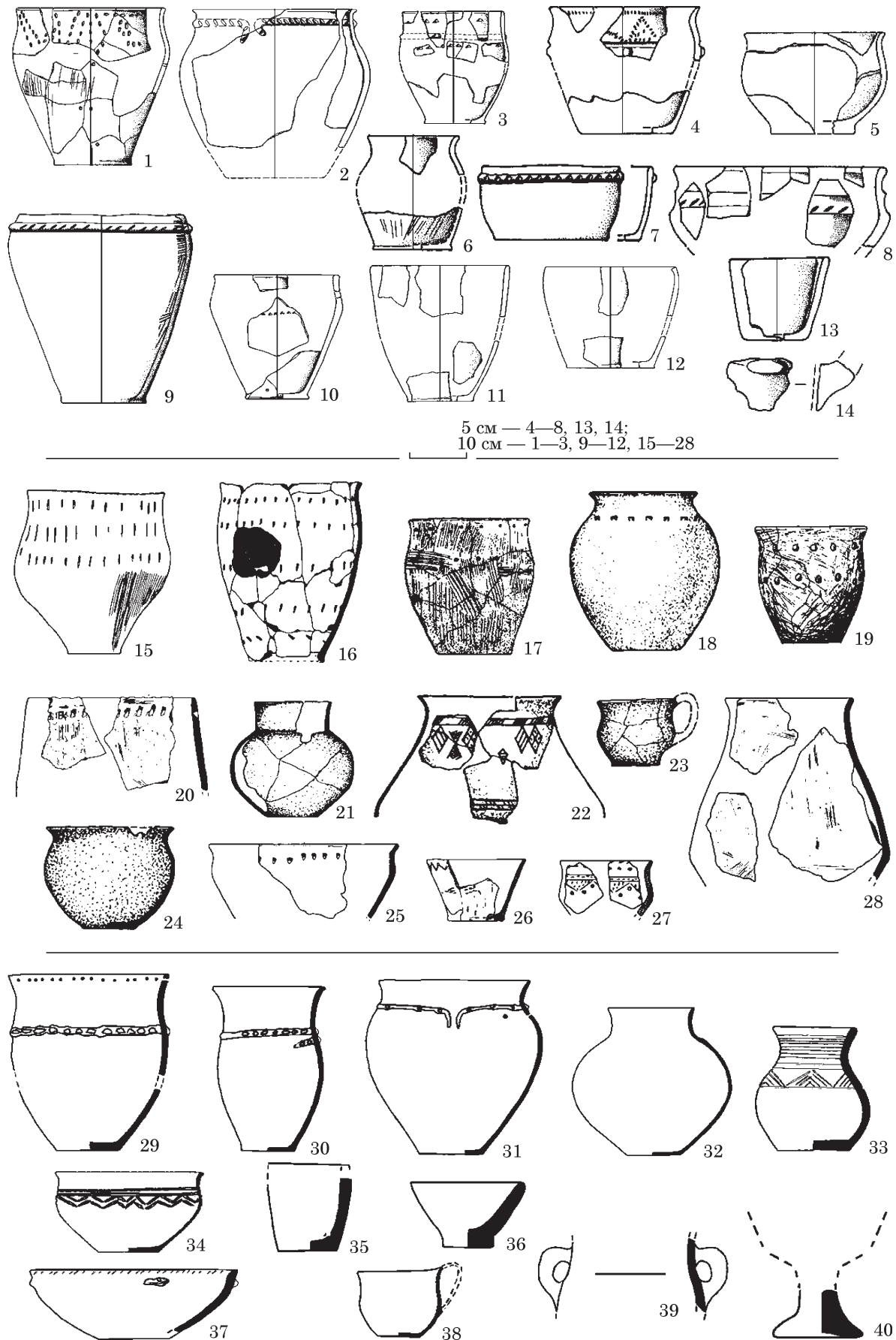
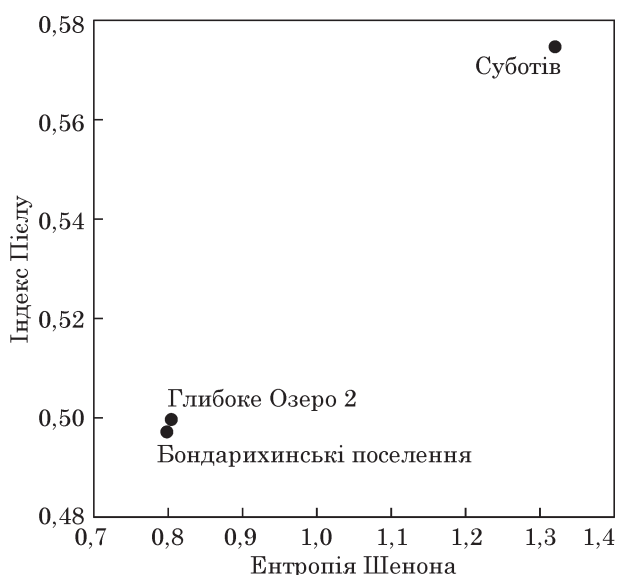


Рис. 1. Асортимент форм посуду у колекціях (вибірково): 1—14 — Глибоке Озеро 2; 15—28 — бондарихінські поселення; 29—40 — Суботів (1—14, 17, 29—40 — малюнки Я. П. Гершковича; 18 — В. А. Ромашка; 19 — В. Р. Іваницького; 21—23, 24 — Ю. В. Буйнова)

**Таблиця 2.** Характеристика колекцій за показниками різноманітності

Колекція	Насиченість (richness)	Ентропія Шенона (Shannon's entropy)	Ефективна кількість видів (effective number of species)	Індекс Пієлу (Pielou's index)
Глибоке Озеро 2	5	0,8037728	2,233953	0,4994121
Бондариха	5	0,8006147	2,226909	0,4974499
Суботів	10	1,3235131	3,756596	0,5747944



**Рис. 2.** Ступінь різноманіття колекцій за співвідношенням показників ентропії Шенона й індексу Пієлу

аспект вдається врахувати через показник «*ентропії Шенона*». Ентропія — міра, що дозволяє вимірювати ступінь непевності у прогнозуванні результатів випадкових процесів (та прямо залежить від типологічного різноманіття вибірки). Різноманіття також може бути визначене за «*ефективною кількістю видів*», що визначає кількість видів, які, за їх рівномірного розподілу, матимуть той самий показник різноманіття, що й вибірка в цілому. Для оцінки «вирівняності розподілу» обрано показник «*Пієлу*», що обраховується як ентропія Шенона ділена на логарифм нормальний насиченості (Carlson 2017, p. 397—411).

Узагальнення за показниками ентропії Шенона та Пієлу дозволяють оцінити ступінь різноманіття колекцій (рис. 2). Для Суботова він виявився вищим за сіверськодонецькі пам'ятки, і хоча цього висновку можна дійти й уможливно, статистичні засоби уможливають його кількісне вираження та подальше дослідження складніших випадків, коли перелік порівнюваних комплексів та ознак зростає.

Було зроблено також спробу з'ясувати значущість різниці в розповсюдженні масових класів у групах за допомогою *тесту асоціації  $\chi^2$  (хі-квадрат) Пірсона* (Федоров-Давыдов 1989, с. 61—63; Carlson 2017, p. 191—194; Barceló

2018). Оскільки точність тесту залежить від достатньої кількості спостережень у комірках таблиці спряженості ( $\geq 5$ ), для аналізу виявилися придатними три класи — горщики, слоїки та чаші (табл. 1).

Тест  $\chi^2$  Пірсона — непараметричний метод, що дозволяє оцінити значущість різниці між фактичною кількістю якісних параметрів вибірки та теоретичною кількістю, яку можливо очікувати при справедливості нульової гіпотези, а саме — відсутності статистичної різниці між частотами в порівнюваних групах. Його результати —  $\chi^2 = 343,47$ ,  $df = 4$ ,  $p = 0,0005$ , — дозволяють відкинути нульову гіпотезу. Навіть за уможливною оцінкою, очевидно значущою є різниця між Глибоким Озером 2 та іншими колекціями через високу долю слоїків. Але: чи мають місце інші відмінності і як вони структуровані?

Прояснити це питання може *аналіз відповідностей* — метод багатовимірного аналізу, що застосовує статистику  $\chi^2$  для оцінки відхилень спостережуваних частот градацій категоріальних змінних від теоретичних. Ці відхилення можуть бути представлені в редукованому просторі у вигляді відстаней між градаціями змінних (стовпцями та / чи строками таблиці спряженості). Індикатором оптимального числа вимірів є «*інерція*», що визначається як  $\chi^2$ , поділене на суму спостережень у таблиці (De Leeuw 2013; Baxter 2015, p. 133—147; Carlson 2017, p. 279—295; Alberti 2018). Аналіз проведено за допомогою пакету «*са*».

У нашому випадку значні відхилення від очікуваних частот пов'язані з різницею в долі горщиків та слоїків між пам'ятками, зокрема, з екстремально низькою долею слоїків у Суботіві та, навпаки, високою — у Глибокому Озері 2 (табл. 3). Узагальнюючи результати, відзначимо, що: 1) два виділені виміри описують 100 % загальної інерції; 2) найбільш значна відстань спостерігається між Глибоким Озером 2, з одного боку, та Бондарихою і Суботівом — з іншого; 3) відмінність Глибокого Озера 2 пов'язується з високою долею слоїків, подібність Бондарихи і Суботова між собою — із кількісною представленістю горщиків; 4) відмінність за долею чаш між пам'ятками є статистично незначущою (рис. 3).

*Аналіз морфологічних варіацій горщиків.* Горщики — єдина морфологічна група, що є масовою для всіх колекцій. Як було зазначено

**Таблиця 3.** Залишки статистики  $\chi^2$  для частот зустрічальності масових класів у колекціях

Колекція	Клас	Залишки $\chi^2$
Суботів	Слоїки	-10,244492
Глибоке Озеро 2	Слоїки	9,091507
Суботів	Горщики	7,584311
Глибоке Озеро 2	Горщики	-6,822787
Бондариха	Слоїки	-5,237833
Бондариха	Горщики	4,120419

вище, на даному етапі вибірку, що представляє бондарихінську традицію, було складено з екземплярів низки пам'яток Дніпро-Донецького межиріччя періоду НаА, оскільки на кожній окремо взятій пам'ятці придатних для аналізу екземплярів виявилось недостатньо.

У цій роботі автор застосувала принципово новий прийом<sup>1</sup> обліку пропорцій посудин, а саме — нормування усіх вимірів не за висотою, а за діаметром вінець. Це, по-перше, дозволяє максимально повно описувати фрагментовані екземпляри, по-друге, — описувати повні та фрагментовані профілі в єдиній системі ознак.

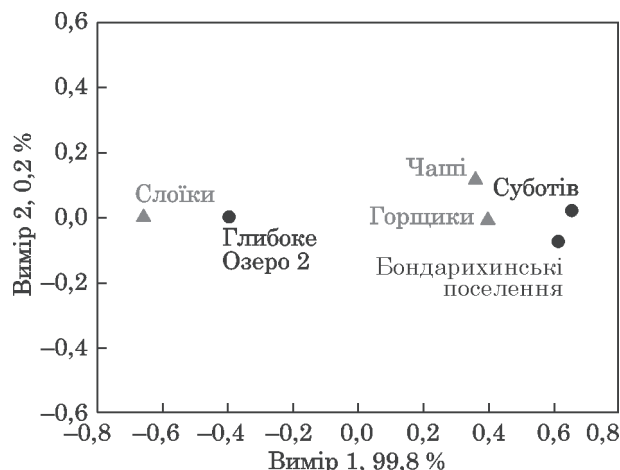
Оскільки жодна з груп не містить достатньої кількості повних екземплярів посудин (таких, що збереглися на всю висоту), вибірки були сформовані з повних та неповних профілів (таких, що збереглися мінімум до рівня боків чи більше, ніж на половину висоти).

Аналізувалися наступні морфометричні показники верхньої частини ємностей: 1) Нш : Дв (відношення висоти шийки до діаметру вінець); 2) Нб : Дв (відношення висоти боків до діаметру вінець); 3) Дош : Дв (відношення діаметру основи шийки до діаметру вінець); 4) Дб : Дв (відношення діаметру боків до діаметру вінець; визначення структурних частин та замірів див. у: Гершкович 2016, с. 82). З вибірок були виключені екстремальні «викиди», що мають бути пояснені окремо (для Глибокого Озера 2 — 3 од., для бондарихінських поселень — 9 од., для Суботова — 4 од.).

Перевірка на багатовимірний нормальний розподіл проводилася за допомогою тесту Шапіро-Уїлкса (пакет «mnormtest»). Розподіл значень для вибірок з усіх пам'яток виявився наближеним до нормального. Значення вірогідності на довірчому рівні 0,05 склали: 0,01 (Глибоке Озеро 2 і Суботів), 0,03 (бондарихінські поселення). Формально аргументів достатньо, аби у всіх випадках відкинути нульові гіпотези, утім, відхилення від критичного значення також не вбачаються принциповими.

Розгляд гістограм для окремих ознак в основному засвідчує унімодальний розподіл значень, що наближується до гаусового (рис. 4).

1. Не відомий авторіві за опублікованими чи неопублікованими працями.

**Рис. 3.** Графік двомірної візуалізації результатів аналізу відповідностей колекцій та масових морфологічних класів кераміки

В колекції Глибокого Озера 2 унімодальність порушується для ознак Дош : Дв і Дб : Дв — в обох випадках виділяється досить невелика кількість посудин, що випадає з загальних канонів. Для Суботова нормальність розподілу порушується для ознаки Нб : Дв ( $p = 0,02$ ), для якої намічається бімодальний розподіл. Відтак, найімовірніше, для цієї групи існує можливість виділення двох підтипів горщиків з нечіткими межами. Що стосується бондарихінської групи, висока гомогенність навіть «збірної» вибірки з різних пам'яток свідчить про те, що гончарі, найімовірніше, прагнули до відтворення одного морфометричного стандарту.

В цілому, на цьому етапі незначні порушення гомогенності в групах не бралися до уваги. При інтерпретації «типологічного» різноманіття варто враховувати також фактор індивідуальної вмільості: як засвідчує досвід експериментального відтворення форм, в умовах ручного способу ліплення, без використання форм-моделей, морфологічні варіації могли накопичуватись та оформлюватися в індивідуальні стилі гончарів (Глушков 1996, с. 110/2—110/8; Gandon et al. 2018).

Описова статистика класу «горщики» з трьох пам'яток наведена в табл. 4: а—с. За середніми значеннями ознак суботівські горщики вирізняються більшою відносною висотою шийки та боків, екземпляри з Глибокого Озера — меншою висотою боків (рис. 5). Більші пропорційні розбіжності помітні між постзрубними та білогрудівсько-чорноліськими фрагментами, в той час як бондарихінські демонструють проміжні між ними параметри (рис. 6).

За коефіцієнтом варіації Глибоке Озеро 2 відзначається меншою варіативністю «відносною висоти шийки» за інші дві колекції. Горщики Суботова — уніфікованіші за відносною висотою боків (рис. 7).

Перевірка значущості різниці між класами здійснювалася методом багатовимірною аналі-

Таблиця 4. Описова статистика вибірки горщиків

Ознака	$\bar{x}$	$\sigma$	Мін.	Макс.	Медіана	Коефіцієнт варіації
а. Глибоке Озеро 2						
Нш : Дв	0,113	0,0284	0,0591	0,1827	0,1135	25,135
Нб : Дв	0,3655	0,0876	0,2088	0,6034	0,3448	23,9674
Дош : Дв	0,9577	0,0191	0,9028	1,0000	0,9592	1,9943
Дб : Дв	1,0751	0,0523	1,0025	1,2157	1,0634	4,8649
б. Бондарихінські поселення						
Нш : Дв	0,1135	0,0367	0,0569	0,2081	0,1046	32,3462
Нб : Дв	0,4225	0,1036	0,1935	0,6361	0,4255	24,5182
Дош : Дв	0,9481	0,034	0,8692	1,0262	0,9513	3,5861
Дб : Дв	1,0485	0,0785	0,8869	1,2617	1,0521	7,4867
в. Суботів						
Нш : Дв	0,1881	0,0546	0,0727	0,3684	0,1858	31,3118
Нб : Дв	0,4825	0,0854	0,34	0,6667	0,4519	17,6995
Дош : Дв	0,9331	0,04	0,8263	1,0129	0,9375	4,2868
Дб : Дв	1,0679	0,0948	0,8446	1,3229	1,0588	8,8772

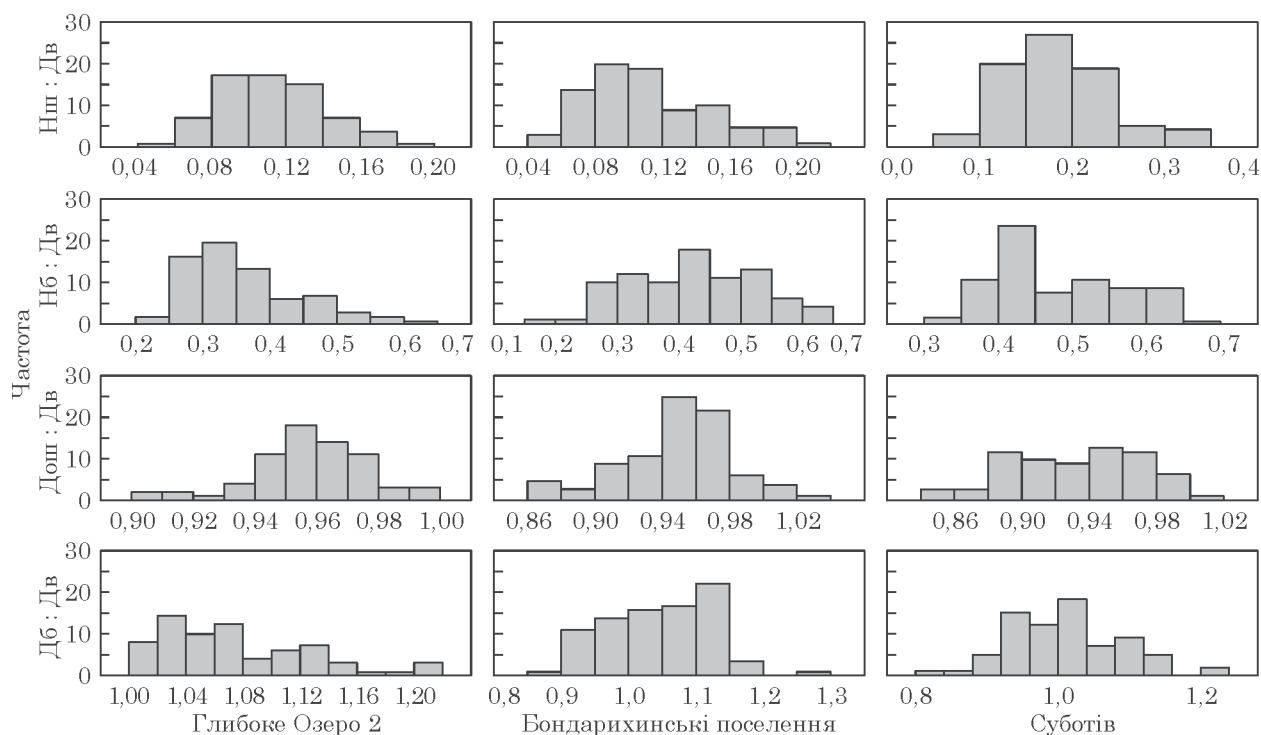


Рис. 4. Гістограми ознак горщиків

зу дисперсій (MANOVA) за лінійною моделлю. Аналізуючи відношення міжгрупової та сумарної внутрішньогрупової дисперсій, метод тестує різницю координат центрідів декількох вибірок. Необхідним допущенням є однорідність дисперсійно-коваріаційної матриці, яка перевірялася за допомогою М-тесту Бокса (Box's M-test). З метою пошуку комбінацій змінних, що забезпечують диференціацію груп, було застосовано дескриптивний (канонічний) дискримінантний аналіз, що засновується на аналізі

дисперсій та тестує значущість різниці між групами через тестування значущості різниці між лінійними комбінаціями вихідних змінних (Shennan 1995, р. 286—288; Baxter 2015, р. 172—180; Carlson 2017, р. 244—245).

Результати М-тесту дозволяють відкинути нульову гіпотезу щодо однорідності дисперсій між групами ( $\chi^2 = 117,52$ ,  $df = 20$ ,  $p = 8^{-16}$ ). З цієї причини було обрано тест «слід Піллая» (Pillai's trace), що є найбільш стійким до порушення цієї умови, а також — умови щодо рівної кількості



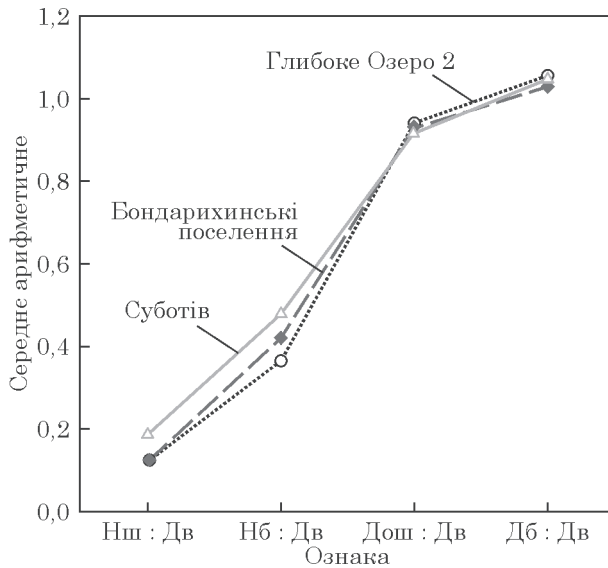


Рис. 5. Діаграма середніх значень ознак горщиків

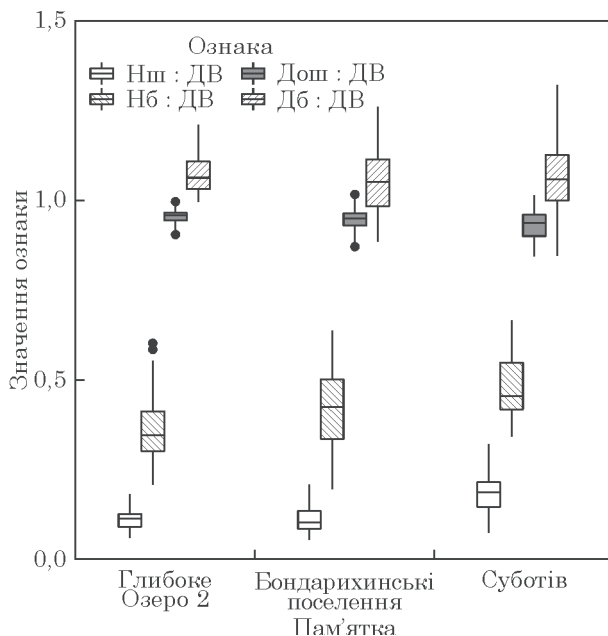


Рис. 6. Діаграми розмаху для ознак горщиків

спостережень у групах. Результати свідчать про значущу різницю між середніми значеннями груп на довірчому рівні 0,05 ( $F = 29,628$ ,  $p\text{-value} < 2^{-16}$ ). Порівняння груп «Глибоке Озеро 2» та «бондарихинські поселення» (найгірше розділених за даними дискримінантного аналізу) також засвідчило значущу різницю між ними ( $F = 8,3256$ ,  $p\text{-value} = < 2^{-6}$ ).

За допомогою функцій пакету «klaR» було виділено дві дискримінантні функції, що описують 100 % дисперсії (табл. 5, рис. 8).

Перша функція описує >85 % дисперсії та відповідає за різницю між «Глибоким Озером 2» і «бондарихинськими поселеннями», з одного боку, та «Суботівим» — з іншого. Друга функція (<14 % дисперсії) описує різницю між першими двома колекціями. Помітно, що за

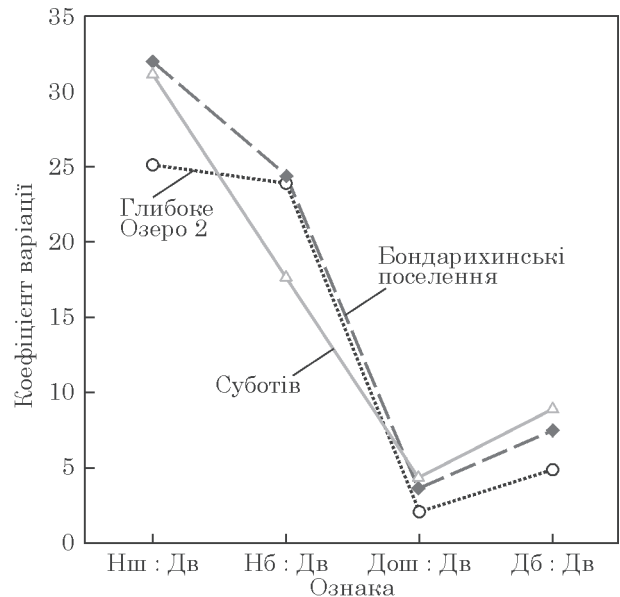


Рис. 7. Діаграма коефіцієнтів варіації ознак горщиків

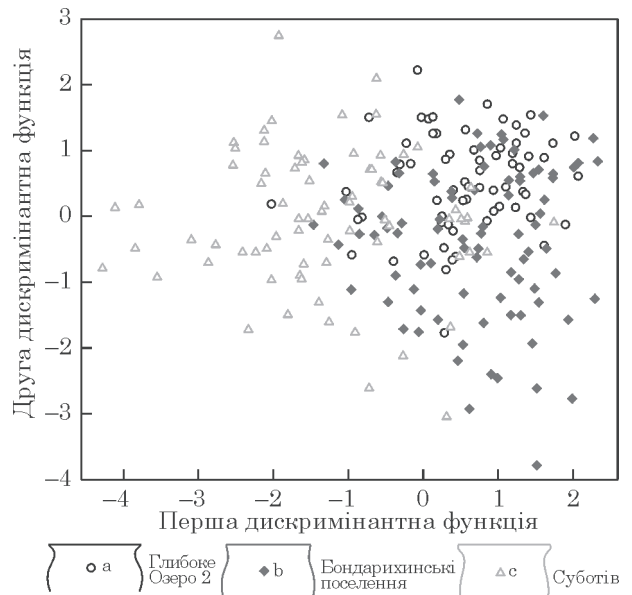
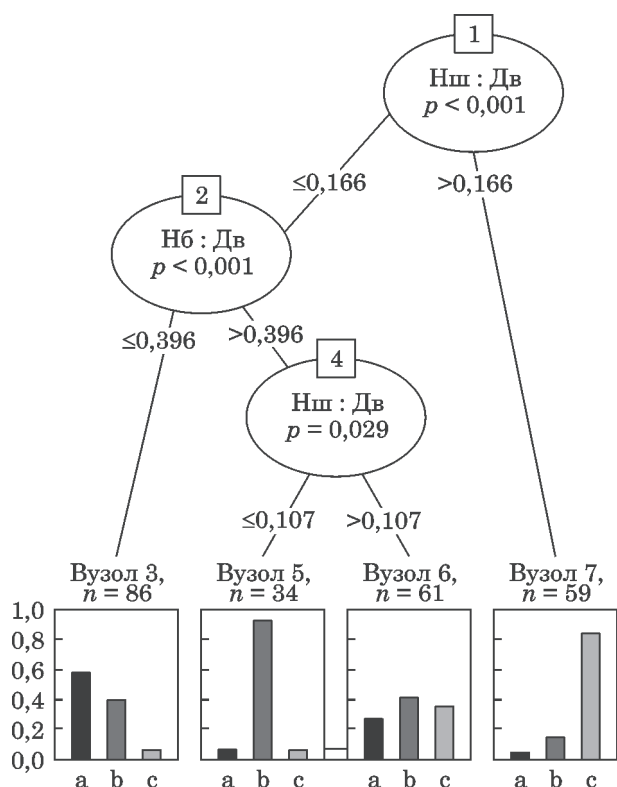


Рис. 8. Графік двомірної візуалізації даних дискримінантного аналізу ознак горщиків. Поряд з групою — профіль з близькими до середніх рахунками дискримінантної функції (умовний прототип)

рахунками дискримінантних функцій області всіх груп накладаються, проте їхні центроїди зміщені.

Для того, щоб з'ясувати, які саме значення та локальні зв'язки ознак найбільше визначають різницю між колекціями, було побудовано «дерево умовного виводу» на основі оцінок регресійних зв'язків між змінними (пакет «partykit»). В загальному вигляді алгоритм тестує нульову гіпотезу щодо незалежності факторної та незалежних змінних, а за відсутності підстав прийняти її — покроково відбирає вихідні змінні, що мають найсильніший ступінь асоціації з факторною змінною, прово-



**Рис. 9.** Дерево рекурсивного поділу для ознак горщиків: а — Глибоке Озеро 2; б — бондарихінські поселення; с — Суботів

дячи бінарний рекурсивний поділ масиву даних. Сила зв'язку вимірюється через значення вірогідності (Baxter 2015, p. 180—186; Nothorn, Zeileis 2015).

Статистично значущими для сепарації груп виявилися ознаки «відносна висота шийки» і «відносна висота боків» (рис. 9). Горщики з  $Нш : Дв > 0,166$  в абсолютній більшості виявлені в Суботіві. Екземпляри з меншою висотою шийки неоднорідні за висотою боків: в групі з «високими» боками переважають постзрубні та бондарихінські фрагменти. Натомість ті, що мають нижче плече ( $Нб : Дв > 0,396$ ), але «невисоку шийку» ( $Нш : Дв = < 0,107$ ) в абсолютній більшості представляють бондарихінську традицію.

**Дискусія і висновки.** У представленій роботі викладені пропозиції щодо процедури морфологічного аналізу та порівняння комплексів археологічної кераміки. Останні спираються, з одного боку, на засади «класифікації за передбачуваним використанням», з іншого — на методи видобутку даних (data mining), що дозволяє поєднати принципи «емного» та «етного» підходів дослідження. Впровадження методів статистичного моделювання сприяє пошуку тих особливостей структури даних, що за інших обставин лишаються непоміченими.

Аналіз трьох колекцій фінального періоду доби пізньої бронзи з Дніпро-Донецького лісостепового межиріччя дозволив формалізу-

**Таблиця 5.** Коефіцієнти дискримінантних функцій (пакет «klaR»)

Ознака	Дискримінантна функція	
	LD1	LD2
Нш : Дв	-23,915399	10,511935
Нб : Дв	1,291033	-12,330337
Дош : Дв	10,052861	-6,233903
Дб : Дв	-5,943366	10,769101

вати їхні характеристики та відмінності, що є підґрунтям для подальших досліджень.

Основні висновки апробації можна сформулювати наступним чином.

(1) Керамічний комплекс Суботівського городища є типологічно різноманітнішим за комплекси сіверськодонецьких пам'яток, що може бути інтерпретоване в тому числі як один із проявів складності системи культурних контактів.

(2) Якісний склад категорій демонструє геть іншу картину, а саме — значну специфіку Глибокого Озера 2 (пам'ятки, посталої на традиціях зрубної спільноти), в той час як Бондариха та Суботів у цьому відношенні є близькими.

(3) Аналіз горщикоподібних форм (за замірами верхньої частини профілю), засвідчує певні статистично значущі відмінності. Найбільшою специфікою вирізняється Суботів, де горщики мають в середньому «вищу» шийку та нижче розміщені на тубубі боки. Порівняння кераміки Глибокого Озера 2 та бондарихінських пам'яток дозволяє ідентифікувати значно менші розбіжності, аніж ті, що спостерігалися між цими групами й суботівською колекцією.

(4) На даному етапі для вибірок з Глибокого Озера 2 та Суботова відзначаються нечітко виражені ознаки морфологічної гетерогенності класу «горщики».

Подальші дослідження потребують розширення джерельної бази та введення нових ознак, що дозволить проводити детальніші порівняння на синхронному та діахронному рівнях, відтак, здобувати нові дані до проблеми взаємодії археологічних культур та їхньої генези.

**Подяки.** Автор вдячна Я. П. Гершковичу за можливість обробити матеріали Глибокого Озера 2 та скористатись даними замірів кераміки з Суботова. О. О. Білинському — за цінні коментарі до роботи.

## ЛІТЕРАТУРА

Бобринский, А. А. 1986. О методике изучения форм глиняной посуды из археологических раскопок. В: Бобринский, А. А. (ред.). *Культуры Восточной Европы I тысячелетия*. Куйбышев: Куйбышевский государственный педагогический университет, с. 137-157.

- Бобринский А. А. 1988. Функциональные части в составе емкостей глиняной посуды. В: Бобринский, А. А. (ред.). *Проблемы изучения археологической керамики*. Куйбышев: Куйбышевский государственный педагогический университет, с. 5-21.
- Бочкарев, В. С., Кашуба, М. Т. 2017. От бронзы к железу: скачок или поэтапный переход (по материалам эпохи поздней бронзы — раннего железа Северного Причерноморья и Карпато-Дунайского региона). *Археология Восточно-европейской степи*, 13, с. 87-112.
- Генинг, В. Ф. 1973. Программа статистической обработки керамики из археологических раскопок. *Советская археология*, 1, с. 114-136.
- Генинг, В. Ф. 1992. *Древняя керамика: методы и программы исследования в археологии*. Киев: Наукова думка.
- Гершкович, Я. П. 1998. Этнокультурные связи в эпоху поздней бронзы в свете хронологического соотношения памятников (Нижнее Поднепровье — Северо-Восточное Приазовье — Подонцовье). *Археологический альманах*, 7, с. 61-92.
- Гершкович, Я. П. 2016. *Суботовское городище*. Киев: ИА НАН Украины.
- Глушков, И. Г. 1996. *Керамика как исторический источник*. Новосибирск: ИАЭТ СО РАН.
- Городцов, В. А. 1901. Русская доисторическая керамика. В: *Труды 11 Археологического съезда в Киеве*. 1. Киев, с. 576-672.
- Корохина, А. В. 2013. Северо-восточный вектор связей населения Днепро-Донской лесостепи в заключительный период позднего бронзового века. В: Кузьминых, С. В., Чижевский, А. А. (ред.). *Ананьинский мир: истоки, развитие, связи, исторические судьбы*. Казань: Отечество, с. 133-147.
- Корохина, А. 2019. Керамика бондарихинской культуры: подход к морфологическому анализу. *Revista arheologică*, 15, 2, с. 41-52.
- Корохіна, А. В. 2011. *Кераміка бондарихинської культури*. Дисертація к. і. н. ІА НАН України.
- Корохіна, А. В., Гершкович, Я. П. 2020. Кераміка поселення Глибоке Озеро 2. *Археологія*, 1, с. 99-111.
- Кузнецов, П. Ф., Мочалов, О. Д., Хохлов, А. А. 2011. Новые материалы к истории населения начала бронзового века Лесостепного Поволжья. *Вестник Московского государственного областного университета*, 2, с. 96-110.
- Лопатина, О. А. 2014. Формы сосудов дьяковской культуры. В: Ситдииков, А. Г., Макаров, Н. А., Дервянко, А. П. (ред.). *Труды IV (XX) Всероссийского археологического съезда в Казани*. 4. Казань: Отечество, с. 160-163.
- Мазуркевич, А. Н., Долбунова, Е. В., Кулькова, М. А. 2013. Древнейшие керамические традиции Восточной Европы. *Российский археологический ежегодник*, 3, с. 27-140.
- Молодин, В. И., Кобелева, Л. С. 2006. К вопросу о морфологии керамики позднесаргатских памятников. *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*, 12, 1, с. 418-421.
- Молодин, В. И., Мыльникова, Л. Н., Селин, Д. В. 2014. Сосуды восточного варианта пахомовской культуры памятника Старый Сад: морфологический анализ. *Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий*, 20, с. 227-230.
- Мочалов, О. Д. 2006. К анализу форм керамики ранней — начала средней бронзы Заволжья (гра-  
ница степи и лесостепи). В: Моргунова, Н. М. (ред.). *Проблемы изучения ямной культурно-исторической области*. Оренбург: ОГПУ, с. 71-76.
- Мочалов, О. Д. 2008. *Керамика погребальных памятников эпохи бронзы лесостепи Волго-Уральского междуречья*. Самара: СГПУ.
- Мыльникова, Л. Н. 2015. *Керамика переходного времени от бронзового к железному веку лесостепной зоны Западной Сибири: диалог культур*. Диссертация д. и. н. НГУ.
- Никитина, А. В. 2015. Особенности гончарного производства селища Бахилово эпохи Великого переселения народов на территории Самарской Луки. *Известия Самарского научного центра РАН*, 17, 3, с. 295-299.
- Отрощенко, В. В. 2018. Періодизація бронзової доби України. В: *І Всеукраїнський археологічний з'їзд: Програма роботи та анотації доповідей. Тези доповідей конференції, Ніжин, 23—25 листопада 2018*. Київ: ІА НАН України, с. 92-93.
- Пеляшенко, К. Ю. 2014. Ліпний посуд із поховань скіфського часу Дніпро-Донецького лісостепу. *Археологія*, 2, с. 36-49.
- Пеляшенко, К. Ю., Гавриш, П. Я. 2018. Ліпний посуд Книшівського городища. *Археологія*, 1, с. 91-101.
- Пробийголова, О. С. 2017. *Населення нижньої течії Сіверського Дінця та Донецького кряжу у заключний період доби пізньої бронзи*. Дисертація к. і. н. ІА НАН України.
- Ромашко, В. А. 2013. *Заключительный этап позднего бронзового века Левобережной Украины (по материалам богуславско-белозерской культуры)*. Киев: КНТ.
- Федоров-Давыдов, А. С. 1987. *Статистические методы в археологии*. Киев: Наукова думка.
- Цетлин, Ю. Б. 2001. *Эволюция исследовательских подходов к изучению керамики в археологии*. В: Завьялов, В. И. (ред.). *Древние ремесленники Приуралья*. Ижевск: УдГУ, с. 54-75.
- Цетлин, Ю. Б. 2012. *Древняя керамика: теория и методы историко-культурного подхода*. Москва: ИА РАН.
- Цетлин, Ю. Б. 2014. Формы сосудов как объект анализа и источник исторической реконструкции. *Краткие сообщения ИА РАН*, 236, с. 374-378.
- Шарганова, О. Л. 2011. *Керамика Смоленского Поднепровья конца I — начала II тыс. до н. э. (технология и морфология)*. Автореферат диссертации к. и. н. ИА РАН.
- Alberti, G. 2018. Correspondence Analysis. In: López Varela, S. L. (ed.). *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. John Wiley & Sons.
- Baxter, M. 2015. *Notes on Quantitative Archaeology and R*. Available at: [https://www.academia.edu/12545743/Notes\\_on\\_Quantitative\\_Archaeology\\_and\\_R](https://www.academia.edu/12545743/Notes_on_Quantitative_Archaeology_and_R) (Accessed 11 August 2020).
- Bivand, R., Lewin-Koh, N. 2020. *maptools: Tools for Handling Spatial Objects. R package version 1.0-1* (online). Режим доступа: <https://CRAN.R-project.org/package=maptools> (Дата звернення 11.08.2020).
- Carlson, D. L. 2017. *Quantitative Methods in Archaeology Using R*. Cambridge: Cambridge University.
- David, N., Cramer, C. 2001. *Ethnoarchaeology in Action*. Cambridge: Cambridge University.
- De Leeuw, J. 2013. Correspondence Analysis of Archaeological Abundance Matrices. In: Nance, C. R. et al. *Correspondence Analysis and West Mexico Archaeology: Ceramics from the Long-Glassow Collection*. New Mexico: University of New Mexico, p. 63-95.



- Demina, A. 2007. Pottery of the Chornolis culture in the middle Dnieper region. *Recherches Archéologiques*, 9, p. 87-106.
- Ericson, J. E., Stickel, E. G. 1973. A Proposed Classification System for Ceramics. *World Archaeology*, 1 (3), p. 357-367.
- Fox, J., Friendly, M., Monette, G. 2018. *Heplots: Visualizing Tests in Multivariate Linear Models. R package version 1.3-5* (online). Режим доступу: <https://CRAN.R-project.org/package=heplots> (Дата звернення 11.08.2020).
- Gandon, E., Coyle, T., Bootsma, R. J., Roux, V., Endler, J. 2018. Individuals Among the Pots: How Do Traditional Ceramic Shapes Vary Among the Potters? *Ecological Psychology*, 30, 4, p. 299-313.
- Gosselain, O. P. 1992. Technology and Style: Potters and Pottery Among Bafia of Cameroon. *Man*, 27, 3, p. 559-586.
- Gosselain, O. P. 2018. Pottery chaînes opératoires as Historical Documents. In: Spear, T. *Oxford Research Encyclopedia. African History*. Oxford: Oxford University. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190277734.013.208>
- Hayden, B. 1984. Are emic types relevant to archaeology? *Ethnohistory*, 31, 2, p. 79-92.
- Henrickson, E. F., McDonald, M. M. A. 1983. Ceramic form and function: an ethnographical search and an archaeological application. *American Anthropologist*, 85, p. 630-643.
- Hothorn, T., Zeileis, A. 2015. partykit: A Modular Toolkit for Recursive Partitioning in R. *Journal of Machine Learning Research*, 16, p. 3905-3909.
- Jarek, S. 2012. *mvnormtest: Normality test for multivariate variables. R package version 0.1-9* (online). Режим доступу: <https://CRAN.R-project.org/package=mvnormtest> (Дата звернення 11.08.2020).
- Marwick, B. 2018. R Coding and Modelling. In: López Varela, S. L. (ed.). *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. John Wiley & Son.
- Miller, D. 1985. *Artefacts as categories: a study of ceramic variability in central India (New Studies in Archaeology)*. Cambridge: Cambridge University.
- Nenadic, O., Greenacre, M. 2007. Correspondence Analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: The ca package. *Journal of Statistical Software*, 20, 3, p. 1-13.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlenn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H. 2019. *vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6* (online). Режим доступу: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> (Дата звернення 11.08.2020).
- R Core Team. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org/> (Accessed 11 August 2020).
- Read, D. W. 2007. *Artifact Classification: A Conceptual and Methodological Approach*. New York: Routledge.
- Rice, P. M. 1987. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. Chicago-London: The University of Chicago.
- Roux, V. 2017. Ceramic Manufacture: Chaîne Opératoire Approach. In: Hunt, A. M. W. (ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University, p. 101-113.
- Roux, V. 2019. *Ceramics and Society: a Technological Approach to Archaeological Assemblages*. Cham: Springer.
- Santacreu, D. A. 2017. Formal analysis and ceramic typology. In: Hunt, A. M. W. (ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University, p. 181-199.
- Sellet, F. 1993. Chaîne Opératoire: the Concept and its Applications. *Lithic Technology*, 18, 1-2, 106-112.
- Shennan, S. 1988. *Quantifying Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University.
- Shepard, A. O. 1985. *Ceramics for the Archaeologist*. Washington: Carnegie Institute of Washington.
- Skibo, J. M. 2013. *Understanding pottery function*. New York: Springer.
- Tsetlin, Y. B. 2002. Pottery kiln at Tel Haznai and its position in kiln evolution. The ceramics from the kiln. *British Archaeological Reports. International series*, 1011: Modern trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics, p. 85-94.
- Weih, C., Ligges, U., Luebke, K., Raabe, N. 2005. klaR Analyzing German Business Cycles. In: Baier, D., Decker, R., Schmidt-Thieme, L. (eds.). *Data Analysis and Decision Support*. Berlin: Springer, p. 335-343.
- Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer.

## REFERENCES

- Bobrinskii, A. A. 1986. O metodike izucheniia form glinianoj posudy iz arkhеologicheskikh raskopok. In: Bobrinskii, A. A. (ed.). *Kul'tury Vostochnoi Evropy I tysiacheletia*. Kuibyshev: Kuibyshevskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, s. 137-157.
- Bobrinskii, A. A. 1988. Funktsionalnye chasti v sostave emkostei glinianoj posudy. In: Bobrinskii, A. A. (ed.). *Problemy izucheniia arkhеologicheskoi keramiki*. Kuibyshev: Kuibyshevskii gosudarstvennyi pedagogicheskii universitet, s. 5-21.
- Bochkarev, V. S., Kashuba, M. T. 2017. Ot bronzы k zhelezu: skachok ili poetapnyi perekhod (po materialam epokhi pozdnei bronzы — rannego zheleza Severnogo Prichernomoria i Karpato-Dunaiskogo regiona). *Arkheologiya Vostochno-evropejskoi stepi*, 13, s. 87-112.
- Gening, V. F. 1973. Programma statisticheskoi obrabotki keramiki iz arkhеologicheskikh raskopok. *Sovetskaia arkhеologiya*, 1, s. 114-136.
- Gening, V. F. 1992. *Drevniaia keramika: metody i programmy issledovaniia v arkhеologii*. Kiev: Naukova dumka.
- Gershkovich, Ia. P. 1998. Etnokulturnye sviazi v epokhu pozdnei bronzы v svete khronologicheskogo sootnosheniia pamiatnikov (Nizhnee Podneprove — Severo-Vostochnoe Priazove — Podontsove). *Arkheologicheskii almanakh*, 7, s. 61-92.
- Gershkovich, Ia. P. 2016. *Subotovskoe gorodishche*. Kiev: IA NAN Ukrainy.
- Glushkov, I. G. 1996. *Keramika kak istoricheskii istochnik*. Novosibirsk: IAET SO RAN.
- Gorodtsov, V. A. 1901. Russkaia doistoricheskaja keramika. In: *Trudy 11 Arkheologicheskogo siezda v Kieve*. 1. Kiev, s. 576-672.
- Korokhina, A. V. 2013. Severo-vostochnyi vektor sviazei naseleniia Dnepro-Donskoi lesostepi v zakliuchitelnyi period pozdnei bronzovogo veka. In: Kuzminykh, S. V., Chizhevskii, A. A. (ed.). *Ananinskii mir: istoki, razvitie, sviazi, istoricheskie sudby*. Kazan: Otechestvo, s. 133-147.
- Korokhina, A. 2019. Keramika bondarikhinskoi kul'tury: podkhod k morfologicheskomu analizu. *Revista arheologică*, 15, 2, s. 41-52.
- Korokhina, A. V. 2011. *Keramika bondarykhinskoi kul'tury*. Dysertatsiia k. i. n. IA NAN Ukrainy.
- Korokhina, A. V., Hershkovych, Ya. P. 2020. Keramika poseleenniia Hlyboke Ozero 2. *Arkheologiya*, 1, s. 99-111.
- Kuznetsov, P. F., Mochalov, O. D., Khokhlov, A. A. 2011. Noveye materialy k istorii naseleniia nachala bronzovogo veka Lesostepnogo Povolzhia. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta*, 2, s. 96-110.
- Lopatina, O. A. 2014. Formy sosudov diakovskoi kul'tury. In: Sitdikov, A. G., Makarov, N. A., Derevianko, A. P. (ed.). *Trudy IV (XX) Vserossiiskogo arkhеologicheskogo siezda v Kazani*. 4. Kazan: Otechestvo, s. 160-163.



- Mazurkevich, A. N., Dolbunova, E. V., Kulkova, M. A. 2013. Drevneishie keramicheskie traditsii Vostochnoi Evropy. *Rossiiskii arkheologicheskii ezhegodnik*, 3, s. 27-140.
- Molodin, V. I., Kobeleva, L. S. 2006. K voprosu o morfologii keramiki pozdneargatskikh pamiatnikov. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii*, 12, 1, s. 418-421.
- Molodin, V. I., Mylnikova, L. N., Selin, D. V. 2014. Sosudy vostochnogo varianta pakhomovskoi kultury pamiatnika Staryi Sad: morfologicheskii analiz. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii*, 20, s. 227-230.
- Mochalov, O. D. 2006. K analizu form keramiki rannei — nachala srednei bronzy Zavolzhia (granitsa stepi i lesostepi). In: Morgunova, N. M. (ed.). *Problemy izuchenii iamnoi kulturno-istoricheskoi oblasti*. Orenburg: OGPU, s. 71-76.
- Mochalov, O. D. 2008. *Keramika pogrebalnykh pamiatnikov epokhi bronzy lesostepi Volgo-Uralskogo mezhdurechya*. Samara: SGPU.
- Mylnikova, L. N. 2015. *Keramika perekhodnogo vremeni ot bronzovogo k zheleznomu veku lesostepnoi zony Zapadnoi Sibiri: dialog kultur*. Dissertatsiia d. i. n. NGU.
- Nikitina, A. V. 2015. Osobennosti goncharnogo proizvodstva selishcha Bakhilovo epokhi Velikogo pereseleniia narodov na territorii Samarskoi Luki. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*, 17, 3, s. 295-299.
- Otroshchenko, V. V. 2018. Periodyzatsiia bronzovoi doby Ukrainy. In: *I Vseukrainskyi arkheolohichnyi z'ezd: Prohrama roboty ta anotatsii dopovidei. Tezy dopovidei konferentsii, Nizhyn, 23—25 lystopada 2018*. Kyiv: IA NAN Ukrainy, s. 92-93.
- Peliashenko, K. Yu. 2014. Lipnyi posud iz pokhovan skifskoho chasu Dnipro-Donetskoho lisostepu. *Arkheolohiia*, 2, s. 36-49.
- Peliashenko, K. Yu., Havrysh, P. Ya. 2018. Lipnyi posud Knyshevskoho horodyshecha. *Arkheolohiia*, 1, s. 91-101.
- Probyholova, O. S. 2017. *Naseleennia nyzhnoi techii Siverskoho Dintsia ta Donetskoho kriazhu u zakliuchnyi period doby piznoi bronzy*. Dysertatsiia k. i. n. IA NAN Ukrainy.
- Romashko, V. A. 2013. *Zakliuchitelnyi etap pozdnego bronzovogo veka Levoberezhnoi Ukrainy (po materialam boguslavsko-belozerskoi kultury)*. Kiev: KNT.
- Fedorov-Davydov, A. S. 1987. *Statisticheskie metody v arkheologii*. Kiev: Naukova dumka.
- Tsetlin, Iu. B. 2001. Evoliutsiia issledovatel'skikh podkhodov k izucheniiu keramiki v arkheologii. In: Zavialov, V. I. (ed.). *Drevnie remeslenniki Priuralia*. Izhevsk: UdGU, s. 54-75.
- Tsetlin, Iu. B. 2012. *Drevniaia keramika: teoriia i metody istoriko-kulturnogo podkhoda*. Moskva: IA RAN.
- Tsetlin, Iu. B. 2014. Formy sosudov kak obiekt analiza i istochniki istoricheskoi rekonstruktsii. *Kratkie soobshcheniia IA RAN*, 236, s. 374-378.
- Sharganova, O. L. 2011. *Keramika Smolenskogo Podneprov'ia kontsa I — nachala II tys. do n. e. (tekhnologiia i morfologiia)*. Avtoreferat dissertatsii k. i. n. IA RAN.
- Alberti, G. 2018. Correspondence Analysis. In: López Varela, S. L. (ed.). *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. John Wiley & Sons.
- Baxter, M. 2015. *Notes on Quantitative Archaeology and R*. Available at: [https://www.academia.edu/12545743/Notes\\_on\\_Quantitative\\_Archaeology\\_and\\_R](https://www.academia.edu/12545743/Notes_on_Quantitative_Archaeology_and_R) (Accessed 11 August 2020).
- Bivand, R., Lewin-Koh, N. 2020. *maptools: Tools for Handling Spatial Objects. R package version 1.0-1* (online). Rezhym dostupu: <https://CRAN.R-project.org/package=maptools> (Data zvernennia 11 serpnia 2020).
- Carlson, D. L. 2017. *Quantitative Methods in Archaeology Using R*. Cambridge: Cambridge University.
- David, N., Cramer, C. 2001. *Ethnoarchaeology in Action*. Cambridge: Cambridge University.
- De Leeuw, J. 2013. Correspondence Analysis of Archaeological Abundance Matrices. In: Nance, C. R. et al. *Correspondence Analysis and West Mexico Archaeology: Ceramics from the Long-Glassow Collection*. New Mexico: University of New Mexico, p. 63-95.
- Demina, A. 2007. Pottery of the Chornolis culture in the middle Dnieper region. *Recherches Archéologiques*, 9, p. 87-106.
- Ericson, J. E., Stickel, E. G. 1973. A Proposed Classification System for Ceramics. *World Archaeology*, 1 (3), p. 357-367.
- Fox, J., Friendly, M., Monette, G. 2018. *Heplots: Visualizing Tests in Multivariate Linear Models. R package version 1.3-5* (online). Rezhym dostupu: <https://CRAN.R-project.org/package=heplots> (Data zvernennia 11 serpnia 2020).
- Gandon, E., Coyle, T., Bootsma, R. J., Roux, V., Endler, J. 2018. Individuals Among the Pots: How Do Traditional Ceramic Shapes Vary Among the Potters? *Ecological Psychology*, 30, 4, p. 299-313.
- Gosselain, O. P. 1992. Technology and Style: Potters and Pottery Among Bafia of Cameroon. *Man*, 27, 3, p. 559-586.
- Gosselain, O. P. 2018. Pottery chaînes opératoires as Historical Documents. In: Spear, T. *Oxford Research Encyclopedia. African History*. Oxford: Oxford University. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190277734.013.208>
- Hayden, B. 1984. Are emic types relevant to archaeology? *Ethnohistory*, 31, 2, p. 79-92.
- Henrickson, E. F., McDonald, M. M. A. 1983. Ceramic form and function: an ethnographical search and an archaeological application. *American Anthropologist*, 85, p. 630-643.
- Hothorn, T., Zeileis, A. 2015. partykit: A Modular Toolkit for Recursive Partitioning in R. *Journal of Machine Learning Research*, 16, p. 3905-3909.
- Jarek, S. 2012. *mvnormtest: Normality test for multivariate variables. R package version 0.1-9* (online). Rezhym dostupu: <https://CRAN.R-project.org/package=mvnormtest> (Data zvernennia 11 serpnia 2020).
- Marwick, B. 2018. R Coding and Modelling. In: López Varela, S. L. (ed.). *The Encyclopedia of Archaeological Sciences*. John Wiley & Son.
- Miller, D. 1985. *Artefacts as categories: a study of ceramic variability in central India (New Studies in Archaeology)*. Cambridge: Cambridge University.
- Nenadic, O., Greenacre, M. 2007. Correspondence Analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: The ca package. *Journal of Statistical Software*, 20, 3, p. 1-13.
- Oksanen, J., Blanchet, F. G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P. R., O'Hara, R. B., Simpson, G. L., Solymos, P., Stevens, M. H. H., Szoecs, E., Wagner, H. 2019. *vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-6* (online). Rezhym dostupu: <https://CRAN.R-project.org/package=vegan> (Data zvernennia 11 serpnia 2020).
- R Core Team. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <http://www.R-project.org/> (Accessed 11 August 2020).
- Read, D. W. 2007. *Artifact Classification: A Conceptual and Methodological Approach*. New York: Routledge.
- Rice, P. M. 1987. *Pottery Analysis. A Sourcebook*. Chicago-London: The University of Chicago.
- Roux, V. 2017. Ceramic Manufacture: Chaîne Opératoire Approach. In: Hunt, A. M. W. (ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University, p. 101-113.
- Roux, V. 2019. *Ceramics and Society: a Technological Approach to Archaeological Assemblages*. Cham: Springer.
- Santacreu, D. A. 2017. Formal analysis and ceramic typology. In: Hunt, A. M. W. (ed.). *The Oxford Handbook of Archaeological Ceramic Analysis*. Oxford: Oxford University, p. 181-199.
- Sellet, F. 1993. Chaîne Opératoire: the Concept and its Applications. *Lithic Technology*, 18, 1—2, 106-112.
- Shennan, S. 1988. *Quantifying Archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University.
- Shepard, A. O. 1985. *Ceramics for the Archaeologist*. Washington: Carnegie Institute of Washington.
- Skibo, J. M. 2013. *Understanding pottery function*. New York: Springer.
- Tsetlin, Y. B. 2002. Pottery kiln at Tel Haznai and its position in kiln evolution. The ceramics from the kiln. *British Archaeological Reports. International series*, 1011: Modern trends in Scientific Studies on Ancient Ceramics, p. 85-94.
- Weihls, C., Ligges, U., Luebke, K., Raabe, N. 2005. klaR Analyzing German Business Cycles. In: Baier, D., Decker, R., Schmidt-Thieme, L. (eds.). *Data Analysis and Decision Support*. Berlin: Springer, p. 335-343.
- Wickham, H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. New York: Springer.

A. V. Korokhina

## HLYBOKE OZERO 2, BONDARYKHA, SUBOTIV: THE COMPARISON OF CERAMICS ASSEMBLAGES AND SOME METHODOLOGICAL PROPOSALS

The paper provides an approbation of the procedure of structuring and comparison of prehistoric ceramics assemblages.

The proper tasking in the development of typology of ancient pottery, from the «etic» position of analysis, as the author argues, lies in the search of any non-accidental patterns within artifacts assemblages, which could be most likely regarded as a manifestation of a «meaning». These ones could be revealed by analysis of general morpho-functional classes (which enable to investigate real categories, meaningful within past cultures) and by applying the «data mining» techniques (for finding out hidden patterns in arrays of continuous numerical attributes). Statistical and multivariate methods are also crucial in comparative analysis of bulk arrays of artifacts.

To solve this tasks, it is proposed to apply: (1) measures of assemblages diversity (richness, entropy, effective number of species and evenness); (2) Pearson's  $\chi^2$  association test and correspondence analysis; (3) tests on morphological homogeneity of assemblages, procedures of separation of morphologically homogeneous groups; (4) statistical characterization of morphological groups; (5) comparison of morphological groups by means of multivariate analysis of variances (MANOVA), canonical discriminant analysis and regression «decision trees».

The analysis of three assemblages of the Late Bronze Age final stage from the Dnipro-Dinets' rivers interflow (Hlyboke Ozero 2, Bondarykha and Subotiv) allowed to formalize their characteristics and dissimilarities. This creates a base for further researches, particularly in the field of pre-historical reconstructions.

It has been revealed that the Subotiv's ceramic assemblage is typologically more diverse than assemblages of Siverskiy Dinets' region sites. On the other hand, specificity of the Hlyboke Ozero 2 (site arose on re-worked Timber-Grave Culture traditions) is evident in quantitative parameters of morphological classes, while the Bondarykha and the Subotiv are rather similar in this measure.

Analysis of pot-like vessels indicates specificity of Subotiv's pottery production: local pots are distinctive by relative neck height and heaps height. Comparison of the Hlyboke Ozero 2 and the Bondarykha Culture assemblages shows much the less dissimilarities between these groups than between them and the Subotiv's one.

Pots from the Hlyboke Ozero 2 and the Subotiv show slight morphological heterogeneity within the class.

**Keywords:** ceramics, Late Bronze Age, method, statistical methods, data mining.

*Одержано 9.09.2020*

**КОРОХІНА Анастасія Вікторівна**, кандидат історичних наук, науковий співробітник, Інститут археології НАН України, Київ, Україна.

**KOROKHINA Anastasiia V.**, Candidate of Historical Sciences, Research Fellow, Institute of Archaeology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

ORCID: 0000-0001-6123-6285,  
e-mail: a.v.korokhina@gmail.com.