

ЯКУ ГЕОМЕТРІЮ МИ ОБИРАЄМО? (до проблеми оцінки розмірів кукутень-трипільських поселень)

Роботу присвячено обрахункам площі трипільських поселень. Розглянуто оцінку розмірів пам'яток у рамках Евклідової, нарисної та фрактальної геометрії.

Ключові слова: розміри поселень, фрактали, Кукутень-Трипільський культурний комплекс, палеодемографія.

Великі трипільські поселення останніми роками стали предметом інтересу широкого кола європейських археологів. Дискусії щодо соціально-політичної організації та економіки населення цих преісторичних агломерацій тією чи іншою мірою обертаються навколо палеодемографічних оцінок. Відповідно, коректне обрахування розмірів пам'яток як однієї з основних змінних є нагальним завданням упорядкування початкових даних.

Оскільки поховальний обряд кукутень-трипільського населення не фіксується археологічно майже для всієї території поширення культурного комплексу та для більшої частини часу його існування, матеріали поселенських систем є основним джерелом палеодемографічних реконструкцій. Чисельність мешканців населеного пункту, як правило, визначають як добуток коефіцієнта його відносної забудови на площу і показник середньої кількості мешканців одного житла. Якщо невелика площа пам'яток в якійсь мірі «нівелює» розбіжності серед дослідників з приводу числових значень двох інших змінних, то для пам'яток середніх і великих розмірів завищені або занижені показники площі призводять до суттєвих розбіжностей у запропонованих оцінках чисельності населення.

Запропоновану статтю присвячено проблемі оцінки площі поселень. Її вирішення, хоча і © О.В. ДЯЧЕНКО, 2015

здається очевидним, все ж не настільки просте та однозначне. Після короткого історіографічного екскурсу та аналізу сучасного стану проблеми ми розглянемо підходи до оцінки площі поселень Кукутень-Трипільського культурного комплексу в рамках трьох розділів геометрії — евклідової, нарисної та фрактальної. Адекватність тих або інших підходів верифікуємо через співставлення з результатами оцінок розмірів пам'яток за уточненими геомагнітними планами [Charman et al., 2014; Rassmann et al., 2014].

Короткий історіографічний екскурс та сучасний стан проблеми. Цікавість до оцінок чисельності населення в трипільстві з'явилася в 1930—1940-х рр. у зв'язку з орієнтацією радянської археології на марксистську методологію. Найбільш ранні показники були запозичені з даних етнографії. Т.С. Пассек провела паралелі між трипільським населенням Середнього Подніпров'я та доколумбовим населенням Америки [Пассек, 1949, с. 150]. Перші аналітичні розрахунки чисельності трипільського населення Середнього Подніпров'я запропоновано С.М. Бібіковим. Важливо відзначити, що дослідник розглядав палеодемографічні показники в тісному зв'язку з ресурсним потенціалом регіону [Бибиков, 1965]. Стаття С.М. Бібікова стала основою подальших розробок у цьому напрямку. Зі зміною розуміння трипільських площадок (запасок жител) і розвитком уявлень про склад сім'ї фактично обговорюються лише значення змінних, іноді з додаванням поправочних коефіцієнтів (див.: [Дяченко, 2013; Видейко, 2012; 2013]).

Інтерес до палеодемографічних оцінок актуалізувала проблема великих трипільських поселень, відкритих у межиріччі Південного Бугу та Дніпра. У ряді публікацій запропоновано мо-

делі демографічного розвитку населення окремих поселень та окремих регіонів поширення культурного комплексу Кукутень—Трипільля. Зауважимо, що в основу оцінок чисельності населення було покладено результати обрахунків площі пам'яток із використанням формули прямокутника (як добуток найбільшої довжини та найбільшої ширини). На таку погрішність вперше вказав В.М. Массон, розглядаючи питання демографії трипільського населення Північної Молдови [Массон, 1980, с. 204], однак це зауваження довго не привертало заслуженої уваги фахівців. В той же час, погрішності, обумовлені обрахунками з використанням формули площі прямокутника, як правило, пропорційні реальним розмірам поселень, що в переважній більшості мають еліптичну в плані форму. Такого ґатунку необачності в оцінках площі пам'яток не є виключними для Кукутень-Трипільського культурного комплексу. Наприклад, М.Е. Сміт, працюючи з добіркою пізніх пост-класичних населених пунктів Мезоамерики, відзначив, що в невеликій кількості випадків площа поселень також визначалася як добуток довжини та ширини [Smith, 2005, р. 409].

Результати оцінки розмірів західотрипільських поселень в межиріччі Південного Бугу та Дніпра з використанням формули площі еліпсу (овалу) були вперше представлені автором на Першій міжнародній конференції ім. І. Герети в Тернополі у 2008 р. Матеріали цієї доповіді вийшли друком двома роками пізніше [Дяченко, 2010а], проте цифри для трьох поселень, Тальянок, Майданецького та Мошурова 1, — відповідно, 341,5, 214,0 і 7,1 га — згадані О.В. Дяченком та Д.К. Черноволем у роботі, присвяченій оцінці чисельності населення поселень томашівської локальної групи [Дяченко, Черновол, 2009, с. 9, табл. 5]. Нагадаємо, що площа прямокутника (формула 1) і площа еліпсу (формула 2) визначаються як:

$$S = lw, \quad (1)$$

де l і w — довжина сторін прямокутника.

$$S = \pi \frac{a}{2} \frac{b}{2} = \pi \frac{ab}{4}, \quad (2)$$

де a і b — довжина осей еліпсу.

Близькі результати для поселення поблизу с. Тальянки отримав Т.К. Харпер. Дослідником зауважено невідповідність між топографічним і геомагнітним планами поселення, а також його супутниковою фотографією. Т.К. Харпер привів три зображення до єдиного масштабу, а після зробив десять замірів площі поселення за допомогою електронного планіметра з метою подолання погрішностей, спричинених оператором. Отримані в пікселях розміри Тальянок були переведені в метричні. Два зображення дали результати в 328,4—346,6 і 324,7—347,5 га із середнім значенням близько 335 га. Близькість двох результатів — 335 і 341,5 га — було відзначено як, ймовірно, випадкове, а плані-

метр визнаний ефективнішим за «геометричні абстракції» [Harper, 2012].

2012 р. вийшла стаття М.Ю. Відейка, присвячена підсумкам дослідження великих трипільських поселень (текст також включено до монографії, що вийшла роком пізніше [Відейко, 2013]). Звертаючись до проблеми оцінки розмірів пам'яток, дослідник [Відейко, 2012, с. 249—250] наголошує, що «до отримання планів поселень (а іноді навіть після отримання подібних планів) будь-які обрахунки площі пам'ятки за даними збору підйомного матеріалу, як показала практика досліджень, є попередніми, що, відповідно, стосується і всіх проведених на їх основі обрахунків» (переклад мій, зі збереженням стилю цитованого автора — О.Д.). Ця думка є цілком очевидною та не вирізняється особливою новизною: «отримані результати більш об'єктивно відображають розміри західотрипільських поселень» [Дяченко, 2010а, с. 18], середне арифметичне у Т.К. Харпера [Harper, 2012].

На жаль, із тексту М.Ю. Відейка [Відейко, 2012; 2013] важко зрозуміти наскільки «попередніми» були обрахунки розмірів пам'яток шляхом добутку довжини осей, що побутували в літературі до 2010 р., і зроблені на їх основі реконструкції, оскільки цей момент в історії дослідження великих трипільських поселень дослідник чомусь не коментує. Простежити тенденції, однак, можна і самостійно. Стаття дослідника містить таблицю з орієнтовними площами десяти пам'яток, на яких проводилася геомагнітна зйомка. В тексті оговорений лише один з наведених у таблиці показників — 341,5 га як можливі розміри поселення Тальянки [Відейко, 2012, с. 242, табл. 1]. Зіставити величини з цієї таблиці з даними по більш раннім публікаціям неважко (табл. 1).

Геомагнітні плани Піщаної та Косенівки (відповідно, 16,3 і 62,8 га) зберігалися в особистому архіві В.О. Круца, який люб'язно надав їх для використання. Нагадаємо, що Т.Г. Мовша оцінювала розміри Косенівки в 120 га [Мовша, 1985].

Поселення Глибочок і Вільхівець I — одні з небагатьох, для яких майже повністю сходяться результати обрахунків за геомагнітними планами та даними аерофотозйомки [Шишкін, 1973; Енциклопедія ..., 2004, с. 99—100; Дяченко, 2010а].

З огляду на середні розміри поселення Ямпіль, результати перерахунку знизили його площу з 40,0 до 36,7 га. В додаток до кандидатської дисертації О.В. Дяченка по обрахункам площі західотрипільських поселень із застосуванням формули площі еліпса, на жаль, закралася прикра помилка, що «перекочувала» до таблиці М.Ю. Відейка. Площа володимирівської пам'ятки Федорівка насправді була оцінена у 117,8, а не 35,0 га [Дяченко, 2010а, с. 20; 2010б, приложение Г].

Після перерахунку найсуттєвіше «зменшилися» розміри поселень-гігантів: Небелівки

Таблиця 1. Розміри західнотрипільських поселень у межиріччі Південного Бугу і Дніпра, га

Поселення	Площа, за:						
	Шипкін, 1973	Круц, 1989	Шмаглій, Відейко, 1992	Відейко, 2002	Дудкін, Відейко, 2004; ЕТЦ, 2004	Дяченко, 2010	Відейко, 2012
Майданецьке	270	270	250	270	~200	214	200—250
Тальянки	400	450	400	450	450	341,5	400—450 (341,5?)
Піщана	—	20	50	—	—	16,3	16,3
Вільховець І	110	—	—	—	100—110	117,8	110—117,8
Ятранівка І	—	40	—	—	—	60	60
Глибочок	—	100	200	—	200	100	100
Федорівка	—	70	—	—	100	122,7	35
Ямпіль	—	50	—	—	40	36,7	36,7—40
Косенівка	70	100	120	70	120	62,8	62,8
Небелівка	—	220	250	300	300	235,5	230—240 (300?)

з 300,0 до 235,5 га, Майданецького з 270,0 до 214,0 га, Тальянок з 450,0 до 341,5 га. З незрозумілих причин М.Ю. Відейко подавав розміри Майданецького, орієнтуючись то на геомагнітний план поселення (близько 200,0 га), то на дані розшифровки аерофотозйомки (270,0 га) [Шмаглій, Відейко, 1992; Відейко, 2002; Дудкін, Відейко, 2004; Відейко, 2012].

Два підходи до оцінки розмірів пам'яток (із застосуванням формул площі прямокутника та еліпсу) призводять до суттєвої різниці в оцінках орієнтовної кількості споруд на поселеннях. Цим цифрам пропорційні й показники чисельності населення в залежності від показника середньої кількості мешканців одного будинку, на який орієнтуються ті або інші дослідники. Таким чином, доцільним буде розглянути проблему обрахунків розмірів поселень більш докладно.

Розміри пам'яток і евклідова геометрія. Одне із зауважень в статті М.Ю. Відейка, що розглядалася вище, змушує нас знову звернутися до проблеми оцінки площі пам'яток в рамках евклідової геометрії. На думку дослідника, «... формула площі овалу, хоча й дає в деяких випадках більш близькі до реальної площі поселень величини, однак не враховує того факту, що насправді «овали» пам'яток, як показує розгляд доступних дешифровок аерофотознімків і планів геомагнітної зйомки, не є цілком правильними. Так, у північній частині діаметр поселення поблизу с. Тальянки більше, ніж у центральній та південній частинах, що знижує точність обрахунків на десятки гектар» (переклад мій, зі збереженням стилю цитованого автора — О.Д.) [Відейко, 2012, с. 249—250]. Тому М.Ю. Відейко бачить більш перспективним використання електронного планіметра, запропоноване Т.К. Харпером [Відейко, 2012, с. 249—250].

Чи насправді наявність лише однієї вісі симетрії в «еліпсах» пам'яток настільки суттєво відображається на отриманих результатах? Пе-

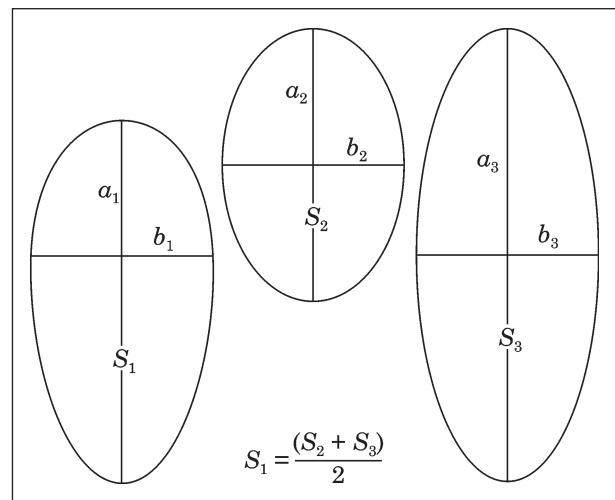


Рис. 1. Визначення площі еліпсу з однією віссю симетрії

ревірити це нескладно, згадавши елементарну геометрію з курсу середньої загальноосвітньої школи.

Уявімо еліпс площею S_1 , в якому тільки довга вісь (a_1) є віссю симетрії (рис. 1, а). Нехай довга вісь (a_1) дорівнює 1600 м, а коротка вісь (b_1) дорівнює 800 м. Нехай коротка вісь ділить довгу на дві частини, що співвідносяться як 3 : 5.

Тепер розділимо еліпс на дві частини по короткій вісі b_1 . Застосувавши дзеркальну симетрію відносно осей симетрії b_2 і b_3 ($b_1 = b_2 = b_3$), отримуємо два еліпса площею S_2 і S_3 (рис. 1, б, в). Сума довгих осей овалів, що було отримано, вдвічі перевищує довгу вісь першого еліпса ($a_1 = 2(a_2 + a_3)$). Тому і сумарна площа двох овалів, що були отримані, вдвічі перевищує площу першого еліпса (рис. 1):

$$S_1 = \frac{(S_2 + S_3)}{2}. \quad (3)$$

Для прикладу підставимо допущені нами показники до формули 2. Розміри трьох еліпсів складають:

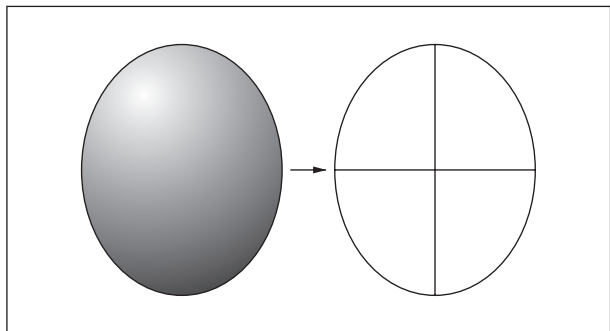


Рис. 2. Проекція тривимірного зображення на площину

$$S_1 \approx 3,14 \times \frac{1600 \times 800}{4} \approx 100,48 \text{ га} \quad (4)$$

$$S_2 \approx 3,14 \times \frac{600 \times 800}{4} \approx 37,68 \text{ га} \quad (5)$$

$$S_3 \approx 3,14 \times \frac{1000 \times 800}{4} \approx 62,8 \text{ га} \quad (6)$$

Відповідно, отримані результати відповідають рівнянню 3:

$$100,48 \text{ га} = 100,48 \text{ га}. \quad (7)$$

Наведений приклад показує виправданість застосування формули площі еліпса для визначення розмірів поселень в рамках евклідової геометрії. На користь цього також свідчить подібність результатів, отриманих із застосуванням даної формули та використанням електронного планіметра (різниця із середнім значенням складає трохи менше 2 %).

Безумовно, кінцевий результат може коливатися у різних дослідників при використанні часто гіпотетичних розмірів осей овалів, що може бути обумовленим частковою руйнацією пам'яток або замірами осей по поширенню підйомного матеріалу. Тим не менше, ця, як і інші «геометричні абстракції» (наприклад, теорема Піфагора), показує свою ефективність. Однак чи є оцінка площі поселень в рамках евклідової геометрії проблемною як така?

Розміри пам'яток і нарисна геометрія. Якими б точними не були обчислення площі пам'яток в рамках планіметрії, вони є неминуче заниженими відносно справжніх розмірів поселень. У нашому випадку це викликано проектуванням тривимірних об'єктів реальності на площину як двохвимірних зображень. Поселення в цілому мають лише одну проекцію на площину на відміну від розкопаних ділянок, де другою незалежною проекцією є стратиграфічна колонка. Спрощеним прикладом може слугувати площа випуклої поверхні розрізаного навпіл курячого яйця, що проектується на площину як еліпс (рис. 2). Сучасне програмне забезпечення (наприклад, робота з точною топографічною основою в пакеті ArcGIS) дозволяє отримати більш коректні результати по площі пам'яток. Тим не менш, і така робота буде сполучена з рядом складностей.

Перед усім, ми маємо у розпорядженні більш чи менш детальну топографічну зйомку сучас-

ної поверхні, прямо співвідносити яку з давньою немає ніяких підстав. Отримання ж зображення давньої поверхні трипільського часу в трьохвимірному просторі можливе виключно після повних розкопок пам'ятки. Подолати цю складність в найближчому майбутньому навряд чи буде можливим. Більше того, з огляду на часткову зруйнованість пам'яток під впливом природних або людських факторів, межі поселення також часто залишаються гіпотетичними. Те саме стосується й поверхні зруйнованих ділянок в центральній частині поселень.

Є й питання необхідності отримання настільки точних результатів. Дані геомагнітної зйомки звичайно використовують для обчислення кількості споруд на поселеннях або коефіцієнта їх відносної забудови (для частково відзнятих із тих або інших причин пам'яток). З огляду на теперішню відсутність трьохвимірних моделей пам'яток (зауважимо, що зараз такий план готується Д.М. Кілером (США) за матеріалами розкопок поселення Ожеве-острів — розкопки Д.К. Черновола) важко говорити про якісь кореляції між коефіцієнтом відносної забудови і реальною площею поселень. Між тим, інтервали значень даного коефіцієнта в цілому корелюють з інтервалами, отриманими для груп населених пунктів, виділених за ознакою площі (заміри з двохвимірних планів в одній проекції). Добре помітна тенденція зменшення щільності забудови зі зростанням розмірів поселень [Diachenko, 2012; Charman et al., 2014; Rassmann et al., 2014]. На сьогодні у нас немає даних, що дозволяють стверджувати про кореляцію між реальною площею поселень та їх двохвимірними зображеннями, але поставити питання про її наявність можна, виходячи із відповідності інтервалів величин відносної забудови інтервалам площі пам'яток.

Загалом, лише майбутні роботи покажуть, наскільки виправданою буде оцінка площі поселень в рамках нарисної геометрії. Сьогодні ми можемо працювати тільки з двохвимірними зображеннями в одній проекції.

Повернемося до проблеми встановлення меж пам'яток. Навіть за наявності геомагнітних планів поселень, що не були частково зруйнованими, дана проблема цілком лежить у площині фрактальної геометрії.

Розміри пам'яток і фрактальна геометрія. 1977 р. побачила світ книга Б.Б. Мандельброта «Фрактальна геометрія природи», що описує особливий клас масштабно інваріантних само-подібних множин, для яких розмірність Хаусдорфа-Безіковича перевищує топологічну розмірність [Mandelbrot, 1983, p. 15]; тут і далі — посилання на розширене і доповнене видання 1983 р.). Фрактали відкриті і активно вивчаються у багатьох галузях наукового знання — математиці, фізиці, астрономії, геоморфології, географії, лінгвістиці та ін. Шлях до археології фракталам відкрила стаття

Е.Б.В. Зуброва «Фрактали, поведінка культур і преісторія» [Zubrow, 1985]. Застосування фракталів для вимірів ландшафтів разом із застосуванням до вимірів поселень сьогодні відкриває широкі перспективи для аналізу поселень і поселенських систем [Zubrow, 2007].

Піднята тут проблема співзвучна із проблематикою, над якою працював Б.Б. Мандельброт на самому початку створення фрактальної геометрії. Суть проблеми було винесено і до заголовку відповідної статті — «Яка довжина узбережжя Великобританії? Статистична само-подібність і фрактальна розмірність» [Mandelbrot, 1967]. Пізніше результати цього і ряду близьких питань були включені дослідником до згаданої монографії [Mandelbrot, 1983, р. 25—33].

Із посиланням на Л.Ф. Річардсона, Б.Б. Мандельброт зазначає, що різниця в оцінках довжини спільних кордонів між Іспанією та Португалією або Бельгією та Нідерландами, згідно до енциклопедій країн-сусідів, досягає 20 % [Mandelbrot, 1983, р. 27]. Відправними ідеями роботи стали розуміння узбережжя як прикладу надзвичайно сильно ламаних кривих, кожна частина яких (у статистичному розумінні) є відображенням цілого в зменшеному масштабі, і відсутність чіткого розмежування між областю завдань географії та деталями, які географам не потрібно брати до уваги [Mandelbrot, 1967, р. 636]. У залежності від масштабів вимірів, довжину узбережжя описує ступенева функція:

$$L(G) \sim G^{1-D}, \quad (8)$$

де $L(G)$ — оцінка довжини узбережжя, G — мінімальний ліміт його географічно значимих особливостей, D — константа, що як мінімум дорівнює одиниці [Mandelbrot, 1967].

Для розуміння фрактальної природи площі поселень достатнім буде розглянути два найбільш простих приклади вимірів по двохвимірним зображенням в одній проекції. Розберемо дві проблеми — межі поселень та масштаб зображення. Межі трипільських пам'яток можна встановити більш чи менш чітко у випадку укріплених поселень, що оточені валами та ровами. В.А. Дергачов зафіксував 90 достовірно укріплених поселень і припустив наявність ще 105 (за виключенням припущень по топоніміці) при добірці в 2012 поселень Кукутень-Трипільського культурного комплексу [Дергачев, 2007, с. 37, табл. 2]. За відсутності останніх, виміри (навіть з використанням простих геометричних фігур, а не кривої Коха, застосованої Б.Б. Мандельбротом для вимірів довжини узбережжя) стають проблематичними (рис. 3). Можливість більш чи менш точних обрахунків іще в одному випадку забезпечує невеликий рівчак навколо поселення Небелівка [Charman et al., 2014].

Приклад 1. Розміри неукріплених пам'яток. Нехай вимірюється площа абстрактного посе-

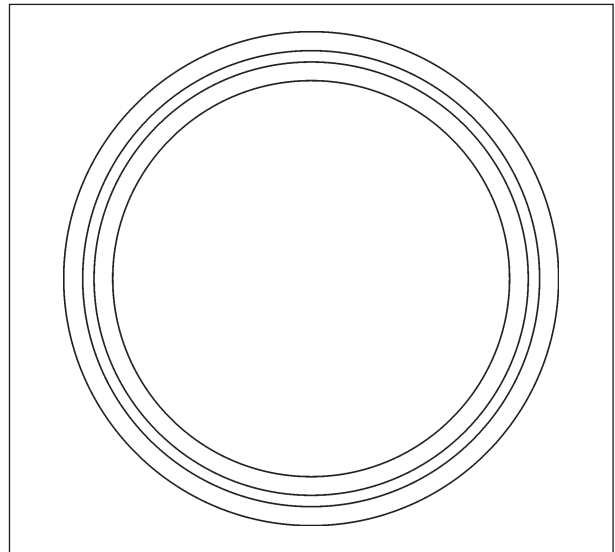


Рис. 3. Проблема визначення меж абстрактного поселення

лення, межі якого в плані є окружністю. З відступом в 25 м від найбільш віддалених від центру споруд кругла в плані пам'ятка має радіус 800 м. Беручи до уваги масштаб зображення, суб'єктивні погляди дослідника, погрішності у вимірах і т. д., будемо зміщувати окружність в напрямку до центру поселення і від нього з кроком у 5 м. Площа розраховувалася за формулою 2, яку для окружності — окремого випадку еліпса можна представити в такому вигляді:

$$S = \frac{\pi}{4} l^2. \quad (9)$$

Отримані результати площі округлені до сотих і зведені в табл. 2. Різниця між мінімальним та максимальним значенням коливається в межах 22,1—28,4 % в залежності від того, який показник прийнято за 100 %. Відхилення від середнього значення (напіввісь довжиною 400 м) — від 12,1 до 12,9 % (за 100 % прийняті, відповідно, мінімальний та максимальний показники). В абсолютних величинах це виглядає як розкид величини в межах від 44,16 до 56,72 га із середнім арифметичним 50,32 га. Оскільки кожна з величин у вказаному інтервалі однаково можлива, однозначного результату при підході до вимірів з точки зору евклідової геометрії не існує. Результати вимірів цілком і повністю знаходяться в області фрактальної геометрії.

Приклад 2. Похибки в масштабах вимірів. Нехай вимірюється площа абстрактного поселення, межі якого в плані є окружністю. Масштаб двохвимірного зображення: 1 см = 100 м. Розрахуємо можливі похибки при складанні плану або роботі з ним із кроком у 0,01 мм в бік збільшення або зменшення (табл. 3).

Довжина напіввісь із врахуванням похибок округлялася до десятих, а величини площі з врахування похибок — до сотих. Результати зведені в Таблицю 3. Різниця між мінімальним

Таблиця 2. Площа абстрактного поселення при збільшенні або зменшенні довжини його радіусу

Розміри, м			Площа кола, га
Довжина вісі	Зміщення від центру кола	Накопичувальна довжина піввісі	
800	-25	375	44,16
800	-20	380	45,34
800	-15	385	46,54
800	-10	390	47,76
800	-5	395	48,99
800	0	400	50,24
800	+5	405	51,50
800	+10	410	52,78
800	+15	415	54,08
800	+20	420	55,39
800	+25	425	56,72

та максимальним показником площі із врахуванням похибок коливається в межах 18,1—22,2 %. Відхилення від середнього значення (напіввісь дорівнює 400 м) — від 9,8 до 10,2 % (за 100 % прийняті, відповідно, мінімальний та максимальний показники). В абсолютних величинах це виглядає як розкид величини в межах від 45,58 до 55,68 га із середнім арифметичним 50,39 га. Навіть не звертаючись до оцінки погрешностей при застосуванні фрактальної геометрії для вимірів площі пам'яток, можливий розкид величини для одних і тих же поселень у різних дослідників є цілком очевидним.

Висновки та обговорення результатів. В статті розглянуто підходи до оцінки площі поселень Кукутень-Трипільського культурного комплексу в рамках трьох розділів геометрії — елементарної (евклідової), нарисної та фрактальної геометрії. Головною проблемою обрахунків у рамках нарисної геометрії є порушення її основного принципу — наявності двох незалежних проекцій трьохвимірних об'єктів на площину через практично повну відсутність повністю розкопаних пам'яток. Кореляцію тривимірних та двохвимірних зображень зараз можна тільки припускати. Це звертає нас до необхідності роботи із зображеннями в одній проекції в осяжному майбутньому.

Очевидно, що для більшості пам'яток, з огляду на складність визначення чітких меж і можливі похибки в масштабі при складанні або використанні планів, вимірювання розмірів цілком лежить в площині фрактальної геометрії. Експерименти зі збільшенням або зменшенням радіуса абстрактного поселення (400 м) на 25 м із кроком у 5 м показують розкид значень ознаки від 44,16 до 56,72 га. Таким чином, встановлення однозначних розмірів пам'яток Кукутень-Трипільського культурного

Таблиця 3. Площа абстрактного поселення при похибках у масштабі зображення

Похибка, см	Масштаб із урахуванням похибки	Довжина піввісі з урахуванням похибки, м	Площа з урахуванням похибки в масштабі, га
-0,05	0,95 см = 100 м	421,10	55,68
-0,04	0,96 см = 100 м	416,70	54,52
-0,03	0,97 см = 100 м	412,40	53,40
-0,02	0,98 см = 100 м	408,20	52,32
-0,01	0,99 см = 100 м	404,00	51,25
0,00	1,00 см = 100 м	400,00	50,24
+0,01	1,01 см = 100 м	396,00	49,24
+0,02	1,02 см = 100 м	392,20	48,30
+0,03	1,03 см = 100 м	388,30	47,34
+0,04	1,04 см = 100 м	384,60	46,45
+0,05	1,05 см = 100 м	381,00	45,58

комплексу в рамках евклідової геометрії не є можливим, а їх оцінки можуть варіювати у різних фахівців і навіть одного дослідника при серії замірів. Прикладом цього слугує розкид значень площі Тальянок по двом зображенням у Т.К. Харпера — відповідно, від 328,4 до 346,6 га і від 324,7 до 347,5 га [Harper, 2012].

Різні дослідники неодноразово підкреслювали приблизність розмірів пам'яток, які вони використовують. Між тим, поки що ніхто не підходив до проблеми з позицій фрактальної геометрії. Явні або уявні «похибки» в оцінках показника не пояснюються помилками оператора при використанні електронного планіметра або «не зовсім правильними овалами». Через відсутність однозначних відповідей із області планіметрії самі «похибки» відсутні як такі з огляду на неможливість встановлення точних меж поселень у переважній більшості випадків. Однак це не знімає необхідності адекватного підходу до оцінок розмірів поселень в рамках аналітичної геометрії. Використання формули площі еліпсу для обрахунку орієнтовних розмірів пам'яток на сьогодні є виправданим та доцільним. Що стосується поселень, для яких геомагнітні плани ще не отримано, то з уточненням даних їх площа може коректуватися як в сторону збільшення, так і в сторону зменшення. Правильність цих висновків показують результати оцінки площі поселень за новими геомагнітними планами в двохвимірній площині. Наприклад, відхилення обрахунків за формулою еліпса та пакеті GIS для поселення Небелівка складають 0,01 % [Дяченко, 2010; Charman et al., 2014]. Більш значні відхилення відзначено для частково зруйнованих поселень (Доброводи, Тальянки, Майданецьке, Аполянка: див.: [Rassmann et al., 2014]). У цьому випадку проблема полягає виключно у дослідницькому суб'єктивізмі й цілком залежить від проведення умовних меж пам'яток.

Бибиков С.Н. Хозяйственно-экономический комплекс развитого Триполья // СА. — 1965. — № 1. — С. 48—62.

Видейко М.Ю. Трипільські протоміста. Історія досліджень. — К., 2002. — 144 с.

Видейко М.Ю. Комплексное изучение крупных поселений трипольской культуры V—IV тыс. до н. э. // *Stratum Plus*. — 2012. — № 2. — С. 225—263.

Видейко М.Ю. Комплексное изучение крупных поселений трипольской культуры V—IV тыс. до н. э. — Saarbrücken, 2013. — 209 с.

Дергачев В.А. О скипетрах, о лошадях, о войне. Этюды в защиту миграционной концепции М. Гимбу-тас. — СПб., 2007. — 488 с.

Дудкін В.П., Видейко М.Ю. Планування поселень трипільської культури // Енциклопедія трипільської цивілізації. — К., 2004. — Т. 1. — С. 303—314.

Дяченко О.В. До проблеми систематизації поселень західнотрипільської культури у межах річчя Південного Бугу та Дніпра // Археологія і давня історія України. — 2010а. — Вип. 2. — С. 17—22.

Дяченко А.В. Трипольское население Буго-Днепровского междуречья: пространственно-временной анализ: Дис. ... канд. ист. наук. — К., 2010б. — 347 с.

Дяченко А. Палеодемографические реконструкции Кукутень-Трипольского населения: современное состояние, проблемы и перспективы // *Revista Archaeologica*. — 2013. — № 1. — С. 98—107.

Дяченко О.В., Черновол Д.К. Состав сім'ї населення західнотрипільської культури // Археологія — 2009. — № 3. — С. 3—12.

Енциклопедія трипільської цивілізації. — К., 2004. — Т. 2. — 656 с.

Круц В.А. К истории населения трипольской культуры в междуречье Южного Буга и Днепра // *Первобытная археология. Материалы и исследования*. — К., 1989. — С. 117—132.

Массон В.М. Динамика развития трипольского общества в свете палеодемографических оценок // *Первобытная археология. Поиски и находки*. — К., 1980. — С. 204—212.

Мовша Т.Г. Раскопки на трипольском поселении у с. Косеновка // АО 1985 г. — М., 1987. — С. 374.

Пассек Т.С. Периодизация трипольских поселений (III—II тыс. до н. э.). — М.; Л., 1949. — 248 с. (МИА. — № 10).

Харпер Т.К. К проблеме размеров поселения у с. Тальянки. — Электрон. ресурс: <http://www.acsu.buffalo.edu/~tkharper/Harper2012rus.pdf>.

Шишкін К.В. З практики дешифрування аерофотознімків у археологічних цілях // Археологія. — 1973. — № 10. — С. 32—41.

Шмаглій М.М., Видейко М.Ю. Трипільські поселення на Черкащині // Археологія. — 1992. — № 3. — С. 124—130.

Chapman J., Videiko M., Hale D., Gaydarska B., Burdo N., Rassmann K., Mischka C., Müller J., Korvin-Piotrowskiy A., Kruts V. The second phase of the Trypillia mega-site methodological revolution: A new research agenda // *European Journal of Archaeology*. — 2014. — Vol. 17, No 3. — P. 369—406.

Diachenko A. Settlement system of West Tripolye culture in the Southern Bug and Dnieper interfluvium: formation problems // *The Tripolye Culture Giant-Settlements in Ukraine: Formation, Development and Decline*. — Oxford, 2012. — P. 116—138.

Mandelbrot B. How long is the coast of Britain? Statistical self-similarity and fractal dimension // *Science, New Series* — 1967. — Vol. 156, No. 3775. — P. 636—638.

Mandelbrot B.B. *The Fractal Geometry of Nature*. — New York, 1983. — 468 p.

Rassmann K., Ohlrau R., Hofmann R., et al. High precision Tripolye settlement plans, demographic estimations and settlement organization // *Journal of Neolithic Archaeology*. — 2014. — No. 16. — P. 63—95.

Smith M.E. City size in Late Postclassic Mesoamerica // *Journal of Urban History*. — 2005. — Vol. 31, no. 4. — P. 403—434.

Zubrow E.B.W. Fractals, cultural behavior, and Prehistory // *American Archaeology*. — 1985. — Vol. 5, No. 1 — P. 63—77.

Zubrow E.B.W. Remote sensing, fractals, and cultural landscapes: an ethnographic prolegomenon using U2 imagery // *Remote Sensing in Archaeology*. — New York, 2007. — P. 219—234.

А. В. Дяченко

КАКУЮ ГЕОМЕТРИЮ МЫ ВЫБИРАЕМ?

(к проблеме оценки размеров Кукутень-Трипольских поселений)

Работа посвящена проблеме оценки размеров поселений Кукутень-Трипольского культурного комплекса. Рассмотрены подходы к расчетам в рамках трех разделов геометрии — элементарной, начертательной и фрактальной. Ввиду невозможности получения двух независимых проекций трехмерных объектов реальности на плоскость в обозримом будущем, мы вынуждены работать с двухмерными планами поселений. Однако результат в виде точных показателей в рамках элементарной геометрии также не является возможным. Таким образом, проблема полностью лежит в области фрактальной геометрии. Это не отрицает необходимости поиска более или менее адекватных размеров памятников в рамках аналитической геометрии. Использование формулы площади овала (в особенности для поселений средних и крупных размеров) представляется оправданным и целесообразным.

Ключевые слова: размеры поселений, фракталы, Кукутень-Трипольский культурный комплекс, палеодемография.

A. V. Diachenko

WHAT KIND OF GEOMETRY DO WE ACCEPT?

(Regarding the issue of estimation of the Cucuteni-Tripolye settlement size)

This paper deals with the issue of estimation of size of the Cucuteni-Tripolye settlements. Different approaches in the framework of the Euclidian, descriptive, and fractal geometry were analyzed. Since it is not possible to achieve two independent projections of 3D sites of the real world to a plane, we have to work with 2D plans of settlements in the nearest future. However, it is not possible to achieve the precise values in the framework of the Euclidian geometry as well. Estimations completely belong to the framework of the fractal geometry. Since paleodemographic estimations aim the achievement of more or less adequate values, application of the formula of ellipse seems to be an appropriate way of calculations.

Keywords: settlement size, Cucuteni-Trypilia cultural complex, estimations.

Одержано 8.11.2015