УДК 574:56.074.6.
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.50

ВТОРИННИЙ ПАЛЕОЕКОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ФОРАМІНІФЕРОВИХ ДАНИХ ВЕРХНЬОЇ КРЕЙДИ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

Маслов О.М. (orcid.org/0009-0009-0333-7518)
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
майд. Свободи, 4, 61022, м. Харків
alexandermaslov84@gmail.com

Досліджено придатність опублікованих форамініферових даних Волино-Поділля для оцінювання змін морських екосистем верхньої крейди. Мета роботи – з'ясувати, чи узгоджуються зміни частки планктону зі змінами морфогруп бентосу та які висновки можна отримати з доступних графіків. Основу дослідження становлять сім повнотекстових праць; кількісний аналіз виконано для верхньотуронського розрізу Дубівці. Оцифровано дві криві з первинної публікації: частку планктонних форамініфер у загальному комплексі та частку епіфауни серед бентосу. Шкали панелей калібровано окремо. Обчислено середні, зважені за висотою профілю, у п'яти рівних інтервалах і в усьому розрізі. Стійкість оцінок перевірено за 32 сценаріями зміщення координат для кожної кривої та за альтернативним поділом на три інтервали. Нових польових проб і лабораторних даних не залучено. У п'яти послідовних інтервалах середні частки планктону становлять 19,3; 9,0; 10,5; 21,0 і 21,2 %, епіфауни – 92,5; 94,3; 90,8; 91,2 і 94,2 %. Інтегральні середні дорівнюють відповідно 16,2 і 92,6 %. Зростання планктонної частки після середини профілю зберігає напрям за обох способів поділу; стійкість початкового зменшення залежить від меж інтервалів. В усіх сценаріях епіфауна переважає, а зміни частки планктону не супроводжуються співмірними змінами бентосних морфогруп. Отже, ці показники не дають самостійного доказу погіршення оксигенації або безперервної регресії. Частки мають різні знаменники, тому їх не можна додавати або тлумачити як способи вимірювання одного й того самого стану морського середовища. Встановлено також відмінності вікового обсягу однойменних біозон і випадок повторного використання форамініферових кривих, що обмежують регіональне узагальнення. Результати придатні для порівняння опублікованих екологічних записів за явних знаменників часток, вікового контролю та незалежності даних. Оцінки характеризують геометрію кривих і не відновлюють первинних підрахунків черепашок. *Ключові слова:* Дубівці; турон; морфогрупи бентосу; оліготрофія; планктонна частка; біостратиграфія; координатна чутливість; відтворюваність.

Secondary palaeoecological analysis of Upper Cretaceous foraminiferal data from Volyn-Podillia. Maslov O.
Published Upper Cretaceous foraminiferal records of Volyn-Podillia differ in their suitability for ecological comparison. The study aims to evaluate data comparability and determine whether changes in the planktonic fraction are accompanied by changes in benthic morphogroups within an accessible published profile. Seven full-text publications constitute the core source set. The quantitative case study concerns the upper Turonian Dubivtsi section. Vector boundaries of two curves in the original publication were digitised: the planktonic fraction of the total foraminiferal assemblage and the epifaunal fraction of benthic foraminifera. Percentage scales were calibrated separately. Piecewise-linear profiles were integrated over normalised section height using five equal-height intervals and, alternatively, three intervals. Coordinate sensitivity was assessed using 32 combinations of specified shifts for each curve. A conservative independent-shift test was used to assess the direction of between-interval changes. No new field samples or laboratory observations were introduced. Mean planktonic fractions in the five successive intervals are 19.3, 9.0, 10.5, 21.0 and 21.2%; corresponding epifaunal fractions are 92.5, 94.3, 90.8, 91.2 and 94.2%. Whole-profile height-weighted means are 16.2 and 92.6%, respectively. The later increase in planktonic contribution retains its direction under both interval schemes, whereas the robustness of the initial decrease depends on interval boundaries. Epifaunal dominance persists throughout the tested scenarios. The source comparison also identifies different age assignments for similarly named zones and reuse of the same foraminiferal curves in a later study. Such reuse does not constitute an independent replicate. Non-monotonic planktonic changes combined with persistent epifaunal dominance do not independently establish oxygen depletion or a unidirectional regression. The estimates describe published curve geometry rather than primary specimen counts and cannot yield absolute water depths or a benthic foraminiferal oxygen index. The results can support comparisons of published ecological records where fraction denominators, stratigraphic attribution and data independence are explicitly controlled. Equal-height intervals are analytical units rather than depositional cycles, and conclusions from this single profile cannot be extended to the entire Cenomanian–Maastrichtian history of Volyn-Podillia. *Key words:* Dubivtsi; Turonian; benthic morphogroups; oligotrophy; planktonic fraction; biostratigraphy; coordinate sensitivity; reproducibility.

Постановка проблеми. Форамініферові комплекси дають змогу досліджувати структуру давніх морських екосистем за умов, коли безпосередні вимірювання середовища недоступні. Екологічний зміст цих даних залежить від того, які організми враховано, як визначено їхню частку та наскільки надійно встановлено вік запису. Для Волино-Поділля важливо відокремлювати інформацію про стратиграфічне поширення таксонів від кількісних ознак угруповань.

© Маслов О.М., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Наявність списку видів або назви біозони не забезпечує вихідних даних для обчислення екологічного індексу. Так само графічно показана відносна чисельність не замінює лічильних відомостей. Неврахування цих відмінностей може призвести до необґрунтованих висновків про кисневі умови, продуктивність або спрямованість змін рівня моря.

Актуальність дослідження. Доступні форамініферові матеріали Волино-Поділля поєднують списки таксонів, зональні схеми та діаграми відносної чисельності. Для екологічного зіставлення цих записів потрібно встановити, які показники можна кількісно відтворити та наскільки їхні зміни залежать від способу графічного подання. Це особливо важливо за відсутності первинних лічильних відомостей, коли повторний аналіз має спиратися на опубліковані криві й явно визначені обмеження їх використання.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями

Дослідження пов'язане з науковим завданням порівняння екологічних записів давніх морських басейнів за доступними палеонтологічними даними. Його прикладне значення для подальших досліджень полягає у визначенні придатності джерел до повторного аналізу та відборі тих міжінтервальних відмінностей, що зберігаються за зміни графічного калібрування. Такий контроль потрібний під час побудови зіставних регіональних баз даних і планування досліджень, які мають перевірити екологічне тлумачення опублікованих комплексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Регіональна схема Peryt та співавторів [1] уточнює послідовність планктонних біозон верхньої крейди Центральноєвропейського басейну та забезпечує вікову основу зіставлення польських і західноукраїнських матеріалів. Локальні дослідження Здолбунова [2], Дубівців [3] і північно-східного Волино-Поділля [4] містять різні за формою палеонтологічні записи. Альб-сеноманські матеріали Данилів [5; 6] важливі для контролю віку базальних комплексів і перевідкладення решток, але не утворюють зіставного ряду відносної чисельності форамініфер.

Ciurej та співавтори [7] дослідили вапнякові диноцисти Дубівців і зіставили їх із форамініферовими даними. Робота підкреслює значення трофічних умов для інтерпретації верхньотуронських комплексів. Водночас форамініферові криві її рисунка 3 походять із праці Dubicka та Peryt [3], тому їх повторне опублікування не створює нової незалежної вибірки.

Besen та співавтори [8] проаналізували аглютиновані форамініфери турон-коньякського інтервалу європейського шельфу із застосуванням морфогруп. Fąfara та співавтори [9] зіставили мікрофосилії під час кампанських батиметричних змін, а Farouk та співавтори [10] поєднали маастрихтські планктонні комплекси з ізотопними показниками. Ці дослідження демонструють потребу зіставляти кілька ознак середовища; їхні результати з інших розрізів не є вимірами для Дубівців.

Bryant та Belanger [11] показали просторову неоднорідність бентосних комплексів у Західному внутрішньому морі Північної Америки на межі сеноману й турону. Відгуки угруповань залежали від регіональних змін водних мас, а екологічно зумовлений фауністичний маркер не був синхронним у всьому басейні. Bryant та співавтори [12] також встановили, що відмінності крейдових комплексів біля метанових виходів залежать від органічного живлення й субстрату; окремих родів або морфотипів, притаманних лише таким оселищам, не виявлено. Отже, екологічне узагальнення потребує врахування простору й локальних умов.

Огляд Glock [13] систематизує трофічні стратегії та пристосування бентосних форамініфер до дефіциту кисню. Він показує, чому мікрооселище не можна пояснювати лише одним чинником. Kranner та співавтори [14] запропонували вдосконалений індекс оксигенації з калібруванням на сучасних матеріалах. Для такого розрахунку потрібні кількісні екологічно класифіковані комплекси; дві агреговані відсоткові криві не замінюють цих даних.

Hoogakker та співавтори [15] узагальнили можливості й обмеження реконструкції низькокисневих умов. Більшість проксі залежить від кількох чинників, тому автори обґрунтовують поєднання незалежних показників і прозоре подання первинних даних та метаданих. Огляд переважно стосується кайнозою; у цій роботі він використаний як сучасний методичний контекст, а не як безпосереднє калібрування крейдових комплексів.

Фундаментальні засади інтерпретації планктонної частки викладено van der Zwaan та співавторами [16], зв'язок мікрооселищ бентосу з органічним живленням і киснем – у моделі TROX [17], а принципи індексу оксигенації бентосних форамініфер (BFOI) – у праці Kaiho [18]. Дослідження Dubicka та співавторів [19] показало, що збіднення шельфової біоти під час сеноман-туронського переходу може бути пов'язане з добре аерованими оліготрофними умовами. Це додатково обмежує однозначне тлумачення біотичних показників.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Для доступних форамініферових матеріалів Волино-Поділля потребує з'ясування, які кількісні висновки зберігаються після врахування форми публікації, різних знаменників часток і похибок графічного калібрування. У цій роботі це питання розглянуто на прикладі двох кривих одного профілю із перевіркою стійкості інтервальних відмінностей.

Мета роботи – з'ясувати екологічну інформативність опублікованих форамініферових даних верхньої крейди Волино-Поділля та стійкість співвідношення змін планктонної частки й морфогруп бентосу в доступному кількісному профілі.

Новизна

Оліготрофну інтерпретацію Дубівців запропоновано у першоджерелі [3]. Новими результатами цієї роботи є координати двох оцифрованих кривих одного профілю, інтегральні середні й перевірка стійкості відмінностей. Висотне узагальнення зменшує залежність від щільності графічних вузлів, але успадковує авторську інтерполяцію і не враховує нерівномірності осадонакопичення. Отримані числа описують опублікований профіль, а не тривалість екологічних станів.

Методологічне або загальнонаукове значення

Значення запропонованого підходу полягає в узгодженому оцінюванні двох відсоткових кривих за нормованою висотою та в явному розмежуванні інтервальних середніх і меж координатної чутливості. Висотне зважування й альтернативний поділ профілю дозволяють перевірити залежність результату від кількості графічних вузлів і меж аналітичних одиниць. Для застосування підходу до інших профілів потрібні окреме калібрування шкал, віковий контроль та перевірка незалежності опублікованих даних.

Викладення основного матеріалу

Матеріали та методи досліджень

Корпус джерел та одиниці аналізу

Корпус джерел сформовано цільовим пошуком на сайтах журналів та в наукових і університетських репозитаріях. Назви «Волино-Поділля», «Здолбунів» і «Дубівці» поєднували з термінами «форамініфери», «Turonian», «western Ukraine» та «planktonic foraminiferal biostratigraphy». Основний корпус перевірено 22 вересня 2026 р.; добір сучасних методичних праць і повторну перевірку розрахунків завершено 12 жовтня 2026 р. Добір охоплює доступні матеріали для поставленого завдання, а не всі публікації регіону.

До основного корпусу включено сім повнотекстових праць [1–7] із перевірюваними географічною прив’язкою, віком і формою подання даних. Альбські матеріали [5] використано для вікового контролю, решту джерел – як методичну й порівняльну основу. Кількісний приклад обмежено верхньотуронським профілем Дубівців.

Аналіз розділяє три одиниці: публікацію, локальний стратиграфічний запис і графічний профіль. Паспорт джерел містить територію, вік, локатор та придатні аналітичні операції (табл. 1). Число праць не визначає числа незалежних вибірок; графічні вузли не є лабораторними пробами.

Дані щодо диноцист у [7] є новими, тоді як форамініферові панелі рисунка 3 запозичено з [3]. Тому криві оцифровано за первинною публікацією [3], а [7] використано для екологічного зіставлення. Описані в [3] 32 зразки належать авторам першоджерела; їхні лічильні відомості й колекцію черепашок у цій роботі не досліджували.

Стратиграфічне та таксономічне узгодження

Для кожного стратиграфічного запису зберігали авторське визначення та його зіставлення з схемою [1]. Перевіряли тип зони, події на її межах, хроностратиграфічне положення й зазначені місцевості. Сам збіг назви зони не засвідчує однакового віку. За неповних даних залишали широкий віковий інтервал без приписування числових дат.

Первинні написання таксонів зберігали для простежуваності. Варіанти написання й потенційні дублети родових комбінацій враховували як обмеження оцінки видового багатства. Систематичну ревізію без колекцій не виконували.

Оцифрування профілю Дубівців

Кількісним об’єктом обрано рисунок 9 на с. 207 праці Dubicka та Peryt [3]: панель A показує частку планктонних форамініфер у загальному комплексі, панель E – частку епіфаунальних морфогруп серед бентосних форамініфер. У першоджерелі P/B ratio описано як відносну чисельність планктонних і бентосних форамініфер у загальному комплексі [3, с. 203]; значення наведено у відсотках у тексті результатів і на рис. 9A [3, с. 204, 207]. У цій роботі оцифровану

Таблиця 1

Придатність основного корпусу джерел до повторного аналізу

Джерело, територія та вік	Дані та локатор	Використання й обмеження
[1] Польща, західна Україна; верхній альб–маастрихт	Біозони й місцевості; с. 4–15	Вікова кореляція; локальні знахідки перевіряють окремо.
[2] Здолбунів; турон	Списки й узагальнені частки; с. 29–34	Локальний контекст; підрахунків за рівнями немає.
[3] Дубівці; верхній турон	Криві рис. 9A, E; с. 207	Оцифрування й інтегрування графіків.
[4] Північно-східне Волино-Поділля; сеноман–турон	Літологія й комплекси; с. 50–55	Віковий і фаціальний контроль; суцільного ряду часток немає.
[5] Волино-Поділля; альб–сеноман	Переважно альбські списки; с. 58–61	Віковий контроль; альб виключено з кількісного профілю.
[6] Волино-Поділля; межа ранньої й пізньої крейди	Літологія й перевідкладення; с. 67–70	Тафономічний контроль; матриці чисельності немає.
[7] Дубівці; верхній турон	Диноцисти; форамініферові панелі рис. 3 із [3]	Екологічне зіставлення; повторні криві не є новою вибіркою.

Примітка: Локатори наведено за пагінацією першоджерел; кількість праць не визначає кількість незалежних вибірок.

планктонну частку позначено P% для уникнення плутанини з алгебраїчним відношенням числа планктонних особин до числа бентосних особин P/B.

Із векторного PDF вилучено праву межу темної планктонної області панелі A та зовнішню межу зеленої епіфаунальної області панелі E. Координати у пунктах PDF звірено із зображенням сторінки. Внутрішні межі складових панелі E не виділяли як окремі криві епіфауни.

Для кожної панелі частку q (%) визначали за формулою (1):

$$q = 100\frac{x - x_0}{x_{100} - x_0} \quad (1)$$

де x – горизонтальна координата межі зафарбованої області; x_0 і x_{100} – кінці відсоткової шкали. Для панелі A прийнято x_0 = 144,65 і x_{100} = 200,85 пункта PDF; для E – 436,77 і 542,15 пункта. Різну ширину панелей враховано окремим калібруванням.

Вертикальну координату нормовано за формулою (2):

$$h = \frac{y_n - y}{y_n - y_v} \quad (2)$$

де y відраховується вниз від верхнього краю сторінки; y_n = 478,98 і y_v = 100,42 пункта відповідають нижньому й верхньому краям профілю. Величина h змінюється від 0 до 1 знизу вгору та характеризує відносну висоту, а не вік, тривалість осадонакопичення або палеоглибину.

Контури задано 13 вузлами планктонної та 15 вузлами епіфаунальної кривої. Це графічні вершини, між якими застосовано лінійну інтерполяцію відповідно до сегментів першоджерела. На крайових субпіксельних розбіжностях висоти панелей використано найближче кінцеве значення; вплив калібрування перевірено окремо.

Узагальнення та аналіз чутливості

Профіль розділено на п’ять рівних інтервалів h: 0–0,2; 0,2–0,4; 0,4–0,6; 0,6–0,8; 0,8–1,0. Межі задано до екологічного тлумачення. Це аналітичні частини висоти, які не позначають біозони, фаціальні переходи або природні цикли розвитку басейну.

Інтегральне середнє для інтервалу [a, b] визначали за формулою (3):

$$\bar{q}[a,b] = \frac{1}{b-a}\int_a^b q(h)\,dh \quad (3)$$

Інтеграл обчислено методом трапецій із додаванням меж інтервалу до послідовності вузлів. Для кусково-лінійної кривої це точна площа під сегментами за заданого калібрування. Середні зважено за висотою, а не за кількістю проб, черепашок чи тривалістю осадонакопичення. Альтернативний поділ має межі h: 0; 1/3; 2/3; 1.

Для кожної кривої перевірено 32 комбінації зміщень на ±0,5 пункта п’яти величин: лівої та правої меж відсоткової шкали, горизонтального положення контуру, верхньої та нижньої меж профілю. Контур зміщували спільно для всіх вузлів; частки обмежували діапазоном 0–100 %. Отримані межі середніх характеризують чутливість до калібрування. Вони не є довірчими інтервалами та не оцінюють похибок лабораторного підрахунку або мінливості популяції.

Напрям міжінтервальних змін додатково перевірено за незалежного зміщення оцінок P% на ±2,1 відсоткового пункта та E% на ±1,1 пункта. Ці консервативні округлені межі перевищують найбільші відхилення середніх у координатному тесті, але не охоплюють помилок первинного визначення таксонів або класифікації морфогруп.

Обробка охоплює висотне зважування, міжінтервальні різниці та сценарну перевірку стійкості. Статистичних тестів, значень p і регресій за графічними вершинами як незалежними пробами не застосовували.

Код вилучення координат векторного PDF і розрахунків підготовлено за допомогою ChatGPT (OpenAI). Координати зчитано на Python із бібліотекою pdfplumber; інтегральні середні та сценарну чутливість обчислено засобами стандартної бібліотеки Python. Координати звірено з першоджерелом, результати перевірено повторним виконанням програми. Формули й калібрування наведено вище; збережений код можна надати редакції за запитом.

Результати дослідження та їх обговорення

Зіставність опублікованих матеріалів

Стратиграфічна матриця розділяє регіональну зональну основу сеноман-маастрихтської послідовності й локальне підтвердження (табл. 2).

У Здолбунові зону *Marginotruncana coronata* віднесено до середнього турону [2], а змінену часткову зону у схемі [1] – до нижньої частини верхнього турону. Зіставлення цих визначень потребує контролю меж зон і допоміжних палеонтологічних груп; автоматично передатувати Здолбунів за збігом назви неможливо.

У схемі [1] нижня межа часткової зони *M. coronata* відповідає останній появі *Helvetoglobotruncana helvetica*, верхня – першій появі *Marginotruncana sinuosa*. Дубівський профіль [3] містить перехід між відповідними авторськими зонами. Для нього збережено опублікований верхньотуронський вік. Нормована висота описує порядок змін усередині розрізу без перерахунку потужності на час або побудови нової числової вікової моделі.

У Здолбунівському джерелі [2, с. 29] наведено 52 види та узагальнені відсоткові характеристики планктону, проте немає підрахунків для кожного стратиграфічного рівня. Список містить *Hedbergella delrioensis* поряд із *Muricohedbergella delrioensis* та написання *Gaudryina pyramidata* і *G. piramidata*. Перед оцінкою видового багатства такі записи потребують перевірки. Тут їх використано як характеристику опублікованого списку без відновлення чисельності особин.

Таблиця 2

Стратиграфічні обмеження регіонального зіставлення

Інтервал	Зональна основа за [1]	Локальне підтвердження
Сеноман	*Thalmanninella globotruncanoides*; *Th. reicheli*; *Rotalipora cushmani*	Базальні комплекси [4–6]: контроль віку та перевідкладення.
Найпізніший сеноман–нижній турон	*Whiteinella archaeocretacea*	Українські місцевості у [1] перелічено; суцільного локального ряду немає.
Середній–верхній турон	*Helvetoglobotruncana helvetica*; *Marginotruncana coronata*	Рис. 1 [1]; обсяг зони *M. coronata* у [1] та [2] відрізняється.
Найверхніший турон–сантон	*Marginotruncana sinuosa*; *Pseudotextularia nuttalli*; *Globotruncana linneiana*	Рис. 1–2 [1]; профіль Дубівців [3] охоплює верхній турон.
Кампан–маастрихт	*Globotruncana arca*; *Contusotruncana plummerae*; *Rugoglobigerina pennyi*; *Globotruncanella petaloidea*; *Guembelitria cretacea*	Українські місцевості у [1]: рис. 2 та локатори окремих зразків.

Примітка: Об'єднання інтервалів у рядках є скороченим поданням зональної послідовності та не означає їх об'єднання в одну біозону.

Попри альб-сеноманську назву праці [5], значна частина її конкретних списків стосується альбських відкладів Поділля. Вік цих записів визначено за змістом, а не назвою публікації. У базальних утвореннях [6] описано перевідкладення різновікового матеріалу. Ці записи враховано з віковими й тафономічними застереженнями; кількісної зміни планктонної частки на межі альбу й сеноману за ними не обчислювали.

Кількісні характеристики профілю

Планктонна частка P% на оцифрованій кривій змінюється приблизно від 4 до 55 %, а частка епіфауни E% – приблизно від 87 до 98 %. Ці крайні значення описують межі зображеного контуру, а не заново виміряні показники окремих зразків. Інтегральне середнє P% для всього профілю становить 16,2 %, E% – 92,6 %. Обидва значення одержано в цій роботі шляхом інтегрування; вони не наведені як власні підрахунки авторів першоджерела. Інтервальні середні та діапазони координатної чутливості подано на рис. 1.

Між першими двома інтервалами P% зменшується на 10,3 відсоткового пункта. Після низьких значень у середній частині показник зростає до 21,0–21,2 %. Послідовність не описується односпрямованою зміною вздовж усього профілю.

Епіфаунальна складова має інший розподіл: 92,5; 94,3; 90,8; 91,2 і 94,2 % у послідовних інтервалах. Найнижче інтервальне середнє припадає на середину профілю, але навіть тут епіфауна різко переважає інфауну. Зростання P% між третім і четвертим інтервалами на 10,5 пункта супроводжується зміною E% лише на 0,4 пункта. Отже, значна зміна відносного внеску планктону не супроводжується співмірним зсувом між двома бентосними морфогрупами.

Навіть за незалежних відхилень P% на ±2,1 пункта зменшення між першим і другим інтервалами залишається в межах 6,1–14,5 пункта. Зростання між третім і четвертим – у межах 6,3–14,7 пункта. Напрям цих двох змін стійкий до виконаної перевірки. Натомість різниця між четвертим і п'ятим інтервалами становить близько 0,25 відсоткового пункта за неокругленими середніми; за округленими середніми, наведеними на рис. 1, вона становить 0,2 пункта. Ця відмінність значно менша за консервативний сценарій зміщення, тому не обґрунтовує подальшого спрямованого зростання планктонної частки.

Перевага епіфауни зберігається в усіх інтервалах і сценаріях. Проте невелика різниця E% між третім і четвертим інтервалами не є стійкою до незалежного зміщення на ±1,1 пункта. Це дозволяє відокремити стійку особливість – переважання епіфауни – від тонких коливань, які залежать від калібрування та графічного подання. За поділу на три рівні частини середні P% становлять 15,4; 11,6 і 21,5 %, а E% – відповідно 93,4; 91,4 і 93,0 %. Початкове зниження на 3,8 пункта вже не зберігає напрям у консервативному тесті, тоді як зростання після середини на 9,9 пункта залишається стійким. Отже, форма профілю немонотонна за обох способів узагальнення, але стійкість початкової відмінності залежить від інтервальних меж.

Екологічне тлумачення та межі регіонального узагальнення

Переважання епіфауни й обмежена участь інфаунальних форм сумісні з харчовим обмеженням за моделлю TROX [17] та з оліготрофною інтерпретацією дубовецької крейди у [3]. Проте склад морфогруп залежить також від екологічної класифікації таксонів, збереженості й оброблення матеріалу. Відтворені частки описують опублікований комплекс і слугують непрямою ознакою умов середовища.

На планктонну частку впливають батиметрія, продуктивність поверхневих вод, водообмін і відносний внесок бентосних решток [16]. Зменшення P% може відображати зміну умов у товщі води за збереження харчового обмеження біля дна. Двох відносних кривих недостатньо, щоб розділити внесок цих чинників.

Дані щодо диноцист [7] становлять окрему за об'єктом спостережень основу трофічної інтерпретації Дубівців. Форамініферова частина цього зіставлення, успадкована з [3], залишається тією самою вибіркою. У центральноєвропейському сеноман-туронському інтервалі [19] біотичне збіднення шельфового комплексу також пов'язували з добре

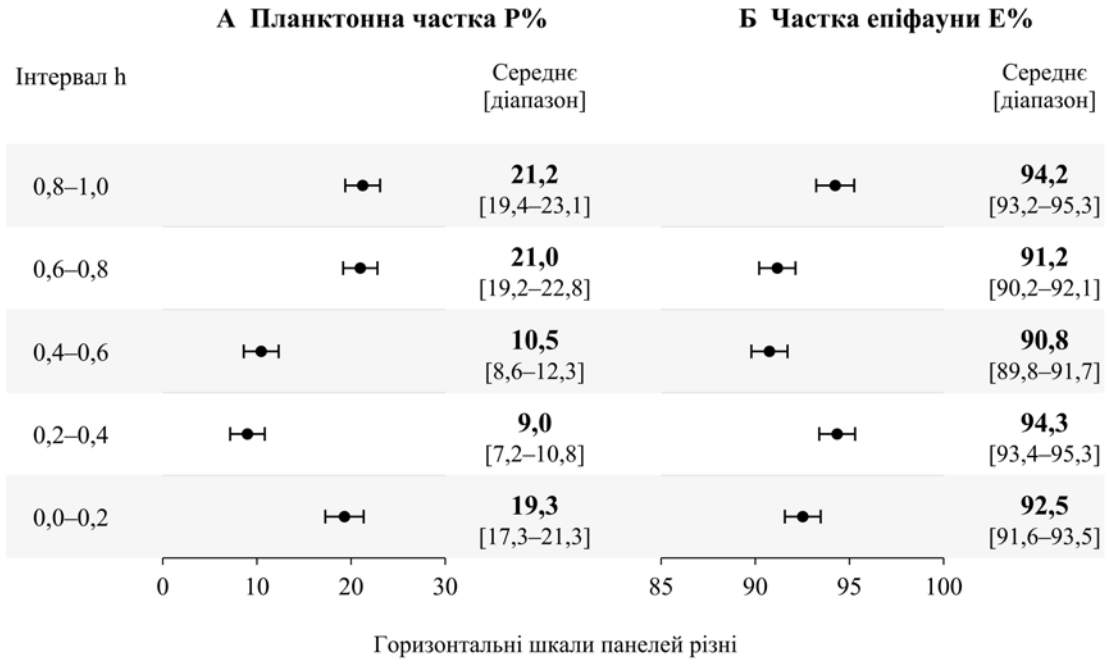

Рис. 1. Середні частки у п'яти інтервалах профілю Дубівці: А – планктон у загальному комплексі (P%); Б – епіфауна серед бентосу (E%). Точки – інтервальні середні, відрізки й дужки – діапазони координатної чутливості за 32 сценаріями для кожної кривої, а не довірчі інтервали. Числа – відсотки, округлені до десятих. Шкали панелей різні; показники не підсумовують. Розраховано за [3, рис. 9A, E, с. 207]

аерованими оліготрофними умовами. Це показує неоднозначність проксі, проте не переносить подію OAE2 на верхньотуронський профіль.

Описана в Здолбунові туронська перерва в осадонакопиченні [2] стосується іншого розрізу. Для зіставлення її з мінімумами кривих Дубівців потрібні незалежні кореляційні рівні. Саме словесне тлумачення «обміління» не встановлює синхронності цих змін.

Дослідження коньяк-сантонського переходу західної України [20] та кампан-маастрихтських змін Люблінсько-Львівської синкліналі [21] характеризують інші часові й просторові масштаби. Їх можна залучати до регіонального зіставлення після перевірки методів, знаменників часток і вікової прив'язки; з'єднання авторських інтерпретацій саме по собі не утворює єдиного числового ряду.

Сучасні методичні праці [11–15] обґрунтовують розділення трофічного, кисневого та просторового чинників за незалежними показниками. Для вдосконаленого індексу оксигенації [14] потрібні екологічно класифіковані кількісні дані, яких немає у двох агрегованих кривих. Тому за ними не визначали концентрації кисню або значення цього індексу.

Тлумачення змін P% як трансгресивно-регресивних циклів потребує незалежної хронології, фаціальних переходів, поверхонь перерв і просторового зіставлення. У цьому дослідженні такі цикли не виділяли; ізотопні криві також не оцифровували й кореляцій із ними не обчислювали.

Результат стосується одного верхньотуронського профілю та успадковує авторську інтерполяцію й класифікацію морфогруп. Просторову мінливість регіону за ним не оцінювали. Для перевірки віднесення окремих таксонів, зокрема *Lenticulina*, потрібні їхні частки та первинні дані. Наявна пара кривих не визначає BFOI, різноманіття, фауністичної подібності або абсолютної палеоглибини. Інші числові й графічні матеріали потребують окремого аналізу з контролем віку та незалежності даних.

Головні висновки

1. Перевірка семи основних публікацій розмежувала локальні записи, зональні узагальнення, кількісні графіки та повторно використані дані. Альбські комплекси залишено для вікового контролю поза верхньокрейдовим кількісним профілем.

2. Для верхньотуронського профілю Дубівців інтегральні середні P% та E% становлять 16,2 і 92,6 % відповідно. Це результати нового висотного інтегрування опублікованих кривих, а не первинні підрахунки форамініфер.

3. Ряд середніх P% – 19,3; 9,0; 10,5; 21,0; 21,2 % – немонотонний. Зростання після середини стійке за координатних зміщень і поділу на три інтервали. Стійкість початкового зниження залежить від меж інтервалів; мала відмінність двох верхніх частин подальшого зростання не засвідчує.

4. Епіфауна переважає в усіх перевірених сценаріях, тоді як P% помітно коливається. Самих цих коливань недостатньо для висновку про погіршення оксигенації. Результат сумісний із багатофакторним тлумаченням, але не визначає палеоглибини, концентрації кисню або BFOI.

5. Відмінності вікового обсягу однойменних біозон і неповне локальне підтвердження обмежують регіональне узагальнення. Один профіль не обґрунтовує безперервного регресивного тренду Волино-Поділля в сеноман-маастрихтський час. Потрібні незалежні розрізи з первинними підрахунками, визначеними знаменниками часток і віковим контролем.

Перспективи використання результатів дослідження. Алгоритм можна застосувати до незалежних верхньотуронських розрізів із визначеними знаменниками часток і віковою прив'язкою. Зіставлення з первинними підрахунками та окремими трофічними й кисневими показниками дозволить перевірити екологічне тлумачення і просторову мінливість результатів.

Доступність даних

Вихідні палеонтологічні дані наведено в цитованих публікаціях. Кількісний аналіз виконано за кривими рисунка 9 (панелі A та E, с. 207) праці Dubicka та Peryt [3]; нових польових проб або лабораторних підрахунків не залучено. Параметри калібрування, методику обчислення та результати подано в тексті статті. Координати оцифрованих вузлів і розрахункові матеріали збережено та можуть бути надані редакції й рецензентам за запитом. Ці матеріали характеризують геометрію опублікованих кривих і не замінюють первинних лічильних відомостей авторів першоджерела.

Конфлікт інтересів. Автор повідомляє про відсутність конфлікту інтересів.

Використання штучного інтелекту. Під час підготовки та адаптації рукопису ChatGPT (OpenAI) використано для мовного й структурного редагування, оформлення, перевірки посилань і технічної допомоги з програмами вторинного аналізу опублікованих кривих. Числові результати перевірено повторним розрахунком за збереженими координатами та параметрами калібрування. Автор відповідає за наукові інтерпретації, перевірку змісту й остаточну редакцію.

Література

1. Peryt D., Dubicka Z., Wierny W. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Upper Cretaceous of the Central European Basin. Geosciences. 2022. Vol. 12, No. 1. Art. 22. DOI: https://doi.org/10.3390/geosciences12010022
2. Палеонтологічна характеристика туронських відкладів західного схилу Українського щита / Матвєєв А. В., Колосова І. В., Курепа Я. С. та ін. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія». 2017. № 47. С. 26–37. DOI: https://doi.org/10.26565/2410-7360-2017-47-03
3. Dubicka Z., Peryt D. Foraminifers and stable isotope record of the Dubivtsi chalk (upper Turonian, Western Ukraine): Palaeoenvironmental implications. Geological Quarterly. 2012. Vol. 56, No. 1. P. 199–214. URL: https://gq.pgi.gov.pl/article/view/7775 (дата звернення: 13.10.2026).
4. Курепа Я. С. Нові палеонтологічні дані до характеристики крейдових відкладів у вирішенні проблематики віку ефузивів та вулканоміктових порід північно-східної частини Волино-Поділля. Геологічний журнал. 2018. № 1(362). С. 50–57. DOI: https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2018.1.126444
5. Данилів О. Форамініфери альб-сеноманських відкладів Волино-Поділля. Палеонтологічний збірник. 2017. № 49. С. 58–62. URL: https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2019/01/Par_O_Danyliv_49.pdf (дата звернення: 13.10.2026).
6. Данилів О. Форамініфери та літологічний склад порід на межі ранньої і пізньокрейдової епох. Палеонтологічний збірник. 2019. № 51. С. 67–71. URL: https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/07/Nep_Danyliv_51.pdf (дата звернення: 13.10.2026).
7. Ciurej A., Dubicka Z., Poberezhskyy A. Calcareous dinoflagellate blooms during the Late Cretaceous 'greenhouse' world–a case study from western Ukraine. PeerJ. 2023. Vol. 11. Art. e16201. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.16201
8. Agglutinated foraminifera from the Turonian–Coniacian boundary interval in Europe – paleoenvironmental remarks and stratigraphy / Besen R. M., Schindler K., Gale A. S., Struck U. Journal of Micropalaeontology. 2023. Vol. 42, No. 2. P. 117–146. DOI: https://doi.org/10.5194/jm-42-117-2023
9. Middle Campanian (Late Cretaceous) sea-level rise; microfossil record of bathymetric changes / Fąfara M., Dubicka Z., Niechwedowicz M. et al. Acta Geologica Polonica. 2023. Vol. 73, No. 4. P. 661–683. DOI: https://doi.org/10.24425/agp.2023.145628
10. Palaeoenvironmental changes across the Mid- and latest Maastrichtian events: Planktic foraminiferal inference from the Elles section (central Tunisia) / Farouk S., Jain S., Bazeen Y. S. et al. Geological Journal. 2024. Vol. 59, No. 2. P. 577–594. DOI: https://doi.org/10.1002/gj.4881
11. Bryant R., Belanger C. L. Spatial heterogeneity in benthic foraminiferal assemblages tracks regional impacts of paleoenvironmental change across Cretaceous OAE2. Paleobiology. 2023. Vol. 49, No. 3. P. 431–453. DOI: https://doi.org/10.1017/pab.2022.47
12. Bryant R., Meehan K. C., Belanger C. L. Are ancient seep environments distinguishable by benthic foraminiferal assemblages? A case study of the Cretaceous Western Interior Seaway. Cretaceous Research. 2023. Vol. 146. Art. 105476. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cretres.2023.105476
13. Glock N. Benthic foraminifera and gromiids from oxygen-depleted environments – survival strategies, biogeochemistry and trophic interactions. Biogeosciences. 2023. Vol. 20, No. 16. P. 3423–3447. DOI: https://doi.org/10.5194/bg-20-3423-2023
14. Calculating dissolved marine oxygen values based on an enhanced Benthic Foraminifera Oxygen Index / Kranner M., Harzhauser M., Beer C. et al. Scientific Reports. 2022. Vol. 12. Art. 1376. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-05295-8
15. Reviews and syntheses: Review of proxies for low-oxygen paleoceanographic reconstructions / Hoogakker B. A. A., Davis C., Wang Y. et al. Biogeosciences. 2025. Vol. 22, No. 4. P. 863–957. DOI: https://doi.org/10.5194/bg-22-863-2025
16. van der Zwaan G. J., Jorissen F. J., de Stigter H. C. The depth dependency of planktonic/benthic foraminiferal ratios: Constraints and applications. Marine Geology. 1990. Vol. 95, No. 1. P. 1–16. DOI: https://doi.org/10.1016/0025-3227(90)90016-D 17. Jorissen F. J., de Stigter H. C., Widmark J. G. V. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. Marine Micropaleontology. 1995. Vol. 26, No. 1–4. P. 3–15. DOI: https://doi.org/10.1016/0377-8398(95)00047-X
17. Kaiho K. Benthic foraminiferal dissolved-oxygen index and dissolved-oxygen levels in the modern ocean. Geology. 1994. Vol. 22, No. 8. P. 719–722. DOI: https://doi.org/10.1130/0091-7613(1994)022<0719:BFDOIA>2.3.CO;2
18. Biotic and isotopic vestiges of oligotrophy on continental shelves during Oceanic Anoxic Event 2 / Dubicka Z., Bojanowski M., Peryt D., Barski M. Global Biogeochemical Cycles. 2021. Vol. 35. Art. e2020GB006831. DOI: https://doi.org/10.1029/2020GB006831
19. Dubicka Z., Peryt D., Szuszkiewicz M. Foraminiferal evidence for paleogeographic and paleoenvironmental changes across the Coniacian–Santonian boundary in western Ukraine. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2014. Vol. 401. P. 43–56. DOI: https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.03.002
20. Dubicka Z., Peryt D. Latest Campanian and Maastrichtian palaeoenvironmental changes: Implications from an epicontinental sea (SE Poland and western Ukraine). Cretaceous Research. 2012. Vol. 37. P. 272–284. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cretres.2012.04.009

Дата першого надходження статті до видання: 14.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026