

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.2.253854>
УДК 551:763.563.12 (477.2)

К.О. НАВАРІВСЬКА

Львівський національний університет імені Івана Франка, Львів, Україна
E-mail: navarivska@gmail.com

БІОСТРАТИГРАФІЯ ТА УМОВИ НАКОПИЧЕННЯ ПОГРАНИЧНИХ ВІДКЛАДІВ НИЖНЬОЇ І ВЕРХНЬОЇ КРЕЙДИ ЗА ДРІБНИМИ ФОРАМІНІФЕРАМИ (ПЕНІНСЬКА ЗОНА, УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Пограничні відклади нижньої та верхньої крейди в Пенінській зоні Українських Карпат пов'язані із тисальською світою. В роботі наведено результати аналізу форамініфер з мергелів тисальської світи, поширених в урочищі Тисало, у розрізах річок Тереля і Лужанка, в кар'єрах сіл Перечин і Приборжавське (Закарпатська область). Проаналізовано літературні джерела.

Визначено 27 видів форамініфер у віковому інтервалі пізній альб—початок турону, серед яких 19 видів — планктон і 8 видів — бентос. На підставі виділених форамініферових підрозділів відклади зіставлені з сучасними міжнародними стратиграфічними шкалами. Пізній альб на підґрунті даних попередніх дослідників охарактеризовано зонами *Hedbergella gaultina*, *Pseudothalmaninella ticinensis*, *Parathalmaninella arpeninica*. Сеноман підрозділено на верстви з *Thalmaninella globotruncanoides*, зони *Thalmaninella reicheli*, *Rotalipora cushmani*, які для Пенінської зони Українських Карпат виділено вперше. Межа нижньої і верхньої крейди (альбу і сеноману) відповідає границі між зоною *Parathalmaninella arpeninica* і верствами з *Thalmaninella globotruncanoides*, які в єдиному розрізі не виявлені через інтенсивну деформованість відкладів Пенінської зони.

Зміни родового складу планктонних форамініфер у пограничних відкладах нижньої і верхньої крейди тисальської світи є поступовими від домінування дрібнорослих *Biglobigerinella*, *Globigerinelloides*, *Hedbergella*, *Ticinella* у верхньому альбі до розквіту крупних складнобудованих *Pseudothalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Parathalmaninella*, *Praeglobotruncana* у сеномані.

Чорний колір мергелів нижньої пачки тисальської світи і піритизація форамініферових решток свідчать про дефіцит кисню в придонних водах на початку пізнього альбу. Зміна кольору відкладів з чорного на сірий і зелений, відсутність піритизації решток та поширення вапнистих бентосних форамініфер (*Parella*, *Anomalina*, *Pleurostomella*, *Gavelinella*) у середній пачці тисальської світи вказують на покращення кисневих умов придонних вод у середині пізнього альбу. У мергелях верхньої пачки домінують планктонні форамініфери (70—100 % асоціацій) переважно з родів *Parathalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Praeglobotruncana*, що вказує на глибини середньої батіалі наприкінці пізнього альбу і протягом сеноману.

Ключові слова: форамініфери; крейдовий період; Пенінська зона; Українські Карпати.

Цитування: Наварівська К.О. Біостратиграфія та умови накопичення пограничних відкладів нижньої і верхньої крейди за дрібними форамініферами (Пенінська зона, Українські Карпати). *Геологічний журнал*, 2022. № 2 (379). С. 86—99. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.2.253854>

Citation: Navarivska K.O. 2022. Biostratigraphy and sedimentary environments of the Lower/Upper Cretaceous boundary deposits by small foraminifera (Pieniny Klippen Belt, Ukrainian Carpathians). *Geologičnij žurnal*, 2 (379): 86-99. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2022.2.253854>

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2022. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 2022. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Вступ

Пенінський кліповий пояс (англ. — the Pieniny Klippen Belt) простягається на 600 км від Словацьких до Румунських Карпат. В українському сегменті Карпат Пенінський кліповий пояс істотно звужується, тут він має назву Пенінська зона. За даними багатьох дослідників (Круглов, 1971; Вялов и др., 1988), характерною особливістю зони є наявність крупних скельних виходів жорстких вапняків (кліпів) юри—неокому, що залягають серед інтенсивно деформованих пластичних переважно мергелистих порід крейди. Південно-західна частина Пенінської зони перекрита неогеновою молазою Закарпатського прогину. В закордонних ділянках Карпат Пенінський кліповий пояс підрозділяється на ряд літофаціальних одиниць (Birkenmajer, 1977; Soták et al., 2017; Golonka et al., 2018), ідентифікація яких в Україні потребує довивчення (Rehakova et al., 2011; Wierzbowski et al., 2012; Aubrecht et al., 2017; Grabowski et al., 2019).

Крейдовий розріз Пенінської зони Українських Карпат складають: верхня частина свалівської світи (титон—неоком); тисальська (апт—сеноман), пухівська (турон—маастрихт) і ярмутська (маастрихт) світи. На відкладах верхньої крейди з різким розмивом та кутовою незгідністю залягає вульхівчицька світа (еоцен), яка завершує розріз Пенінської зони (Вялов и др., 1988, 1989).

Пограничні відклади нижньої та верхньої крейди в Пенінській зоні Українських Карпат пов'язані із мергелистими відкладами тисальської світи. Тисальська світа вперше виділена В.І. Славіним у 1946 р. (Вялов и др., 1988). Стратотип знаходиться в урочищі Тисало (базейн р. Лужанка, Закарпатська область), від якого світа і отримала свою назву. Вона складена сірими, чорними, місцями рожевими і зеленими мергелями та аргілітами з прошарками вапняків і пісковиків, потужність світи сягає 145 м (Вялов и др., 1988). Вважають, що тисальська світа згідно залягає на свалівській, хоча контакти між цими світами тектонічні (Круглов, 1971). Тисальська світа згідно перекрита пухівською світою. Остання складена рожевими і червоними, рідше голубувато-сірими масивними мергелями. О.С. Вялов у

стратотипі тисальської світи виділив три пачки. Нижня пачка представлена темно-сірими до чорного мергелями з прошарками сірих вапняків, середня — сірими і зеленими мергелями з фукоїдами і вапнистими аргілітами, верхня — білими, кремевими, рожевими щільними мергелями (Вялов и др., 1988).

Вік тисальської світи вперше був встановлений на основі пелеципод, белемнітів і комплексу дрібних форамініфер як альб-сеноманський (Муратов, Маслакова, 1951).

Подальше вивчення тисальської світи у стратотипі, у відслоненнях р. Теремля, в кар'єрах сіл Новоселиця, Перечин і Приборжавське та в розрізах свердловин у районі м. Свалява дозволило Н.В. Дабагян виділити у світі чотири біостратиграфічні зони за планктонними форамініферами: *Planogyrina gaultina* (верхній альб), *Planogyrina gaultina-Thalmaninella ticinensis* (верхній альб); *Thalmaninella appeninica* (нижній сеноман); *Thalmaninella deecke* (верхній сеноман) (Дабагян, 1963, 1964, 1972; Дабагян и др., 1966) (табл. 1). Тут зона *Planogyrina gaultina* характеризує нижню темноколірну пачку тисальської світи, зона *Planogyrina gaultina-Thalmaninella ticinensis* — середню пачку, зони *Thalmaninella appeninica*, *Thalmaninella deecke* — верхню пачку.

Н.І. Маслакова у розрізах тисальської світи виділила чотири біозони в інтервалі верхній альб—сеноман: *Ticinella roberti* (верхній альб); *Thalmaninella ticinensis* (верхній альб); *Thalmaninella appeninica* (нижній сеноман); *Thalmaninella deecke* (верхній сеноман) (Маслакова, 1965, 1967) (див. табл. 1).

У зональній схемі розчленування верхньокрейдових відкладів Криму, Кавказу і Карпат за планктонними форамініферами (Маслакова, 1978) відклади сеноманського ярусу поділені на три біозони: *Thalmaninella appeninica*; *Thalmaninella deecke*; *Rotalipora cushmani* (див. табл. 1). При цьому у роботі не конкретизується, у яких саме світах Карпат виділено ці біозони.

Під час подальших досліджень стратотипу тисальської світи в урочищі Тисало було підтверджено приналежність відкладів до верхнього альбу—сеноману за планктонними форамініферами (Вялов и др., 1988). Пізніше у відкладах, віднесених до тисальської світи, у верхів'ях р. Свалявка були знайдені форамініфери апту (Вялов и др., 1989). На підставі цьо-

го у регіональній стратиграфічній схемі крейдових відкладів Українських Карпат (Вялов и др., 1989) тисальська світа зіставлена з аптом—сеноманом. При цьому мікрофауна нижнього і середнього альбу у тисальській світі не встановлена (Вялов и др., 1989). По сьогодні відклади апту тисальської світи залишаються обґрунтованими лише в одному розрізі (верхів'я р. Свалявка), де не виділено відкладів альбу.

Біостратиграфія пограничних відкладів нижньої і верхньої крейди Пенінської зони Українських Карпат потребує уточнення для кореляції з підрозділами сучасних міжнародних стратиграфічних схем — МСШ (Ogg et al., 2016,

2020). Актуальним є відтворення умов седиментації відкладів крейди за форамініферами, які для тисальської світи не проводились. Тому метою представленої роботи є уточнення біостратиграфії відкладів верхнього альбу—сеноману тисальської світи та спроба реконструкції умов палеобасейну.

Матеріали і методи

Досліджений матеріал належить до тисальської світи з відомих розрізів в урочищі Тисало, в розрізах річок Теремля і Лужанка, у кар'єрах поблизу сіл Приборжавське і Перечин, де

Таблиця 1. Зіставлення біозонального поділу верхнього альбу—сеноману тисальської світи Пенінської зони Українських Карпат (Дабагян, 1963—1972; Маслакова, 1967) з регіональними шкалами (Маслакова, 1978; Вялов и др., 1989). Склала К.О. Наварівська

Table 1. Comparison of the biozonal division of the Upper Albian-Senomanian of the Tysalo Fm (Pieniny Klippen Belt, Ukrainian Carpathians) (Dabagyan, 1963-1972; Maslakova, 1967) with the regional scales (Maslakova, 1978; Vyalov et al., 1989). Compiled by K.O. Navarivska

МСШ					Внутрішні Українські Карпати	Тисальська світа			Крим, Кавказ, Карпати	
					(Вялов та ін., 1989)	(Дабагян, 1963, 1964, 1972)		(Маслакова, 1978)	(Маслакова, 1978)	
система	відділ	ярус	під'ярус	горизонт	планктонні форамініфери (лони)	літологія		планктонні форамініфери (зони)	планктонні форамініфери (зони)	
КРЕЙДОВА	верхній	сеноман	верхній	тисальський	Thalmaninella deecke	тисальська світа	верхня пачка світлі зеленуваті, голубуваті, рожево-сірі мергелі	Thalmaninella deecke	Thalmaninella deecke	Rotalipora cushmani
					Thalmaninella appeninica			Thalmaninella appeninica	Thalmaninella appeninica	Thalmaninella deecke
								Thalmaninella appeninica	Thalmaninella appeninica	Thalmaninella appeninica
	нижній	альб	верхній		Thalmaninella ticinensis	середня пачка	Planogyrina gaultina - Thalmaninella ticinensis	Thalmaninella ticinensis	Thalmaninella ticinensis	
					Hedbergella infracretacca - H. globingerinel-linoides	нижня пачка	Planogyrina gaultina	Ticinella roberti	не розглядається	
					не встановлено	чорні олівково-сірі кременисті мергелі	не встановлено	не встановлено		

Таблиця 2. Поширення форамініфер у досліджених пробах тисальської світи і низів пухівської світи Пенінської зони Українських Карпат

Table 2. Distribution of foraminifera in the studied samples (Tysalo Fm and the bottom part of the Puchov Fm, Pieniny Klippen Belt, Ukrainian Carpathians)

Вік	пізній альб					сеноман					турон			
Літологія	тисальська світа												пухівська світа	
	чорні мергелі			світлі зеленуваті, голубуваті, рожево-сірі мергелі									червоні мергелі	
Біостратиграфічні підрозділи	зона H. gaultina		зона H. appeninica			верстви з T. globotruncanoides	зона T. reicheli		зона R. cushmani					
Місцезнаходження	с. Перечин	р. Терєбля		р. Лужанка	с. Приборжавське	р. Терєбля	урочище Тисало	р. Терєбля	урочище Тисало					
		4-93	4-97						257	987	3-1-05	302-17	288	302-26
Foraminifera	проба №	304	4-93	4-97	257	987	3-1-05	302-17	288	302-26	289	290	291	292
<i>Rhabdammina</i> spp.	5	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reophax minuta</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ammodiscus peruvianus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Trochammina gyroidinaeformis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Glavulina gaultina</i>	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pleurostomella</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
<i>Eponides karreri</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Gavelinella intermedia</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Parathalmanninella appeninica</i>	—	—	—	1	4	4	2	2	3	2	7	2	—	—
<i>Parathalmanninella gandolfi</i>	—	5	—	—	2	2	1	—	3	—	—	—	—	—
<i>Praeglobotruncana delrioensis</i>	—	—	—	—	—	—	3	1	1	2	4	5	—	—
<i>Praeglobotruncana oraviensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—
<i>Praeglobotruncana rurbinata</i>	—	—	—	—	1	5	—	5	2	6	—	—	—	—
<i>Hedbergella caspia</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hedbergella delrioensis</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—
<i>Hedbergella gaultina</i>	8	15	2	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hedbergella infracretacea</i>	—	6	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Hedbergella tissaloensis</i>	—	—	—	—	1	1	—	—	1	2	—	—	—	—
<i>Hedbergella trocoidea</i>	3	9	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Pseudothalmanninella ticinensis</i>	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rotalipora cushmani</i>	—	—	—	—	—	2	3	20	14	9	7	—	—	—
<i>Helvetoglobotruncana helvetica</i>	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
<i>Globotruncana hagni</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Thalmanninella deeckei</i>	—	—	—	—	3	2	6	—	4	—	1	—	—	—
<i>Thalmanninella globotruncanoides</i>	—	—	—	—	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—
<i>Thalmanninella greenhornensis</i>	—	—	—	—	1	2	3	2	2	4	8	1	—	—
<i>Thalmanninella reicheli</i>	—	—	—	—	—	—	8	1	—	—	—	—	—	—

попередніми дослідниками світа була зіставлена з пізнім альбом—сеноманом. Використано матеріали, які зберігаються у відділі проблем геології Карпат Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України: колекції форамініфер Н.В. Дабагян (п'ять проб); проби порід, які були відібрані працівниками відділу С.П. Гавурою і О.М. Гнилком (вісім проб). Усі вказані матеріали містять географічну і стратиграфічну прив'язку (див. табл. 2).

Колекції Н.В. Дабагян представлені форамініферами біозон *Planogyrina gaultina* (проби 304, 4-93, 4-97) і *Thalmaninella arpeninica* (проби 257, 987), які зберігались без списків видів форамініфер.

Зразки порід оброблено за такою схемою: дезінтеграція під спеціальним пресом; відмивання у мішках з технічного капрону; відбір мікрофауни з піщано-алевритової фракції породи під біокулярним мікроскопом. Після опрацювання наявного матеріалу автором представленої роботи визначено 27 видів форамініфер, серед яких 19 видів — планктон і 8 видів — бентос (див. таблицю). Мікрофауна знаходиться у задовільній збереженості, стінка черепашок частково перекристалізована. Палеобатиметрію басейну відтворено за форамініферами згідно з методиками (Murray, 1976; Горбачик и др., 1996).

Літостратиграфія

За літологічними ознаками відклади верхнього альбу—сеноману тисальської світи в урочищі Тисало, у розрізах річок Тереля і Лужанка, в кар'єрах сіл Новоселиця, Перечин і Приборжавське розділено на три пачки (Дабагян, 1963; Вялов и др., 1988).

Нижня пачка — чорні плитчасті вапняки і кремністі мергелі, що чергуються із більш щільними темно-сірими з чорними плямами вапняками. Потужність — 30 м. У пачці виділено зону *Hedbergella gaultina* (верхній альб).

Середня пачка — сірі і сіро-зелені мергелі з фукоїдами, що перешаровуються з сірими алевролітами, пісковиками. Потужність — 40—50 м. У пачці виділено зону *Pseudothalmaninella ticinensis* (верхній альб).

Верхня пачка — сірі, світло-сірі, зеленуваті фукоїдні мергелі, серед яких з'являються перші прошарки рожевих мергелів. Потужність — до 50 м. У пачці виділено зону *Parathalmaninella*

arpeninica (верхній альб), верстви з *Thalmaninella globotruncanoides* (нижній сеноман), зони *Thalmaninella reicheli* (середній сеноман) та *Rotalipora cushmani* (верхній сеноман).

Біостратиграфія

Представлене розчленування відкладів пізнього альбу—сеноману тисальської світи за планктонними форамініферами, яке враховує попередні дослідження (Дабагян, 1963—1972; Маслакова, 1965—1968; Вялов и др., 1988, 1989). Розчленування відкладів сеноману запропоноване автором даної роботи на підставі власних досліджень у відповідності до біохронологічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) (рис. 1). В характерних асоціаціях підрозділів наведено лише планктонні форамініфери.

Зона *Hedbergella gaultina* (верхній альб). Виділена Н.В. Дабагян як зона *Planogyrina gaultina* у найнижчій відслоненій частині стратотипу тисальської світи (Дабагян, 1964).

Вид-індекс — *Hedbergella gaultina* (Morozova) (рис. 2, а, б).

Асоціацію характеризує численний вид-індекс. Присутні *Hedbergella globigerinellinoides* (Subbotina), *H. infracretacea* (Glaessner), *H. trocoidea* (Gandolfi), *Biglobigerinella algeriana* ten Dam and Sigal, *Globigerinelloides algeriana* (Cushman and ten Dam), *G. breggiensis* (Gandolfi), *Ticinella roberti* (Gandolfi).

Місцезнаходження: нижня пачка тисальської світи — чорні, оливково-сірі кремністі мергелі урочища Тисало, чорні мергелі розрізів р. Тереля та кар'єру поблизу с. Перечин (Дабагян, 1964, 1972; Дабагян и др., 1966).

Кореляція. За складом характерної асоціації зона *Hedbergella gaultina* тисальської світи відповідає лоні *Hedbergella infracretacea*-*H. Globigerinellinoides* Внутрішніх Українських Карпат і нижній частині верхнього альбу МСШ (Вялов и др., 1989).

Зона *Pseudothalmaninella ticinensis* (верхній альб). Виділена Н.І. Маслаковою як зона *Thalmaninella ticinensis* у розрізі тисальської світи (Маслакова, 1965). Цей інтервал був визначений Н.В. Дабагян у стратотипі тисальської світи спочатку як зона *Planogyrina gaultina*-*Thalmaninella ticinensis* (Дабагян 1964), а пізніше — як зона *Thalmaninella ticinensis* (Вялов и др., 1989).

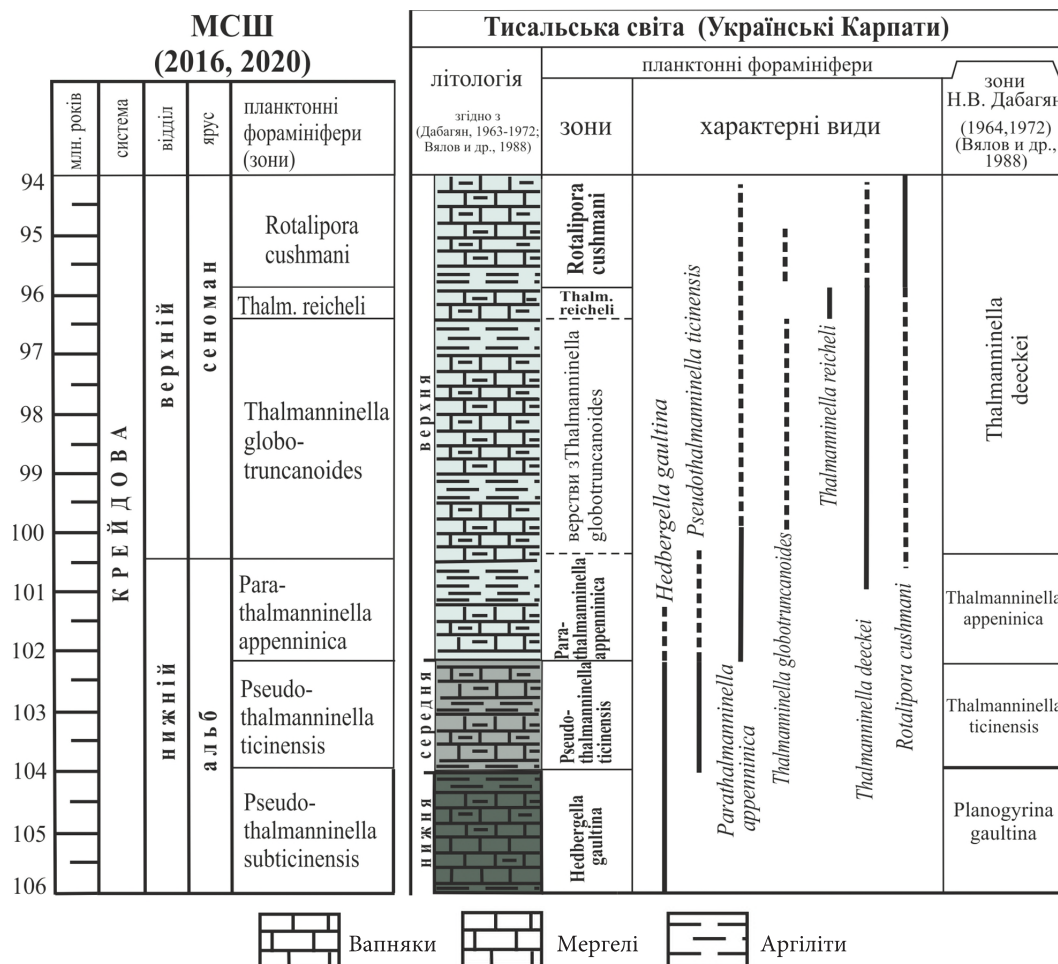


Рис. 1. Розчленування за планктонними форамініферами відкладів верхнього альбу—сеноману тисальської світи Пенінської зони Українських Карпат. Склала К.О. Наварівська, враховано дані (Дабагян, 1963, 1964, 1972; Маслакова, 1965, 1968)

Fig. 1. Division of Upper Albian-Senonian deposits of the Tysalo Fm (Pieniny Klippen Belt, Ukrainian Carpathians) by planktonic foraminifera. Compiled by K.O. Navariivska, taken into account (Dabagyan, 1963, 1964, 1972; Maslakova, 1965, 1968)

Вид-індекс — *Pseudothalmanninella ticinensis* (Gandolfi).

Характерна асоціація — вид-індекс, *Biglobigerinella algeriana* (ten Dam and Sigal), *Globigerinelloides algeriana* (Cushman and ten Dam), *G. breggiensis* (Gandolfi), *G. aeglefordensis* (Moreman), *Hedbergella gaultina* (Morozova), *H. globigerinelloides* (Subbotina), *H. infracretacea* (Glassner), *H. trocoidea* (Gandolfi), *Ticinella roberti* (Gandolfi), *Thalmaninella brotzeni* Sigal (Дабагян, 1964, 1972).

Місцезнаходження: зеленувато-сірі мергелі середньої пачки, які перекривають чорні мергелі нижньої пачки в стратотипі тисальської світи, в розрізі р. Терекля, у кар'єрах поблизу сіл Новоселиці та Приборжавське (Дабагян, 1963, 1964).

Кореляція. Відповідає зоні *Thalmanninella ticinensis* відкладів Криму, Кавказу, Карпат (Маслакова, 1978) та зоні *Pseudothalmanninella ticinensis* біохронологічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) за появою виду-індексу і характерною асоціацією.

Зона ***Parathalmanninella appenninica*** (верхній альб). Виділена Н.В. Дабагян як зона *Thalmanninella appenninica* (нижній сеноман) в стратотипі тисальської світи (Дабагян, 1964).

Вид-індекс — *Parathalmanninella appenninica* (Renz) (див. рис. 2, в).

Характерна асоціація — вид-індекс, *Parathalmanninella gandolfi* (Luterbacher and Premoli Silva), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Praeglobotruncana turbinata* (Reichel), *Hedbergella caspia* (Vassilenko), *H. gaultina* (Morozova), *H.*

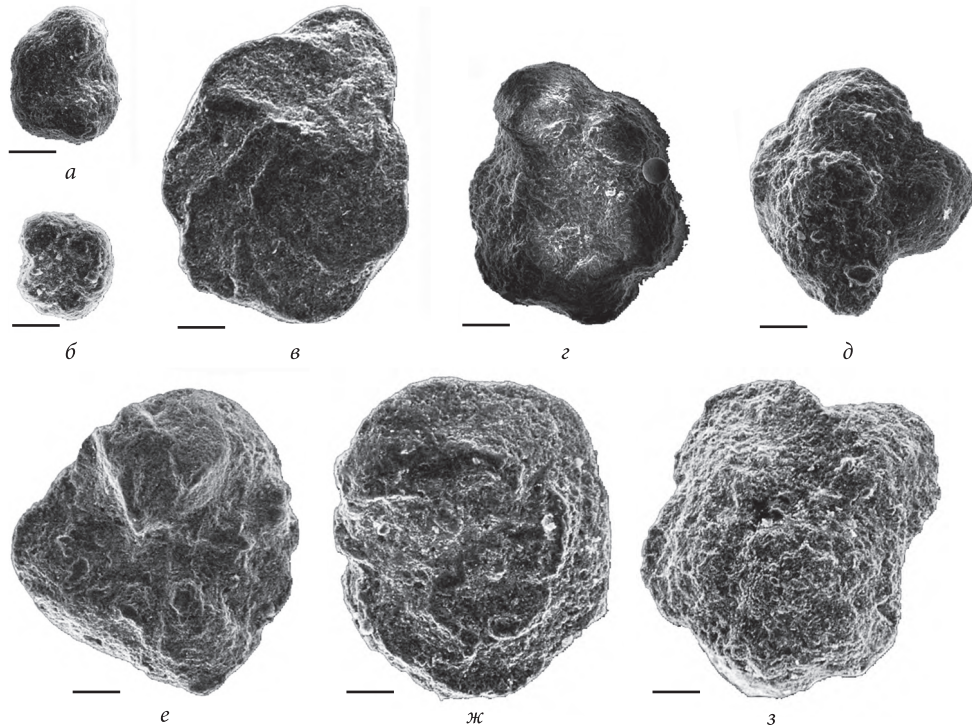


Рис. 2. Характерні види планктонних форамініфер пізнього альбу—сеноману тисальської світи: а, б — *Hedbergella gaultina* (проба 4-93); в — *Parathalmanninella appeninica* (проба 987); з — *Thalmanninella deeckei* (проба 302-17); д — *Hedbergella tissaloensis* (проба 302-26); е — *Thalmanninella globotruncanoides* (проба 3-1-05); ж — *Thalmanninella reicheli* (проба 302-17); к — *Rotalipora cushmani* (проба 302-26). Довжина риски — 100 нм

Fig. 2. Characteristic species of the Late Albian-Senomanian planktonic foraminifera from the Tyssalo Formation: а, б — *Hedbergella gaultina* (sample 4-93); в — *Parathalmanninella appeninica* (sample 987); з — *Thalmanninella deeckei* (sample 302-17); д — *Hedbergella tissaloensis* (sample 302-26); е — *Thalmanninella globotruncanoides* (sample 3-1-05); ж — *Thalmanninella reicheli* (sample 302-17); к — *Rotalipora cushmani* (sample 302-26). Scale — white bar 100 nm

infracretacea (Glaessner), *H. tissaloensis* (Maslakova), *H. trocoidea* (Gandolfi), *Pseudothalmanninella ticinensis* (Gandolfi), *Thalmanninella deeckei* (France), *Th. greenhornensis* (Morrow), *Th. brotzeni* Sigal.

Місцезнаходження: сірі і зеленувато-сірі мергелі низів верхньої пачки тисальської світи в розрізах урочища Тисало, річок Теробля та Лужанка (Дабаган, 1964, 1972).

Кореляція. Відповідає зоні *Thalmanninella appeninica* (нижній сеноман) відкладів Криму, Кавказу, Карпат (Маслакова, 1978). За появою виду-індексу *Parathalmanninella appeninica* (Renz) та характерною асоціацією корелюється із зоною *Parathalmanninella appeninica*, яка в сучасних біохронологічних шкалах зіставлена з найпізнішим альбом (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016).

Верстви з *Thalmanninella globotruncanoides* (нижній сеноман). Виділені в кар'єрі поблизу с. Приборжавське (проба 3-1-05).

Вид-індекс — *Thalmanninella globotruncanoides* (Sigal) (див. рис. 2, е).

Характерна асоціація — вид-індекс, *Parathalmanninella appeninica* (Renz), *P. gandolfi* (Luterebacher and Premoli Silva), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *P. turbinata* (Reichel).

Місцезнаходження: тисальська світа, зеленувато-сірі піскуваті мергелі, кар'єр поблизу с. Приборжавське.

Кореляція. Відповідають зоні *Thalmanninella globotruncanoides* біохронологічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) за появою виду-індексу і характерною асоціацією.

Зона *Thalmanninella reicheli* (середній сеноман) є зоною біостратиграфічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016), де визначається за присутністю виду-індексу. Виділена у розрізі р. Теробля (проба 302-17), в стратотипі тисальської світи в урочищі Тисало (проба 288).

Вид-індекс — *Thalmaninella reicheli* (Mornod) (див. рис. 2, ж).

Характерна асоціація — вид-індекс, *Parathalmaninella appeninica* (Renz), (Plummer), *Rotalipora cushmani* (Morrow), *Thalmaninella deecke* (France) (див. рис. 3, е), *Thalmaninella greenhornensis* (Morrow).

Місцезнаходження: верхня пачка тисальської світи — світлі зеленувато-сірі мергелі в урочищі Тисало, сірі і рожеві мергелі в розрізі р. Тереля.

Кореляція. Відповідає зоні *Thalmaninella reicheli* біохронологічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) за присутністю виду-індексу і характерною асоціацією.

Зона ***Rotalipora cushmani*** (верхній сеноман) є зоною біостратиграфічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016), де визначається як інтервал між останньою появою *Thalmaninella reicheli* (Mornod) та останньою появою *Rotalipora cushmani* (Morrow). Виділена в світлих зеленувато-сірих мергелях верхів тисальської світи в урочищі Тисало (проби 289, 290), у розрізі р. Тереля (проба 302-26).

Вид-індекс — *Rotalipora cushmani* (Morrow) (див. рис. 2, к).

Характерна асоціація — численний вид-індекс, *Parathalmaninella appeninica* (Renz), *Parathalmaninella gandolfi* (Luterbacher and Premoli Silva), *Praeglobotruncana delrioensis* (Plummer), *Praeglobotruncana turbinata* (Reichel), *Hedbergella tissaloensis* Maslakova (див. рис. 3, κ), *Thalmaninella deecke* (France), *Thalmaninella greenhornensis* (Morrow).

Місцезнаходження: верхня частина верхньої пачки тисальської світи в урочищі Тисало та у розрізі р. Тереля.

Кореляція. Відповідає зоні *Rotalipora cushmani* відкладів Криму, Кавказу, Карпат (Маслакова, 1978) та однійменній зоні біохронологічної шкали (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016) за поширенням виду-індексу між останньою появою виду *Thalmaninella reicheli* (Mornod) та останньою появою *Rotalipora cushmani* (Morrow).

Світлі зеленувато-сірі мергелі зони *Rotalipora cushmani* у стратотипі тисальської світи перекриваються червоними мергелями пухівської світи, де визначено характерні для нижнього турону *Globotruncana hagni* (Scheibnerova).

Зміни таксономічного складу планктонних форамініфер на межі нижньої і верхньої крейди

Межа нижньої і верхньої крейди проводиться на рівні 100,5 млн років (Ogg et al., 2016, 2020) і відповідає границі між альбом і сеноманом. Ця межа обґрунтована різкою зміною в складі амонітів (Ogg et al., 2016, 2020) та поступовим оновленням складу планктонних форамініфер (BouDager-Fadel, 2015). Глобальний стратотип початку сеноману розташований на південному сході Франції, у місцевості Монт Рісо (англ. — Mont Risou). Маркером нижньої границі сеноману тут визначено першу появу планктонних форамініфер виду *Thalmaninella globotruncanoides* (Sigal) (Ogg et al., 2016, 2020).

В біохронологічній шкалі за планктонними форамініферами межі нижньої і верхньої крейди відповідає границя між зонами *Parathalmaninella appeninica* і *Thalmaninella globotruncanoides* (Coccioni, Premoli Silva, 2015; Ogg et al., 2016, 2020). У тисальській світі Українських Карпат зона *Parathalmaninella appeninica* встановлена в стратотиповому розрізі (потік Тисало) і прослідкована в розрізах рік Тереля і Лужанка. Верстви з *Thalmaninella globotruncanoides* виділено за присутністю виду-індексу і характерної асоціації серед інтенсивно дислокованих порід юри і крейди в кар'єрі поблизу с. Приборжавське.

Зміни в складі планктонних форамініфер у пограничних відкладах нижньої і верхньої крейди зумовлені насамперед філогенетичною еволюцією таксонів (Маслакова, 1978; BouDager-Fadel, 2015). В пізньому альбі від роду *Hedbergella* (родина Hedbergellidae) еволюціонують родини Rotaliporidae і Globotruncanellidae (BouDager-Fadel, 2015). Дрібнорослі сплюснені *Hedbergella* дають початок розвитку більш крупних, складніше побудованих форм. Ці зміни складу планктонних форамініфер простежуються в досліджених асоціаціях мікрофауни з тисальської світи. В асоціаціях пізнього альбу широко розвинені дрібнорослі представники родів *Biglobigerinella*, *Globigerinelloides*, *Hedbergella*, *Ticinella*. В середині пізнього альбу (зона *Pseudothalmaninella ticinensis*) вперше з'являються представники родів *Pseudothalmaninella* і *Thalmaninella*. Наприкінці пізнього альбу (зона *Parathalmaninella appeninica*), поряд із дрібнорослими *Hedbergella caspia* (Vassilenko),

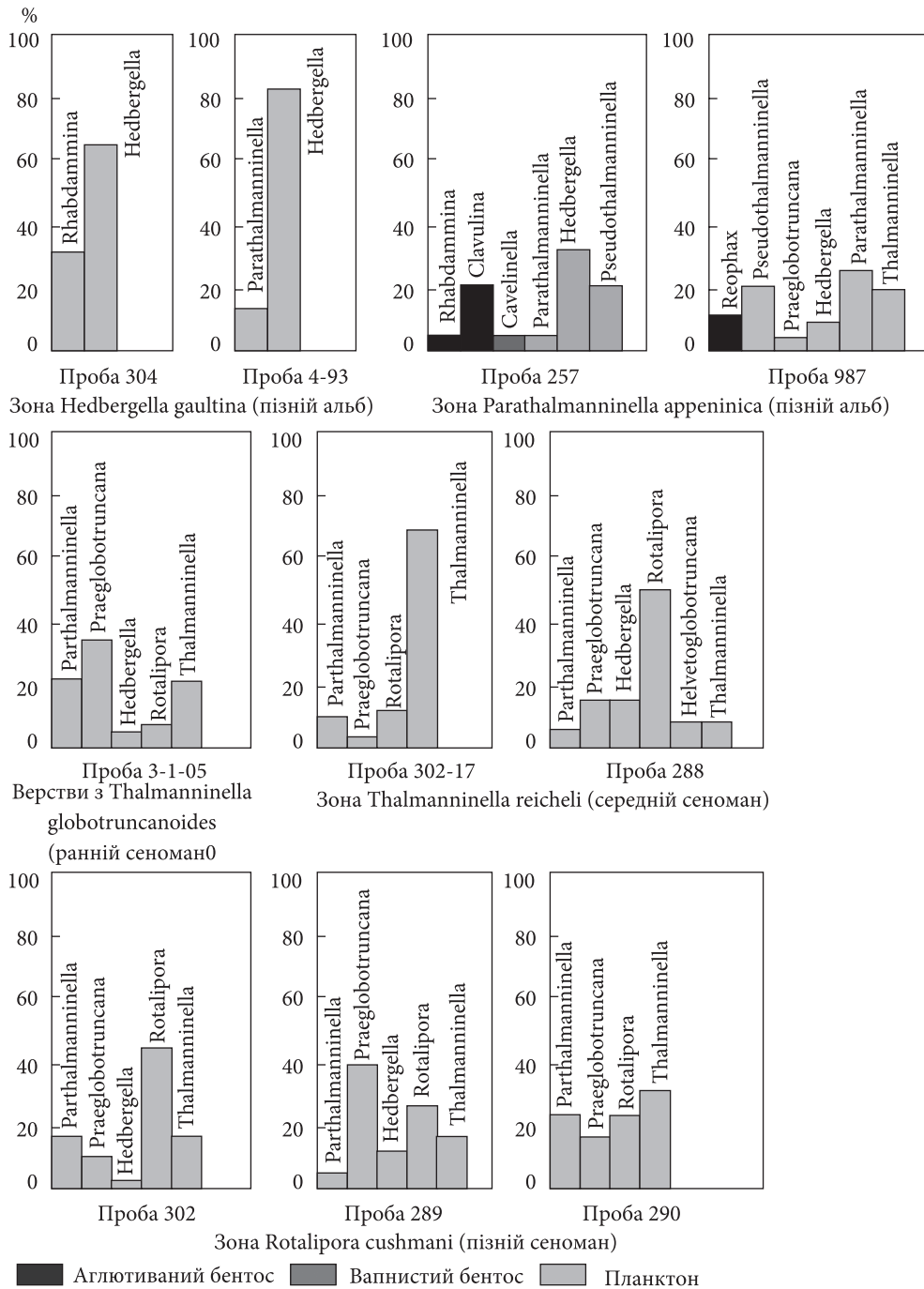


Рис. 3. Відсоткове співвідношення родового складу планктонних і бентосних форамініфер пізнього альбу—сеноману в досліджених пробах тисальської світи

Fig. 3. Percentage and generic composition of Late Albian-Senomanian planktonic and benthic foraminifera in the studied samples (Tysalo Fm)

H. gaultina (Morozova), *H. infracretacea* (Glaessner), *H. trocoidea* (Gandolfi), поширюються крупні складнобудовані форми з родів *Pseudothalmanninella*, *Thalmaninella*, *Parathalmanninella* (родина Rotaliporidae) і роду *Praeglobotruncana* (родина Globotruncanellidae). Дрібнорослі *Hed-*

bergella зникають до початку сеноману. Крупні складнобудовані представники родів *Pseudothalmanninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Parathalmanninella*, *Praeglobotruncana* виразно домінують в асоціаціях сеноману тисальської світи Пенінської зони Українських Карпат.

Співвідношення планктонних і бентосних форамініфер

Для досліджених проб порід побудовано графіки співвідношення родового складу планктонних і бентосних форамініфер (рис. 3), враховано літературні дані.

У чорних мергелях нижньої пачки (зона *Hedbergella gaultina*, верхній альб) вміст планктонних форамініфер становить 70—100 % форамініферових решток (див. рис. 3). Планктонні форамініфери належать до родів *Hedbergella* та *Parathalmanninella*, черепашки частково піритизовані. Аглютиновані бентосні (до 30 %) роду *Rhabdammina* характеризуються простою тубулярною будовою і є повністю піритизованими.

Нижня темноколірна пачка в розрізах потоку Тисало і р. Тербля перекривається сірими і зеленими мергелями середньої пачки (зона *Pseudothalmanninella ticinensis*, верхній альб). Сірі і зелені мергелі середньої пачки містять багату мікрофауну планктонних форамініфер, які належать до родів *Biglobigerinella*, *Globigerinelloides*, *Hedbergella*, *Ticinella*, *Parathalmaninella* (Дабагян, 1964, 1972). Присутні різноманітні за родовим складом бентосні форамініфери: аглютиновані вапнисто-кременистого складу з родів *Glavulinoides*, *Marssonella*; секретійні вапнисті з родів *Gyroidina*, *Parella*, *Anomalina*, *Pleurostomella* (Дабагян, 1964; Дабагян и др., 1966).

Низи верхньої пачки (зона *Parathalmaninella arpenipica*, верхній альб) характеризуються виразним домінуванням планктонних форамініфер (Дабагян, 1964, 1972). В досліджених пробах (див. рис. 3) планктонні форми (роди *Hedbergella*, *Pseudothalmanninella*, *Parathalmaninella*, *Thalmaninella*, *Praeglobotruncana*) складають 70—90 % форамініферових решток. Бентосні форамініфери (10—30%) представлені видами *Reorhax minuta* Tarpan, *Glavulina gaultina* Morozova, *Gavelinella intermedia* Berthelin. Піритизація черепашок відсутня.

Верхню пачку продовжують відклади сеноману (верстви з *Thalmaninella globotruncanoides*, зони *Thalmaninella reicheli* і *Rotalipora cushmani*). Планктонні форамініфери тут сягають 100 % решток мікрофауни і представлені родами *Parathalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Praeglobotruncana*. Черепашки є крупними, характеризуються розвиненим кілем і складною морфологічною будовою. Піритизація черепашок відсутня.

Червоні мергелі пухівської світи, які перекривають тисальську світу, містять збіднілу асоціацію мікрофауни — присутні планктонні і бентосні форамініфери *Globotruncana hagni* (Scheibnerova), *Ammodiscus peruvianus* Berry, *Trochammina gyroidinaeformis* Krashenninnikov, *Pleurostomella* sp., *Eponides karreri* (Grzybowski).

Умови осадо накопичення

В асоціаціях мікрофауни пізнього альбу—сеноману тисальської світи присутні численні і таксономічно різноманітні планктонні форамініфери (Дабагян 1964, 1972). В дослідженому матеріалі (див. рис. 3) планктонні форамініфери складають 70—100 % решток мікрофауни. Широкий розвиток і таксономічна різноманітність планктонних форамініфер вказують на умови теплого клімату і нормальносоленого морського басейну. У стратиграфічному розрізі світи (див. рис. 1) простежено зміни в складі форамініфер, які відповідають змінам умов осадо накопичення.

Чорний колір мергелів нижньої пачки тисальської світи і піритизація форамініферових решток дозволяють зробити припущення про дефіцит кисню в придонних водах на початку пізнього альбу. Формування цих відкладів, вірогідно, пов'язане з субглобальними безкисневими подіями.

Безкисневі події виділено на основі поширення чорних відкладів, що збагачені органічною речовиною (Стратиграфія..., 2013; Ogg et al., 2020). Брак кисню може бути зумовлений погіршенням циркуляції океанічних вод, які розносять кисень. Важливим фактором був також бурхливий розвиток фітопланктону у поверхневих водах, який після відмирання осідав на дно, поглинаючи кисень та утворюючи аноксидні темноколірні шари. Впродовж крейдового періоду було зафіксовано декілька безкисневих подій (Стратиграфія..., 2013; Ogg et al., 2020).

Зміна кольору відкладів з чорного на сірий і зелений на межі нижньої і середньої пачок та відсутність піритизації решток у середній пачці тисальської світи вказують на покращення аерації придонних вод у середині пізнього альбу. Доказом цього покращення є поширення решток вапнистих бентосних форамініфер з родів *Parella*, *Anomalina*, *Pleurostomella*, *Gavelinella*.

Зміна кольорів на світло-сірий, зеленуватий і рожевий у верхній пачці свідчить про подальше покращення кисневих умов у придонних водах наприкінці пізнього альбу та у сеномані. У мергелях верхньої пачки домінують (70—100 % асоціацій) світлоколірні планктонні форамініфери переважно з родів *Parathalmanninella*, *Rotalipora*, *Thalmanninella*, *Praeglobotruncana*, для яких характерні великий розмір, розвинений киль і складна внутрішня будова черепашки, що вказує на глибини середньої батіалі.

Висновки

В представленій роботі уточнено і доповнено розчленування за планктонними форамініферами пограничних відкладів нижньої і верхньої крейди (верхнього альбу—сеноману) тисальської світи (Пенінська зона, Українські Карпати). На підставі форамініферових підрозділів відклади зіставлені з сучасними МСШ. У сеномані вперше для тисальської світи виділено верстви з *Thalmanninella globotruncanoides* (нижній сеноман), зону *Thalmanninella reicheli* (середній сеноман), зону *Rotalipora cushmani* (верхній сеноман). Границя між альбом і сеноманом відповідає границі між зоною *Parathalmanninella appenninica* і верствами з *Thalmanninella globotruncanoides*, які не виявлено в єдиному розрізі через інтенсивну деформованість відкладів Пенінської зони.

Зміни родового складу планктонних форамініфер у пограничних відкладах нижньої і верхньої крейди тисальської світи є поступовими від домінування дрібнорослих *Biglobi-*

gerinella, *Globigerinelloides*, *Hedbergella*, *Ticinella* у верхньому альбі до розквіту крупних складнобудованих *Pseudothalmanninella*, *Rotalipora*, *Thalmanninella*, *Parathalmanninella*, *Praeglobotruncana* у сеномані.

Чорний колір мергелів нижньої пачки тисальської світи (зона *Hedbergella gaultina*) і піритизація форамініферових решток свідчать про дефіцит кисню в придонних водах на початку пізнього альбу. Зміна кольору відкладів з чорного на сірий і зелений, відсутність піритизації решток та поширення вапнистих бентосних форамініфер (*Gyroidina*, *Parella*, *Anomalina*, *Pleurostomella*) у середній пачці тисальської світи (зона *Pseudothalmanninella ticinensis*) вказують на покращення кисневих умов придонних вод у середині пізнього альбу. Світло-сіре, зеленувате і рожеве забарвлення мергелів верхньої пачки (зона *Parathalmanninella appenninica*, верстви з *Thalmanninella globotruncanoides* (нижній сеноман), зони *Thalmanninella reicheli*, *Rotalipora cushmani*) свідчить про добру аерацію дна басейну наприкінці пізнього альбу і протягом сеноману. У мергелях верхньої пачки домінують (70—100 % асоціацій) планктонні форамініфери переважно з родів *Parathalmanninella*, *Rotalipora*, *Thalmanninella*, *Praeglobotruncana*, для яких характерні великий розмір, розвинений киль і складна внутрішня будова черепашки, що вказує на глибини середньої батіалі.

Автор висловлює щире подяку анонімним рецензентам за цінні і конструктивні зауваження та рекомендації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Вялов О.С., Андреева-Григорович А.С., Гавура С.П., Дабагян Н.В., Даныш В.В., Кульчицкий Я.О., Лещух Р.И., Лозиняк П.Ю., Петрашкевич М.И., Пономарева Л.Д., Романив А.М., Царненко П.Н. Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме меловых отложений Украинских Карпат. Львов, 1989. 51 с.
- Вялов О.С., Гавура С.П., Даныш В.В., Лемшико О.Д., Лещух Р.И., Пономарева Л.Д., Романив А.М., Смирнов С.Е., Смолинская Н.И., Царненко П.Н. Стратотипы меловых и палеогеновых отложений Украинских Карпат. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
- Горбачик Т.Н., Долицкая И.В., Копяевич Л.Ф. Микропалеонтология: учеб. пособие. Москва: Изд-во МГУ, 1996.
- Дабагян Н.В. Некоторые сеноманские планктонные фораминиферы из Утесовой зоны Восточных Карпат. *Геология и нефтегазоносность Советских Карпат*. Львов: Гостоптехиздат, 1963. С. 102—121.
- Дабагян Н.В. Фораминиферы верхнего мела Утесовой и Мармарошской зон Восточных Карпат: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Львов, 1964. 24 с.
- Дабагян Н.В. Планктонные фораминиферы мела Утесовой и Мармарошской зон Украинских Карпат. *Материалы по палеонтологии и стратиграфии нефтегазоносных районов западных областей УССР*. Москва: Недра, 1972. С. 131—205.
- Дабагян Н.В., Круглов С.С., Смирнов С.Е. Схема стратиграфии меловых и палеогеновых отложений Закарпатских утесов. *Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд-ние геол.* 1966. Вып. 2. С. 84—93

- Круглов С.С. Геологическое строение Карпат: Стратиграфия. Меловая система. *Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат*. Москва: Недра, 1971. С. 119—125, 140—141.
- Маслакова Н.И. Глоботрунканиды и особенности распространения их в верхнемеловых отложениях Восточных Карпат. *Материалы УІ съезда КБГА: докл. сов. геологов*. Киев, 1965. С. 210—224.
- Маслакова Н.И. Глоботрунканиды и их стратиграфическое значение для верхнемеловых отложений Крыма, Кавказа и Советских Карпат: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Москва, 1967. 40 с.
- Маслакова Н.И. Глоботрунканиды Юга Европейской части СССР. Москва: Наука, 1978. С. 38—43.
- Мурашов М.В., Маслакова Н.И. Стратиграфия меловых отложений Восточных Карпат. *Докл. АН СССР*. 1951. Т. 81, № 2. С. 261—264.
- Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України: у 2-х т. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України: Гожик П.Ф. (гол. ред.). Київ: Логос, 2013. Т. 1. 637 с.
- Aubrecht, R., Schlögl, J., Krobicki, M., Wierzbowski, A. Czorsztyn Ridge was not uniform: new data from the Ukrainian part of the Pieniny Klippen Belt (Eastern Carpathians). *Acta Geologica Slovaca*. 2017. Iss. 9. P. 115-137.
- Birkenmajer K. Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Studia Geologica Polonica*. 1977. Iss. 45 (1). P. 158.
- BouDagher-Fadel M.K. Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera. London: UCL Press University Collage. 2015. 298 p. <http://dx.doi.org/10.14324/111.9781910634257>
- Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian — Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto-stratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletters of stratigraphy*. 2015. Vol. 48 (1). P. 47-90. <https://doi.org/10.1127/nos/2015/0055>
- Golonka J., Krobicki M., Waśkowska A. The Pieniny Klippen Belt in Poland. *Geology, Geophysics and Environment*. 2018. Iss. 44 (1). P. 111-125. <http://dx.doi.org/10.7494/geol.2018.44.1.111>
- Grabowski J., Bakhmutov V., Kdýr S., Krobicki M., Pruner P., Reháková D., Schnabl P., Stoykova K., Wierzbowski H. Integrated stratigraphy and palaeoenvironmental interpretation of the Upper Kimmeridgian to Lower Berriasian pelagic sequences of the Velykyi Kamianets section (Pieniny Klippen Belt, Ukraine). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2019. Iss. 532. P. 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.05.038>
- Murray J.W. A method of determining proximity of marginal seas to an ocean. *Marine Geology*. 1976. Iss. 22. P. 256-284.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. (Eds.). A Concise Geologic Time Scale. Elsevier, 2016.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. (Eds.). A Concise Geologic Time Scale. Elsevier, 2020. <https://doi.org/10.1016/C2020-1-02369-3>
- Reháková D., Matyja B.A., Wierzbowski A., Schlögl J., Krobicki M., Barski M. Stratigraphy and microfacies of the Jurassic and lowermost Cretaceous of the Veliky Kamenets section (Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Western Ukraine). *Volumina Jurassica*. 2011. Iss. 9. P. 61-104.
- Soták J., Hudáčková N., Michalík J., Fekete K., Józsa Š., Plašienka D., Ruman A., Rybár S. Microfauna and biostratigraphy of the Mesozoic and Cenozoic formations of the Western Carpathians: Guidebook of the IWF-10 field trip to Middle Váh Valley nad Malé Karpaty Mts. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences. 2017. 173 p.
- Wierzbowski A., Krobicki M., Matyja B.A. The stratigraphy and palaeogeographic position of the Jurassic successions of the Priborzhavske-Perechin Zone in the Pieniny Klippen Belt of the Transcarpathian Ukraine. *Volumina Jurassica*. 2012. Iss. 1. P. 25-60.

Надійшла до редакції 16.03.2022
 Надійшла у ревізованій формі 22.05.2022
 Прийнята 23.05.2022

REFERENCES

- Vialov O.S., Andrieieva-Hrihorovich A.S., Havura S.P., Dabahian N.V., Danysh V.V., Kulchitski Ya.O., Leshchukh R.Y., Lozyniak P.Yu., Petrashkevich M.I., Ponomarova L.D., Romaniv A.M., Tsarnenko P.N. 1989. Explanatory note to the regional stratigraphic scheme of Cretaceous deposits of the Ukrainian Carpathians. Lvov (in Russian).
- Vialov O.S., Havura S.P., Danysh V.V., Lemishko O.D., Leshchukh R.Y., Ponomarova L.D., Romaniv A.M., Smirnov S.Ye., Smolinskaia N.I., Tsarnenko P.N. 1988. Stratotypes of Cretaceous and Paleogene deposits of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Horbachik T.N., Dolitskaia I.V., Kopaievich L.F. 1996. Micropalaeontology. Textbook. Moscow: Izdatelstvo MHU (in Russian).
- Dabahian N.V. 1963. Some Cenomanian planktonic foraminifera from the Pieniny Klippen Belt of the Eastern Carpathians. *Geology and oil and gas potential of the Soviet Carpathians*. Lvov: Hostoptechizdat, p. 102-121 (in Russian).
- Dabahian N.V. 1972. Cretaceous planktonic foraminifera of the Pieniny Klippen Belt and Marmarosh Zone of the Ukrainian Carpathians. *Materials on paleontology and stratigraphy of oil and gas bearing regions of the western regions of the Ukrainian SSR*. Moscow: Nedra, p. 131-205 (in Russian).
- Dabahian N.V. 1964. Upper Cretaceous planktonic foraminifera of the Pieniny Klippen Belt and Marmarosh Zone of the Eastern Carpathians. Extended abstract of candidate's thesis. Lvov (in Russian).

- Dabagyan N.V., Kruglov S.S., Smirnov S.E. 1966. Scheme of stratigraphy of the Cretaceous and Paleogene deposits of the Transcarpathian cliffs. *Byulleten Moskovskogo obschestva ispytateley prirody. Otdeleniye geologii*, 2: 84-93 (in Russian).
- Kruhlov S.S. 1971. Geological structure of the Carpathians: Stratigraphy. Cretaceous System. *Geological structure and combustible minerals of the Ukrainian Carpathians*. Moscow: Nedra, p. 119-125, 140-141 (in Russian).
- Maslakova N.I. 1965. Globotruncanids and features of their distribution in the Upper Cretaceous deposits of the Eastern Carpathians. *Materials of the 6th Congress of the KBGA: Dokl. Soviet. geol.* Kyiv, p. 210-224 (in Russian).
- Maslakova N.I. 1967. Globotruncanids and their stratigraphic significance for the Upper Cretaceous deposits of the Crimea, the Caucasus and the Soviet Carpathians. Extended abstract of Doctor's thesis. Moscow (in Russian).
- Maslakova N.I. 1978. Globotruncanids from the South of the European part of the SSSR. Moscow: Nauka, p. 38-43 (in Russian).
- Muratov M.V., Maslakova N.I. 1951. Stratigraphy of the Cretaceous deposits of the Eastern Carpathians. *Doklady AN SSSR*, 81, 2: 261-264 (in Russian).
- Hozhyk P.F. (Ed.). 2013. Stratigraphy of the Upper Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine: in 2 vols. Vol. 1: Stratigraphy of the Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine. Kyiv: Lohos (in Ukrainian).
- Aubrecht R., Schlögl J., Krobicki M., Wierzbowski A. 2017. Czorsztyń Ridge was not uniform: new data from the Ukrainian part of the Pieniny Klippen Belt (Eastern Carpathians). *Acta Geologica Slovaca*, 9: 115-137.
- Birkenmajer K. 1977. Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Poland. *Studia Geologica Polonica*, 45: 1-158.
- BouDagher-Fadel M.K. 2015. Biostratigraphic and geological significance of planktonic foraminifera. London: UCL Press University Collage. <http://dx.doi.org/10.14324/111.9781910634257>
- Coccioni R., Premoli Silva I. 2015. Revised Upper Albian — Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magneto-stratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy). *Newsletters of stratigraphy*, 48 (1): 47-90. <https://doi.org/10.1127/nos/2015/0055>
- Golonka J., Krobicki M., Waškowska A. 2018. The Pieniny Klippen Belt in Poland. *Geology, Geophysics and Environment*, 44 (1): 111-125. <http://dx.doi.org/10.7494/geol.2018.44.1.111>
- Grabowski J., Bakhmutov V., Kdýr S., Krobicki M., Pruner P., Reháková D., Schnabl P., Stoykova K., Wierzbowski H. 2019. Integrated stratigraphy and palaeoenvironmental interpretation of the Upper Kimmeridgian to Lower Berriasian pelagic sequences of the Velykyi Kamianets section (Pieniny Klippen Belt, Ukraine). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 532: 1-29. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.05.038>
- Murray J.W. 1976. A method of determining proximity of marginal seas to an ocean. *Marine Geology*, 22: 256-284.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. (Eds.). 2016. A Concise Geologic Time Scale. Elsevier.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. (Eds.). 2020. A Concise Geologic Time Scale. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2020-1-02369-3>
- Reháková D., Matyja B.A., Wierzbowski A., Schlögl J., Krobicki M., Barski M. 2011. Stratigraphy and microfacies of the Jurassic and lowermost Cretaceous of the Veliky Kamenets section (Pieniny Klippen Belt, Carpathians, Western Ukraine). *Volumina Jurassica*, 9: 61-104.
- Soták J., Hudáčková N., Michalík J., Fekete K., Józsa Š., Plašienka D., Ruman A., Rybár S. 2017. Microfauna and biostratigraphy of the Mesozoic and Cenozoic formations of the Western Carpathians: Guidebook of the IWAF-10 field trip to Middle Váh Valley nad Malé Karpaty MtsVeda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences.
- Wierzbowski A., Krobicki M., Matyja B.A. 2012. The stratigraphy and palaeogeographic position of the Jurassic successions of the Priborzhavske-Perechin Zone in the Pieniny Klippen Belt of the Transcarpathian Ukraine. *Volumina Jurassica*, 10: 25-60.

Received 16.03.2022

Received in revised form 22.05.2022

Accepted 23.05.2022

K.O. Navarivska

Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

E-mail: navarivska@gmail.com

BIOSTRATIGRAPHY AND SEDIMENTARY ENVIRONMENTS
OF THE LOWER/UPPER CRETACEOUS BOUNDARY DEPOSITS
BY SMALL FORAMINIFERA (PIENINY KLIPPEN BELT, UKRAINIAN CARPATHIANS)

The Pieniny Klippen Belt extends 600 km from the Slovakian Carpathians to the Romanian Carpathians. The Pieniny Klippen Belt narrows in the Ukrainian Carpathians. It is called the Pieniny Zone here. The Cretaceous succession of the Pieniny Klippen Belt in the Ukrainian Carpathians consists of the upper part of the Svalyava Formation (Titonian-Neocomian), Tyssalo Formation (Aptian-Senomanian), Puchov Formation (Turonian-Maastrichtian) and Yarmuta Formation (Maastrichtian). This succession is overlapped by the Eocene Vylhivchuk Formation with angular unconformity.

The Lower/Upper Cretaceous boundary sediments of the Pieniny Klippen Belt in the Ukrainian Carpathians is located in the Tyssalo Formation.

The paper presents the results of the analysis of foraminifera from the marls of the Tyssalo Formation developed in the Tyssalo tract, in the sections of the Tereblya and Luzhanka rivers, in the quarries of Perechyn and Pryborzhavske villages (Transcarpathians region). 27 species of foraminifera were identified in this study in the age range of Late Albian — earliest Turonian including 15 planktonic species and 4 benthic species. The biostratigraphic succession of foraminiferal subdivisions ranging from late Albian to Senomanian is identified.

Upper Albian-Senomanian sediments of the Tyssalo Formation are divided into three lithological members. The lower member consists of black limestones and marls with dark grey limestones which correspond to early Late Albian. The middle member is represented by gray and gray-green marls with gray siltstones and sandstones which correspond to middle Late Albian. The upper member consists of light green-gray marls with pink marls which correspond to late Late Albian-Senomanian.

The *Hedbergella gaultina* Zone (late Late Albian), *Pseudothalmaninella ticinensis* Zone (middle Late Albian) and *Parathalmaninella appeninica* Zone (late Late Albian) were identified in the Tyssalo Formation both by previous researchers and in the material presented. The layers with *Thalmaninella globotruncanoides* (early Senomanian), *Thalmaninella reicheli* Zone (middle Senomanian) and *Rotalipora cushmani* Zone (later Senomanian) are established in the Tyssalo Formation for the first time. The Lower/Upper Cretaceous boundary corresponds to the boundary between the *Parathalmaninella appeninica* Zone and the layers with *Thalmaninella globotruncanoides*, which are not found in the same section due to the intense deformation of the deposits in the Pieniny Klippen Belt.

Changes in the generic composition of planktonic foraminifera in the boundary deposits of the Lower and Upper Cretaceous of the Tyssalo Formation are gradual, from the dominance of small *Biglobigerinella*, *Globigerinelloides*, *Hedbergella*, *Ticinella* in the Upper Albian to the bloom of large complex-built *Pseudothalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Parathalmaninella*, *Praeglobotruncana* *Pseudothalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Parathalmaninella*, *Praeglobotruncana* in the Senomanian.

The black marls of the lower member contain pyritized foraminifers, so it can be assumed that they were formed in oxygen-deficient bottom-water conditions (early Late Albian). In the middle member change in the color of sediments from black to gray and green and the presence of calcareous benthic foraminifera belonging to genera *Parella*, *Anomalina*, *Pleurostomella*, *Gavelinella* indicate an improvement in oxygen conditions in bottom waters (middle Late Albian). The marl of the upper member is dominated by (70-100% of associations) planktonic foraminifera mainly from the genera *Parathalmaninella*, *Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Praeglobotruncana*, which indicates the depth of the middle batial (late Late Albian-Senomanian).

Keywords: foraminifera; Cretaceous; Pieniny Klippen Belt; Ukrainian Carpathians.