

УДК 551.76,77:551.86,87(477.8)

DOI <https://doi.org/10.30970/pal.57.6>

ПРОЦЕСИ СЕДИМЕНТАЦІЇ НИЖНЬОЕОЦЕНОВИХ УТВОРЕНЬ СКИБОВОГО ТА БОРИСЛАВСЬКО-ПОКУТСЬКОГО ПОКРИВІВ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Антон Генералов

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. М. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005
Anton.Heneralov@lnu.edu.ua
orcid.org/0000-0002-4221-0415

Мета дослідження орієнтована на вивчення головних рис седиментаційних процесів у нижньоеоценових відкладах Скибового та Бориславсько-Покутського покривах Зовнішніх Карпат. Використані літостратиграфічні, седиментологічні, геокартувальні, речовинні методи вивчення та результати палеонтологічних і геодинамічних досліджень сучасних авторів. Седиментологічний аналіз утворень нижньоеоценової манявської світи (верхній танет – нижній іпр) Скибового та Бориславсько-Покутського покривів за даними попередніх дослідників та автора сприяв виокремленню літодинамічних (седиментологічних) типів у будові її розрізів та уточнення палеогеоморфологічних і палеогеодинамічних умов седиментації.

Фліш стратону представлений головно літодинамічними типами подієвих дрібно- і середньозернистих турбідитів та фонових (гемі)пелагітів, які ритмічно-циклічно перешаровуються. Епізодично трапляються подієві відклади контуритів. За характером літодинамічних типів розрізів ми паралелізуємо їх з нижніми фенами підводних конусів виносу, які періодично захоплювали сусідню абісальну рівнину.

Мінералого-петрографічні характеристики пісковиків з турбідитів та контуритів манявської світи дали змогу виділити декілька петротипів. Пісковики з упорядкованими структурами належать турбідитам з елементами цикліту Боума T_{bcd} та скіношаруватим контуритам. Пісковики з неупорядкованими структурами мають елементи цикліту Боума T_a . Усі турбідити належать граувакам. Виявлені петротипи свідчать про різні гідродинамічні особливості подієвої потокової седиментації.

Мінеральний склад фонових аргілітів на класифікаційній діаграмі для систематизації глинистих порід манявської світи демонструє стійку асоціацію, що свідчить про суттєво монтморилонітові (сметитові) аргіліти і породи з трикомпонентної суміші хлорит + монтморилоніт + гідрослюда. Отримані результати добре паралелізуються із сучасними матеріалами щодо вивчення мінеральних асоціацій пелагічних фацій та підкреслюють наявність магматогенної складової. На вплив ендегенної складової в утвореннях стратону вказують інші ознаки. Дискримінантні палеогеодинамічні діаграми $CaO-Na_2O-K_2O$ та SiO_2-K_2O/Na_2O за результатами петрохімічних аналізів аргілітів манявської світи виокремлюють дві групи фігуративних точок складу порід. Вони належать відмінним за генезисом джерелам породоутворюючих мінералів аргілітів (гемі) пелагітів: ендегенному (зокрема, гідротермальному) та екзогенному. Літодинамічний тип контуритів локалізується в підніжжі континентального

схилу, слугує індикатором тектонічної роздільності літосфери Зовнішньокарпатського басейну на (суб)континентальну й океанічну кори та маркується зонами розривів глибокого закладання, які є транспортерами ендегенної речовини.

Наведені ознаки дають змогу підкреслити гібридний вулканогенно-осадовий характер фоновієї седиментації у ранньоеоценовий період існування Зовнішньокарпатського басейну.

Палеоокеанографічні процеси седиментації відкладів манявської світи, реконструйовані сучасними дослідниками за форамініферовими асоціаціями й екологічними чинниками, та отримані нами дані вказують на умови формування відкладів у морському басейні нормальної солоності на глибинах нижньої батіалі – абісали поблизу або нижче рівня карбонатної компенсації. Сюди глибоководні турбідитні течії у вигляді конусів виносу (фенів) транспортували теригенний матеріал. Епізодичні дії турбідитних потоків частково розмивали (гемі)пелагіти та контурити.

Виявлені особливості породних розрізів манявської світи формувалися на північно-східній окраїні Зовнішньокарпатської залишкової акваторії океану Тетіс в умовах ранньоеоценового тектонічного затишшя за субдукції основи Карпатського флішевого басейну під Тисію – Дакію.

Ключові слова: Зовнішні Українські Карпати, Скибовий покрив, Бориславсько-Покутський покрив, седиментація, літодинамічні типи, геміпелагіти, турбідити.

Вступ. Дослідження геологічної будови та речовинного складу крейдово-міоценових флішових утворень Зовнішніх Флішових Карпат розвиваються за використання різних підходів і методів дослідження. Останнім часом з'явилися нові фактичні матеріали завдяки геокартувальним і тематичним роботам щодо будови Українських Карпат, тому актуальним є їх узагальнення в руслі сучасної теоретичної геології. Це дає змогу отримати нові тектоно-седиментологічні характеристики літостратиграфічних одиниць розрізів покривів, детальніше розглянути умови формування окремих стратонів та відновити події, які сприяли їхньому утворенню.

Аналіз попередніх досліджень. Геологічне вивчення північного схилу Українських Карпат розпочато в кінці XIX ст. Умови та процеси формування флішу Українських Карпат з використанням турбідитної концепції розглядалися починаючи з 60-х років минулого століття в роботах дослідників карпатського регіону, серед яких потрібно згадати Л. В. Лінецьку, М. А. Беєра, Я. О. Кульчицького, А. С. Пилипчака і М. А. Вуля, Ю. М. Сеньковського та ін., О. М. Гнилка та ін., Л. В. Генералову та ін. Конкретизацією віку та палеобатиметрії осадконагромадження стратонів північного схилу Карпат займалися О. Мятлюк, М. Іванік та Н. Маслун, А. Андреева-Григорович, Г. Романів, С. Гнилко.

Вивчення флішових утворень зовнішніх структурних одиниць Українських Карпат дало змогу використати сучасні теоретичні уявлення й методичні прийоми та зіставити їх з осадами приконтинентальних областей. Відповідно до існуючих уявлень флішові утворення нагромаджуються внаслідок седиментаційних процесів, зумовлених дією сил гравітації і породжених гравітаційних потоків. Процеси седиментації флішових утворень консервуються певними різновидами осадів, які відомі як літодинамічні (генетичні, фаціальні) типи. Вони розрізняються головню структурно-текстурними ознаками. Виокремлюють дві групи літодинамічних типів відкладів. Одна група – осади субвертикальних потоків типу «частинка за частинкою», представлені пелагітами і геміпелагітами, – належить фоновим відкладам. Друга група – осади епізодичних гравітаційних потоків (гравітити: турбідити, грейнїти та дебрити) – перевідкладені і подієві утворення. Фонові та епізодичні утворення ритмічно-циклічно перешаровуються й акумулюються в позашельфових обстановках [10–15, 20, 22, 26]. Турбідити – найпоширеніший літодиномічний тип у фліші, є результатом дії суспензійних потоків. Виділяють три різновиди турбідитів: грубо-, середньо- і дрібнозерністі. У стратиграфічних розрізах Скибового та Бориславсько-Покутського покривів нижньоеоценові утворення представлені тонко- та середньоритмічним флішем, на дослідженні якого зосереджена увага.

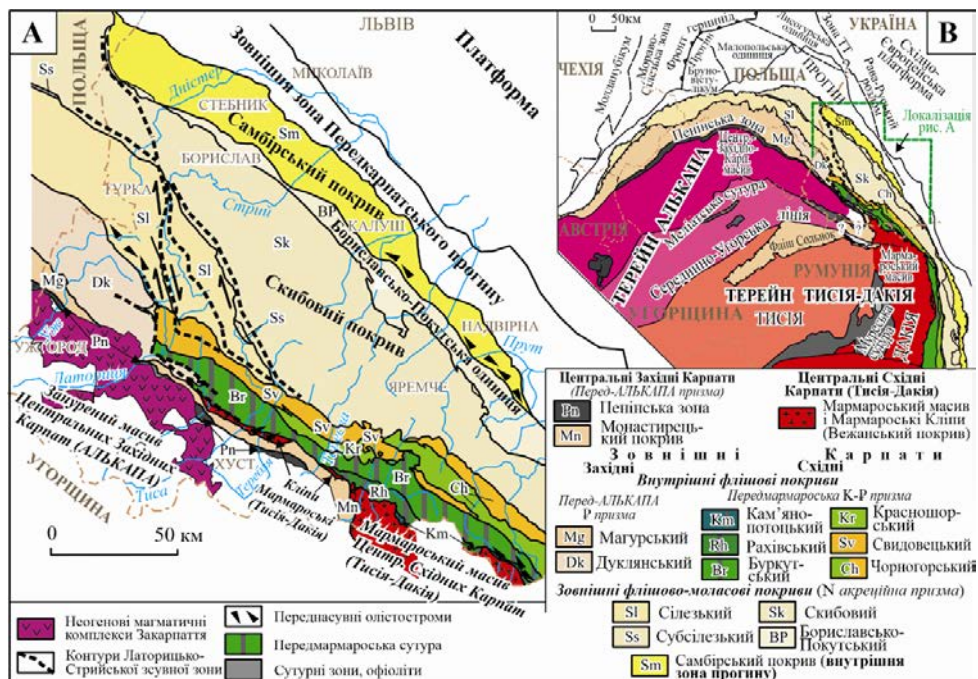


Рис. 1. Тектонічна схема Українських Карпат [10, 11]

Метою роботи є реконструкція седиментаційних процесів нижньоеоценових відкладів у Зовнішньокарпатському палеобасейні за результатами літостратиграфічних, седиментологічних, речовинних досліджень і використання палеонтологічних досліджень сучасних авторів.

Матеріали та методи досліджень. Підґрунтя дослідження становили оригінальні дані, літературні джерела (зокрема, мікропалеонтологічні роботи) і картографічні матеріали.

Літостратиграфічне та седиментологічне вивчення речовинних і структурно-текстурних особливостей розрізів нижньоеоценових відкладів здійснено в природних відслоненнях відповідно до методик, викладених у працях [9, 12, 22, 23, 27] та результатів, отриманих попередніми дослідниками [13–15]. На основі цього безпосередньо у відслоненні діагностовано літодинамічні (генетичні) типи відкладів, виконано пошаровий опис відкладів еоценових порід та відібрано зразки порід. Речовинний склад псамітів нижнього еоцену уточнювався методами оптичного вивчення порід, рентгеноструктурним, хімічним аналізами. Мінеральний склад пелагічних порід деталізовано за використання класифікаційної діаграми для систематизації аргілітів $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 - (\text{FeO}^* + \text{MnO} + \text{MgO})/\text{SiO}_2$ НКМ–ФМ [6, 18]. Вихідними даними щодо використання діаграми слугували петрохімічні аналізи фракції менше за 0,001 м з аргілітів манявської світи [6, 18 та література там]. За рентгеноструктурним аналізом мінеральний склад аргілітів манявської світи представлений: 36,0–74,1 % гідролудити, 2,3–34,0 % монтморілоніту, 4,4–29,05 % хлориту [2–5].

Для типізації палеогеодинамічних ранньоеоценових обстановок осадоагромадження Зовнішньокарпатського басейну використано дискримінантні палеогеодинамічні діаграми $\text{CaO} - \text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ та $\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ [18, 21, 28].

Для еволюції розуміння палеогеодинамічного становлення території вивчення використано тектонічну схему і модель геологічної розвитку Українських Карпат з позицій тектоніки плит, складену О. М. Гнилком [9–11], та матеріали плейт-тектонічних побудов сусідньої території складчасто-покровної системи Альпи – Карпати – Дінариди [24, 25, 29].

Об'єкт дослідження і його головні риси будови. Район досліджень розташований у межах річки Дністер та Свіча у Скибовому та Бориславсько-Покутському покритвах. Вивчалися стратиграфічні розрізи нижньоеоценових (верхній танет – нижній іпр) утворень манявської світи. Вона залягає на масивних і товстошаруватих світло-сірих, жовтуватих пісковицях середньо-верхньопалеоценової ямненської світи і перекрита псамітами нижньо-середньоеоценовою (верхній іпр – лютет) вигодської світи.

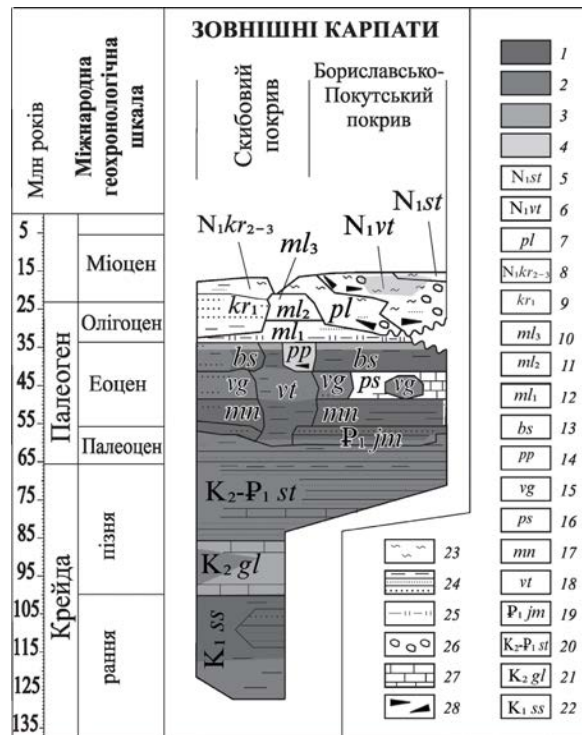


Рис. 2. Зведена стратиграфічна колонка та поширення асоціацій форамініфер у відкладах передової частини насувної споруди Українських Карпат [13]:

- 1–4 – форамініферові асоціації: 1 – майже повністю складені кременистим бентосом, 2 – кременистий бентос домінує; 3 – переважає планктон; 4 – домінують вапнисті, переважно бентосні форми; 5–22 – світи, підсвіти: 5 – стебницька, 6 – воротищенська, 7 – поляницька, 8 – середньо- і верхньокросненська, 9 – нижньокросненська, 10 – верхньоменілітова, 11 – серед- ньоменілітова (лоп'янецька), 12 – нижньоменілітова, 13 – бистрицька, 14 – попельська, 15 – вигодська, 16 – пасічнянська, 17 – манявська, 18 – витвицька, 19 – ямненська, 20 – стрийська, 21 – головнинська, 22 – спаська; 23 – слабколітфіковані глини; 24 – перешарування пісковиц, алевролітів, аргілітів; 25 – шаруваті кремені; 26 – конгломерати; 27 – вапняки; 28 – відклади мулисто-уламкових потоків, олістостроми

Виклад основного матеріалу. За седиментологічними дослідженнями встановлено, що в будові нижньоеоценових утворень манявської світи беруть участь фонові та подієві відклади [10, 12–15, 18].

Манявська світа (350 м, ранній еоцен, верхній танет – нижній іпр), за матеріалами дослідників [10, 12–15] і нашими спостереженнями, починається строкатоколірним (над'ямнєнським) горизонтом, представленим чергуванням (зеленкувато-сірих та вишнево-і бурячково-червоних аргілітів (10–30 м). Вище спостерігаються утворення сіро-зеленого та темно-сірого (до смарагдового) тонко- та середньоритмічного флішу (рис. 3А). У ньому, за даними нашими і попередників [10, 12–15, 17], наявні елементи циклітів Боума T_{ab} , T_{bc} , T_{bcde} . Потужність циклітів змінюється від перших см до 0,7–0,8 м; у середньому вона становить 0,2–0,5 м. Порооди часто демонструють сильне окременіння. У підосві відносно потужних циклітів наявні строкатоколірні аргіліти (потужністю від перших метрів до 10–12 м) або вишнево-червоні, або зеленкувато-сірі аргіліти (рис. 3В). У верхній частині світи зустрічаються шари сірих та темно-сірих халцедонолітів (силіцитів) потужністю до 0,01–0,3 м. Вони разом із кременистими аргілітами, дрібнозернистими кварцитоподібними пісковиками й окременілими вапняками формують пачки тонкоритмічного флішу потужністю перші десятки метрів (див. рис. 3В).

Для світи характерна велика кількість ієрогліфів, що дало змогу геологам-зйомщикам називати її «ієрогліфовою». Серед них спостерігається велике різноманіття їхнофосилій (рис. 3С).

За літодинамічними (седиментологічними) ознаками відклади манявської світи реконструюються як утворення дрібнозернистих і середньозернистих турбідитів. Турбідити чергуються з прошарками та горизонтами геміпелагітів (зеленкувато-сірі, темно-сірі некарбонатні аргіліти) і пелагітів (вишнево-червоні, бурячково-червоні некарбонатні аргіліти, халцедоноліти). Це фонові утворення, що мають гомогенну масивну текстуру або тонку горизонтальну ламінацію, яка свідчить про повільну акумуляцію із субвертикальних потоків типу «частинка за частинкою».

По р. Орява (ліва притока р. Опір) вище корінних виходів ямнєнської світи спостерігаються гривки нижньоеоценових шарів дрібнозернистих пісковиків та алевролітів (потужністю 0,2–1,2 м), які чергуються із зеленкувато-сірими аргілітами (потужністю 0,03–0,3 м). На препарованих поверхнях пісковиків чітко виступають скісношаруваті серії текстур потокового типу. Скісношаруватим текстурам підпорядкована відсортованість та фракційність каркасу псамітів за розміром уламків: крупніші уламки тяжіють до увігнутих елементів скісних елементів серій. Заміряні напрями течії відповідають значенням 170–210°. Скісношаруваті серії текстур потужністю 0,2–0,3 м часто пронизують увесь переріз шару пісковиків (рис. 3Е). Зрідка трапляються тонколаміновані пологонахилені до горизонтальних текстури потужністю 0,3–0,6 м, які перекриті середньозернисті турбідитами з T_{bcd} . У відслоненні добре виражений ерозійний контакт між контуритами і турбідитами, що залягають вище. Чіткі та різкі контакти є однією з діагностичних рис цього літодинамічного типу. Зазначені структурно-текстурні риси розглядаються нами і попередниками [13, 15] як свідчення, що відкладення осадів здійснювалося контурними течіями, а їх літодинамічними типами є контуритами. Потужність контуритів від перших десятків сантиметрів до 1,0–1,5 м.

У розрізах манявської світи іноді трапляються рудні пласти (до 0,3 м; рис. 3Д) залізо-манганової мінералізації [7]. Один із них, який локалізувався в над'ямнєнському горизонті, досліджений по потоку Гребенець. Він містить рудні утворення, у яких у межах пласта поєднанні конкреційні, натічні, брекчієподібні, землисті та сажисті агрегати [7].

У басейні р. Дністер стратон манявської світи входить до об'єднаних шарів палеоцен-еоценового віку, які характеризуються тонкоритмічним перешаруванням строкатоколірних аргілітів із поодинокими шарами зеленкувато-сірих пісковиків. За літодинамічними ознаками тут спостерігається перешарування геміпелагітів і пелагітів з дрібнозернистими турбідитами (рис. 3F). Зрідка трапляються середньозернисті турбідити.

Для світи властиве розповсюдження аглютинованих бентосних форамініфер кременистого складу (англ. deep-water agglutinated foraminifera – DWAF). Вони представлені форамініферами, які належать до родів *Dendrophrya*, *Hyperammina*, *Glomospira*, *Ammodiscus*, *Recurvoides* та *Karreriella* [13–15, 17] та свідчать про глибини батіалі – абісали близькі та нижче рівня кальцитової компенсації (англ. Calcite Compensation Depth – CCD) [13–15, 17]. За мікропалеонтологічними дослідженнями [17], проведеними в басейні р. Опір, отримано результати зі строкатоколірних аргілітів долішньої і горішньої частин розрізів манявської світи скиб Парашка і Зелем'янка, які свідчать, що в них містяться тільки аглютиновані форамініфери, яким притаманне суттєве домінування представників роду *Glomospira*. У долішніх горизонтах відзначається видове розмаїття роду *Glomospira*. У горішніх горизонтах до 80 % асоціації форамініфер представлено *Glomospira charoides* (Jones et Park.) Увагу дослідників привернули малі розміри (0,2–0,5 мм) форамініфер із строкатоколірних горизонтів та дрібнозерниста структура стінки їх мушль. Відповідно до результатів, опублікованих у праці [17 та література там], науковці відкреслюють, що виявлена асоціація аглютинованих форамініфер відповідає субглобальній біотичній події *Glomospira acme* і паралелізується з пануванням представників роду *Glomospira* в глибоководних відкладах Атлантики і Тетису. Крім того, регіональними дослідженнями оновікова асоціація з переважанням роду *Glomospira* виявлена і простежена у відкладах розрізів структурних одиниць Зовнішніх і Внутрішніх Українських Карпат [16, 17].

Мінерало-петрографічне вивчення літодинамічних типів пісковиків манявської світи виявило декілька їх петротипів. Різновиди псамітів добре розрізняються за гідродинамічними параметрами потоків, що сприяли їх акумуляції, і закарбовані в текстурі. З виконаного дослідження стає зрозумілим, що переважна більшість пісковиків сформована турбідитними (суспензійними) течіями, які характеризуються структурно-текстурними елементами цикліту А. Боума T_{abcde} . Для цикліту притаманна зміна гранулометричного складу уламків згідно з прямою градацією від підшоши до покрівлі. Такий розподіл уламкового матеріалу в шарі турбідиту відбивається на їх діагностичній рисі щодо чіткості межі підшоши й покрівлі. Зазвичай нижня межа підшоши шару турбідиту є чіткою і різкою, на відміну від межі покрівлі. Проте в природних турбідитах не завжди фіксується ідеальна структура, що відображає упорядкованість уламкового матеріалу в шарі згідно зі схемою цикліту Боума. За результатами робіт отримані такі результати.

За даними нашими та інших дослідників [5], усереднені петрографічні ознаки пісковиків манявської світи з елементами цикліту T_{bcd} характеризують їх як слабосортвані (для елементів T_{bc}) та добре сортвані (для елемента T_d) за гранулометричним розміром алевропсамітової породи. Каркас пісковика містить уламковий матеріал, на 90 % представлений зернами кварцу, що мають напівобкатані й кутуваті форми, розміром від 0,02 до 0,7 мм. Трапляються уламки кварцу та кременів дрібнопсефітової розмірності. Зерна кварцу часто кородовані, регенеровані або тріщинуваті [5]. У пісковиках виявлено дві генерації глауконіту: алогенний та аутигенний. Перший спостерігається у вигляді кластичних напівобкатаних зерен; другий формує мінеральні утворення неправильної форми, розміром до 0,08 мм, які виповнюють пори між зернами кварцу [5]. Цемент глинисто-кременистий іноді з глауконітом або хлоритом може займати до 30 % об'єму породи. Типи цементації

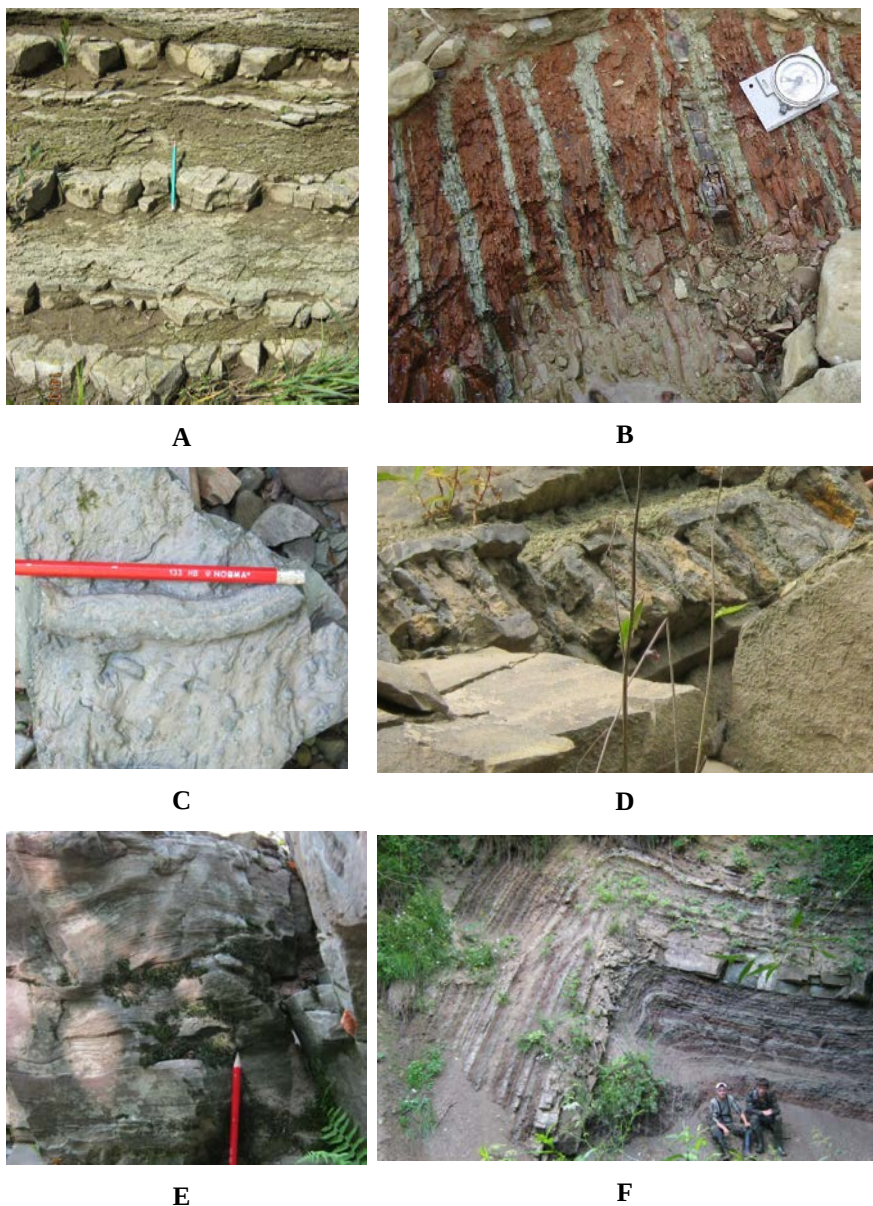


Рис. 3. Літодинамічні типи утворень нижньоєоценової манявської світи. А – середньо- та дрібнозернисті турбідити, перешаровані з геміпелagітами р. Опір, пригрітлова частина потоку Святославчик; В – строкатокolірний горизонт: перешарування пелagітів (вишнево-червоні аргіліти, шар халцедоніту) та геміпелagітів (зеленкувато-сірі аргіліти), потік Святославчик; С – підшова середньозернистого пісковика (турбідиту) з іхнофосиліями (потік Святославчик, правий доплив р. Опір); D – рудний пласт правий борт потоку Гребеновець; E – горизонтально і скісношаруваті контурити, потік Орява, лівий доплив р. Опір; F – строкатокolірні утворення нижнього-середнього палеогену, об'єднані. Перешарування (гемі)пелagітів та дрібнозернистих турбідитів. Правий берег р. Дністер, р. Лопушанка

пісковиків – контактово-поровий і базальний. На класифікаційній діаграмі піщаних порід за складом уламків пісковики відповідають кварцовим граувакам.

У долішніх інтервалах цикліту Боума T_a зустрічаються зеленкувато-сірі пісковики зі слабковираженою градаційною, масивною, іноді горизонтальною текстурами. Розміри уламків каркаса коливаються від 0,03 до 2,7 мм. Обточеність уламків не перевищує 2 балів за п'ятибальною шкалою окатаності. Пісковики погано сортовані або несортовані. У них уламковий складовий належить 75 % об'єму породи, решта 25 % припадає на цемент. За мінералого-петрографічним складом каркас пісковика складається з уламків гірських порід (літоїдів) на 45 %, мінералів (польові шпати – 5 %, кварц – 15 %) на 20 %. Детрит фауністичних рештків та зрідка крупні форамініфери становлять перші відсотки. Серед літоїдів визначено кварцити, зелені та червоно-фіолетові метаморфічні сланці, фтаніти, пісковики, кременисті алевроліти, аргіліти, мергелі, вапняки, тощо. Цемент – глинисто-кременистий, силіцитовий, часто із хлоритом, має базальний тип цементації. Часто співвідношення каркасу (уламкового матеріалу) до матриксу (цементу) дає змогу підкреслити, що цементуюча речовина займає від 10 до 30 % об'єму породи. На класифікаційній діаграмі піщаних порід за складом уламків досліджені породи потрапляють у поля граувак та аркозо-граувак (кварцові грауваки, полевошпатові грауваки).

У рудних пластах зустрінуті темно-сірі та коричнювато-сірі алевропісковики і пісковики масивної текстури. Каркас складається з різновеликих необкатаних і слабообкатаних уламків від алевритової до дрібнопсефітової розмірності. За петрографічним вивченням вони представлені кварцом (25 %), плагіоклазом (альбіт-олігоклаз, 25 %), гетитом (40 %) і мінералами криптомелану (10 %). Кварц утворює неправильно-ізометричні зерна з нерівними напівокруглими краями. Плагіоклаз представлений коротко таблитчастими зернами та неправильними кутастими уламками. Кварц і плагіоклаз формують зернистий каркас породи, внутрішні порожнечі якого виповнені цементом з гідрооксидів заліза та мангану. Пісковик притаманний іноді плівковий, але частіше базальний тип цементації (при цьому цемент займає від 10 до 35 %). В аншліфах у відбитому світлі визначено, що серед мінералів цементу помітно переважає гетит, який іноді формує смугасті чергування з мінералами групи криптомелану [18].

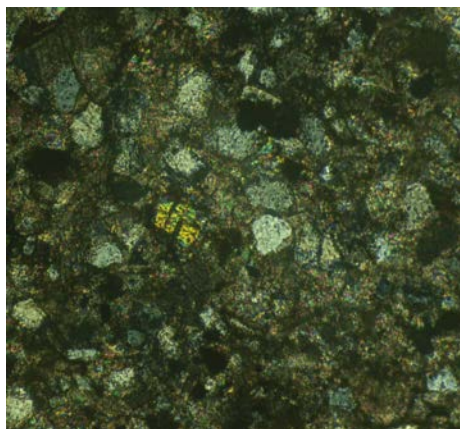


Рис. 4. Пісковик із залізомангановою мінералізацією.

Турбідит з елементами цикліту А. Боума T_a .

Потік Гребеновець, права притока р. Опір. З аналізатором. $\times 60$

У скісношаруватих контуритах структура порід алевритова й алевропсамітова. Уламковий добре сортований та обкатаний кварцовий каркас заповнює об'єм породи на 95 %. Уламки каркаса упорядковані та фракційовані відповідно до панівної скісної текстури потокового типу. На цемент припадає менше 5 % суттєво кременистої речовини з поровим типом цементації.

Оптичні методи діагностики пісковиків сприяли диференціації петротипів пісковиків з упорядкованими й неупорядкованими структурами. До упорядкованих ми відносимо турбідити з інтервалами цикліту Боума T_{bcd} та контурити. Неупорядковані структури зустрінуті в турбідитах з елементами цикліту Боума T_a . До них належить пісковик із рудним цементом.

Петрохімічні параметри аргілітів манявської світи схарактеризовано за класифікаційною діаграмою для систематизації глинистих порід [6, 18 та література там]. Діаграма сприяє виокремленню головних мінеральних типів аргілітів за складом глинистої фракції. На ній корелюються модулі нормованої лужності (НКМ) та фемічності (ФМ): $(Na_2O + K_2O) / Al_2O_3 - (FeO + Fe_2O_3 + MnO + MgO) / SiO_2$.

На згаданій діаграмі фігуративні точки складу аргілітів манявської світи локалізуються в полі II з переважанням монтморилоніту, полі IV з домінуванням мінеральних асоціацій хлорит-гідрослюдистого складу та полі V, яке характеризується стандартною трикомпонентною сумішшю хлорит + монтморилоніт + гідрослюда. Така локалізація складів фігуративних точок аргілітів інтерпретується нами як дуже поступовий перехід від суттєво монтморилонітових (сметитових) аргілітів до трикомпонентної суміші хлорит + монтморилоніт + гідрослюда.

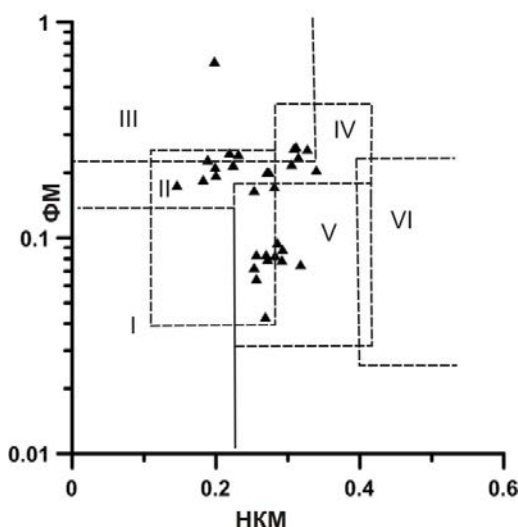


Рис. 5. Класифікаційна діаграма для систематизації глинистих порід манявської світи [18]. Умовні позначення, поля глинистих полів на діаграмі НКМ-ФМ:

I – з перевагою каолініту; II – переважно сметитові (монтморилонітові), з домішками каолініту та гідрослюди; III – переважно хлоритові з домішками Fe-гідрослюди; IV – хлорит-гідрослюдистого складу; V – хлорит-сметит (монтморилоніт)-гідрослюдистого складу; VI – гідрослюдистого складу зі значною кількістю дисперсних частинок польових шпатів. НКМ = $(Na_2O + K_2O) / Al_2O_3$. ФМ = $(FeO^* + MnO + MgO) / SiO_2$, де $FeO^* = (0,9 Fe_2O_3 + FeO)$

Умови седиментації. Отримані результати доповнюють відомі уявлення про палео-географічні й палеогеодинамічні умови формування та процеси седиментації нижньоеоценових утворень Зовнішньокарпатського палеобасейну.

З виконаних попередниками і нами досліджень флішові утворення манявської світи впевнено розділяються на фонові та подієві типи. Перешарування подієвих і фонових типів дає змогу відтворити циклічність процесів седиментації. Подієві утворення представлені турбідитами, за актуалістичними моделями є утвореннями седиментаційної системи, яка отримала назву глибоководні підводні конуси виносу (або фени). Згідно з моделями підводні конуси виносу [12, 13, 19, 22] мають три гіпсометричні рівні підводних каналів, які відомі як нижній, середній, верхній фени. Літодинамічні типи розрізу манявської світи свідчать, що тут дрібнозернисті та середньозернисті турбідити формують неглибокі канали (русла стоку). Їхньою особливістю є те, що вверх за розрізом світи відмічається збільшення зрізів геміпелагітів ерозійними поверхнями турбідитів. Із цього робимо висновок, що вверх за розрізом спостерігаються цикліти, які заглиблюються у фонові утворення. Вимальовується картина седиментогенезу, для якою характерною є значна енергоємність потоку, що досягає нижнього фену, а середній проходить транзитом. При цьому в долини-русла нижнього фену завантажуються значна маса піщаної завісі потоків, а часто вони виходять за межі потоку на абісальну рівнину. Турбідити манявської світи часто перешаровуються з фоновими відкладами (геміпелагітами), тому, вірогідно, досліджені утворення належать нижньому фену або/та прилеглий абісальній рівнині [13–15]. У нижніх фенах піщані турбідити порівнюють із фаціями підводних долин-русел, які сильно розгалужені; (гемі)пелагіти відповідають міжрусловим фоновим фаціям [13–15]. Значна енергоємність каламутних потоків типова для суспензійно-потокового седиментогенезу, наявність (гемі)пелагітів свідчить про пелагічний седиментогенез.

Важливо відмітити, що сходження турбідитних потоків відбувалось у геологічному часі миттєво, коли в зону акумуляції швидко в ін'єктивному (та ін'єктивно-хроногенному) режимі потрапляв кластичний матеріал, завдячуючи імпульсам сейсмічних фаз активності в регіоні седиментогенезу. Малопотужні шари дрібнозернистих турбідитів формувалися за малоамплітудних коливних рухів земної кори, шари із середньою потужністю турбідитів накопичувалися коливними рухами за середньою і значною амплітудами. У тектонічно стабільній обстановці відбувалося звичайне морське осадконагромадження з дуже низькими швидкостями або за відсутності седиментації, що відповідає геміпелагітам. У такій самій обстановці реалізуються вздовжсхилові контурні течії, наслідками яких є відкладення контуритів.

Мінералого-петрографічні характеристики пісковиків манявської світи дали змогу виділити декілька петротипів пісковиків з упорядкованими й неупорядкованими текстурами. Серед пісковиків з упорядкованими текстурами виділяємо псаміти турбідитних циклітів з елементами T_{bcd} . Ці породи представлені кварцовими (з різновеликими різноокатаними різносортованими псамітовими зернами) седиментами. Вони на класифікаційній діаграмі за складом уламків потрапляють у поле кварцових граувак. До алевропсамітів з упорядкованими текстурами належать контурити.

Пісковики долішніх інтервалів циклітів з елементами цикліту Боума T_a належать псамітам з неупорядкованою структурою (іноді їх називають мікстоліти). На названій діаграмі вони потрапляють у поля граувак та аркозо-граувак. Пісковики з неупорядкованою структурою фіксуються в рудному пласті та поблизу від нього.

Петротипи псамітів з неупорядкованими текстурами свідчать про турбулентний поточковий характер глинисто-піщаної маси, з якої відбувалось осадження. Петротипи псамітів з упорядкованими скісношаруватими та горизонтальношаруватими текстурами

й алевропсамітовими структурами характеризують повільну седиментацію з придонного односпрямованого потоку.

Контурити, схарактеризовані в роботі, власне демонструють відмінний від турбідитного характер потоку. Підкреслимо, що вони мають іншу просторову локалізацію в басейні седиментації, адже завжди акумулюють у підніжжі континентального схилу. Присутність літодинамічних типів контуритів розглядається як індикація підніжжя схилу. Внаслідок цього контурити виконують функцію геодинамічного репера тектонічної роздільності літосфери на (суб)континентальну й океанічну кору. На межі різних типів кори розвивається зона розтягу, що маркується розривними порушеннями глибокого проникнення та проникненням мантіїної речовини.

Петротипи турбідитів містять уламки екзотичних порід (у тому числі фіолетові та зелені сланці, які ідентифіковані як філіти рифейської санської серії Лежайського масиву Західноєвропейської платформи) [13, 14]. Припускають, що вони знесені з Євразійської окраїни Тетісу, звідки переміщувався матеріал конусів виносу Скибового суббасейну Зовнішньокарпатського басейну. За характером седиментаційних процесів та методичних і теоретичних напрацювань [12, 19, 20, 22, 23, 27] ми припускаємо, що континентальний схил пасивної окраїни Євразії був нормальним (уламковим) та мав випукло-увігнутий профіль. У пізньому танеті – ранньому іпрі енергія рельєфу материкового схилу була помірною, що сприяло його вирівнюванню, а деінде і розмиву. Зміні морфологічних параметрів рельєфу нижнього фену та підніжжя схилу сприяли глибоководні контурні течії.

Петрохімічні параметри аргілітів манявської підкреслюють наявність підвищеної кількості мінералів групи монтморілоніту (сметиту) у складі аргілітів манявської світи, це свідчить, що процеси седиментогенезу були пов'язані з мінливостями кислотно-лужних умов середовища осадконагромадження, і процеси (гемі)пелагічної седиментації, вірогідно, хоча б частково розвивалися за процесів домінування ендегенних джерел речовини та їх вулканогенних дериватів.

На дискримінантній палеогеодинамічній діаграмі $\text{CaO-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$ за [21] результати петрохімічних аналізів аргілітів манявської світи виокремлюються у дві групи фігуративних точок (рис. 6). Одна група потрапляє у поле пасивної континентальної окраїни, друга група локалізується на межі полів океанічних і континентальних острівних дуг. Наявність двох груп петрохімічних параметрів, імовірно, слід розглядати як результат домінантного впливу відмінних джерел мінеральної речовини на седиментогенез аргілів манявської світи: гіпергенного та гіпогенного. Таке ж розміщення фігуративних точок аргілітів манявської світи спостерігаємо на бінарній діаграмі $\text{SiO}_2\text{-K}_2\text{O/Na}_2\text{O}$ за [28] (рис. 7).

Про гібридний вулканогенно-осадковий характер седиментації свідчать утворення рудної (залізоманганової) мінералізації, які генеровані активізацією синседиментаційних розривних порушень басейну седиментації [7]. На це вказують підвищені вмісти елементів «мантіїної» асоціації (Mn, Fe), Co, Ni, Cu, Zn, Ag у рудних утвореннях та строкатоколірних аргітах [7, 8]. Звертають увагу помітний вміст глауконіту в уламках пісковиків манявської світи, скремнілість порід, наявність прошарків халцедонітів. Названі ознаки, як і деякі інші, свідчать про закамуфльований вплив ендегенного чинника речовини на процеси седиментації.

Виявлені під час мікропалеонтологічних досліджень малі розміри форамініфер у нижньооеоценових строкатоколірних горизонтах і дрібнозерниста структура стінки їх черепашок привертають увагу до екологічних умов їх існування [17]. Можна припустити, що розвиток карликових форм і особливості структури їх мушель пов'язані зі зміною гідродинаміки седиментаційних донних потоків та гідротермальною активністю в Скибовому

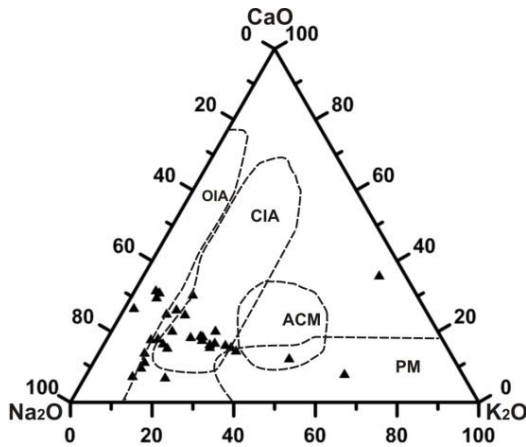


Рис. 6. Положення фігуративних точок складу аргілітів манявської світи Скибового та Бориславсько-Покутського покривів на дискримінантний палеогеодинамічний діаграмі $\text{CaO}-\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ за [21]. Умовні позначення: PM – пасивна континентальна околиця; ACM – активна континентальна околиця; CIA – континентальна вулканічна дуга; OIA – океанічна острівна (вулканічна) дуга

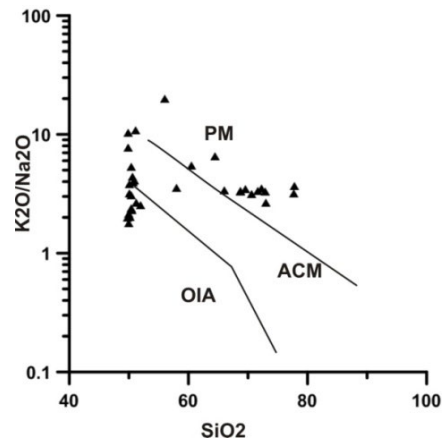


Рис. 7. Положення фігуративних точок складу аргілітів манявської світи Скибового та Бориславсько-Покутського покривів на дискримінантний палеогеодинамічний діаграмі $\text{SiO}_2-\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ за [28]. Умовні позначення: PM – пасивна континентальна околиця; ACM – активна континентальна околиця; CIA – континентальна вулканічна дуга; OIA – океанічна острівна (вулканічна) дуга

та Бориславсько-Покутському суббасейнах Зовнішньокарпатського басейну [26 та література там].

Фундаментальне палеонтологічне вивчення нижньоеоценових форамініферових асоціацій у фонових (зокрема, зеленкувато-сірих і вишнево-червоних аргілітах) відкладах підкреслює, що вони представлені глибоководними аглютинованими бентосними форамініферами з кременистою мушлею (DWAF). Їх дослідження дало змогу фахівцям дійти висновку, що процеси седиментогенезу відбувалися на нижньобатіальних та абісальних глибинах нижче рівня кальцитової компенсації [1, 13–15, 19, 20]. Зазначимо, що, за висновками спеціалістів, цей період розвитку басейну седиментації характеризується найбільшими глибинами в мезокайнозойській історії [1, 13, 14, 16, 17]. Поширення у відкладах морських мікроорганізмів свідчить про нормальний сольовий режим у ранньоеоценовому Зовнішньокарпатському басейні та його зв'язок зі Світовим океаном. Процеси седиментації та розвиток біоти траплялися на тлі палеоцен-еоценового термічного максимуму (Paleocene-Eocene Thermal Maximum – PETM, який у ранньому еоцені досягнув кульмінації (Early Eocene Climate Optimum – EECO) [26].

Зовнішньокарпатський басейн в океані Тетис індивідуалізувався між окраїнами мікроконтинентів Алькапа та Тисія – Дакія з південного заходу та пасивною окраїною Євразії з північного сходу. В палеогеновий час у басейні седиментації спостерігалися події, що були спричинені геодинамічними та діастрофічними процесами. Між тим ранньоеоценовий період не вирізнявся суттєвими тектонічними перебудовами й сильними

коливаннями рівня моря. Для нього характерними були непотужні турбідитні потоки теригенної седиментації, які накладалися на фоонові (гемі)пелагіти вулканогенно-осадового генезису. Окраїни зближувалися між собою та з Євразією, поступово закриваючи басейн та формуючи флішово-моласову композиційну акреційну призму (насувну споруду) Зовнішніх Карпат [9–11, 13, 24, 25, 29].

Висновки. Седиментологічний аналіз утворень нижньоеоценової манявської світи (верхній танет – нижній іпр) Скибового та Бориславсько-Покутського покривів, за даними попередніх дослідників та автора, сприяв виокремленню літодинамічних (седиментологічних) типів у будові її розрізів та уточнення палеогеоморфологічних і палеогеодинамічних умов седиментації.

Фліш стратону представлений головно літодинамічними типами подієвих дрібно- і середньозернистих турбідитів та фонових (гемі)пелагітів, які ритмічно-циклічно перешаровуються. Епізодично трапляються подієві відклади контуритів. За характером літодинамічних типів розрізів ми паралелізуємо їх з нижніми фенами підводних конусів виносу, які періодично захоплювали сусідню абісальну рівнину.

Мінералого-петрографічні характеристики пісковиків з турбідитів та контуритів манявської світи дали змогу виділити декілька петротипів. Пісковики з упорядкованими структурами належать турбідитам з елементами цикліту Боума T_{bcd} . До порід з упорядкованими структурами належать скісношаруваті контурити.

Пісковики з неупорядкованими структурами мають елементи цикліту Боума T_a . До цього петротипу потрапляють пісковики з рудним цементом.

На класифікаційній діаграмі за складом уламків діагностовані пісковики локалізуються в полях граувак. Вміст цементу в псамітах (турбітиках) манявської світи коливається в межах 10–35 %.

Петротипи псамітів з неупорядкованими текстурами свідчать про турбулентний потоковий характер глинисто-піщаної маси, з якої відбувалось осадження. Петротипи псамітів з упорядкованими скісношаруватими текстурами й алевропсамітовими структурами характеризують повільну седиментацію з придонного односпрямованого потоку.

Мінеральний склад фонових аргілітів на класифікаційній діаграмі для систематизації глинистих порід манявської світи демонструє стійку асоціацію, що свідчить про суттєво монтморилонітові (смакитові) аргіліти та породи з трикомпонентної суміші хлорит + монтморилоніт + гідрослюда. Отримані дані узгоджуються із сучасними результатами дослідження океанів, які підкреслюють, що мінерали групи монтморилоніту (смакиту) і хлориту у складі фонових аргілітів свідчать, що у їх генезисі брали участь джерела ендегенної мінеральної речовини. На підтвердження цього наведемо додаткові ознаки, які доповнюють імовірносний вплив магматогенного чинника на петрофон седиментації, а саме: наявність залізо-манганової мінералізації серед фонових (гемі)пелагітів, підвищені вмісти елементів «мантіїної» асоціації в строкатоколірних аргілітах і рудних пластах, помітний вміст глауконіту в уламках пісковиків, скремнілість порід, відчутна кількість прошарків халцедонолітів в розрізах стратону, поширення аглютинованих форамініфер (біофація «*Glomospira*-акме») з ознаками зниження життєздатності, що інтерпретується як наслідок оліготрофічних умов тощо.

Дискримінантні палеогеодинамічні діаграми $CaO-Na_2O-K_2O$ та SiO_2-K_2O/Na_2O за результатами петрохімічних аналізів аргілітів манявської світи виокремлюють дві групи фігуративних точок складу порід. Вони належать відмінним за генезисом джерелам породоутворюючих мінералів аргілітів (гемі)пелагітів: ендегенному (зокрема, гідротермальному) та екзогенному.

Розпізнавання контуритів у розрізах стратону манявської світи також слугує важливою ознакою. Адже контурити завжди акумулюють у підніжжі континентального схилу, внаслідок цього вони є індикаторами тектонічної роздільності літосфери Зовнішньокарпатського палеобасейну на (суб)континентальну й океанічну кору. Межа між типами кори зазвичай маркується зонами розривів глибокого закладання, які є транспортерами ендегенної речовини.

Наведені ознаки дають змогу підкреслити гібридний вулканогенно-осадовий характер фоновієї седиментації у ранньоеоценовий період існування басейну.

Результати робіт щодо палеоокеанографічних процесів седиментації відкладів манявської світи, реконструйовані сучасними дослідниками за форамініферовими асоціаціями і екологічними чинниками, та отримані нами дані вказують на умови формування відкладів у морському басейні нормальної солоності на глибинах нижньої батіалі – абісали поблизу або нижче рівня карбонатної компенсації. Сюди глибоководні турбідитні течії у вигляді конусів виносу (фенів) транспортували теригенний матеріал. Епізодичні дії турбідитних потоків частково розмивали (гемі)пелагіти та контурити.

Виявлені особливості породних розрізів манявської світи формувалися на північно-східній окраїні Зовнішньокарпатської залишкової акваторії океану Тетис в умовах ранньоеоценового тектонічного затишшя за субдукції основи Карпатського флішевого басейну під Тисю – Дакію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Андреева-Григорович А., Маслун Н., Гнилко С., Гнилко О. Про вік і умови седиментації горизонтів строкатих аргілітів у палеоцен-еоценових відкладах Українських Карпат. *Проблеми геології фанерозою України : матеріали V Всеукр. наук. конфер. (8–14 жовтня 2014 р.)*. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. С. 3–6.
2. Білоніжка П., Матковський О. Сметити в геологічних утвореннях Українських Карпат. *Мінерал. зб.* 2010. № 60. Вип. 2. С. 3–14.
3. Гавришків Г., Гаєвська Ю., Жуков С., Попп І. Глинисті мінерали палеоцен-еоценових теригенних порід Скибової зони Українських Карпат (за даними дифрактометричного аналізу). *Мінерал. зб.* 2007. № 57, вип. 1. С. 93–101.
4. Гаєвська Ю. Про мінералогію глинистої фракції теригенних порід еоцену Скибової зони Українських Карпат. *Мінерал. зб.* 2009. № 59, вип. 4. С. 105–115.
5. Гаєвська Ю. П. Літолого-фаціальні особливості еоценових відкладів Бориславсько-Покутської зони Передкарпатського прогину та передових скиб Скибової зони Українських Карпат у зв'язку з їх нафтогазоносністю : *автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук (доктора філософії)* : спец. 04.00.17 «Геологія нафти і газу науки про Землю». Львів. 2019. 24 с.
6. Генералова Л. В., Костюк О. В., Генералов А. В. Мінеральні типи верхньокрейдово-еоценових фонових утворень Скибового палеобасейну (Українські Карпати). *Проблеми геології України : збірник наукових праць за матеріалами XIV Всеукраїнської наукової конференції (5–6 жовтня 2023)*. Відп. ред. М. М. Павлуня. Львів : Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023. С. 54–56. URL: <https://geology.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/10/konferentsiia-2023-tezi.pdf>.
7. Генералова Л., Степанов В., Хом'як Л., Костюк О., Генералов А. Залізо-манганова мінералізація в еоценових відкладах скиби Парашка (Скибовий покрив, Українські Карпати). *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Геологія. Географія. Екологія»*. 2022. № 56. С. 49–66. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-03>.

8. Генералова Л., Степанов В. Мінералого-петрохімічні особливості порід еоценових строкатоколірних горизонтів Українських Карпат (на прикладі сушманецької та манявської світ). *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол.* 2015. Вип. 29. С. 107–116.
9. Гнилко О. Геодинамічні плито-тектонічні умови формування терейну Тися – Дакія, Українські Карпати. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2023. № 3–4 (191–192). С. 61–73. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.191-192.061>.
10. Гнилко О. М. Геологічна будова та еволюція Українських Карпат : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора геол. наук : спец. 04.00.01 «Загальна та регіональна геологія». Львів. 2016. 46 с.
11. Гнилко О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма. Геодинаміка. 2012. № 1 (12). С. 67–78.
12. Гнилко О. М. Про седиментаційні процеси формування флішевих відкладів Українських Карпат. *Зб. наук. праць Ін-ту геологічних наук НАН України*. Київ. 2010. Вип. 3. С. 32–37.
13. Гнилко О., Гнилко С., Кулянда М., Марченко Р. Тектоно-седиментаційна еволюція передової частини насувної споруди Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2022. № 1–2 (183–184). С. 36–47. <https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.045>.
14. Гнилко О., Андреєва-Григорович А., Гнилко С. Вік та умови накопичення палеогенових відкладів Скибового покриву Карпат на основі мікропалеонтологічних та седиментологічних даних. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2021. № 1–2 (187–188). С. 45–59. <https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.036>.
15. Гнилко О., Гнилко С., Генералова Л., Наварівська К. Стратиграфія та палеогеографічні умови формування відкладів карпійської серії (басейни рік Стрий та Опір, Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2020. Випуск 54. С. 50–68. <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2020.54.10455>.
16. Гнилко С. Р. Форамініфери і стратиграфія палеоцен-еоценових відкладів Українських Карпат : автореф. дис. канд. геол. наук : спец. 04.00.09 «Палеонтологія і стратиграфія». Київ. 2017. 24 с.
17. Гнилко С., Гнилко О. Ранньеоценові аглютиновані форамініфери і седиментологічні особливості формування флішу Монастирцького та Скибового покривів Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2010. № 1 (150). С. 43–59.
18. Павлунь М. М., Генералов А. В., Генералова Л. В., Костюк О. В. Верхньокрейдово-нижньоеоценові аргіліти Зовнішніх Карпат (петрохімічний та палеогеодинамічний аспекти). *Геологічний журнал*. 2024. № 3 (388). С. 31–47. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.3.304322>.
19. Сеньковський Ю., Григорчук К., Гнідець В., Колтун Ю. Геологічна палеоокеанографія океану Тетис. Київ : Наукова думка, 2004. 172 с.
20. Сеньковський Ю. М., Григорчук К. Г., Колтун Ю. В., Гнідець В. П. Літогенез осадових комплексів океану ТЕТИС: Карпато-Чорноморський сегмент. Київ : Наук. думка, 2018. 158 с.
21. Bhatia M.R. Plate Tectonics and Geochemical Composition of Sandstone. *The Journal of Geology*. 1983. No. 91. P. 611–627. <http://dx.doi.org/10.1086/628815>.
22. Bouma A.H. Sedimentology of some Flysch deposits. A Graphic Approach to Facies Interpretation. Amsterdam : Elsevier. 1962. 168 p.
23. Einsele G. Sedimentary Basins: evolution, facies and sediment budget. Berlin: Springer Verlag. 1992. 615 p.
24. Golonka J., Gahagan L., Krobicki M., Marko F., Oszczytko N., & Ślaczka A. Plate tectonic evolution and paleogeography of the circum-Carpathian region. *AAPG, Memoir*. 2016. No. 84. P. 11–46. <https://doi.org/10.1306/985606m843066>.
25. Kováč M., Plašienka D., Šoták J., Vojtko R., Oszczytko N., Less G., Čosović V., Fügenschuh B., & Králiková S. Paleogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians,

- Northern Pannonian domain and adjoining areas. *Global and Planetary Change*. 2016. No. 140. P. 9–27. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.03.007>.
26. Olszewska B., Szydło, A. Environmental stress in the northern Tethys during the Paleogene: a review of foraminiferal and geochemical records from the Polish Outer Carpathians. *Geological Quarterly*. 2017. No. 61 (3). P. 682–695, doi: 10.7306/gq.1369.
 27. Posamentier H.W., Walker R.G. Deep-Water Turbidites and Submarine Fans Facies Models Revisited. *SEPM Special Publication*. 2006. No. 84. 122 p. <https://doi.org/10.2110/pec.06.84.0399>.
 28. Roser B.D., Korsch R.J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *J. Geol.* 1986. No. 94. P. 635–650.
 29. Schmid S., Bernoulli D., Fugenschuh B., Matenco L., Schefer S., Schuster R., Tischler M., & Ustaszewski K. The Alpine-Carpathian-Dinaric orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*. 2008. No. 101. P. 139–183. <https://doi.org/10.1007/s00015-008-1247-3>.

REFERENCES

1. Andreieva-Hryhorovych, A., Maslun, N., Hnylko, S., & Hnylko, O. (2014). Pro vik i umovy sedimentatsii horyzontiv strokatykh arhilitiv u paleotsen-eotsenovykh vidkladakh Ukrainykykh Karpat [About the age and conditions of sedimentation of variegated mudstone horizons in the Paleocene-Eocene deposits of the Ukrainian Carpathians]. *Problemy heolohii fanerozoïu Ukrainy: materialy V Vseukr. nauk. konfer. (8–14 zhovtnia 2014 r.) – Problems of Phanerozoic geology of Ukraine: materials V Vseukr. science conference (October 8–14, 2014)*. Lviv: Ivan Franko National University, pp. 3–6.
2. Bilonizhka, P., Matkovskiy, O. (2010). Smektyty v heolohichnykh utvorenniakh Ukrainykykh Karpat [Smectite in the geological formations of the Ukrainian Carpathians]. *Mineralohichnyi zbirnyk – Mineralogical collection*, 60 (2), 3–14.
3. Havryshkiv, H., Haievska, Yu., Zhukov, S., & Popp, I. (2007). Hlynysti mineraly paleotsen-eotsenovykh teryhennykh porid Skybovoi zony Ukrainykykh Karpat (za danymy dyfraktometrychnoho analizu) [Clay minerals of the Paleocene-Eocene terrigenous rocks of the Skybova zone of the Ukrainian Carpathians (according to diffractometric analysis)]. *Mineralohichnyi zbirnyk – Mineralogical collection*, 57 (1), 93–101.
4. Haievska, Yu. (2009). Pro mineralohiiu hlynystoi fraktsii teryhennykh porid eotsenu Skybovoi zony Ukrainykykh Karpat [On the mineralogy of the clay fraction of Eocene terrigenous rocks of the Skybova zone of the Ukrainian Carpathians]. *Mineralohichnyi zbirnyk – Mineralogical collection*, 59 (4), 93–101.
5. Haievska, Yu. (2019). Litolohe-fatsialni osoblyvosti eotsenovykh vidkladiv Boryslavsko-Pokutskoi zony Peredkarpatskoho prohynu ta peredovykh skyb Skybovoi zony Ukrainykykh Karpat u zviazku z yikh naftohazonosnistiu [Lithofacial features of the deposits of Eocene of the Boryslav-Pokuttia zone of the Carpathian foredeep and advanced Units of the Skybova zone of the Ukrainian Carpathians in connection with their oil and gas potential]. *Extended abstract of candidate's thesis (doctor of philosophy) on specialty 04.00.17 "Oil and Gas Geology"*. Lviv, 24 p.
6. Heneralova, L.V., Kostiuk, O.V., & Heneralov, A.V. (2023). Mineralni typy verkhnokreïdovo-eotsenovykh fonovykh utvoren Skybovoho paleobasynu (Ukrainski Karpaty) [Mineral types of the Upper Cretaceous-Eocene background formations of the Skybova paleobasin (Ukrainian Carpathians)]. *Problemy heolohii Ukrainy: zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhIV Vseukrainskoi naukovoï konferentsii (5–6 zhovtnia 2023) – Problems of the geology of Ukraine: a collection of scientific papers based on the materials of the 14th All-Ukrainian Scientific Conference (October 5–6, 2023)*. Ans. ed. M.M. Pavlunya [Electronic resource]. Lviv: Ivan Franko Lviv National University, pp. 54–56.

7. Heneralova, L., Stepanov, V., Khomiak, L., Kostiuik, O., & Heneralov, A. (2022). Zalizo-manhanova mineralizatsiia v eotsenovykh vidkladakh skyby Parashka (Skybovyi pokryv, Ukrainski Karpaty) [Iron-manganese mineralization in Eocene deposits of Parashkaskyba (Skyba nappe, Ukrainian Carpathians)]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina, serii "Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia"* – *Bulletin of V.N. Karazin Kharkiv National University, series "Geology. Geography. Ecology"*, 56, 49–66. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2022-56-03>.
8. Heneralova, L., & Stepanov, V. (2015). Mineraloho-petrokhimichni osoblyvosti porid eotsenovykh strokatokolirnykh horizontiv Ukrainskykh Karpat (na prykladi sushmanetskoi ta maniavskoi svit) [Mineralogical and petrochemical features of rocks of the Eocene strocatocolor horizons of the Ukrainian Carpathians (on the example of the Sushmanetska and Maniavska suites)]. *Visnyk Lvivskoho unyversytetu. Serii heolohichna – Visnik of Lviv University. Geology Series*, 29, 107–116.
9. Hnylko, O. (2023). Heodynamichni plyto-tektonichni umovy formuvannia tereinu Tysii–Dakii, Ukrainski Karpaty [Plate-tectonic geodynamics of the Tisza–Dacia terrain, Ukrainian Carpathians]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 3–4 (191–192), 61–73. <https://doi.org/10.15407/ggcm2023.191-192.061>.
10. Hnylko, O. (2016). Heolohichna budova ta evoliutsiia Ukrainskykh Karpat [Geological structure and evolution of the Ukrainian Carpathians]. *Extended abstract of Doctor's thesis on speciality 04.00.01 "General and regional geology"*. Lviv, 46 p.
11. Hnylko O. (2012). Tektonichne raionuvannia Karpat u svitli tereinovoi tektoniky. Stattia 2. Flishovi Karpaty – davnia akreysiina pryzma [Tectonic zoning of the Carpathians in the light of field tectonics. Article 2. The Flysch Carpathians are an ancient accretionary prism]. *Heodynamika – Geodynamics*, 1 (12), 67–78.
12. Hnylko, O.M. (2010). Pro sedimentatsiini protsesy formuvannia flishevykh vidkladiv Ukrainskykh Karpat [About sedimentation processes in the formation of flysch deposits of the Ukrainian Carpathians]. *Zb. nauk. prats In-tu heolohichnykh nauk NAN Ukrainy – Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 32–37.
13. Hnylko, O., Hnylko, S., Kulyanda, M., & Marchenko, R. (2021). Tektono-sedymentsiina evoliutsiia peredovoi chastyny nasuvnoi sporudy Ukrainskykh Karpat [Tectonic-sedimentary evolution of the frontal part of the Ukrainian Carpathian nappe structure]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 1–2 (183–184), 45–59. <https://doi.org/10.15407/ggcm2021.01-02.045>.
14. Hnylko, O., Andreeva-Grigorovich, A., & Hnylko, S. (2022). Vik ta umovy nakopychennia paleohenovykh vidkladiv Skybovoho pokryvu Karpat na osnovi mikropaleontolohichnykh ta sedymetolohichnykh danykh [Age and sedimentary environments of the Paleocene deposits in the Carpathian Skyba Nappe based on micropaleontological and sedimentological data]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 1–2 (187–188), 36–47. <https://doi.org/10.15407/ggcm2022.01-02.03>.
15. Hnylko, O., Hnylko, S., Heneralova, L., & Navarivska, K. (2020). Stratyhrafii ta paleoheohrafichni umovy formuvannia vidkladiv karpiiskoi serii (baseiny rik Stryi ta Opir, Ukrainski Karpaty) [Stratigraphy and paleogeographic environments for the forming the Carpiian series (Stryi and Opir river basins, Ukrainian Carpathians)]. *Visnyk Lvivskoho unyversytetu. Serii heohrafichna – Visnik of Lviv University. Series Geographical*, 54, 50–68 <http://dx.doi.org/10.30970/vgg.2020.54.10455>.
16. Hnylko, S. (2017). Foraminifery i stratyhrafii paleotsen-eotsenovykh vidkladiv Ukrainskykh Karpat [Foraminifera and stratigraphy of the Paleocene-Eocene deposits of the Ukrainian

- Carpathians]. *Extended abstract of candidate's thesis on specialty 04.00.09 "Paleontology and stratigraphy"*. Kyiv., 24 p.
17. Hnylko, S., & Hnylko, O. (2010). Rannoetsenovi ahliutynovani foraminifery i sedimentolohichni osoblyvosti formuvannia flishu Monastyretskoho ta Skybovoho pokryviv Ukrainskykh Karpat [Early Eocene agglutinated foraminifera and sedimentological features of flysch formation of the Monastyretsky and Skybovy nappes of the Ukrainian Carpathians]. *Heolohiia i heokhimiia horiuchykh kopalyn – Geology & Geochemistry of Combustible Minerals*, 1 (150), 43–59.
 18. Pavlun, M.M., Heneralov, A.V., Heneralova, L.V., & Kostiuk, O.V. (2024). Verkhnokreidovno-nyzhnoetsenovi arhility Zovnishnikh Karpat (petrokhimichniy ta paleoheodynamichniy aspekty) [Upper Cretaceous-Lower Eocene argillites of the Outer Carpathians (petrochemical and paleogeodynamic aspects)]. *Heolohichniy zhurnal – Geological journal*, 3 (388), 31–47. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.3.304322>.
 19. Senkovskiy, Yu.M., Hryhorchuk, K.H., Hnidets, V.P., & Koltun, Yu.V. (2004). *Heolohichna paleookeanohrafiia okeanu Tetis [Geological paleoceanography of the Tethys Ocean]*. Kyiv: Naukova dumka, 172 p.
 20. Senkovskiy, Yu.M., Hryhorchuk, K.H., Koltun, Yu.V., Hnidets, V.P. (2018). *Litohenez osadovykh kompleksiv okeanu TETIS: Karpato-Chornomorskyi sehment [Lithogenesis of sedimentary complexes of the Tethys Ocean: Carpatho-Black Sea segment]*. Kyiv: Naukova dumka, 158 p.
 21. Bhatia, M.R. (1983). Plate Tectonics and Geochemical Composition of Sandstone. *The Journal of Geology*, 91, 611–627. <http://dx.doi.org/10.1086/628815>.
 22. Bouma, A.H. (1962). Sedimentology of some Flysch deposits. A Graphic Approach to Facies Interpretation. Amsterdam: Elsevier, 168 p.
 23. Einsele, G. (1992). Sedimentary Basins: evolution, facies and sediment budget. Berlin: Springer Verlag, 615 p.
 24. Golonka, J., Gahagan, L., Krobicki, M., Marko, F., Oszczytko, N., & Ślaczka, A. (2016). Plate tectonic evolution and paleogeography of the circum-Carpathian region. *AAPG, Memoir*, 84, 11–46. <https://doi.org/10.1306/985606m843066>.
 25. Kováč, M., Plašienka, D., Soták, J., Vojtko, R., Oszczytko, N., Less, G., Čosović, V., Fügenschuh, B., & Králiková, S. (2016). Paleogenepaleogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. *Global and Planetary Change*, 140, 9–27. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.03.007>.
 26. Olszewska, B., & Szydło, A. (2017). Environment stress in the northern Tethys during the Paleogene: a review of foraminiferal and geochemical records from the Polish Outer Carpathians. *Geological Quarterly*, 61 (3), 682–695, doi: 10.7306/gq.1369.
 27. Posamentier, H.W., & Walker, R.G. (2006). Deep-Water Turbidites and Submarine Fans Facies Models Revisited. *SEPM Special Publication*, 84, 122.
 28. Roser, B.D., & Korsch, R.J. (1986). Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio. *J. Geol.*, 94, 635–650.
 29. Schmid, S., Bernoulli, D., Fügenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M., & Ustaszewski, K. (2008). The Alpine-Carpathian-Dinaric orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*, 101, 139–183. <https://doi.org/10.1007/s00015-008-1247-3>.

SEDIMENTATION PROCESSES OF LOWER EOCENE FORMATIONS OF THE SKIBOVY NAPPE AND BORYSLAV-POKUTS NAPPE (UKRAINIAN CARPATHIANS)

Anton Heneralov

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevskogo Str., 4, Lviv, Ukraine, 79005*

The aim of the research is to study the main features of sedimentary processes in the Lower Eocene deposits of the Skyba nappe and Boryslav-Pokut nappe of the Outer Carpathians. Lithostratigraphic, sedimentological, geomapping, material methods of study and the results of paleontological and geodynamic studies by modern authors were used. Sedimentological analysis of the formations of the Lower Eocene Manyavska suite (Upper Thanetian-Lower Ypresian) of the Skyba and Boryslav-Pokut nappes, according to the data of previous researchers and the author, contributed to the identification of lithodynamic (sedimentological) types in the structure of its sections and the clarification of paleogeomorphological and paleogeodynamic conditions of sedimentation. The straton flysch is mainly represented by lithodynamic types of event-related fine- and medium-grained turbidites and background (hemi)pelagites, which are rhythmically and cyclically interbedded. Event deposits of contourites occur episodically. Based on the nature of the lithodynamic types of sections, we parallel them with the lower fans of submarine transport cones, which periodically captured the adjacent abyssal plain. Mineralogical and petrographic characteristics of sandstones from turbidites and contourites of the Manyava suite made it possible to distinguish several petrotypes. Sandstones with ordered structures belong to turbidites with elements of the Bouma cyclite T_{bd} and obliquely layered contourites. Sandstones with disordered structures have elements of the Bouma cyclite T_a. All turbidites belong to graywackes. The identified petrotypes indicate different hydrodynamic features of event-induced flow sedimentation.

The mineral composition of the background mudstones on the classification diagram for the systematization of clay rocks of the Manyava suite demonstrates a stable association, which indicates essentially montmorillonite (smectite) mudstones and rocks, from a three-component mixture of chlorite + montmorillonite + hydromica. The results obtained are well paralleled with modern materials on the study of mineral associations of pelagic facies and emphasize the presence of a magmatogenic component. The influence of the endogenous component in straton formations is indicated by other signs. Discriminant paleogeodynamic diagrams CaO-Na₂O-K₂O and SiO₂-K₂O/Na₂O based on the results of petrochemical analyses of mudstones of the Manyava swathe distinguish two groups of figurative points of rock composition. They belong to sources of rock-forming minerals of mudstones (hemi) pelagites that are different in genesis: endogenous (in particular, hydrothermal) and exogenous. The lithodynamic type of contourites is localized at the foot of the continental slope, serves as an indicator of the tectonic separation of the lithosphere of the Outer Carpathian Basin into (sub)continental and oceanic crusts and is marked by deep-seated fault zones, which are transporters of endogenous matter. The above features allow us to emphasize the hybrid volcanogenic-sedimentary nature of background sedimentation in the Early Eocene period of the Outer Carpathian Basin. The paleoceanographic processes of sedimentation of the Manyava suite sediments have been reconstructed by modern researchers based on foraminiferal associations and environmental factors, and the data we obtained indicate the conditions for the formation of sediments in a marine basin of normal salinity at the depths of the lower bathyal-abyssal near or below the carbonate compensation level. Deep-sea turbidite currents in the form of drift cones (fans) transported terrigenous material here. Episodic actions of turbidite flows partially eroded (hemi) pelagites and contourites. The identified features of the rock sections of the Manyava suite were formed on the northeastern edge of the Outer Carpathian residual water area of the Tethys Ocean under conditions of Early Eocene tectonic calm during the subduction of the base of the Carpathian flysch basin under Tisius-Dacia.

Key words: Outer Ukrainian Carpathians, Skiba Nappe, Boryslav-Pokut Nappe, sedimentation, lithodynamic types, hemipelagites, turbidites.

Дата надходження статті: 24.06.2025

Дата прийняття статті: 24.07.2025

Опубліковано: 07.10.2025