

УДК 528.931(-04).001.11:550.8

ТЕОРЕТИЧНІ І ПРИКЛАДНІ АСПЕКТИ ВИЯВЛЕННЯ І ПРОВЕДЕННЯ ГЕОЛОГІЧНИХ МЕЖ В ОСАДОВО-ШАРУВАТИХ СИСТЕМАХ

Ярина Тузяк

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. М. Грушевського, 4, 79005, Львів, Україна
yarynatuzyak@gmail.com*

У статті розглянуто теоретичні й прикладні аспекти виявлення і проведення геологічних меж (ГМ) в осадово-шаруватих системах (ОШС). На підставі аналізу сучасних концепцій і наукових підходів у геології (стратиграфії) розроблено модель класифікації з виділенням типів – хроностратиграфічні, стратиграфічні, фізичні. Розглянуті принципи, критерії та ознаки визначення їхніх типів. До головних принципів належать: зміна складу та умов утворення субстрату, характер контактів, зміна евстатичного рівня Світового океану, поширення по площі й у розрізах, характер конфігурації границь, етапи формування. Головними критеріями є: речовинно-генетичний, структурно-тектонічний, евстатичний, просторово-часовий, геометрія і стадійність границь. Головні ознаки охоплюють: літолого-седиментологічні, генетичні, характер залягання (згідне, незгідне), трансгресивність чи регресивність меж, часовий (хроностратиграфічні, біостратиграфічні, ізо- й діахронні) та просторовий (глобальні (ТГСГ/GSSP), регіональні (маркувальні горизонти), локальні) аспекти, прості, складні (комбіновані), одностадійні, багатостадійні. З'ясовано геотуристичний потенціал геологічних границь. Обґрунтовано їхнє наукове, прикладне і культурно-освітнє значення.

Головна роль належить речовинно-генетичним критеріям – субстратній речовині, яка містить усі необхідні змінні характеристики – фізико-хімічні, біохімічні, біотичні, седиментологічні, важливі для ідентифікації, діагностики, простеження і проведення меж та виокремлення й оконтурення геологічних тіл різного ієрархічного рівня. В основі цього критерію лежить комплекс літолого-седиментологічних і генетичних ознак. Зміна літологічного складу й умов утворення субстрату сприяє визначенню згідного (поступового) й незгідного (фіксування перерв у седиментації) залягання в геологічних розрізах. До них належать фізико-хімічні (геофізичні, геохімічні, хемо-, магніто-, сейсмо- та циклостратиграфічні), літолого-седиментологічні (наявність мінеральних включень – глауконіт, конкреції різного складу (фосфоритові, карбонатні, кремністі, марганцеві, залістисті та ін.), седиментаційні (глинисті прошарки, прошарки вулканогенних порід, сапропелеві прошарки, базальні конгломерати,

кори звітрування, викопний карст; наявність текстур – механогліфів, біогліфів (іхнофосилій – викопних слідів життєдіяльності), біотичні (палеонтолого-біостратиграфічні – наявність змішаних комплексів фауни (різновікових, різнофаціальних, різного збереження), заміщення стінки скелетів (піритизація, глауконітизація, окварцювання, опалітизація, фосфатизація), поступова зміна комплексів викопних організмів – критерій фіксування згідного залягання) ознаки. Генетичні ознаки використовують для виокремлення й оконтурення породно-шаруватих систем різного ієрархічного рівня від простих геологічних тіл до їх складно побудованих асоціацій (фаціальних, формаційних, меж секвенсів, циклів різного порядку та ін.).

Ключові слова: геологічні межі (ГМ), осадово-шаруваті системи (ОШС), речовинно-генетичний критерій.

Вступ. На сучасному етапі внаслідок накопичення нового фактичного матеріалу, систематизації зібраного і його переінтерпретації на новій стратиграфічній основі, розвитку нових наукових напрямів і підходів [12, 13] (зокрема, концепцій „золотих цвяхів“, секвенс стратиграфії, системного підходу у виділенні й оконтуренні складно побудованих системних геологічних тіл різного ієрархічного рівня підпорядкування, геотуризму та ін.), а також уточнення понятійно-термінологічного апарату і теоретично-методичних засад стратиграфії не менш важливою є проблема виділення, обґрунтування і класифікації геологічних меж. Насамперед це зумовлено надійністю і детальністю геологічних побудов і презентацією в геотуристичному аспекті. Сьогодні внаслідок активного розвитку геотуризму в Україні серед „спектра“ геологічних пам'яток природи [3] найменш представленими є геологічні межі. Вони заслуговують уваги, оскільки відображають природні процеси і явища (космічні (імпакті), тектонічні, евстатичні, біотичні та ін.) різного рівня, які зафіксовані в осадовому чохла літосфери, а їхня популяризація сприятиме не лише розвитку світогляду громадськості, а й економічному розвитку та екологічному збереженню території.

Постановка проблеми. Виділення й обґрунтування типів геологічних меж має наукове, прикладне та культурно-освітнє значення (рис 1). Наукове полягає у виявленні і фіксуванні природних подій глобальних, регіональних і локальних змін, відображених в осадовому чохла земної кори різними геологічними методами та з'ясуванні їхнього походження. Прикладне – використовує ці події для геологічного картування й удосконалення та оновлення МХСШ (ЗХСШ), побудови моделей осадових басейнів, створення електронних баз даних. Культурно-освітнє – сприяє розвитку світогляду громадськості та збереженню національної геологічної спадщини для наступних поколінь, а також для подальшого комплексного дослідження із залученням різних методів та методик.

Аналіз останніх досліджень і публікацій та історичний огляд еволюції поглядів щодо походження терміна „геологічна межа“. Аналіз літературних джерел не виявив праці, яка однозначно свідчила про виникнення поняття „геологічна межа“. Термін „геологічна межа/стратиграфічна межа“ уведено водночас у геологію/стратиграфію з уведенням у стратиграфію просторово-часових співвідношень геологічних тіл і поняття часу та створенням першої геологічної карти. Отже, зародженню цього терміна сприяло чимало подій в геологічній/стратиграфічній науці, зокрема:

- формулювання першого принципу стратиграфії Н. Стенона (1669);

- створення першої геологічної карти англійським геологом У. Смітом (1796) для території Англії й Уельсу. Хоча найдавнішою геологічною картою, яка дійшла до наших днів, можна вважати Туринську папірусну карту, створену 1150 р. до н.е. у Давньому Єгипті (*Harrell J. A., Brown V. M. "The world's oldest surviving geological map – the 1150 BC Turin papyrus from Egypt" // Journal of Geology. – 1992. – N 100. – С. 3–18. – ISSN 0022-1376).*



Рис. 1. Значення і завдання вивчення геологічних меж

- принцип різновіковості граничних поверхонь осадових геологічних тіл (принцип Головінського (1868), пов'язаний з переміщенням берегової лінії (у кожному шарі синхронними можна вважати лише ті ділянки, формування яких відбувалося паралельно до берегової лінії, а в напрямі, перпендикулярному береговій лінії, зростає швидкість зміни віку граничних поверхонь геологічних тіл)).

- принцип хронологічної взаємозаміни ознак С. В. Мейсна (1974) є основою хроностратиграфічної кореляції різнофаціальних розрізів (по площі поширення гранична поверхня не є однорідною і може змінювати/взаємозамінити комплекс ознак речовинно-генетичного критерію в межах однієї і тієї ж геосистемної перебудови, тому геологічні межі, що формувалися в різних фаціальних умовах, можуть бути одновіковими).

• детальніші визначення геологічних/стратиграфічних меж знаходимо у геологічних/стратиграфічних словниках, довідниках (номенклатура і класифікація), нормативно-правових документах (кодексах).

Мета праці полягала у вивченні природи походження різних типів геологічних меж, виділенні й обґрунтуванні ознак їхньої ідентифікації, визначенні критеріїв і принципів для розробки моделі класифікації та з'ясуванні значення їхнього геотуристичного потенціалу.

Для досягнення поставленої *мети* вирішено такі *завдання*:

1. Ревізія вітчизняної і зарубіжної наукової, нормативно-правової і довідкової літератури з зазначеної проблеми.
2. З'ясування наукового, прикладного і культурно-освітнього значення геологічних меж.
3. Визначення історії походження терміна „геологічна межа“.
4. Уточнення визначення поняття „геологічна межа“.
5. Обґрунтування необхідності класифікації геологічних меж.
6. Аналіз концепцій і наукових підходів щодо створення моделі класифікації геологічних меж.
7. Виділення ознак ідентифікації й визначення критеріїв і принципів класифікації.
8. З'ясування геотуристичного потенціалу геологічних меж.

Методи дослідження становить система практичних, загально- та спеціально-наукових засад, що забезпечують об'єктивний аналіз предмета досліджень.

Виклад основного матеріалу. Огляд вітчизняних і закордонних геологічних/стратиграфічних літературних джерел [1, 2, 6, 12, 13], у тім числі нормативно-правових й довідкових видань (СКУ, 2012 [7]; МСК [11]; МСС, 2002 [5]) не виявив єдиних уявлень дослідників щодо принципів класифікації геологічних меж. У більшості праць наведено визначення геологічної/стратиграфічної межі, і лише окремі містять термінологічні поняття, які характеризують геологічні межі з позицій різних підходів (рис. 2). Наприклад, одні їх поділяють на седиментаційні, денудаційні, диз'юнктивні [2]; інші – на літолого-стратиграфічні, диз'юнктивні, ін'єктивні [6]. У навчально-методичному посібнику „Стратиграфія“ [4] зазначено про стратиграфічні і фаціальні межі та наведено їхні визначення. СКУ [7] містить терміни „ТГСГ/GSSP“, „границі стратиграфічного підрозділу“, „датованого рівня“, їхні визначення та порядок і вимоги щодо опису лімітотипу. Подібне простежуємо у закордонних виданнях [5, 11], за винятком Міжнародного стратиграфічного кодексу (ISG, 2019) [11] й тих, що стосуються концепції секвенс стратиграфії [12, 13].

Відповідно до МСК, 2019 (ISG, 2019) [11] у переліку категорій стратиграфічних підрозділів окремо розглянуто гранично-незгідні поверхні (unconformity-bounded units – bodies of rock bounded above and below by significant discontinuities in the stratigraphic succession (тіла гірських порід, відокремлені (оконтурені) зверху і знизу перервами в стратиграфічній послідовності), яким відповідає стратиграфічний термін „синтема (synthem)“. Вважаємо, що така стратиграфічна одиниця має бути введена в категорію підрозділів української стратиграфії і регламентована головним нормативно-правовим документом СКУ. До гранично-незгідних поверхонь належать перехідні верстви між ярусами, відділами, системами, наприклад, базальні верстви (конгломерати, гравеліти), змішані комплекси фауни (різновікові, різнофаціальні), бентонітові глини з прошарками сапропелю, конкреції різного мінерального складу, біогліфи, механогліфи, прошарки

вулканічних порід (туфів, туфітів) та ін. Переважна більшість таких верств не містить палеонтологічних решток, або представлена змішаними комплексами фауни, що ускладнює їх датування, по площі поширення фаціально видозмінюється, і такі межі не завжди є ізохронними, а омолоджуються в напрямі, перпендикулярному до берегової лінії, тобто мають діахронний характер межі. На підставі термінології і номенклатури СКУ [7] та правил і вимог виділення головних і допоміжних літостратиграфічних підрозділів, такі стратиграфічні одиниці не можуть входити у склад світ, товщ і, як показує практика, бути виділеними у верстви з географічною назвою. По-перше, верстви з географічною назвою мають обмежений розвиток по площі; по-друге, їх простягання може простежуватися далі за межі території поширення; по-третє, вони можуть бути представлені іншою фаціальною відміною і мати інший геологічний вік. Тому пропонуємо незгідно-граничні поверхні виділяти і позначати як перехідні верстви (ПВ), або залишити для використання іноземний термін „синтема“. Ввести його у СКУ і використовувати для складання стратиграфічних схем.

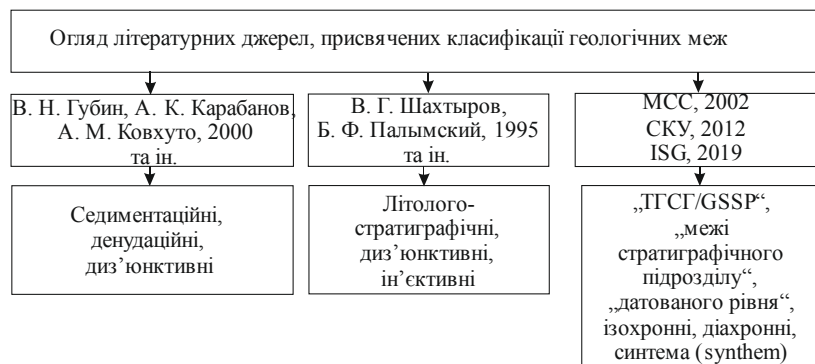


Рис. 2. Порівняльна характеристика публікацій, присвячених класифікації геологічних меж

Наприклад, геологічні межі (ГМ) типу змішаних фауністичних комплексів (ЗФК) дослідники розглядають як ерозійно-трансгресивні. Такі межі характеризуються комплексом ознак, мають системну природу й формуються у декілька етапів. Отже, у визначенні віку ГМ такого типу перевагу надають наявним в асоціації значно молодшим представникам викопних, які ідентифікують чимало ознак [10]. Проблемним залишається питання положення ГМ такого типу в РСШ і її зіставлення з МХСШ. Оскільки ГМ має трансгресивний характер, появу типових видів-індексів не можна вважати першою, а межу розглядати як ізохронну.

Уважаємо, що такі межі доцільно використовувати у складанні стратиграфічних схем. Наприклад, їх можна позначати як перехідні верстви альбу-сеноману (ПВ al-cen), баденію-сармату (ПВ bad-sar) і т. д. із зазначенням типу ЗФК, базальні конгломерати (БК), прошарки сапропелю і бентонітових глин, та супутньої речовинно-генетичної характеристики. Її можна використовувати для геологічного картування, побудови різних моделей осадових басейнів, а внесення в стратиграфічну схему слугуватиме легендою для будь-якого типу геологічних моделей. Вони також можуть бути класифіковані за комплексом критеріїв та ознак (рис. 3).

Відповідно до концепції секвенс стратиграфії [12, 13] (рис. 4), яка ґрунтується на наукових положеннях, головними з яких є зміна евстатичного рівня Світового океану (що може бути зумовлено подіями плитної тектоніки і пов'язаними з ними значними вулканічними виверженнями, землетрусами, імпактними подіями (падіння астероїдів),

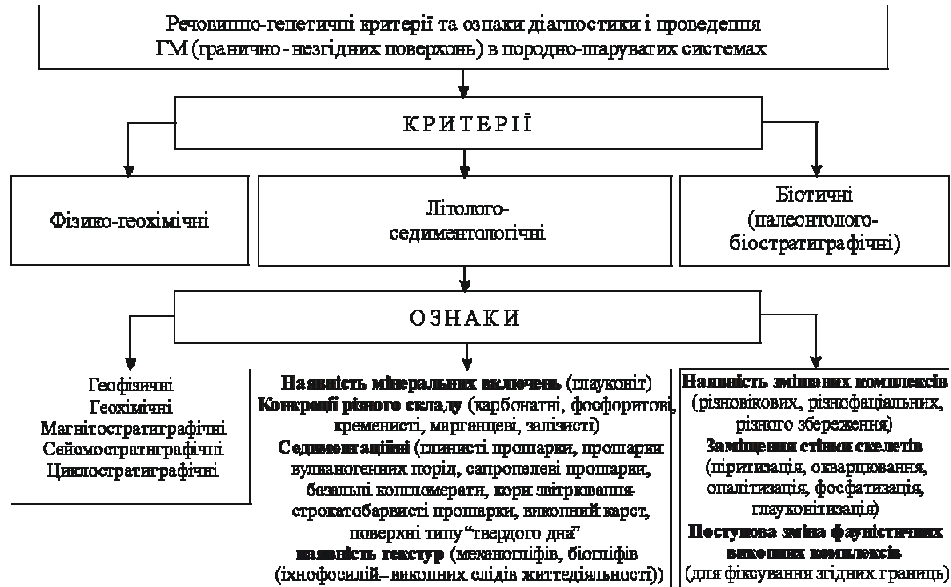


Рис. 3. Модель класифікації ГМ (гранично-незгідних поверхонь (перехідні верстви, синтема) за речовинно-генетичними критеріями і літолого-седиментологічними ознаками діагностики в породно-шаруватих системах

глобальними змінами клімату і таненням льодовиків, наслідком цих причин також є вимирання організмів), міграція берегової лінії, вертикальна і горизонтальна зміна фацій, виділення секвенсів різного рівня, характер меж в оконтуренні складно побудованих системних геологічних тіл (секвенсів) матиме фізичну природу, оскільки поєднує різні типи ГМ. Вони будуть складними, комбінованими, фаціально відмінними і містити як хроностратиграфічні, стратиграфічні, так і фізичні характеристики (ознаки).

Отже, керуючись сучасними науковими тенденціями розвитку геології/стратиграфії та зазначеними науковими концепціями і підходами, сьогодні геологічні межі можна розглядати з трьох позицій – хроностратиграфічні, стратиграфічні і фізичні (рис. 5). Хроностратиграфічні – це поверхні (точки), які розділяють хроностратони глобального рівня і відповідають критеріям МХСШ, а саме визначенню й обґрунтуванню ТГСГ/GSSP [13]. Стратиграфічні – поверхні, що обмежують геологічні тіла/стратони, виділені різними стратиграфічними методами на регіональному і місцевому рівнях. Фізичні – поверхні складної конфігурації, які обмежують геологічні тіла різного ієрархічного підпорядкування – фацій, формацій, секвенсів та ін.

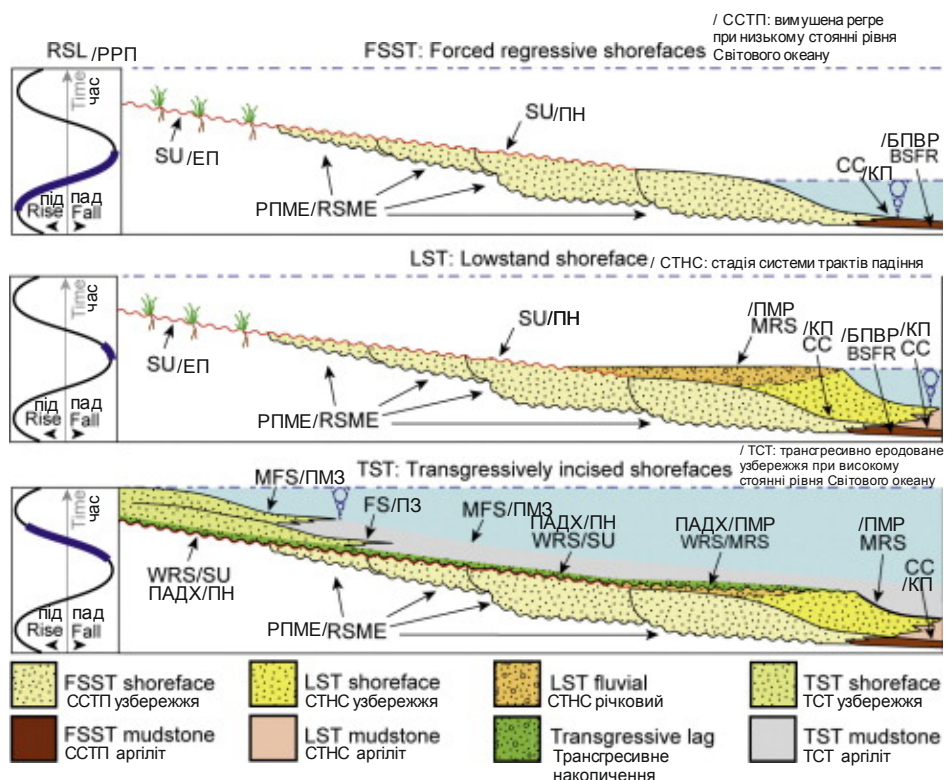


Рис. 4. Schematic model differentiating incised shorefaces of the Falling Stage Systems Tract (FSST), Lowstand Systems Tract (LST), and Transgressive Systems Tract (TST). SU, Subaerial Unconformity; RSME, Regressive Surface of Marine Erosion; BSFR, Basal Surface of Forced Regression; CC, Correlative conformity; MRS, Maximum Regressive Surface; WRS, Wave Ravinement Surface; FS, Flooding Surface; MFS, Maximum Flooding Surface. Modified from MacEarchen et al., 1999 [12] / Схематична модель диференційного розмиву прибережних поверхонь (переклад скорочень і термінів): стадія системи трактів падіння (ССТП/FSST), система трактів низького стояння (СТНС/LST) і трансресивна система трактів (ТСТ/TST). SU/ЕП, ерозійна незгідність; RSME/РГМЕ, регресивна поверхня морської ерозії; BSFR/БПВР, базальна поверхня вимушеної регресії; CC/КП, корелятивно згідні поверхні; MRS/ПМР, поверхня максимальної регресії; WRS/ПДХ, поверхня активної дії хвиль; FS/ПЗ, поверхня затоплення; MFS/ПМЗ, поверхня максимального затоплення. Змодельовано за MacEarchen et al., 1999 [12].

Концептуальні положення секвенс стратиграфії:

1. Зміна евстатичного рівня Світового океану (результат – міграція берегової лінії: у бік океану – низький рівень стояння (регресія) – накопичення континентальних осадів/фацій; у бік континенту (суші) – високий рівень стояння (трансресія) – накопичення морських осадів/фацій).
2. Вертикальна і горизонтальна зміна фацій.
3. Виділення секвенсів різного порядку.
4. Принципи і критерії формування меж у різних частинах басейну. Характер ГМ прибережної зони незгідний – ерозійно-трансресивний, регресивний. Унаслідок трансресії простежується омолодження ГМ у бік континенту. З-за формування регресивних меж можливе зрізання поверхонь відкладів морських фацій.

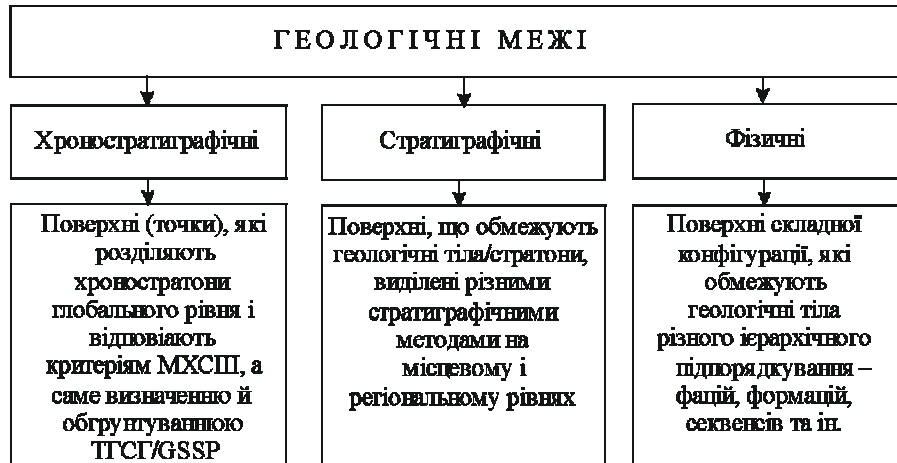


Рис. 5. Типи геологічних меж з позиції концепцій „золотих цвяків“, секвенс стратиграфії, системного підходу

У фаховій геологічній літературі існує безліч визначень щодо терміна „геологічна /стратиграфічна межа“ та його трактування [2, 6 та ін.], в який дослідники вкладають різний зміст і поняття, що й зумовило різні погляди на їхню класифікацію. Ми намагалися синтезувати знання про геологічні/стратиграфічні межі і запропонувати власне тлумачення поняття „геологічна межа“, отже, створили модель їхньої класифікації.

На нашу думку, геологічна межа – це будь-яка поверхня (лінія, точка), яка на приміжових ділянках розділяє субстратну речовину різного віку та походження (генезису), – фізичного, хімічного, біохімічного, біотичного, або межа, яку визначають за зміною властивостей геологічної речовини (субстрату) і яка представлятиме геологічну межу. Такі межі, зумовлені природним розподілом речовини у просторі й часі, та їхнє існування не залежать від наших побудов.

З урахуванням багатьох принципів, критеріїв та ознак геологічні межі можуть бути класифіковані за такою схемою (рис. 6):

1) за зміною складу та умов утворення субстрату – речовинно-генетичний критерій – літолого-седиментологічні ознаки (за різними методами можуть бути геофізичні, геохімічні, магнітостратиграфічні, палеонтолого-біостратиграфічні, циклостратиграфічні та ін.); за генетичними ознаками – фаціальні, формаційні, межі секвенсів та ін.;

2) за характером контактів – структурно-тектонічний критерій – згідні (поступові), незгідні (денудаційні, ерозійні), диз'юнктивні (тріщини, тектонічні порушення), ін'єктивні (впровадження інтрузивних/ефузивних тіл);

3) за зміною евстатичного рівня Світового океану – трансгресивні, регресивні, регресивно-трансгресивні (комбіновані);

4) за характером поширення по площі і в розрізах – просторово-часовий критерій – хроно-, біостратиграфічні, ізо- (син-), діахронні (часова ознака), глобальні (ТТСТ/ГССР) [3, 9, 10], регіональні (маркувальні горизонти) [3], місцеві (локальні) [3] (просторова ознака);

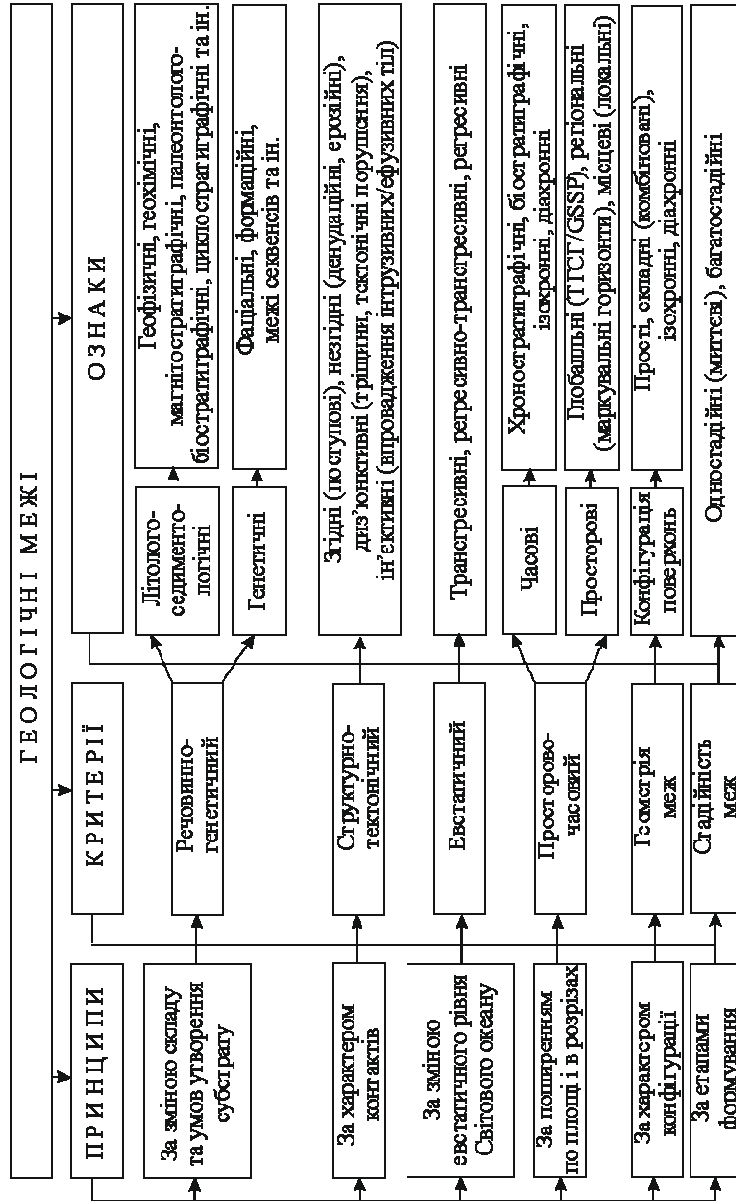
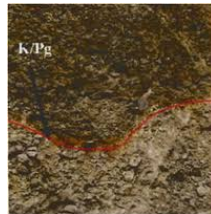


Рис. 6. Модель класифікації геологічних меж

5) за характером конфігурації – критерій геометрії меж – прості, складні (комбіновані), ізо-, діахронні (для оконтурення геологічних тіл різного ієрархічного рівня підпорядкування);

6) за етапами утворення – критерій стадійності – одностадійні (миттєві), багатостадійні.



Збільшений
фрагмент межі
імпактного типу
(іридієвий шар)

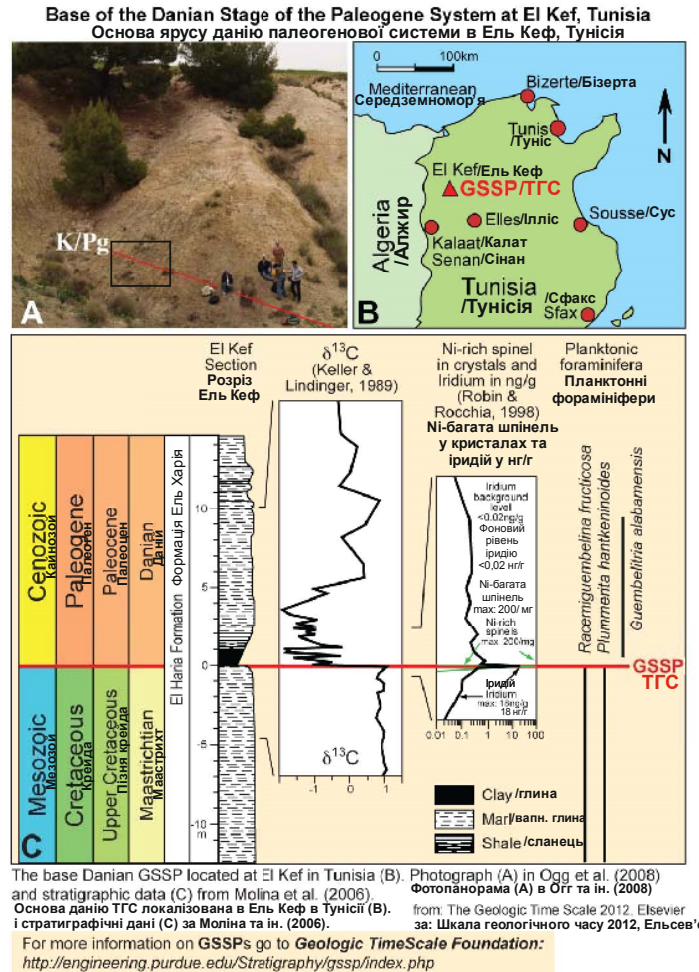
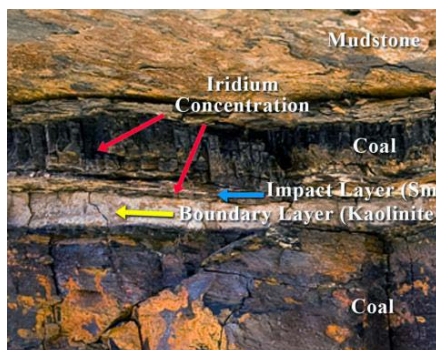
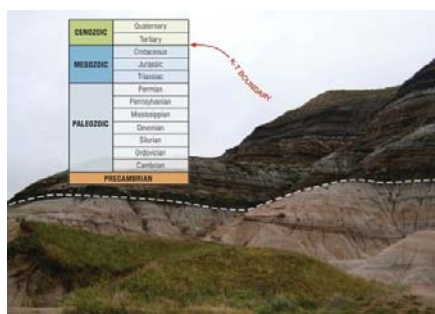


Рис. 7. Хроностратиграфічна межа К/Рг імпактного типу (космічного походження).
Точка глобального стратотипу межі (ТГС/ГССП) в основі данію палеогенової системи,
Ель Кеф, Туніс (Північна Африка) [13]

Крім того, одна і та ж геологічна межа може бути ідентифікована за декількома видами критеріїв, або межі, виділені за різними критеріями, можуть не збігатися. На місцевості геологічні/стратиграфічні межі характеризуються ознаками, які дають можливість діагностувати їхню природу, зокрема згідне (поступове) залягання, перерви в



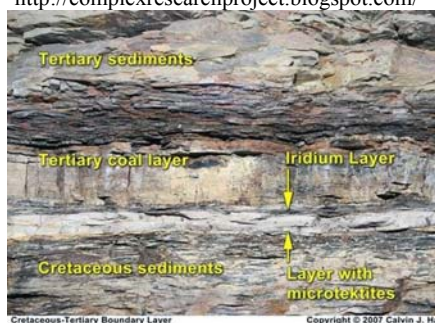
Трінідаг, Колорадо, США
<https://www.flickr.com/photos/jsjgeology/15692057568>



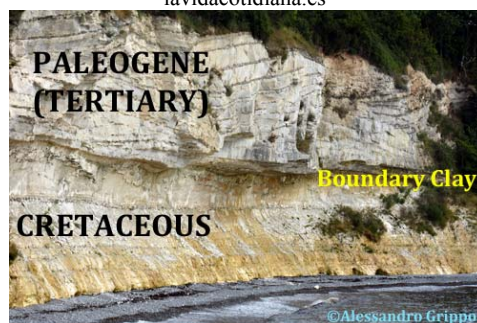
Альберта, Канада
<http://complexresearchproject.blogspot.com/>



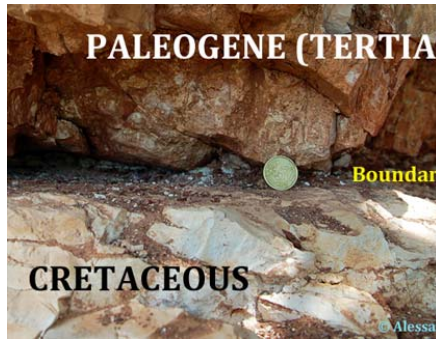
Державний парк Трінідаг Лейк, США
lavidacotidiana.es



Ратон, Нью-Мексико, Мексика
<http://solarviews.com/images/>



Стевнс Клінг, Хоєруп (Højerup), Данія
<http://homepage.smc.edu/>



Губіо, Перуджа, Італія
<http://homepage.smc.edu/>



Луїс і Вальтер Альварес біля межі К/Pg
в Губіо, Італія, 1981
https://en.wikipedia.org/wiki/Walter_Alvarez

Рис. 8. Приклади глобальної межі К/Pg імпактного типу (іридієвий шар)
в геологічних розрізах різних частин Землі



Рис. 9. Приклади індексації геологічних меж у Національних природних парках з метою
прокладання туристичних стежок

осадонакопиченні, визначати відносний геологічний вік порід, структурно-тектонічний тип межі і т. д.

Висновки

1. Розглянуто теоретичні і прикладні аспекти виділення і проведення ГМ в осадово-шаруватих системах. Теоретичні формують концептуальні положення наукових напрямів і підходів у геології/стратиграфії, принципи та правила, номенклатура і термінологія, регульована нормативно-правовою базою стратиграфії. Прикладну – комплекс речовинно-генетичних критеріїв та літолого-седиментологічних і біотичних ознак, які дають можливість діагностувати типи та види ГМ в осадово-шаруватих системах та визначати їхній тип контактів.

2. Запропоновано модель класифікації геологічних меж. Відповідно до сучасних

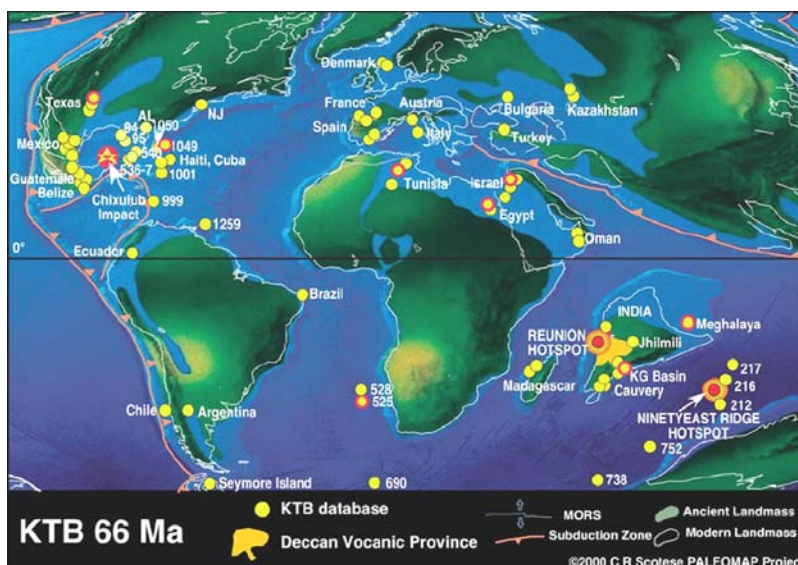


Рис. 10. Глобальна база даних розрізів крейдово-палеогенової/третинної межі, вивчених на сучасному етапі, нанесених на палео-карту 66 млн років тому (КТВ 66 Ма). Точками жовтого кольору з червоним контуром позначені дискусійні розрізи, які обговорюються (<https://www.researchgate.net/>)

Умовні позначення і переклад термінів: KTB database (база даних К/Pg (К/Т) межі); Deccan Volcanic Province (Вулканічна провінція Декан); MORS (COX – серединно-океанічні хребти); Subduction Zone (зони субдукції); Ancient Landmass (давній континентальний масив); Modern Landmass (сучасний континентальний масив).

наукових тенденцій розвитку геології/стратиграфії, геологічні межі поділяють на хроностратиграфічні, стратиграфічні, фізичні.

3. Класифікаційна модель ґрунтується на комплексуванні принципів, критеріїв та ознак, що покладені в основу виділення типів геологічних меж.

4. Розроблено модель класифікації ГМ (гранично-незгідних поверхонь (перехідні верстви, синтема)) за речовинно-генетичними критеріями та ознаками діагностики в осадово-шаруватих системах.

5. Уточнено наукове визначення терміна „геологічна межа“.

6. Визначені наукове, прикладне і культурно-освітнє значення геологічних меж.

Виявлені та описані геологічні границі (мезозой, кайнозой) в межах західних теренів України (Львівська і Тернопільська обл.). Отриманий фактичний матеріал може бути використаний для експозицій в Геологічних і Природознавчих музеях з метою наукового і просвітницького пізнання.

7. З'ясований геотуристичний потенціал геологічних меж. Утворення Європейської Асоціації зі збереження геологічної спадщини (ProGEO) світового значення сприяло створенню в Європі її Регіональних робочих груп, до складу однієї з яких (Центральноевропейської) входить й Україна [14]. Відповідно до програми ProGEO, головне завдання якої полягає у створенні єдиного реєстру об'єктів геологічної спадщини

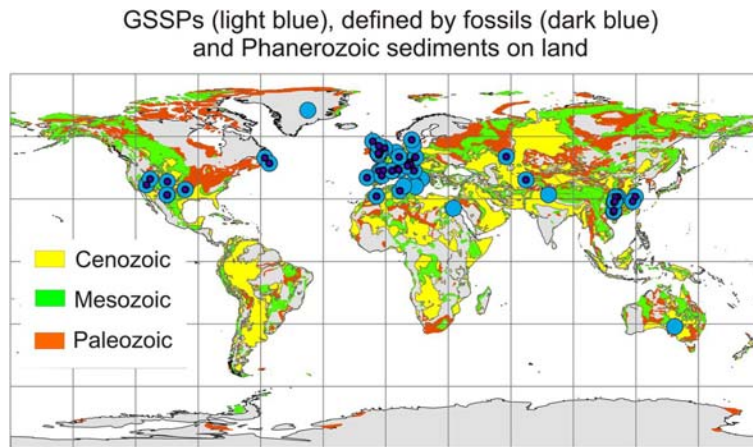


Рис. 11. Ратифіковані ТГСГ/GSSPs (блакитний), визначені за біотичними подіями (темно-синій) у фанерозойських відкладах планети Земля
<http://sp.lyellcollection.org/content/404/1/37/tab-figures-data>

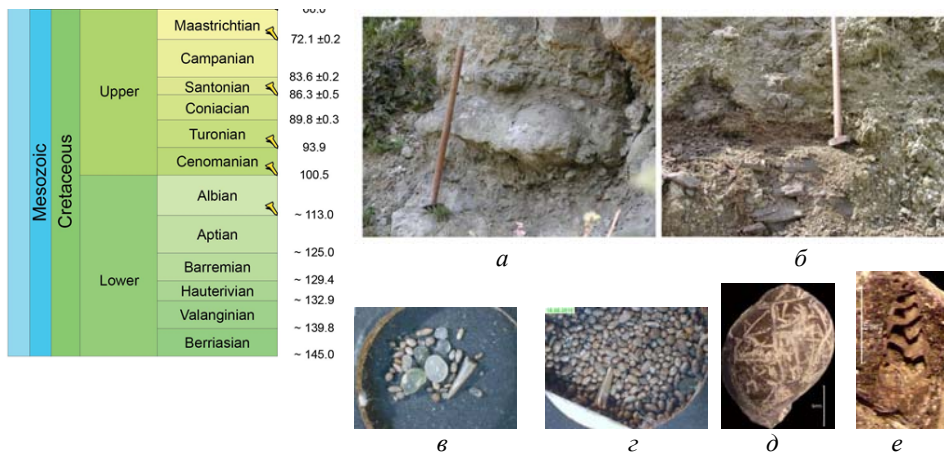


Рис. 12. Трансгресивна базальна верства сеноманського віку, с. Худиківці Тернопільської обл. [10]. Перехідні верстви альбу-сеноману типу змішаних фауністичних комплексів (а, б). Випокні мікро- (в, г) та макрофосилії (д, е) з фосфатизованим (ясно- і темно-коричневі форми) і вапняковим (прозорі, напівпрозорі форми) скелетами; фосфатизований зуб акули (е)

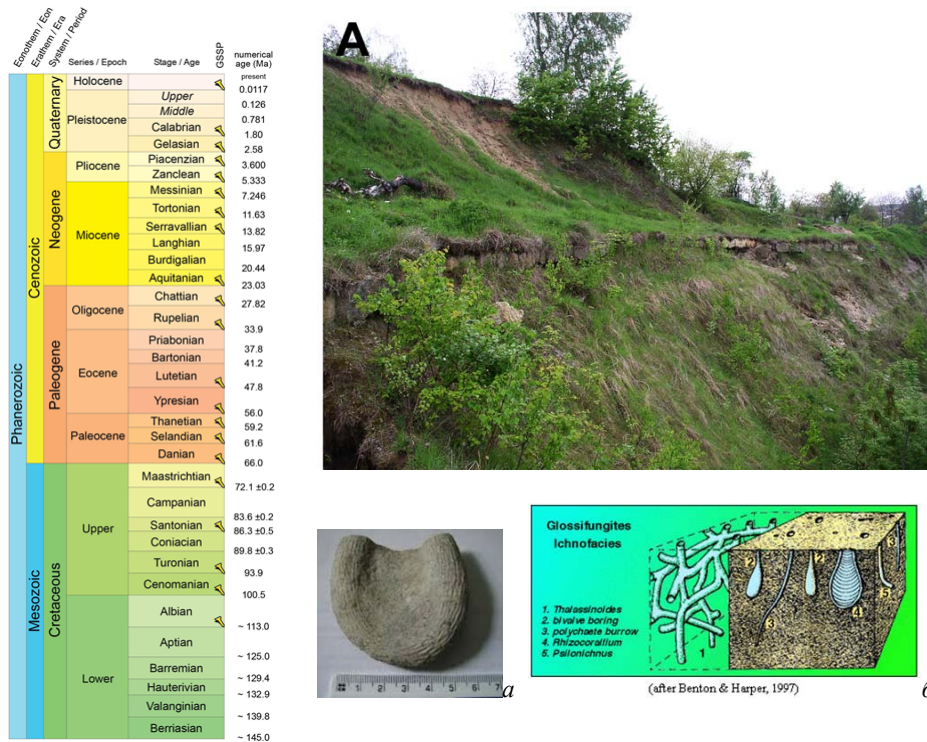


Рис. 13. А – Контакт крейди, неогену й антропогену, м. Львів: а – U-подібна нірка *Glossifungites* на контакті крейди/неогену; б – іхнофація *Glossifungites*, складена асоціацією нірок за [12]: 1 – *Thalassinoides* (полігональна сітка нірок); 2 – bivalve boring (сліди свердління двостулочок); 3 – polichaete burrow (отвори поліхетів); 4 – *Rhizocorallium*; 5 – *Psilonichnus*

Рання стадія (Time 1) – регресія в прибережній зоні (проградация – накопичення континентальних осадів/фацій).

Пізня стадія (Time 2) – трансгресія в прибережній зоні (аградация – накопичення морських осадів/фацій).

Відкриті отвори нірок (Open Burrows).

Заповнення отворів нірок (Filled Burrows) внаслідок трансгресивного накопичення осадів.

Еродована поверхня з іхнофаціями *Glossifungites*.

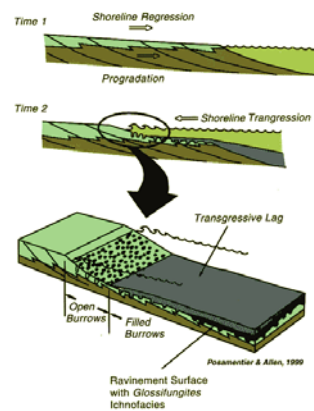


Рис. 14. Схематична модель формування U-подібних нірок та іхнофацій *Glossifungites* за [12]

Epoch / Era Епохи / Ери	Series / Epoch Система / Період	Stage / Age ОССТП	numerical age (Ma)	
Phanerozoic	Quaternary	Holocene	present	
			0.0117	
	Pleistocene	Upper	0.126	
		Middle	0.781	
		Calabrian	1.80	
		Gelasian	2.58	
	Pliocene	Piacenzian	3.600	
		Zanclean	5.333	
	Neogene	Messinian		7.246
				11.63
		Miocene	Tortonian	13.82
			Serravallian	15.97
			Langhian	20.44
			Burdigalian	23.03
		Oligocene	Aquitanian	27.82
			Chattian	33.9
		Paleogene	Rupelian	37.8
			Priabonian	41.2
	Bartonian		47.8	
	Lutetian		56.0	
Eocene	Ypresian	59.2		
	Thanetian	61.6		
	Selandian	66.0		
	Danian	72.1 ± 0.2		
Mesozoic	Cretaceous	Maastrichtian	83.6 ± 0.2	
		Campanian	86.3 ± 0.5	
		Upper	89.8 ± 0.3	
		Santonian	93.9	
		Coniacian	100.5	
	Lower	Turonian	~ 113.0	
		Cenomanian	~ 125.0	
		Albian	~ 129.4	
		Aptian	~ 132.9	
		Barremian	~ 139.8	
	Berriasian	~ 145.0		



Рис. 15. Верства бентонітової глини з підстільним шаром сапропелю (регресивна межа баденію/сармату): А, Б – с. Нова Скварява; В – с. Глинське [8, 9]

європейського та світового значення, першочерговим на сучасному етапі є формування повноцінної бази даних геологічних пам'яток території України. З огляду на бурхливий розвиток геотуризму в Україні, що простежується в останнє десятиліття, більшість тенденцій світового туризму залишається непомітним (нерозкритим) у нашій країні. Це значною мірою стосується геологічних меж, які отримали визнання за кордоном декілька десятиліть тому. Зокрема це стосується хроностратиграфічних меж або точок глобального стратотипу границі (ТГСГ/GSSP). Наприклад, виділена на підставі масового вимирання межа крейдового і палеогенового періодів у точці глобального стратотипу границі (GSSP – global section stratotype and point) представлена прошарком до 0,5 м чорної глини, що залягає в товщі мергелів [13] (рис. 7–10). Вивчення цього прошарку, який характеризується аномальним вмістом іридію в геологічних розрізах по всьому світу, дало змогу припустити, що причиною масового вимирання став космічний вплив на Землю

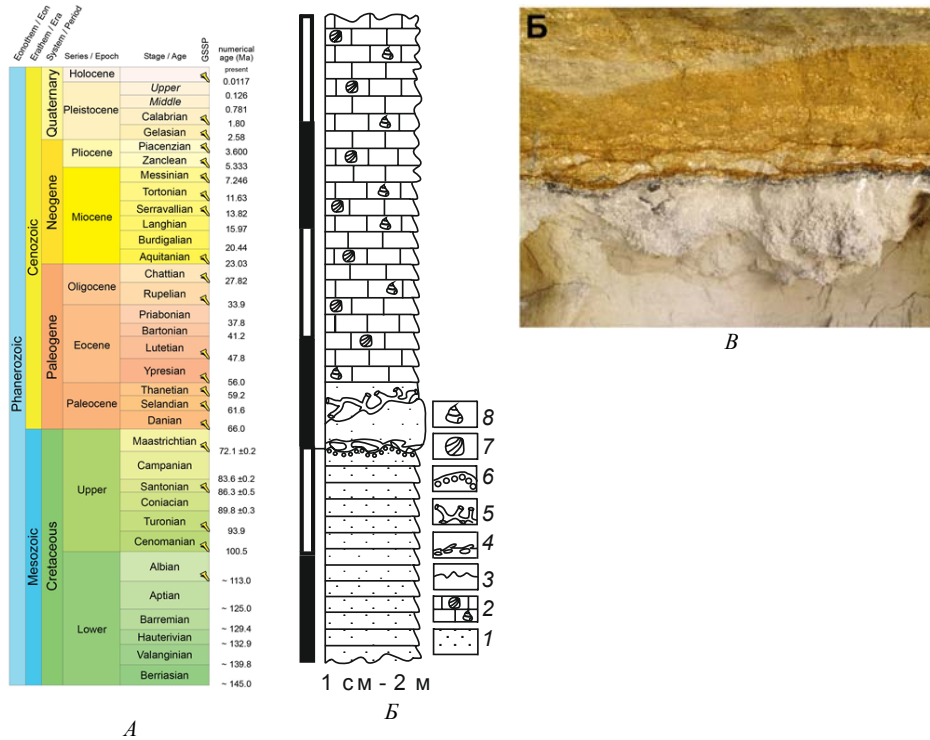


Рис. 16. Ерозійно-трансгресивна межа баденію/сармату (B), с. Великі Глібовичі Львівської обл.

[8, 9]. Лімонітований пісковик (рудий шар) в основі з еродованими і перевідкладеними фрагментами білого пісковика (підстильний шар):

A – МХСШ; B – схематичний геологічний розріз межі баденій/сармат: 1 – пісковик, 2 – органогенно-детритовий вапняк, 3 – поверхня незгідності, 4 – еродовані і перевідкладені фрагменти підстильних порід, 5 – нірки тварин *Thalassinoides*, 6 – біохемогенні сфероагрегати (розміром до 0,5 мм), 7 – двостулкові молюски, 8 – червоногі молюски; B – штучне відслонення (піщаний кар’єр) межі

(гіпотеза Альвареса), а саму границю визначити як межу імпаکتного типу. Хоча ця межа не є атракційною, втім становить беззаперечний науковий інтерес, а ознайомлення з подібним об’єктом надає матеріал для розмірковування щодо минулих катастрофічних подій і ймовірних причин, що призвели до цього.

Уважаємо, що інші типи геологічних меж також заслуговують уваги і статусу геологічного надбання. Крім того, введення геологічних меж як об’єктів геотуризму та складових елементів геопарків у статус національного надбання (національної геологічної спадщини) сприятиме: 1) збереженню природної краси унікальних територій; 2) зменшенню техногенного навантаження на природне середовище; 3) підвищенню грамотного ставлення населення та інших суб’єктів природокористування, зокрема за експлуатації природного середовища, а також збільшенню обсягів знань у школярів та громадського населення і досвіду спілкування з природою; 4) підвищенню

ефективної діяльності держструктур в області контролю і профілактики за екологічними правопорушеннями; 5) створенню і систематичному поповненню бази даних про стан природного середовища, екологічних порушень суб'єктами природокористування. Зростання попиту на геотуризм зумовлює створення і розвиток особливо охоронних природних територій, насамперед, заповідників, національних і природних парків (геопарків). На сучасному етапі саме ці території є головними об'єктами геотуризму (екотуризму) в Україні.

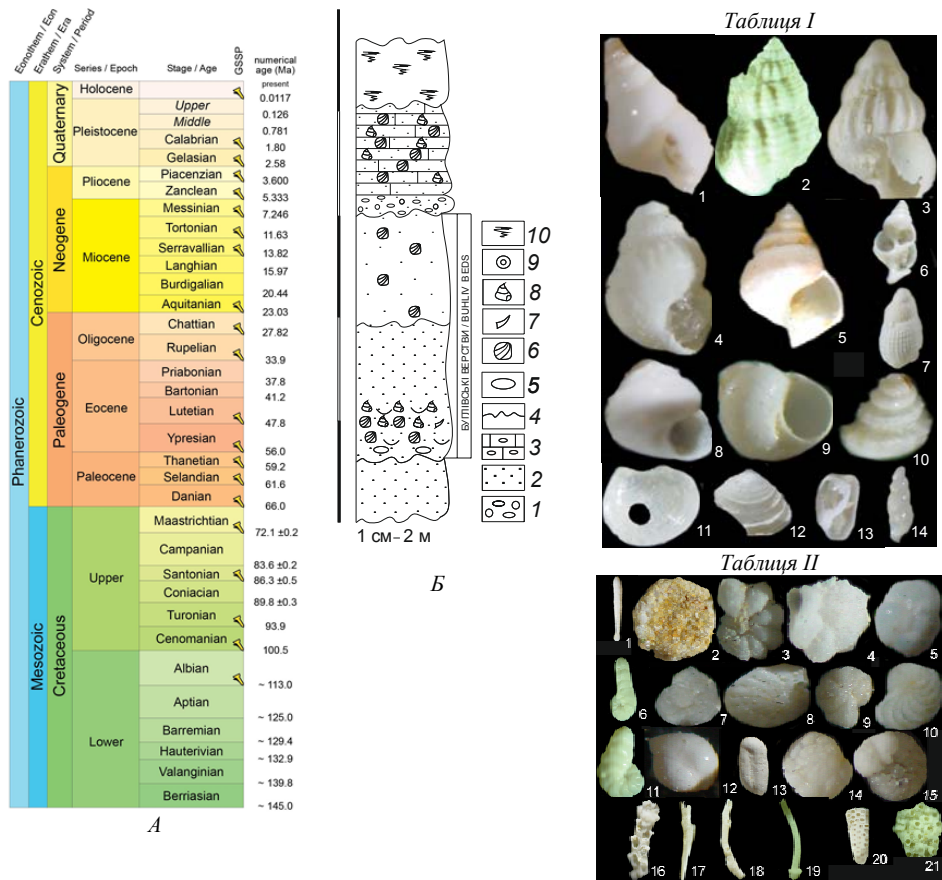


Рис.17. Ерозійно-трансгресивна межа баденію/сармату, с. Ванжулів, Тернопільська обл.

Змішаний комплекс фауни (різновіковий, різнофаціальний, різного збереження): А – МХСШ; В – схематичний розріз с. Ванжулів (1 – конгломерати; 2 – піски, пісковики; 3 – оолітові вапняки; 4 – поверхня незгідності; 5 – кременисті конкреції; молюски: 6 – двостулкові; 7 – лопатоногі; 8 – червоногі; 9 – були літотамнію. Таблиця I – молюски червоногі (фіг. 1–10; 13, 14), двостулкові (фіг. 11, 12). Таблиця II – форамініфери (фіг. 1–15), моховатки (фіг. 16–18; 20, 21), голки морських їжаків (фіг. 19)

У процесі палеонтолого-стратиграфічних досліджень у межах західних регіонів України виявлено чимало геологічних границь, які можуть бути ідентифіковані за комплексом критеріїв та ознак і які можна розглядати як межі комплексного характеру [8, 9, 10] (рис. 12–17).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Барабошкин Е. Ю.* Перерывы в геологической летописи: проблемы и способы решения / Е. Ю. Барабошкин // Науки о Земле. Соросовский образовательный журнал. – Т. 7. – № 1. – 2001. – С. 57–63.
2. Геологическая съемка и картографирование. Полевая практика : учебное пособие для студентов по специальности Т 20.01.00 “Геология и разведка полезных ископаемых” / В. Н. Губин, А. К. Карабанов, А. М. Ковхуто. – Минск : БГУ, 2000. – 108 с.
3. Геологічні пам’ятки України : у 4 т. / В. П. Безвинний, С. В. Білецький, О. Б. Бобров та ін. [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського, І. В. Антакової]. – Київ : ДІА, 2006. – Т. 1. – 320 с. – Т. 2. – 320 с.
4. *Лещух Р. Й.* Стратиграфія : навч.-метод. посібник / Р. Й. Лещух, А. В. Іваніна. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. – 93 с.
5. Международный стратиграфический справочник: Сокращенная версия. – Москва : Геос, 2002. – 38 с.
6. *Палымский Б. Ф.* Введение в общую геологию : [учеб. пособие] / Б. Ф. Палымский, В. Г. Шахтыров ; Хабар. гос. техн. ун-т, Магад. фил., РАН, Дальневост. отд-ние, Сев.-Вост. комплекс. науч.-исслед. ин-т. – Магадан : СВКНИИ ДВО РАН, 1995. – 38 с.
7. Стратиграфічний кодекс України / відп. ред. П. Ф. Гожик. – 2-е вид. – Київ, 2012. – 66 с.
8. *Тузяк Я. М.* Літолого-седиментологічні критерії проведення лімітотипів неогену (міоцену) Волино-Поділля (Східне Розточчя, Опілля): новий погляд на стратиграфію / Я. М. Тузяк, С. Г. Бакаєва // Стратотипові та опорні розрізи фанерозойських відкладів України: сучасний стан палеонтологічної вивченості та перспективи подальших досліджень: Матеріали XXXVI сесії Палеонтологічного товариства НАН України (Львів, 24–26 вересня 2015 р.). – Київ, 2015. – С. 68–70.
9. *Bakayeva S.* The Serravallian-Tortonian boundary at Eastern Roztochya (Western Ukraine): criteria for definition / S. Bakayeva, Ya. Tuzyak // STRATI-2015. 2nd International Congress on Stratigraphy 19–23. July 2015, Graz, Austria / Abstracts / Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz. – Band 21. – P. 26.
10. *Bakayeva S.* Foraminiferal assemblage from the Cretaceous basal phosphorite layer of Podillya (Western Ukraine) / S. Bakayeva, Ya. Tuzyak // 17th Czech-Slovak-Polish Palaeontological Conference Kraków, 20–21 October 2016. Abstract Volume. – P. 19.
11. International chronostratigraphic chart v 2018/04. International Commission on Stratigraphy. 2018 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.jpg>
12. *MacEachern J. A.* Chapter 6. Sequence Stratigraphy / J. A. MacEachern, S. E. Dashtgard, D. Knaust, O. Catuneanu, K. L. Bann, S. G. Pemberton. In: Knaust D., Bromley R. G. (eds.) Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments // Developments in Sedimentology. – Vol. 64. – 2012. – P. 157–194.
13. The Geologic Time Scale 2012 [Text] / F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg (eds.). Amsterdam et al.: Elsevier, 2012. – Vol. 1, 2. – XVIII+1144 p.

14. The European Association for the conservation of the geological heritage [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.progeo.ngo/>

REFERENCES

1. Baraboshkin Ye. Yu. Pereryvy v geologicheskoy letopisi: problemy i sposoby resheniya. *Nauki o Zemle. Sorosovskiy obrazovatelniy jurnal*. – Т. 7. – N 1. – 2001. – S. 57–63.
2. *Geologicheskaya s'yomka i kartografirovaniye. Polevaya praktika: Uchebnoye posobiye dlya studentov po spetsialnosti T 20.01.00 "Geologiya i razvedka poleznykh iskopayemykh"*. – Minsk : BGU, 2000. – 108 s.
3. *Geologichni pam'yatky Ukrainy : u 4 t.* – Kyev : DIA, 2006. – Т. 1. – 320 s. – Т. 2. – 320 s.
4. Leschukh R. Y. *Stratigrafiya : navch.-metod. posibnyk*. – Lviv : Vydavnychiy centr LNU imeni Ivana Franka, 2002. – 93 s.
5. *Mezhdunarodniy stratigraficheskiy spravochnik : Sokraschonnaya versiya*. – Москва : Geos, 2002. – 38 s.
6. Palymskiy B. F. *Vvedeniye v obschuyu geologiyu : [учеб. пособие]*. Habar. gos. tehn. un-t; Magad. fil.; RAN, Dal'nevost. otd-nie; Sev.-Vost. kompleks. nauch.-issled. in-t. – Magadan : SVKNII DVO RAN, 1995. – 38 s.
7. Stratigraphic code of Ukraine (Stratigrafichniy kodeks Ukrainy) / Resp. editor P. F. Gozhyk. 2-nd edition. – Kyiv, 2012. – 66 p.
8. Tuzyak Ya. M. Litologo-sedymentologichni kriteriyi provedennya limitotypiv neogenu (miocenu) Volyno-Podillya (Schidne Roztochya, Opillya): noviy poglyad na stratigrafiyu. *Stratotypovi ta oporni rozrizy fanerozoyskikh vidkladiv Ukrainy : suchasniy stan paleontologichnoyi vyvchenosti ta perspektivy podalshich doslidjen' : Materialy XXXVI sesiyi Paleontologichnogo tovarystva NAN Ukrainy (Lviv, 24–26 veresnya 2015 r.)*. – Kyiv, 2015. – S. 68–70.
9. Bakayeva S. The Serravallian-Tortonian boundary at Eastern Roztochya (Western Ukraine): criteria for definition. *STRATI-2015. 2nd International Congress on Stratigraphy 19–23. July 2015, Graz, Austria / Abstracts / Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz*. – Band 21. – P. 26.
10. Bakayeva S. Foraminiferal assemblage from the Cretaceous basal phosphorite layer of Podillya (Western Ukraine). *17th Czech-Slovak-Polish Palaeontological Conference Kraków, 20–21 October 2016. Abstract Volume*. – Kraków. – P. 19.
11. *International chronostratigraphic chart v 2018/02. International Commission on Stratigraphy. 2018* [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.jpg>
12. MacEachern J. A. Chapter 6. Sequence Stratigraphy. Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments. *Developments in Sedimentology*. – Vol. 64. – 2012. – P. 157–194.
13. *The Geologic Time Scale 2012 [Text]*. – Amsterdam et al.: Elsevier, 2012. – Vol. 1, 2. – XVIII+1144 p.
14. *The European Association for the conservation of the geological heritage* [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.progeo.ngo/>
15. *The European Association for the conservation of the geological heritage* [Electronic resource]. – Access mode : <http://www.progeo.ngo/>

Стаття: надійшла до редакції 10.08.2018
прийнята до друку 27.11.2018

THEORETICAL AND APPLIED ASPECTS OF IDENTIFICATION AND CARRYING OUT GEOLOGICAL BOUNDARIES IN SEDIMENTARY AND LAYERED SYSTEMS

Yaryna Tuzyak

*Ivan Franko National University of Lviv,
Hrushevskogo Str., 4, 79005 Lviv, Ukraine
yarynatuzyak@gmail.com*

In article theoretical and applied aspects of identification and carrying out the geological boundaries (GB) in sedimentary and layered systems (SLS) are considered. On the basis of the analysis of modern concepts and scientific approaches in geology (stratigraphy) the classification model with allocation of types – chronostratigraphical, stratigraphical, physical is developed. The principles, criteria and signs of definition of their types are considered. The main principles are change of structure and formation conditions of substratum, the contacts nature, change of eustatic global sea level, distribution on the area and in cuts, character of boundaries configuration, formation stages. The main criteria are material and genetic, structural and tectonic, eustatic, scope and age, geometry and staging of boundaries. The main signs are litho-sedimentological, genetic, the bedding nature (concordant, discordant), transgression or regression of boundaries, age (hronostratigraphical, biostratigraphical, syn- and diachronous) and scope (global (GSSP), regional (the marking horizons), local) aspects, simple, difficult (combined), single-stage, multistage. Geotourist potential of geological borders is determined. Their scientific, applied and cultural and educational value is proved.

The key role belongs to material and genetic criteria – to substrate substance which contains all necessary variable characteristics – physical and chemical, biochemical, biotic, sedimentological, important for identification, diagnostics, pro-tracking and carrying out boundaries and allocation of geological bodies of various hierarchical level. The complex of litho-sedimentological and genetic signs is the cornerstone of this criterion. Change of a lithology and formation conditions of a substratum promote establishment concordant (gradual) and discordant (fixation of breaks in sedimentation) bedding in geological cuts. Signs concern them physical and chemical (geophysical, geochemical, hemo-, magnito-, seismo- and cyclostratigraphical), litho-sedimentological (existence of mineral inclusions – glaukonit, concretions of various structure (phosphoritic, carbonate, siliceous, ferruterous, manganese, etc.), sedimentological (clay layers, sapropel beds, volcanogenic rocks layers, basal conglomerates, weathering bark, karstified; existence of textures – mechanoglyphs, bioglyphs (ichnofossils – fossil traces of activity), biotic (paleontologo-biostratigraphical – existence of the mixed fauna complexes (different age, different facias, degree of safety), replacement of skeletons wall (pyritized, opalized, siliceous, glauconitized, phosphatized fossils), gradual change of fossil organisms complexes – criterion of fixing of a concordant boundaries). Genetic signs use for allocation and an okonturivaniye of pedigree and layered systems of various hierarchical level from simple geological bodies to their difficult constructed associations (facial, formational, boundaries of sequences, cycles, etc.).

Key words: geological boundaries, sedimentary and layered systems, material and genetic criterion.