

<https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.1.287312>  
УДК 551.243 (477.2)

## Структурне положення та поширення нижньокрейдових чорносланцевих відкладів у межах Сілезького покриву Українських Карпат

О.М. Гнилко<sup>1\*</sup>, А.В. Муровська<sup>2,3</sup>, М.І. Богданова<sup>4</sup>

E-mail: ohnilko@yahoo.com;  
murovskaya@gmail.com;  
milena.bohdanova@lnu.edu.ua

\*Corresponding author /  
Автор для кореспонденції:  
O.M. Hnylko, ohnilko@yahoo.com

Received / Надійшла до редакції:  
11.09.2023

Received in revised form /  
Надійшла у ревізованій формі:  
04.01.2024

Accepted / Прийнята:  
19.02.2024

**Keywords:** Silesian Nappe; Ukrainian Carpathians; tectonic structure; Cretaceous deposits; black shale; Shypot Formation.

**Ключові слова:** Сілезький покрив; Українські Карпати; тектонічна структура; крейдові відклади; чорні сланці; шипотська світа.

<sup>1</sup>Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, Львів, Україна; <sup>2</sup>Інститут геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України, Київ, Україна; <sup>3</sup>Університет Парми, Департамент наук про хімію, життя та навколишнє середовище, Парма, Італія; <sup>4</sup>Львівський національний університет ім. Івана Франка, Львів, Україна

### Structural position and distribution of the Lower Cretaceous black shale deposits within the Silesian Nappe of the Ukrainian Carpathians

O.M. Hnylko<sup>1\*</sup>, A.V. Murovska<sup>2,3</sup>, M.I. Bohdanova<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology and Geochemistry of Combustible Minerals of the NAS of Ukraine, Lviv, Ukraine; <sup>2</sup>S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine; <sup>3</sup>University of Parma, Department of Life Sciences and Environmental Sustainability, Parma, Italy; <sup>4</sup>Ivan Franko Lviv National University, Lviv, Ukraine

The article presents the results of studying the structural position and distribution of potentially oil-generating, organic-enriched Lower Cretaceous black shale deposits of the Shypot Formation, developed within the Silesian Nappe, using the methods of geological mapping and structural analysis. We concluded, that these deposits, which are exposed in the Vicha River basin near the town of Volovets among a continuous field of Oligocene flysch, are the part of the stratigraphic succession of the Silesian Nappe, and they are not a large olistolith or an allochthonous tectonic remnant of another, more internal nappe. Shypot Formation fills a large (1 × 3 km) subvertical tectonic lens. The rocks of the Shypot Formation are represented here by medium-rhythmic flysch: sandstone beds alternating with dark gray and black foliated mudstone (black shale) layers. They are lithified products of both medium-density turbidite flows and hemipelagic deposition of clayey material with a significant amount of organic matter.

In the contact zone of the tectonic lens with the surrounding rocks, the deposits are intensively deformed, almost isoclinal folds with subvertical hinges are observed, which suggest the strike-slip movements. A tectonic mélange is recorded here, which is represented by small blocks (clastolites) of brittle sandstones, sometimes similar to Shypot sandstones, placed in a silt-pelitic ductile matrix. Foliation of the mélange matrix is also subvertical and close to the meridional and/or subcarpathian direction. The structural studies carried out show that in the zone of this contact there were compressive stresses perpendicular to the Carpathian orogen, and stress fields that caused strike-slip movements, most likely right-lateral along the Carpathian thrusts. The tectonic lens is located within the broad Latorytsa-Stryi shear zone, and probably extruded out from deep horizons by transpressive movements (compression and strike-slip) and forms a “positive flower structure”. The vertical foliation in the mélange suggests that small blocks of Shypot sandstones were extruded up together with the ductile mélange matrix during diapirism. Similar processes probably led to the rise of a large lens of Shypot sandstones as the positive flower structure.

The studies suggests that the black shale deposits of the Shypot Formation, enriched with organic matter, are widespread at some depth within the Silesian Nappe, and in some places are pushed up to the level of the Oligocene flysch. As a result, the Shypot Formation and Oligocene flysch are now in direct contact along faults/mélange zones. The presence of Lower Cretaceous potentially oil- and gas-generating black shale deposits within the Silesian Nappe significantly increases the prospects for oil and gas exploration in this area.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2024. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

© Publisher Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, 2024. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Ц и т у в а н н я : Гнилко О.М., Муровська А.В., Богданова М.І. Структурне положення та поширення нижньокрейдових чорносланцевих відкладів у межах Сілезького покриву Українських Карпат. *Геологічний журнал*. 2024. № 1 (386). С. 47–61. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.1.287312>

C i t a t i o n : Hnylko O.M., Murovska A.V., Bohdanova M.I. 2024. Structural position and distribution of the Lower Cretaceous black-shale deposits within the Silesian Nappe of the Ukrainian Carpathians. *Geologichnij žurnal*, 1 (386): 47–61. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.1.287312>

## Вступ

Необхідною частиною виявлення перспектив нафтогазоносності регіону є прогноз поширення нафтогазогенеруючих відкладів та реконструкція умов їх утворення. Відомо, що головним джерелом нафти і газу у Карпатах є чорні сланці – збагачені органічною речовиною тонколистуваті аргіліти. Збагачені органікою відклади в Українських Карпатах розвинені головним чином серед нижньокрейдових (спаська, шипотська світи) та олігоценових (менілітова світа) утворень, характеристика яких як можливих джерел вуглеводнів наводиться в роботах (Sachsenhofer, Koltun, 2012; Крупський та ін., 2014). Вважається, що головним джерелом нафти і газу у Зовнішніх (Флішевих) Карпатах є породи менілітової світи (олігоцен–нижній міоцен) (Curtis et al., 2004; Picha, Golonka, 2005; Kotarba et al., 2009). Загальний вміст органічного вуглецю (англ. TOC – Total Organic Carbon) у чорних сланцях менілітової світи досягає 20 %, хоча в середньому варіює між 4 і 8 %. (Sachsenhofer, Koltun, 2012). Додатковим джерелом можуть бути нижньокрейдові збагачені органікою товщі, де вміст TOC зазвичай перевищує 2 % і може досягати 8 % (Sachsenhofer, Koltun, 2012). Одним з найдавніших нафтовидобувних районів Карпат є Сілезький покрив. В його межах у Польщі знаходиться понад 40 родовищ нафти, що дає надію на відкриття нових родовищ і на українській території цього покриву (Крупський та ін., 2014).

Стратиграфічний розріз порід української частини Сілезького покриву (відомого також під назвою Кросненський покрив чи зона) містить збагачені органікою олігоценові (менілітова, дусинська світи) та еоценові (сойменська світа) відклади (История..., 1981; Вялов и др., 1989; Нпукло О., Нпукло С., 2019). В цьому розрізі нижньокрейдові утворення не показані на «Регіональній стратиграфічній схемі крейдових відкладів Українських Карпат» (Вялов и др., 1989). На уніфікованій стратиграфічній схемі (Стратиграфические..., 1993), яка використовувалась при складанні Карпатської серії аркушів Держгеолкарти-200, нижньокрейдові відклади наявні в Кросненській зоні, де представлені шипотською світою, проте, як вказувалось головним редактором цієї карти (Круглов, 2009), шипотська світа тут присутня тільки в складі Голятинської структури. До цієї ж структури, очевидно, відноситься і шипотська світа, зображена на «Стратиграфічній схемі нижньокрейдових відкладів Карпат» (Стратиграфія..., 2013), де Голятинська

структура і Кросненська зона є об'єднаними. Проте Голятинська структура відноситься не до Сілезького, а до Субсілезького покриву (Нпукло О., Нпукло С., 2019). Отже, відповідно до наявних стратиграфічних схем Українських Карпат, нижньокрейдові відклади в межах української частини Сілезького покриву по суті не відображені. В працях багатьох дослідників в описаному районі нижньокрейдові чорносланцеві утворення характеризувались саме в межах Голятинської структури (Геологическое..., 1971; Габінет та ін., 1976; История..., 1981), хоча деякі геологи заперечували наявність таких утворень і в цій структурі (Кузовенко та ін., 2005).

Окрім Голятинської структури, давно відомі локальні виходи шипотської світи, розміщені в межах Сілезького покриву в тильній його частині. Вони показані на опублікованих геологічних картах (Геологическая..., 1976; Державна..., 2003) окремими невеликими виходами серед олігоценового флішу, проте інтерпретуються як олістоліти – тобто зсувні тіла, які можуть бути алохтонними і не пов'язаними з породами власне Сілезького покриву. Найбільше з таких тіл шипотської світи відоме поблизу м. Воловець на горі Гимба та відслонюється в долині р. Віча і також інтерпретується як олістоліт (Геологическая..., 1977).

Метою статті є визначення наявності, уточнення структурної позиції та поширення потенційно нафтогенеруючих збагачених органікою нижньокрейдових чорносланцевих відкладів шипотської світи Сілезького покриву. Це є важливим як для доповнення знань про стратиграфію і тектоніку Карпат, так і для оцінки перспектив нафтогазоносності регіону. Завданням статті є деталізація геологічної будови шляхом геологічного картування, спеціалізоване вивчення меланжевих утворень та проведення мезоструктурного аналізу району природних відслонень шипотської світи.

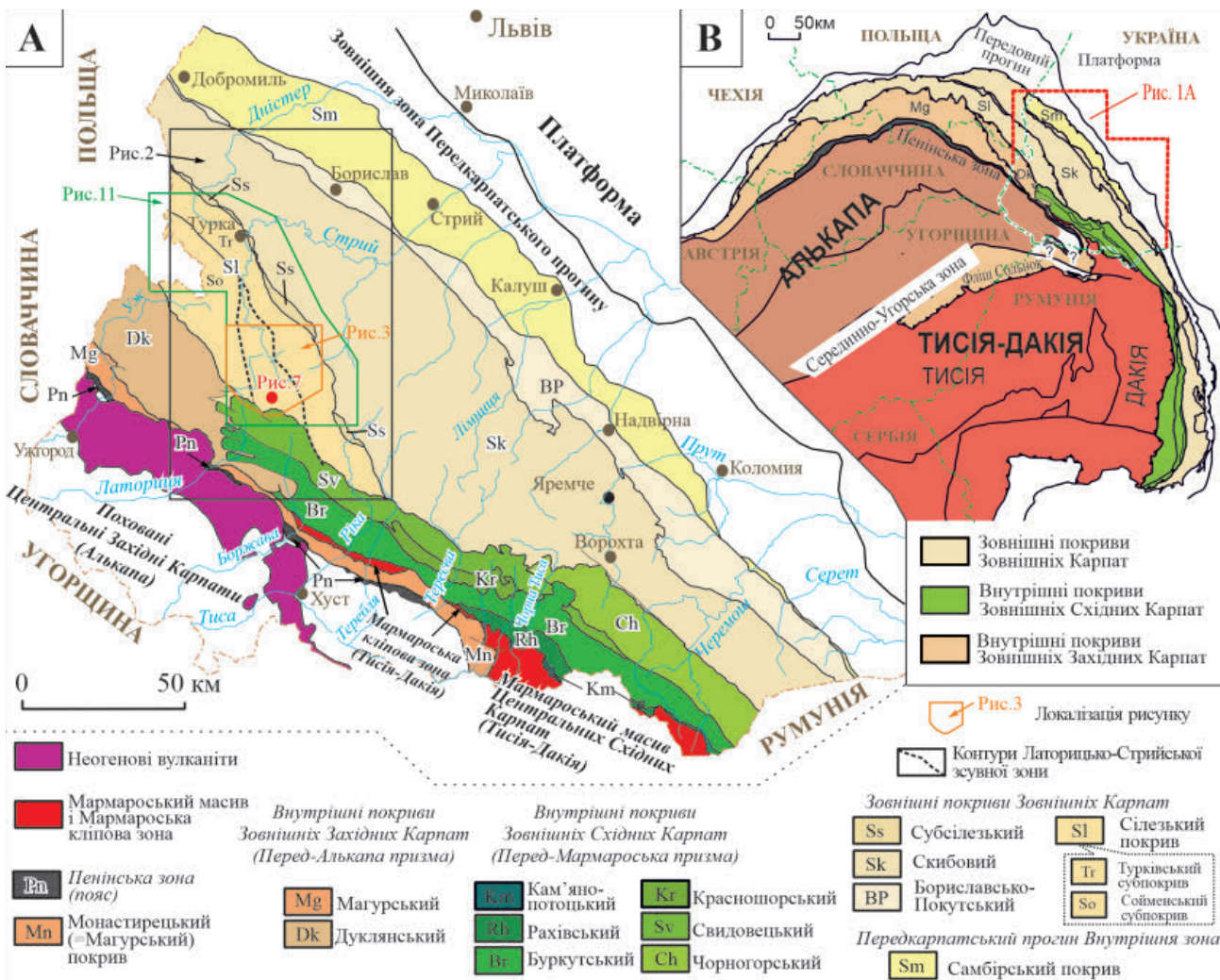
## Геологічна ситуація

Сілезький покрив належить до Зовнішніх (Флішевих) Карпат, які виповнені верхньоюрсько-міоценовими переважно флішевими відкладами і насунені на міоценові моласи Передкарпатського прогину. Зовнішні Карпати складені пакетом тектонічних покривів і розглядаються як крейдово-неогенова акреційна призма, утворена в результаті субдукції підфлішевої основи Карпатського седиментаційного басейну під мікроконтинентальні терейни Алькапа та

Тися-Дакія, які зараз розміщені у Внутрішніх (Центральних) Карпатах (рис. 1) (Csontos, Vörös, 2004; Picha, Golonka, 2005; Oszczyrko, 2006; Гнилко, Генералова, 2014; Kováč et al., 2016; Schmid et al., 2020).

Сілезький покрив – це один з найбільших тектонічних елементів (одиниць) Зовнішніх (Флішевих) Карпат (див. рис. 1). Більша його частина розвинена в Західних Карпатах на теренах Польщі і Чехії. Він представлений потужним комплексом верхньоюрсько-міоценових здебільшого флішевих відкладів (Picha, Golonka, 2005). В Українських Карпатах границі та речовинне виповнення Сілезького покриву дослідники трактували по-різному, причому особливо дискусійною були природа та локалізація фронтальної (північно-східної) його межі (История..., 1981;

Тектоническая..., 1986; Hnylko O., Hnylko S., 2019 і посилання там). Геокартувальні роботи, проведені в 2006–2010 рр. спільно з В.О. Ващенком (начальником геологозйомочної партії Львівської ГРЕ) при геологічному довивченні і підготовці до видання аркуша «Стрий» Держгеолкарти України масштабу 1:200 000, показали, що північно-східна межа Сілезького покриву є насупною зоною (що трасується меланжем і олістостромою), яка простягається від басейну р. Дністер поблизу кордону з Польщею на південний схід до Голятинської структури (фрагменту Субсілезького покриву) в басейні р. Ріка. Сілезький покрив насунений до північного сходу на Субсілезьку та Скибову одиниці, а з південного заходу на нього насунені Дуклянська та Свидовецька одиниці (Hnylko O., Hnylko S., 2019 і посилання там) (див. рис. 1).



**Рис. 1.** (А). Головні тектонічні одиниці Українських Карпат (Гнилко, Генералова, 2014, модифіковано). (В). Тектонічна позиція Українських Карпат, позиція терейнів і головних геологічних границь за (Csontos, Vörös, 2004; Picha, Golonka, 2005; Гнилко, Генералова, 2014; Kováč et al., 2016; Schmid et al., 2020) спрощено, з частковими змінами

**Fig. 1.** (A). Main tectonic units of the Ukrainian Carpathians (Hnylko & Generalova, 2014, modified). (B). Tectonic setting of the Ukrainian Carpathians, position of the terranes and main geological boundaries after (Csontos, Vörös, 2004; Picha, Golonka, 2005; Hnylko, Generalova, 2014; Kováč et al., 2016; Schmid et al., 2020) simplified and partly modified



Більшу частину української території Сілезького покриву займають олігоценно-міоценові відклади, представлені типовими для Зовнішніх Карпат менілітовою (домінують чорні сланці), верецькою (або перехідною: сірий фліш з прошарками чорних сланців) та кросненською (сірий фліш) світами. Доолігоцені палеогенові утворення локально розвинені в центральних частинах покриву і складені головним чином чорносланцевою формацією еоцену (сойменська світа) (История..., 1981; Hnylko O., Hnylko S., 2019). Верхньокрейдові відклади на поверхні не відслонюються, проте широко розвинені за межами України (Picha, Golonka, 2005). Нижня крейда, як зазначалось, відслонюється у вигляді невеликих тіл шипотської світи серед олігоценного флішу в тильній частині Сілезького покриву. Деякі з цих тіл, розміщені в межиріччі Уж–Латориця, були закартовані як олістоліти в складі олігоценної волосянківської олістоформи, утвореної перед фронтом Дуклянського покриву (Hnylko O., Hnylko S., 2019 та посилання там), а тіло, розташоване в басейні р. Віча, розглядається в представленій статті.

Загалом, шипотська світа, що була виділена ще в XIX ст. К.М. Паулем як «шипотські верстви» (Вялов та ін., 1988), розвинена серед відкладів Красношорського, Свидовецького, Черногорського, Дуклянського, Сілезького (див. нижче) та Субсілезького покривів. Вона досягає потужності 500–600 м і у типовому вигляді представлена в нижній частині (підсвіті) переважно чорними аргілітами та алевролітами, а у верхній – середньоритмічним флішем, складеним «склистими» пісковиками та темними до чорних аргілітами. У верхах світи присутні зелені аргіліти. Серед уламкового матеріалу в пісковиках і алевролітах домінує кварц, що визначає «склистий вигляд» шипотських утворень. Шипотська світа перекрита строкатими (зеленими та червоними) аргілітами яловецької світи або ж (у Субсілезькій одиниці) переважно червоними глинистими сланцями і мергелями верхньокрейдово-палеоценової голятинської товщі. Нижня її межа зрізана насувами. Вік світи – барем–альб (Вялов и др., 1989), проте її верхня частина, вірогідно, відповідає сеноману (Маслакова, 1965, 1967). Як зазначалось, вміст ТОС у верхньокрейдових утвореннях, в тому числі шипотській світі, зазвичай перевищує 2 % і може досягати 8 % (Sachsenhofer & Koltun, 2012).

## Методика робіт

Геологія району досліджень уточнювалась та деталізувалась шляхом геологічного картування, проведеного в рамках програми з геологічного довивчення та підготовки до видання аркуша «Стрий» Державної геологічної карти України масштабу 1:200 000 в 2006–2009 рр. Роботи супроводжувались седиментологічними дослідженнями, аналізом регіональних структурних форм, в тому числі дешифруванням космоснімків.

В 2022 р. автори статті проводили мезоструктурні дослідження зони контакту нижньокрейдових та олігоценових порід. Для реконструкції палеонапружень були задіяні методи структурної геології: структурно-парагенетичний та кінематичний (див. огляд методів у (Гинтов, 2005)). Ці методи були застосовані вперше для визначення структурної позиції шипотської світи в Сілезькому покриві. Структурно-парагенетичний метод дозволяє відновлювати положення головних осей тензора напруження на основі геометричних співвідношень між розривами, спираючись на експериментальні дані по деформуванню та руйнуванню зразків гірських порід, які описуються феноменологічною теорією міцності Кулона–Мора. Найпоширенішими в природних відслоненнях є сполучені сколи Ріделя  $R$  і  $R'$ , гострий кут між якими становить  $\theta = 50\text{--}70^\circ$ , та  $L$ - та  $L'$ -сколи, кут між якими дорівнює  $\theta = 85\text{--}90^\circ$ .  $L$ - і  $L'$ -сколи є субпаралельними площинам максимальних дотичних напружень та формують кути  $45^\circ$  до головних осей  $\sigma_1$  та  $\sigma_3$ .  $R$  і  $R'$ -сколи складають кут менший ніж  $45^\circ$  до осі стиснення  $\sigma_1$ . Для опрацювання замірів тріщинуватості була використана програма Stereo32 (Roller, Treppmann, 2011), яка дозволяє відображати лінійні та площинні елементи на сітці Вульфа.

За допомогою кінематичного методу, який базується на принципах дислокаційної теорії пластичності, за сукупністю тектонічних дзеркал з борознами ковзання, відновлюється положення та співвідношення величин головних нормальних осей тензора напружень. Відповідно до основного постулату, покладеного в основу кінематичного методу, напрямок переміщення по поверхні тектонічного дзеркала відповідає напрямку дотичного напруження. В даній роботі польові заміри дзеркал ковзання були опрацьовані та проінтерпретовані за допомогою програми Win-Tensor (Devlaux, Sperner, 2003).

## Результати та їх обговорення

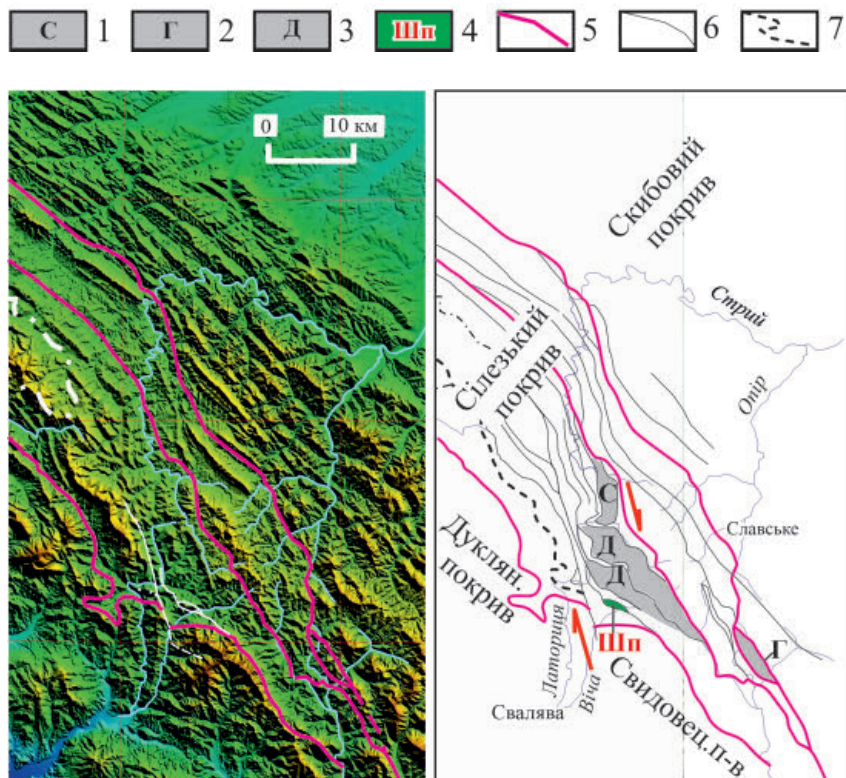
Будова зони контакту шипотської світи та олігоценових порід. Шипотська світа в межах Сілезького покриву відслонюється поблизу м. Воловець по річищу р. Віча та на горі Гимба. Як показали результати наших картувальних робіт, тут вона вивопнює тектонічну лінзу, що обмежена розломами та орієнтована з північного заходу на південний схід (рис. 2, 3). Її розміри досягають приблизно 3 км по довгій осі та 1 км – по короткій. Лінза розвинена серед суцільного поля олігоценового флішу верецької, кросненської, місцями менілітової світи. Залягання порід як у самій лінзі, так і за її межами, як правило, субвертикальне, їх простягання – переважно з північного заходу на південний схід (так зване субкарпатське простягання, паралельне орогенній споруді).

Зона контакту шипотської світи та олігоценового флішу, шириною до кількох десятків метрів, відслонена на південно-західній околиці м. Воловець по річищу р. Віча. Порооди шипотської світи тут представлені середньоритмічним флішем – шарами пісковиків потужністю до 0,5–1 м (рис. 4), які чергуються з менш потужними пропластками темно-сірих та чорних листоватих аргілітів (чорних сланців). Пісковики дрібнозернисті, добре відсортовані, іноді змінюються алевролітами, зерна складені майже повністю кварцем, цемент також квар-

цовий, що надає породам «склистою» вигляду. Чорний колір пелітових порід зумовлений наявністю значної кількості органічної речовини. Загалом, породам притаманні елементи Боума. Вони є літифікованими продуктами турбідитних потоків середньої густини та геміпелагічного осадження глинистого матеріалу з органічною речовиною.

В обриві на правому березі р. Віча, на південно-західній околиці м. Воловець в складі шипотської світи відслонюються також зеленкувато-сірі аргіліти, з яких у відібраних нами трьох пробах Л.Д. Пономарьова визначила (усне повідомлення) таку мікрофауну дрібних форамініфер. Проба 1: *Psammosphaera* sp.; *Reophax parvulus* Huss; *Haplophragmoides gigas minor* Nauss; *Recurvoides* aff. *contortus* Earle. (нижня крейда, верхи шипотської світи); проба 2: *Psammosphaera laevigata* White; *Ammodiscus tenuissimus* (Gumbel); *Recurvoides* aff. *contortus* Earle; *Thalmannammina neocomiensis* Geroch (нижня крейда, верхи шипотської світи); проба 3: *Psammosphaera laevigata* White; *Ammodiscus* sp., *Recurvoides* aff. *contortus* Earle. (крейда).

Олігоценові відклади верецької і частково менілітової світи, які обмежують тектонічну лінзу шипотської світи, зазвичай представлені тонкоритмічним флішем – чергуванням сірих, іноді чорних листоватих аргілітів з сірими алевролітами. Товщина прошарків – від перших



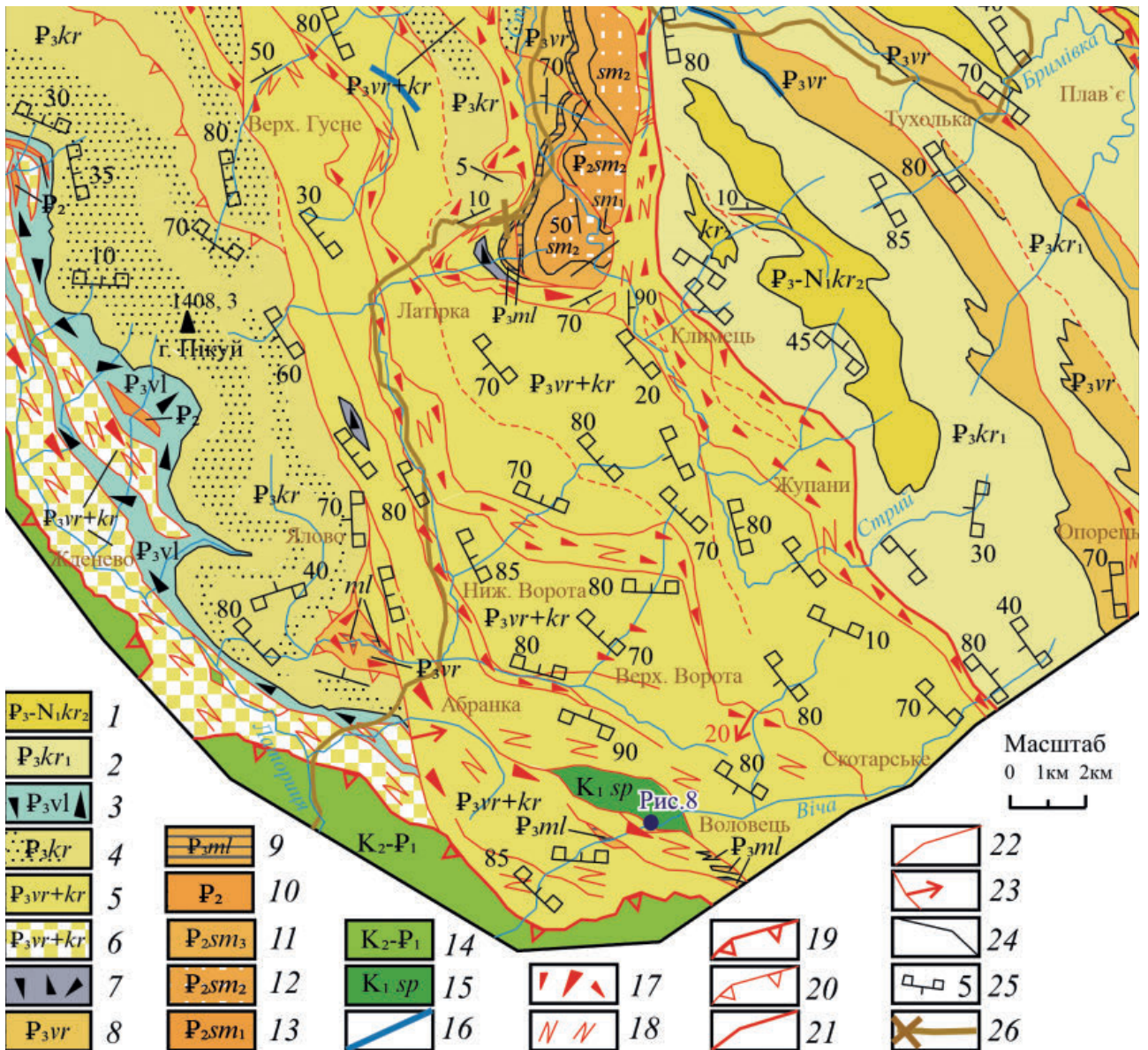
**Рис. 2.** Положення тектонічної лінзи шипотської світи Сілезького покриву на схемі дешифрування космознімка: 1 – структура Сможе; 2 – Голятинська структура; 3 – зсувні луплекси; 4 – тектонічна лінза шипотської світи; 5 – головні розломи; 6 – другорядні розломи; 7 – вісь хребта, складеного пікуйськими пісковиками кросненської світи

**Fig. 2.** The position of the tectonic lens of the Shypot Formation of the Silesian Nappe on the deciphering scheme of the space image: 1 – Smozhe Structure; 2 – Holyatyn Structure; 3 – strike-slip duplexes; 4 – tectonic lens of the Shypot Formation; 5 – main faults; 6 – secondary faults; 7 – the axis of the ridge composed of Pikuy Sandstone of the Krosno Formation



міліметрів до сантиметрів (рис. 5), хоча місцями серед цих відкладів присутні шари слюдистих пісковиків потужністю до перших дециметрів. Подекуди спостерігаються виходи чорних листоватих менілітоподібних аргілітів (чорних сланців).

Гірські породи в зоні контакту як у тектонічній лінзі, так і за її межами дуже сильно деформовані. У фліші шипотської світи спостерігаються практично ізоклінальні складки з субветриральними шарнірами та осьовими поверхнями (див. рис. 4), які свідчать про зсувний характер переміщень.



**Рис. 3.** Положення тектонічної лінзи шипотської світи Сілезького покриву на геологічній карті фрагменту Сілезького покриву: 1 – середньокросненська підсвіта; 2 – нижньокросненська підсвіта; 3 – матрикс волосянківської олістостроми; 4 – кросненська світа; 5 – верецька та кросненська світи нерозчленовані; 6 – верецька та кросненська світи нерозчленовані в складі волосянківської олістостроми; 7 – олістостромові лінзи; 8 – верецька світа; 9 – менілітова світа; 10 – еоценові відклади; 11 – верхньосоїменська підсвіта; 12 – середньосоїменська підсвіта; 13 – нижньосоїменська підсвіта; 14 – крейдово-палеогеновий фліш; 15 – шипотська світа в тектонічній лінзі; 16 – горизонт-маркер головецьких «смугастих» вапняків; 17 – тектонічні брекчії, меланж; 18 – інтенсивна складчастість; 19 – поверхні насування покривів; 20 – поверхня насування Переддуклянської луски Сілезького покриву; 21 – межа Соїменської та Турківської субодниць (розлом); 22 – розломи; 23 – напрямки та кути падіння розломів; 24 – геологічні границі; 25 – елементи залягання гірських порід, півколами показані нижні поверхні осадових шарів; 26 – автодорога Львів–Мукачеве та Верецький перевал

**Fig. 3.** The position of the tectonic lens of the Shypot Formation of the Silesian Nappe on the geological map of a fragment of the Silesian Nappe: 1 – middle Krosno member; 2 – lower Krosno member; 3 – matrix of the Volosyanka Olistostrome; 4 – Krosno Formation; 5 – Verets and Krosno formations undivided; 6 – Verets and Krosno formations undivided into Volosyanka Olistostrome; 7 – olistostrome lenses; 8 – Verets Formation; 9 – Menilite Formation; 10 – Eocene sediments; 11 – upper Soimy member; 12 – middle Soimy member; 13 – lower Soimy member; 14 – Cretaceous-Paleogene flysch; 15 – tectonic lens of the Shypot Formation; 16 – marker horizon of Holovets “striped” limestones; 17 – tectonic breccias, mélange; 18 – intense folding; 19 – thrust surfaces; 20 – thrust surfaces of the Fore-Dukla thrust-sheet of the Silesian Nappe; 21 – fault boundary of the Soimy and Turka subunits; 22 – faults; 23 – directions and angles of faults; 24 – geological boundaries; 25 – bedding position elements, semicircles show the lower surfaces of sedimentary layers; 26 – Lviv–Mukacheve highway and Veretsky Pass



Такого ж типу дрібні складки характерні і для тонкоритмічного флішу верецької світи, що прилягає до лінзи шипотської світи. Осьові поверхні цих складок з вертикальними шарнірами, як правило, мають субкарпатське чи меридіональне простягання (див. рис. 5), близьке до напрямку видовження тектонічної лінзи, що вказує на зсувні переміщення вздовж даної лінзи. Глинисті породи розсланцьовані, їм притаманна субвертикальна фоліація, яка також субпаралельна видовженню лінзи. Шипотські пісковики інтенсивно розтріскані, подекуди перетворені в тектонічну брекчію (див. рис. 4). Складки часто зміщені одна відносно одної субвертикальними розривними поверхнями.

В зоні тектонічного контакту шипотської світи та олігоценових відкладів фіксується мономіктовий (тобто розвинений по відкладах однієї, в даному випадку флішевої формації) меланж, який представлений невеликими брилами (кластолітами) жорстких пісковиків, поміщених в алевропелітовий матрикс. У матриксі ми спостерігали дислокації як крихкого, так і пластичного типів. У першому випадку вони представлені брекчіями, глиною тертя, кліважем, тріщинуватістю, катаклазованими породами. В другому ми спостерігали глинисто-алевритисту масу з флюїдальною текстурою та дрібними складками течії, в яку поміщені брили і будини пісковиків. Місцями пісковики в брилах мають склистий шипотський вигляд, а матрикс виглядає як перероблені глинисті породи верецької світи. Загалом, фоліація матриксу меланжу також субвертикальна і близька до меридіонального і/чи субкарпатського напрямку (рис. 6).

Безпосередньо в зоні контакту лінзи шипотської світи з олігоценовими відкладами були проведені структурні дослідження, результати яких показані на рис. 7–10. Проведений аналіз дозволив відновити поля напружень в чотирьох локалізаціях, номери яких вказані цифрами в колі на рис. 7. Поле напружень 1 відновлено за складкою волочіння в аргілітах верецької світи (див. рис. 7, 8, фото праворуч); поле 2 реконструйовано за сукупністю 62 розривів структурно-парагенетичним методом (див. рис. 7, 9). Реконструкція виконана для двох пар максимумів концентрації полюсів розривів (полюс відповідає точці виходу нормалі до поверхні розриву на нижню півсферу). Вісь стиснення визначалась як бісектриса тупого кута між полюсами розривів. Для пари максимумів 1 і 2 субгоризонтальна вісь стиснення має азимут падіння  $34^\circ$  і кут  $10^\circ$ , а субвертикальна вісь розтягу має азимут  $184^\circ$  і кут  $78^\circ$ .



Рис. 4. Пісковики шипотської світи. Крейда. Ріка Віча. Південно-західна околиця м. Воловець, Закарпатська обл.

Fig. 4. Sandstones of the Shypot Formation. Cretaceous. Vicha River. South-Western outskirts of the Volovets town, Transcarpathian region



Рис. 5. Тонкоритмічний фліш верецької світи. Олігоцен. Південно-західна околиця м. Воловець, Закарпатська обл.

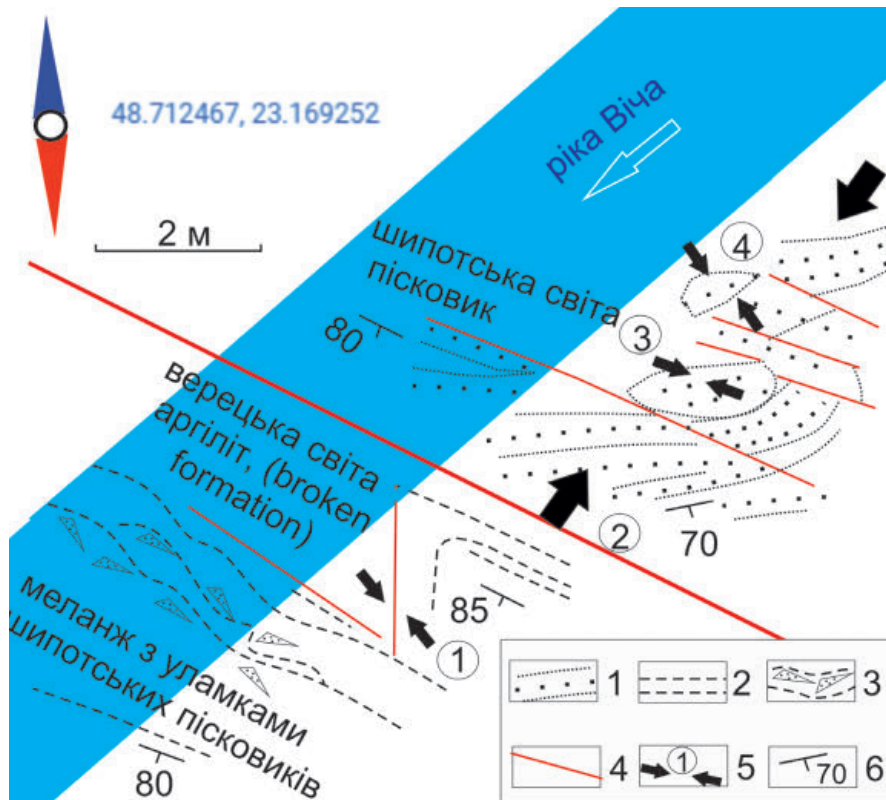
Fig. 5. Thin-bedded flysch of the Verets Formation. Oligocene. South-Western outskirts of the Volovets town, Transcarpathian region





**Рис. 6.** Тектонічний меланж з дрібними брилами шипотських пісковиків у глинисто-піскуватому матриксі верецької світи. Фоліація в матриксі субвертикальна, ручка вказує на напрямок фоліації. Південно-західна околиця м. Воловець, Закарпатська обл.

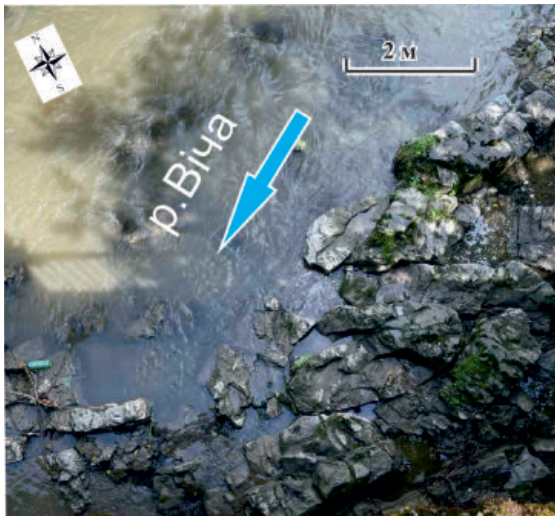
**Fig. 6.** Tectonic mélange with the small blocks of the Shypot sandstones in the clayey-sandy matrix of the Verets Formation. The foliation in the matrix is subvertical, the pen indicates the direction of the foliation. South-Western outskirts of the Volovets town, Transcarpathian region



**Рис. 7.** Структурна схема відслонення в зоні тектонічного контакту верецької та шипотської світи та напрямки відновлених осей стиснення: 1 – пісковики шипотської світи; 2 – аргіліти верецької світи; 3 – тектонічний меланж з уламками шипотських пісковиків; 4 – розривні порушення; 5 – вісь стиснення, реконструйованого за структурними даними, цифра в колі позначає номер реконструкції; 6 – елементи залягання порід. Великі стрілки індикують регіональне поле стиснення, яке реконструйовано структурно-парагенетичним методом для сукупності всіх 62 вимірних розривів (Гинтов, 2005) (див. рис. 9). Аналогічне поле напруження, перпендикулярне до простягання насувів, є характерним для всіх Українських Карпат (Муровська та ін., 2019). Маленькі стрілки показують поля напружень, відновлені по локальних структурних елементах, та відображають більш пізні процеси переміщення по зсувних розломах. Поле напружень в п. 3 визначено за сукупності 11 тектонічних дзеркал (див. рис. 10) і є подібним за типом та орієнтуванням (враховуючи точність кінематичного метода  $\pm 15^\circ$ ) до полів напружень в точках 1 та 4

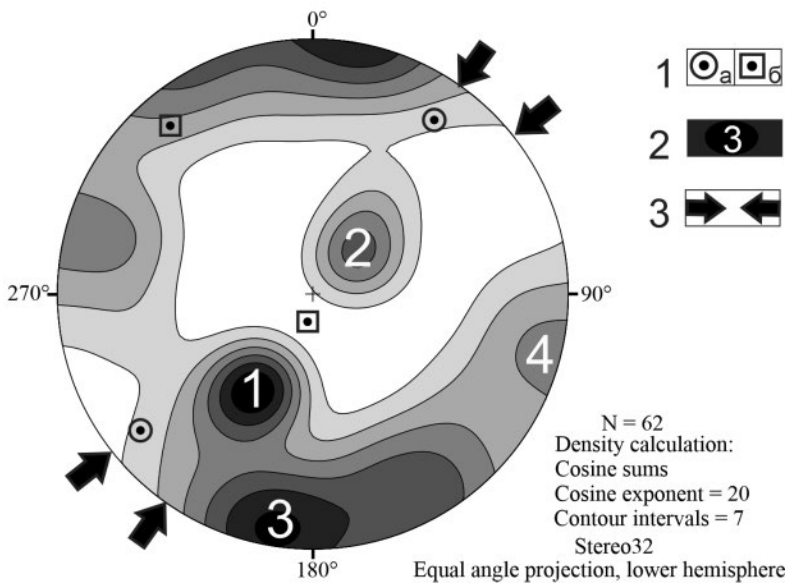
**Fig. 7.** The structural diagram of the outcrop in the zone of Verets and Shypot Formations tectonic contact and the directions of restored compression axes: 1 – sandstones of the Shypot Formation; 2 – argillites of the Verets Formation; 3 – tectonic mélange with fragments of Shypot sandstones; 4 – faults; 5 – compression axis reconstructed according to structural data, the number in the circle indicates the number of the reconstruction; 6 – rock bedding. Large arrows indicate the regional compression field, which was reconstructed for the all 62 measured small faults by the structural-paragenetic method (Gintov, 2005) (see Fig. 9). A similar stress field, perpendicular to the trend of thrusts, is characteristic of all the Ukrainian Carpathians (Murovska et al., 2019). Small arrows indicate the stress fields reconstructed on local structural elements and reflect the later movements along strike-slip faults. The stress field at point 3 is restored from a set of 11 sliken-sides (see Fig. 10) and is similar in type and orientation (taking into account the accuracy of the kinematic method  $\pm 15^\circ$ ) to the stress fields at points 1 and 4





**Рис. 8.** Відслонення пісковиків шипотської світи (ліворуч) та аргілітів верецької світи (праворуч) у зоні їх тектонічного контакту. Пісковики формують ряд будинованих складок з вертикальними шарнірами та окремих будин, пов'язаних з субвертикальними розривами північно-західного 300° простягання. Прирозломна складка волочіння (праворуч) з вертикальним шарніром в аргілітах вказує на зсувне переміщення лівого типу по розриву (див. також структурну схему даного відслонення на рис. 7)

**Fig. 8.** The outcrops of the Shypot sandstones (left) and Verets mudstones (right) in the zone of their tectonic contact. The sandstones form a series of broken folds with vertical hinges and individual boudins associated with NW 300°-striking subvertical faults. A near-fault thrust fold (right) with a vertical hinge in argillites indicates a left-type shear movement along a fracture (see also the structural diagram of this outcrop in Fig. 7)

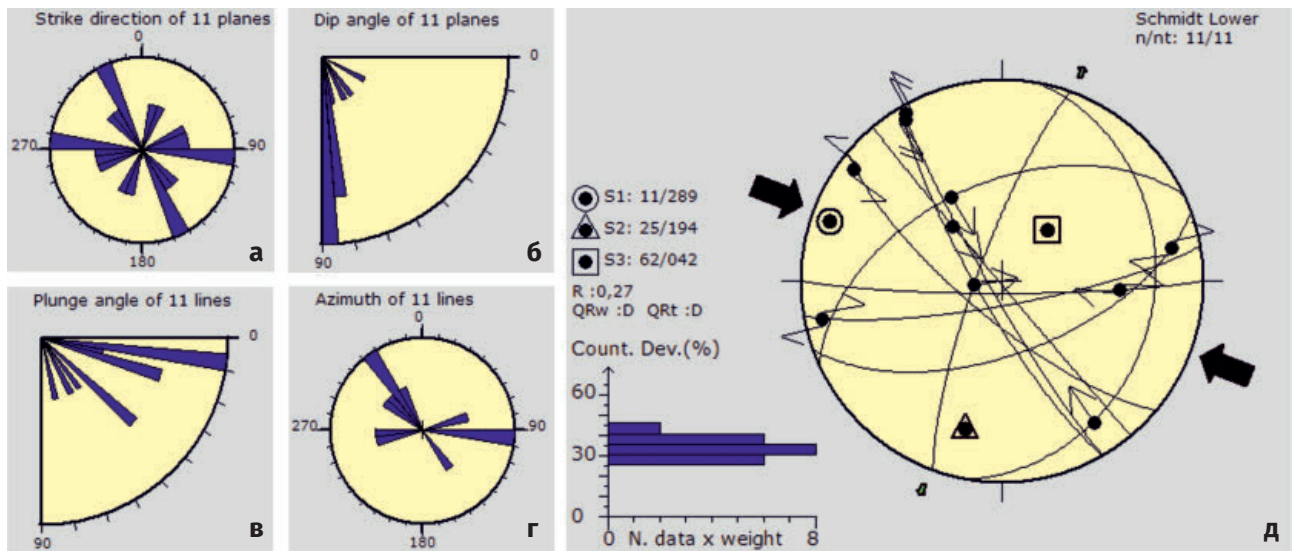


**Рис. 9.** Стереодіаграма концентрації полюсів 62 розривів та реконструкція орієнтування тензора палеонапруження: 1 – вісь стиснення (а) та розтягу (б); 2 – максимум, задіяний у визначенні осей стиснення і розтягу, та його номер; 3 – проекція осі стиснення на горизонтальну площину

**Fig. 9.** The stereogram of poles concentration of 62 fractures and the paleostress tensor reconstruction: 1 – the compression (a) and extension (b) axes; 2 – maximum of poles concentration involved in determining of the compression and extension axes, and its number; 3 – the projection of the compression axis on the horizontal plane

Для пари максимумів 3 та 4 субгоризонтальні осі стиснення та розтягу мають азимуту 231° та 320°, відповідно. По відношенню до зони тектонічного контакту, що вивчається, дане поле напруження призводить до скорочення в північно-східному напрямку та витискання матеріалу у вертикальному напрямку. Поле палеонапруження 3 відновлювалось за сукупністю 11 тектонічних дзеркал кінематичним методом (див. рис. 7, 10). Відповідно до реконструкції субгоризонтальна вісь стиснення оріє-

єнтована в північно-західному напрямку 289°, а вісь розтягу занурюється в північно-східному напрямку під крутим кутом 62°, що вказує на деформаційний режим стиснення. Аналіз орієнтування тектонічних дзеркал виявив два домінуючих напрямки простягання субвертикальних порушень: захід-північний захід 270°–280° та північ-північний захід 330°–340°. Поле 4 відновлено за орієнтуванням будин у зоні зсувної деформації (див. рис. 8, фото ліворуч).



**Рис. 10.** Орієнтування тектонічних дзеркал з борознами ковзання (а–д) та реконструкція тензора палеонапруження за сукупністю 11 дзеркал у пісковиках шипотської світи (д): азимут простягання (а) та кут падіння (б) дзеркал ковзання, азимут (в) та кут падіння (г) борозен ковзання

**Fig. 10.** The orientation of tectonic slicken-slides (a–d) and reconstruction of the paleostress tensor based on a set of 11 slicken-sides in the Shypot sandstones (d): strike azimuth (a) and dip angle (b) of the slicken-sides, plunge azimuth (c) and plunge angles (g) of slip lines

Визначення полів у локалізаціях 1 і 4 дозволяє говорити про праві зсуви по головному розриву між породами шипотської і верецької світ. Визначення 3, виконане за сукупністю 11 тектонічних дзеркал кінематичним методом, може вказувати як на праві, так і на ліві зсуви вздовж головного розриву, оскільки вісь стиску близька до простягання цього розриву. Поле напружень в локалізації 2, реконструйоване за сукупністю 62 дрібних розривів, могло призводити до скорочення в північно-східному напрямку та витисканню матеріалу у вертикальному напрямку. Отже, в зоні тектонічного контакту тектонічної лінзи крейдових порід шипотської світи з олігоценовим флішем існували напруження стиску, перпендикулярні до простягання Карпат, та поля напружень, що викликали зсувні переміщення, найвірогідніше правобічні, вздовж простягання Карпат.

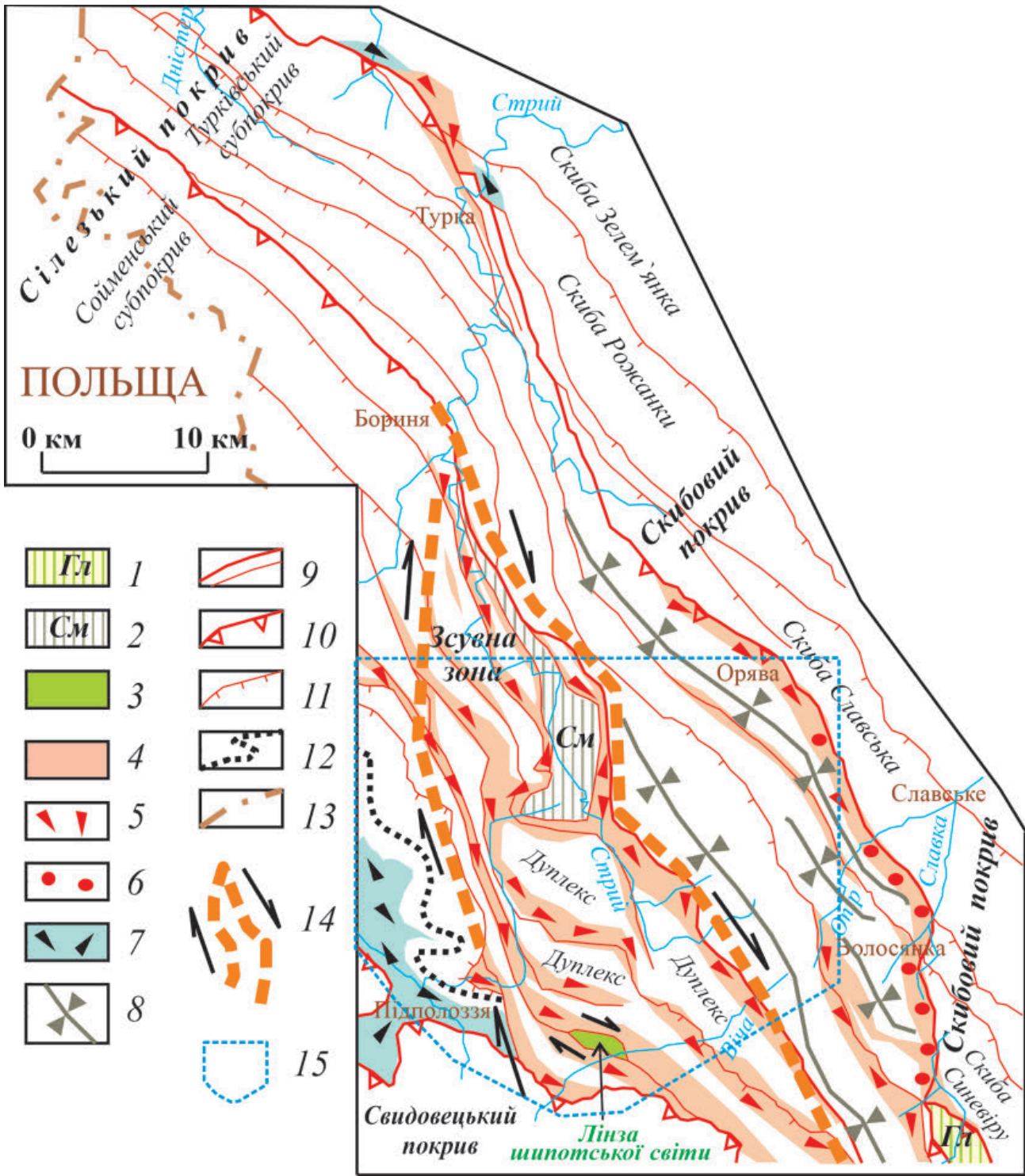
## Дискусія

Описане тіло шипотської світи, за даними проведених геокартувальних робіт, розміщене в смугі дислокованих порід (завширшки до 10–12 км), яка тягнеться в субмеридіональному напрямку від басейнів рік Латориця і Віча на півдні до м. Бориня на півночі. Ця смуга розвинена в межах Сілезької тектонічної одиниці і відноситься до Латорицько-Стрийської зсувної зони (див. рис. 2, 11). Остання виділена за наземними

спостереженнями та добре дешифрується на космоснімку. Зона характеризується наявністю тектонічних лінз, обмежених субмеридіональними субвертикальними розривами зсувної природи. Ці видовжені тіла, що досягають розмірів до перших кілометрів по короткій осі, виповнені відносно слабо деформованими олігоценовими флішевидами відкладами, що, як правило, залягають моноклінально. Між лінзами розвинені смуги (шириною до десятків і сотень метрів, іноді перших кілометрів) інтенсивно дислокованих олігоценових порід – тектонічних брекчій, меланжу, дрібних складок. Тектоніти, як правило, характеризуються субвертикальною фоліацією. Субвертикальні тектонічні лінзи мають форму зсувних дуплексів стиску (Woodcock, Fisher, 1986), які характеризують правосторонні зсувні зони з елементом стиску (див. рис. 2, 11). Деякі дуплекси (структура Сможе) є дещо повернені за годинниковою стрілкою (див. рис. 2), що також свідчить про правобічний характер переміщень вздовж зсувної зони.

Латорицько-Стрийська зона характеризується широким розвитком дрібних субмеридіональних правобічних розривних порушень зсувного типу та складок з субвертикальними шарнірами. Часто ці складки спряжені з розривами і чітко вказують на правобічний характер переміщень вздовж зсувів.





**Рис. 11.** Положення тектонічної лінзи шипотської світи в структурі Латорицько-Стрийської зсувної зони: 1 – Голятинська структура Субсілезького покриву; 2–4 – елементи Сілезького покриву: 2 – структура Сможе, 3 – крейдові відклади шипотської світи в тектонічній лінзі, 4 – зони розвитку тектонічних брекчій, меланжу, інтенсивної складчастості; 5 – деформації крихкого типу; 6 – деформації пластичного типу; 7 – волосянківська олістострома; 8 – осі синкліналей; 9 – розломи; 10 – насуви покривів, субпокривів; 11 – другорядні насуви; 12 – вісь хребта, складеного пікуйськими пісковиками кросненської світи; 13 – державний кордон; 14 – контури Латорицько-Стрийської зсувної зони та напрямки зсувних переміщень; 15 – місцезнаходження геологічної карти, зображеної на рис. 3

**Fig. 11.** The position of the tectonic lens of the Shypot Formation in the strike-slip Latorytsa-Stryi Zone: 1 – Holyatyn Structure of the Subsilesian Nappe; 2–4 – Silesian Nappe elements: 2 – Smozhe Structure, 3 – Cretaceous deposits of the Shypot Formation in the tectonic lens, 4 – zones of development of tectonic breccias, melange, intensive folding; 5 – brittle-type deformations; 6 – ductile-type deformations; 7 – Volosyanka Olistostrome; 8 – syncline axes; 9 – faults; 10 – thrusts of nappes and sub-nappes; 11 – secondary thrusts; 12 – the axis of the ridge composed of the Pikuy Sandstone of the Krosno Formation; 13 – state border; 14 – contours of the strike-slip Latorytsa-Stryi Zone and directions of strike-slip movements; 15 – the location of the geological map shown in Fig. 3

Описана вище тектонічна лінза крейдових порід шипотської світи серед олігоценового флішу, яка розвинена в Латорицько-Стрийській зсувній зоні в районі м. Воловець, може бути тілом, витисненим знизу завдяки зусиллям транспресивного характеру (стиск та зсув). Такі напруження реставруються нашими безпосередніми структурними спостереженнями на контакті цієї лінзи (див. рис. 7–10), а також (за формою дуплексів) – на всій ділянці Латорицько-Стрийської зони. Тобто ця лінза може бути «позитивною квітковою структурою» (англ. «positive flower structure»), яка часто розвивається в зсувних транспресивних зонах (Woodcock, Fisher, 1986). У таких структурах на поверхню витискаються глибинні горизонти гірських порід. Як зазначалось, на контакті тектонічної лінзи розвинена зона меланжу, в якій наявні невеликі брили склистих пісковиків, найвірогідніше шипотської світи, поміщені в глинистий матрикс з субвертикальною фоліацією. Варто зазначити, що така фоліація притаманна меланжам діапирового типу (Festa et al., 2019). Це дозволяє припустити, що невеликі брили шипотських пісковиків були винесені догори разом з пластичним матриксом унаслідок діапіризму. Подібні процеси, вірогідно, призвели і підйом крупної лінзи шипотських пісковиків до рівня олігоценового флішу.

Зауважимо, що реконструйоване нами поле напружень стиснення, перпендикулярне до простягання карпатських насувів, може віддзеркалювати регіональний процес формування карпатського субдукційно-колізійного орогену, а зсувні переміщення можуть бути наслідком поворотів терейнів Алькапа та Тиса-Дакія (Csontos, Vörös, 2004 і посилання там) у тилевій частині орогену.

Вірогідним також є припущення, що шипотська світа формувала ядро антиклінальної складки, крила якої, виповнені верхньокрейдowymi та палеогеновими відкладами, були зміщені далеко вбік від ядра при зсувних переміщеннях. При таких зміщеннях крил ядро перетворилося в лінзу нижньокрейдových порід, до якої тектонічно по зсувах прилягали олігоценові відклади.

В той же час варто зазначити, що в зоні описаного контакту, як і в інших районах, що облямовують лінзу шипотської світи в районі м. Воловець, нами фіксувались тільки тектонічні деформації. Тут не були виявлені підводно-зсувні струк-

тури чи відклади мулисто-уламкових потоків, які б свідчили про гравітаційно-зсувний характер деформацій. Тому точка зору деяких попередніх дослідників (Геологическая..., 1977; Державна..., 2003) про те, що лінза шипотської світи є олістолітом в олігоценовому фліші, нам видається маловірогідною. Форма цієї лінзи, як і вертикальна орієнтація осадових шарів, шарнірів складок та тектонічної фоліації на контакті лінзи, а також загалом домінування зсувного характеру переміщень, свідчать і проти припущення про віднесення шипотської світи до алохтонного останця тектонічного покриву.

Таким чином, наші геологічні спостереження дозволяють стверджувати, що нижньокрейдові, збагачені органічною речовиною відклади шипотської світи, які є потенційно нафтогазогенуючими, розміщені на деякій глибині в структурах Сілезького покриву (а не є останцями Дуклянського покриву чи олістолітами). Очевидно, що вони могли бути додатковим значним джерелом вуглеводнів у межах такого давнього нафтовидобувного району, як Сілезький покрив.

## Висновки

Крейдові відклади шипотської світи, відслонені в басейні р. Віча поблизу м. Воловець серед суцільного поля олігоценового флішу, входять до складу стратиграфічного розрізу утворень Сілезького покриву, а не є крупним олістолітом чи алохтонним тектонічним останцем іншого більш внутрішнього покриву. Вони формують велику (1 × 3 км) субвертикальну тектонічну лінзу.

Породи шипотської світи тут представлені середньоритмічним флішем – шарами пісковиків потужністю до 0,5–1 м, які чергуються з менш потужними пропластками темно-сірих та чорних листуватих аргілітів (чорних сланців). Вони є літифікованими продуктами турбідитних потоків середньої густини та геміпелагічного осадження глинистого матеріалу зі значною кількістю органічної речовини.

В зоні контакту тектонічної лінзи з навколишніми утвореннями породи інтенсивно деформовані, спостерігаються практично ізоклінальні складки з субвертикальними шарнірами та осьовими поверхнями, які свідчать про зсувний характер переміщень. Тут фіксується тектонічний меланж, який представлений невеликими брилами (кластолітами) жорстких пісковиків, іноді шипотського вигляду, поміщених в «калеврито-пе-



літовий» матрикс. Фоліація матриксу меланжу також субвертикальна і близька до меридіонального і/чи субкарпатського напрямку.

Проведені структурні дослідження свідчать, що в зоні тектонічного контакту тектонічної лінзи крейдових порід шипотської світи з олігоценовим флішем існували напруження стиску, перпендикулярні до простягання Карпат, та поля напружень, що викликали зсувні переміщення, найвірогідніше правобічні, вздовж простягання Карпат. Вірогідно, поле напружень стиснення, перпендикулярне до простягання карпатських насувів, віддзеркалює регіональний процес формування карпатського субдукційно-колізійного орогену, а зсувні переміщення можуть бути наслідком обертання терейнів Алькапа та Тиса-Дакія в тилевій частині орогену.

Тектонічна лінза локалізується в межах широкої Латорицько-Стрийської зсувної зони. Вона, вірогідно, витиснена знизу рухами транспресивного характеру (стиск та зсув) і формує

«позитивну квіткову структуру» (англ. «positive flower structure»). Такі структури часто наявні в зсувних зонах. Вертикальна фоліація в навколишньому меланжі дозволяє допустити, що брили шипотських пісковиків були винесені догори разом з пластичним матриксом унаслідок діапіризму. Подібні процеси, мабуть, призвели і до підйому крупної лінзи шипотських пісковиків.

Отже, проведені дослідження свідчать, що нижньокрейдіві, збагачені органічною речовиною чорносланцеві відклади шипотської світи поширені на деякій глибині в межах Сілезького покриву, а також місцями витиснені до рівня олігоценового флішу, з яким зараз безпосередньо контактують по розломах/меланжевих зонах. Наявність нижньокрейдових потенційно нафтогазогенеруючих чорносланцевих відкладів у межах Сілезького покриву значно підвищує перспективність району поширення цього покриву.

В статті представлені результати вивчення структурної позиції та поширення потенційно нафтогенеруючих збагачених органікою нижньокрейдових чорносланцевих відкладів шипотської світи, розвинених у межах Сілезького покриву, з використанням методів геологічного картування та структурного аналізу. Встановлено, що ці відклади, які відслонені в басейні р. Віча поблизу м. Воловець серед суцільного поля олігоценового флішу, входять до складу стратиграфічного розрізу утворень Сілезького покриву, а не є крупним олістолітом чи алохтонним тектонічним останцем іншого більш внутрішнього покриву. Вони формують велику (1 × 3 км) субвертикальну тектонічну лінзу піскуватого флішу шипотської світи, в зоні контакту якої з навколишніми породами фіксується тектонічний меланж з невеликими брилами шипотських пісковиків та субвертикальною фоліацією матриксу. Проведені структурні дослідження свідчать, що в зоні цього контакту існували напруження стиску, перпендикулярні до простягання Карпат, та поля напружень, що викликали зсувні переміщення, найвірогідніше правобічні, вздовж простягання Карпат. Тектонічна лінза локалізується в межах широкої Латорицько-Стрийської зсувної зони. Вона, вірогідно, витиснена знизу рухами транспресивного характеру (стиск та зсув) і формує «позитивну квіткову структуру» (англ. «positive flower structure»). Вертикальна фоліація в навколишньому меланжі дозволяє допустити, що невеликі брили шипотських пісковиків були винесені догори разом з пластичним матриксом при діапіризмі. Подібні процеси, мабуть, призвели і до підйому крупної лінзи шипотських пісковиків.

Проведені дослідження свідчать, що збагачені органічною речовиною чорносланцеві відклади шипотської світи поширені на деякій глибині в межах Сілезького покриву і місцями витиснені вгору до рівня олігоценового флішу, з яким зараз безпосередньо контактують по розломах/меланжевих зонах. Наявність нижньокрейдових потенційно нафтогазогенеруючих чорносланцевих відкладів у межах Сілезького покриву значно підвищує його вуглеводневу перспективність.

## Список літератури

- Вялов О.С., Гавура С.П., Даныш В.В., Лемишко О.Д., Лещух Р.И., Пономарева Л.Д., Романив А.М., Смирнов С.Е., Смолинская Н.И., Царненко П.Н. Стратотипы меловых и палеогеновых отложений Украинских Карпат. Киев: Наукова думка, 1988. 204 с.
- Вялов О.С., Андреева-Григорович А.С., Гавура С.П., Дабагян Н.В., Даныш В.В., Кульчицкий Я.О., Лещух Р.И., Лозиняк П.Ю., Петрашкевич М.И., Пономарева Л.Д., Романив А.М., Царненко П.Н. Объяснительная записка к региональной стратиграфической схеме меловых отложений Украинских Карпат. Львов, 1989. 51 с. (Препр. / АН УССР. Ин-т геологии и геохимии горючих ископаемых).
- Габинет М.П., Кульчицкий Я.О., Матковский О.И. Геология и полезные ископаемые Украинских Карпат. Киев: Вышш. шк., 1976. Ч. 1. 200 с.
- Геологическая карта Украинских Карпат и прилегающих прогибов, масштаб 1:200 000: Шакин В.А. (ред.). Киев: Мингео УССР, 1976.
- Геологическое строение и горючие ископаемые Украинских Карпат: Глушко В.В., Круглов С.С. (ред.). Москва: Недра, 1971. 389 с.
- Гинтов О.Б. Полевая тектонофизика и ее применение при изучении деформаций земной коры Украины. Киев: Феникс, 2005. 572 с.
- Гнилко О.М., Генералова Л.В. Тектоно-седиментационная эволюция Предмармарошской аккреционной призмы Украинских Карпат. *Вестн. СПбГУ. Сер. 7. Геология. География*. 2014. Вып. 2. С. 5–23.
- Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000: Кузовенко В.В. (ред.). Карпатська серія. Аркуш «Сніна». Київ: УкрДГРІ, 2003.
- История геологического развития Украинских Карпат: Вялов О.С. (ред.). Киев: Наукова думка, 1981. 180 с.
- Круглов С.С. Геологія України. Т. 3. Геологія і металогенія Українських Карпат. Звіт про науково-дослідну роботу вивчення геологічної будови України. Тема 971. Київ: УкрДГРІ, 2009.
- Кузовенко В.В., Шлапінський В.Є., Михайловський І.З. Про вік порід, що складають ядрну частину Голятинської антиклиналі. Біостратиграфічні критерії розчленування та кореляції відкладів фанерозою України. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*. Київ: ІГН НАН України, 2005. С. 111–113.
- Крупський Ю.З., Куровець І.М., Сеньковський Ю.М., Михайлов В.А., Чепіль П.М., Дригант Д.М., Шлапінський В.Є., Колтун Ю.В., Чепіль В.П., Куровець С.С., Бодлак В.П. Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Західний нафтогазоносний регіон. Київ: Ніка-Центр, 2014. 400 с.
- Маслакова Н.И. Новые данные по стратиграфии верхнемеловых отложений Черногорской зоны Восточных Карпат. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол.* 1965. № 2. С. 3–20.
- Маслакова Н.И. Глоботрунканиды и их стратиграфическое значение для верхнемеловых отложений Крыма, Кавказа и Советских Карпат: автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. Москва, 1967. 40 с.
- Муровська А., Амашукелі Т., Альохін В. Поля напружень та деформаційні режими в межах української частини Східних Карпат за тектонофізичними даними. *Геофіз. журн.* 2019. № 2. С. 84–98. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164455>
- Стратиграфические схемы фанерозою и докембрия Украины. Стратиграфическая схема фанерозойских образований Украины для геологических карт нового поколения. Графические приложения. Киев, 1993.
- Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України: у 2-х т. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України: Гожик П.Ф. (гол. ред.). Київ: Логос, 2013. 637 с.
- Тектоническая карта Украинских Карпат масштаба 1:200 000: Глушко В.В., Круглов С.С. (ред.). Киев: Мингео УССР, 1986.
- Csontos L., Vörös A. Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Elsevier, 2004. Iss. 210. P. 1–56.
- Curtis J.B., Kotarba M.J., Lewan M.D., Wiecek D. Oil/source correlations in the Polish Flysch Carpathians and Mesozoic basement and organic facies of the Oligocene Menilite Shales: insights from hydrous pyrolysis experiments. *Organic Geochemistry*. 2004. Iss. 35. P. 1573–1596.
- Devlaux D., Sperner B. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. New insights into Structural interpretation and Modelling. *Geological Society. London: Special Publications*. 2003. Vol. 212. P. 75–100.
- Festa A., Pini G.A., Ogata K., Dilek Y. Diagnostic features and field-criteria in recognition of tectonic, sedimentary and diapiric mélanges in orogenic belts and exhumed subduction-accretion complexes. *Gondwana Research*. 2019. Iss. 74. P. 11–34.
- Hnylko O., Hnylko S. Geological environments forming the Eocene black-shale formation of the Silesian Nappe (Ukrainian Carpathians). *Geodynamics*. 2019. Iss. 1 (26). P. 61–68. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.01.060>
- Kováč M., Plašienka D., Soták J., Vojtko R., Oszczytko N., Less G., Čosovič 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. Iss. 140. P. 9–27.
- Kotarba M.J., Curtis J.B., Lewan M.D. Comparison of natural gases accumulated in Oligocene strata with hydrous pyrolysis from Menilite Shales of the Polish Outer Carpathians. *Organic Geochemistry*. 2009. Iss. 40. P. 769–783.
- Oszczytko N. Late Jurassic-Miocene evolution of the Outer Carpathian fold-and-thrust belt and its foredeep basin (Western Carpathians, Poland). *Geological Quarterly*. 2006. Iss. 50 (1). P. 169–194.
- Roller K., Trepmann C. Stereo 32. 2011. Germany: Bochum.
- Picha F.J., Golonka J. (Eds.). Carpathian and their foreland: Geology and hydrocarbon resources. *AAPG Memory*. 2005. Vol. 84. P. 1–848.
- Sachsenhofer R.F., Koltun Y.V. Black shales in Ukraine – A review. *Marine and Petroleum Geology*. 2012. Vol. 31. P. 125–136. [Doi: 10.1016/j.marpetgeo.2011.08.016](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.08.016)
- Schmid S.M., Fügenschuh B., Kounov A., Matenco L., Niev-ergelt P., Oberhansli R., Pleuger J., Schefer S., Schuster R., Tomljenovic B., Ustaszewski K., van Hinsbergen D.J.J. Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Research*. 2020. Iss. 78. P. 308–374.
- Woodcock N.H., Fischer M. Strike-slip duplexes. *Journal of Structural Geology*. 1986. Vol. 8, iss. 7. P. 725–735.

## References

- Csontos L., Vörös A. 2004. Mesozoic plate tectonic reconstruction of the Carpathian region. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Elsevier, 210: 1–56.
- Curtis J.B., Kotarba M.J., Lewan M.D., Wiecek D. 2004. Oil. Source correlations in the Polish Flysch Carpathians and Mesozoic basement and organic facies of the Oligocene Menilite Shales: insights from hydrous pyrolysis experiments. *Organic Geochemistry*, 35: 1573–1596.
- Devlaux D., Sperner B. 2003. New aspects of tectonic stress inversion with reference to the TENSOR program. New insights into Structural interpretation and Modelling. *Geological Society. London: Special Publications*, 212: 75–100.
- Festa A., Pini G.A., Ogata K., Dilek Y. 2019. Diagnostic features and field-criteria in recognition of tectonic, sedimentary and diapiric mélanges in orogenic belts and exhumed subduction-accretion complexes. *Gondwana Research*, 74: 11–34.
- Gabinet M.P., Kulchytskyi Y.O., Matkovsky O.I. 1976. Geology and minerals of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Higher School. Part 1 (in Russian).



- Gintov O.B. 2005. Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the crust of Ukraine. Kyiv: Fenix (in Russian).
- Glushko V.V., Kruglov S.S. (Eds.). 1971. Geological structure and combustible minerals of the Ukrainian Carpathians. Moscow: Nedra (in Russian).
- Glushko V.V., Kruglov S.S. (Eds.). 1986. Tectonic map of the Ukrainian Carpathians on a scale of 1:200,000: Kyiv: Mingeo USSR (in Russian).
- Gozhyk P.F. (Ed.). 2013. Stratigraphy of the Upper Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine: in 2 vols. Vol. 1. Stratigraphy of the Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine. Kyiv: Lohos (in Ukrainian).
- Hnylko O., Hnylko S. 2019. Geological environments forming the Eocene black-shale formation of the Silesian Nappe (Ukrainian Carpathians). *Geodynamics*, 1 (26): 61–68. <https://doi.org/10.23939/jgd2019.01.060>
- Hnylko O.M., Generalova L.V. 2014. Tectonic-sedimentary evolution of the Fore-Marmarosh accretionary prism of the Ukrainian Carpathians. *Vestnik of St.-Petersburg University. Series 7. Geology, Geography*, 2: 5–23 (in Russian with English summary).
- Kotarba M.J. 2009. Comparison of natural gases accumulated in Oligocene strata with hydrous pyrolysis from Menilite Shales of the Polish Outer Carpathians. *Organic Geochemistry*, 40: 769–783.
- Kováč M., Plašienka D., Soták J., Vojtko R., Oszczytko N., Less G., Čosović V., Fügenschuh B., Králiková S. 2016. Paleogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. *Global and Planetary Change*, 140: 9–27
- Kruglov S.S. 2009. Geology of Ukraine. Vol. 3. Geology and metallogeny of the Ukrainian Carpathians. Report on research work on the study of the geological structure of Ukraine. Topic 971. Kyiv: Ukrainian State Geological Research Institute (in Ukrainian).
- Krupskiy Yu.Z., Kurovets I.M., Senkovskiy Yu.M., Mykhailov V.A., Chepil P.M., Drygant D.M., Shlapinskiy V.E., Koltun Yu.V., Chepil V. P., Kurovets S.S., Bodlak V.P. 2014. Unconventional sources of hydrocarbons of Ukraine. Western oil and gas region. Kyiv: Nika-Center (in Ukrainian).
- Kuzovenko V.V. (Ed.). 2003. State Geological Map of Ukraine. Scale 1:200,000. Geological map of Pre-Quaternary Sediments. Carpathian Series. Sheet “Snina”. Kyiv: Ukrainian State Geological Research Institute (in Ukrainian).
- Kuzovenko V.V., Shlapinskiy V.Ye., Mykhailovskiy I.Z. 2005. About the age of the rocks that make up the core part of the Holyatyn anticline. Biostratigraphic criteria for dismemberment and correlation of deposits of the Phanerozoic of Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats IGN NAS of Ukraine*, p. 111–113 (in Ukrainian).
- Maslakova N.I. 1965. New data on the stratigraphy of the Upper Cretaceous deposits of the Chornohora Zone of the Eastern Carpathians. *Bulletin of Moscow University. Geological series*, 2: 3–20 (in Russian).
- Maslakova N.I. 1967. Globotruncanids and their stratigraphic significance for the Upper Cretaceous deposits of the Crimea, the Caucasus and the Soviet Carpathians. Extended abstract of Doctor's thesis. Moscow (in Russian).
- Murovska A.V., Amashukeli T.A., & Alyokhin V. 2019. Stress fields and deformational regimes within the limits of the Ukrainian part of the East Carpathians according to tectonophysical data. *Geofizicheskyy Zhurnal*, 41 (2): 84–98 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v41i2.2019.164455>
- Oszczytko N. 2006. Late Jurassic-Miocene evolution of the Outer Carpathian fold-and-thrust belt and its foredeep basin (Western Carpathians, Poland). *Geological Quarterly*, 50 (1): 169–194.
- Picha F.J., Golonka J. (Eds.). 2005. Carpathian and their foreland: Geology and hydrocarbon resources *AAPG Memory*, 84: 1–848.
- Roller K., Trepmann C. 2011. Stereo 32. Germany: Bochum.
- Sachsenhofer R.F., Koltun Y.V. 2012. Black shales in Ukraine – A review. *Marine and Petroleum Geology*. 31: 125–136. [Doi: 10.1016/j.marpetgeo.2011.08.016](https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2011.08.016)
- Schmid S.M., Fügenschuh B., Kounov A., Matenco L., Nievergelt P., Oberhansli R., Pleuger J., Schefer S., Schuster R., Tomljenovic B., Ustaszewski K., van Hinsbergen D.J.J. 2020. Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Research*, 78: 308–374.
- Shakin V.A. (Ed.). 1976. Geological map of the Ukrainian Carpathians and adjacent depressions, scale 1:200,000. Kyiv: Mingeo USSR (in Russian).
- Stratigraphic schemes of the Phanerozoic and Precambrian of Ukraine. 1993. Phanerozoic Stratigraphic charts of the Ukraine for the new generation of geological maps. Graphic supplements. Kyiv (in Russian).
- Vialov O.S., Andreeva-Grigorovich A.S., Havura S.P., Dabahian N.V., Danysh V.V., Kulchitski Ya.O., Leshchukh R.Y., Loznyiak P.Yu., Petrashkevich M.I., Ponomarova L.D., Romaniv A.M., Tsarnenko P.N. 1989. Explanatory note to the regional stratigraphic scheme of Cretaceous deposits of the Ukrainian Carpathians. Lvov (in Russian).
- Vialov O.S., Havura S.P., Danysh V.V., Lemishko O.D., Leshchukh R.Y., Ponomarova L.D., Romaniv A.M., Smirnov S.Ye., Smolinskaia N.I., Tsarnenko P.N. 1988. Stratotypes of Cretaceous and Paleogene deposits of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Vyalov O.S. (Ed.). 1981. History of the geological development of the Ukrainian Carpathians. Kyiv: Naukova Dumka (in Russian).
- Woodcock N.H., Fischer M. 1986. Strike-slip duplexes. *Journal of Structural Geology*, 8 (7): 725–735.