

УДК 551.4; DOI [10.30970/gpc.2024.1.4429](https://doi.org/10.30970/gpc.2024.1.4429)**СУБМЕРИДІОНАЛЬНО-ДУГОВІ СТРУКТУРИ У РЕЛЬЄФІ  
ТА РІЗНОМАСШТАБНИХ РОЗРИВНИХ ПОРУШЕННЯХ  
У ЗОНІ СХІДНИХ БЕСКИДІВ І ТЕРЕЙНОВА ГЕОДИНАМІКА  
УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ****Андрій Назаревич***Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України,  
Львів, Україна, nazarevych.a@gmail.com*

**Анотація.** У рамках дослідження відображення геодинамічних процесів у рельєфі та різномасштабних розривних порушеннях Українських Карпат простежено пов'язані з нею субмеридіонально-дугові структури у зоні Східних Бескидів – західній частині північного мегасхилу Українських Карпат. Це, зокрема, чітко виражена субмеридіонально-дугова система хребтів і долин у західній частині субрегіону – у субмеридіональній смузі так званої (за О. Гнилком) Латорицько-Стрийської геолого-тектонічної зсувної зони (хребти гір Мончел – Пікуй – Великий Верх, простягання від сіл Підполоззя, Жденієво і м. Нижні Ворота на півдні до сіл Сянки, Бориня та Ільник на півночі). Наступна (східніша) виражена смуга таких структур – гірські хребти на північ від м. Воловець і с. Пилипець до головного Карпатського вододілу (околиць сіл Сможе, Хітар, Опорець). Північніше – в районі сіл Сможе, Тухолька, Тисовець, Багнувате – субмеридіональні структури проявляються системою морфоструктур нижчого рангу – субмеридіональними відрогами хребтів карпатського простягання і паралельними до них долинами потоків – приток річок Сможенки, Довжанки, Завадки, а також субмеридіональними ділянками русел цих річок, приуроченими до різнорангових розривних порушень відповідного простягання. Субмеридіональний рисунок рельєфу в цій зоні підкреслюється вираженим субмеридіональним простяганням у верхній течії долини і русла р. Стрий. Менш виражені такого типу структурні плани простежено й у північних, північно-східних, східних і південно-східних районах досліджуваного субрегіону. Геолого-тектонічну зумовленість субмеридіональних елементів рельєфу і річкової мережі простежено за відповідними різноранговими розривними структурами у відслоненнях, зокрема, на річці Сможенці (с. Долинівка), на водоспаді Гуркало (район с. Корчин), на річці Уричанці (с. Урич). У рельєфі субрегіону простежуються й інші, відмінні від карпатського / ортогонального та субмеридіонально-дугового, структурні плани. Зв'язки вказаних особливостей рельєфу та розривних порушень з різними складовими регіонального геодинамічного процесу, зокрема з проявами терейнової геодинаміки, проаналізовано з залученням геолого-геофізичних даних про геодинамічну еволюцію регіону в альпійський і постальпійський час.

**Ключові слова:** Українські Карпати; Східні Бескиди; субмеридіонально-дугові структури рельєфу; Латорицько-Стрийська зсувна зона; розривні порушення; геодинаміка.

**SUBMERIDIONAL-ARC STRUCTURES IN THE RELIEF AND DIFFERENT-  
SCALE RUPTURE DISCONTINUITIES IN THE EASTERN BESKYDS ZONE  
AND TERAIN GEODYNAMICS OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS****Andriy Nazarevych***Carpathian Branch of S. I. Subbotin name Institute of Geophysics of NAS of Ukraine,  
Lviv, Ukraine*

**Abstract.** Within the framework of the study of the reflection of geodynamic processes in the relief and different-scale rupture discontinuities of the Ukrainian Carpathians, submeridional-

arc structures associated with it were traced in the zone of the Eastern Beskyds – the western part of the northern megaslope of the Ukrainian Carpathians. This, in particular, is a clearly defined submeridional-arc system of ridges and valleys in the western part of the subregion – in the submeridional strip of the so-called (according to O. Gnylko) Latorytsa-Stryy geological-tectonic shear zone (ridges of the Monchel – Pikuy – Velykyy Verkh mountains, extension from the villages Pidpolozzya, Zhdenievo and town Nyzhni Vorota in the south to the villages Syanky, Borynya and Ilnyk in the north). The next (more eastern) expressed strip of such structures are the mountain ridges northward from the town Volovets and the village Pylypets, that extend to the main Carpathian watershed (the suburbs of the villages Smozhe, Khitar, Oporets). To the north – in the area of the villages Smozhe, Tukhol'ka, Tysovets, Bagnuvate – submeridional structures are manifested by a system of morphostructures of the lowest rank – submeridional spurs of ridges of the Carpathian direction and valleys of streams parallel to them (tributaries of the Smozhenka, Dovzhanka, and Zavadka rivers), as well as sections of these riverbeds, confined to different rank rupture discontinuities of the corresponding direction. The submeridional pattern of relief in this zone is emphasized by the expressed submeridional direction of the valley of Stryy river and the riverbed in its upper reaches. Less expressed structural plans of this type were also traced in the northern, northeastern, eastern and southeastern areas of the studied subregion. In the relief of the subregion other structural plans can be traced, different from the Carpathian/orthogonal and submeridional-arc. The connections of the specified peculiarities of the relief and rupture discontinuities with various components of the regional geodynamic process, in particular, with the manifestations of terrane geodynamics, were analyzed with the involvement of geological and geophysical data on the geodynamic evolution of the region in the Alpine and post-Alpine times.

**Key words:** Ukrainian Carpathians; Eastern Beskyds; submeridional-arc relief structures; Latorytsa-Stryy shear zone; rupture discontinuities; geodynamics.

**Вступ.** Дослідники особливостей рельєфу і геолого-тектонічної будови Українських Карпат завжди акцентували увагу на домінуючих структурах карпатського простягання (Будова..., 1978; Геодинаміка..., 1985; Літосфера..., 1987–1993; Сомов, 1990; Рудько, 1996; Сливка, 2001; Рудько, Кравчук, 2002; Кравчук, 2005, 2006, 2021; Байрак, 2006; Палієнко, 2016; Крупський, 2002, 2020; Бойко та ін., 2003; Павлюк, Медведєв, 2004; Бубняк та ін., 2007; Волошин, 2012; Гнилко, 2011, 2012; Гнилко та ін., 2021; Дослідження, 2005; Хомяк, Хомяк, 2013; Сучасна..., 2015; Шлапінський, 2015; Starostenko et al., 2013; Kiss, 2014, 2017; Kováč et al., 2017; The Carpathian-Pannonian..., 2006; Sheremeta et al., 2023 та ін.), спричинених “альпійським / карпатським” геодинамічним процесом. Дослідниками також відзначалося складне поєднання різномасштабних рельєфоутворювальних вертикальних і різноспрямованих горизонтальних рухів земної кори (наприклад, Палієнко, 2016; Кравчук, 2021), наявність субмеридіональної тріщинуватості порід та інших таких геолого-тектонічних структурних елементів (Гінтов, 2005; Бубняк, 2007 та ін.), які відіграють важливу роль у формуванні глибинної будови і рельєфу Карпат. Оскільки зараз у Карпатському регіоні України встановлено наявність терейнової складової регіонального геодинамічного процесу (Третяк, Вовк, 2012; Сучасна..., 2015; Kiss, 2014 та ін.), актуальними стають питання простеження пов'язаних з нею геологічних та геоморфологічних структур. Як з'ясовано нами останнім часом (Назаревич, 2023; Назаревич, Назаревич, 2019, 2021, 2023; Назаревич та ін., 2023a, 2023b), одними з таких структур є субмеридіонально-дугові структури в Українських Карпатах, їхньому дослідженню на території Східних Бескидів, зокрема, карпатської

частини басейну р. Стрий і присвячено нашу статтю. Вивчення цих питань є важливим як з наукового погляду – встановлення закономірностей формування рельєфу регіону та його тектонічних структур, так і з практичного погляду, наприклад, для пошуків родовищ корисних копалин (у тім числі нафти і газу), для уточнення геоecологічних ризиків (Назаревич, Назаревич, 2019).

**Метою досліджень** є виокремлення субмеридіональних і субмеридіонально-дугових структур у рельєфі північно-західного сегменту Українських Карпат – Східних Бескидів, простежити тут різнорангові розривні порушення відповідної орієнтації на відслоненнях, проаналізувати їхній зв'язок з різними складовими регіонального геодинамічного процесу, зокрема з терейною. У подальшому буде виконуватись зіставлення і спільний комплексний аналіз отриманих результатів та детальних геолого-геофізичних даних. Щодо західної, центральної та східної частин південного мегасхилу Українських Карпат такі роботи нами вже частково проведено в рамках попередніх досліджень (Назаревич, Назаревич, 2002, 2004, 2007, 2012, 2013, 2023; Назаревич та ін., 2016, 2023, Kováčiková et al., 2016; Nazarevych et al., 2022). У цій статті ми зосередили увагу на території Східних Бескидів – західній частині північно-східного мегасхилу Українських Карпат. Геоморфологічно цей субрегіон об'єднує зону Верховинського вододільного хребта, східну частину Стрийсько-Сянської Верховини, зону Сколівських Бескидів, західну частину Воловецько-Міжгірської Верховини і прилеглі частини сусідніх територій.

**Методи досліджень** – аналіз особливостей рельєфу субрегіону і його конкретних зон за картографічними даними, аналіз різномасштабної тріщинуватості порід за даними польових досліджень на відслоненнях, зіставлення виявлених особливостей рельєфу і тріщинуватості з даними геолого-геофізичних досліджень про геодинамічні процеси в Карпатському регіоні і з даними тектонофізичного та фізико-математичного моделювання про закономірності таких процесів.

**Субмеридіонально-дугові структури в Українських Карпатах (рельєф, тектоніка, сейсмічна активність).** Виявлення, за найновішими даними космічної геодезії (Третяк, Вовк, 2012; Kiss, 2014, 2017; Сучасна..., 2015 та ін.), “терейнової” складової регіонального геодинамічного процесу – зміщення на схід терейну Алькапа і його північно-східного закінчення – земної кори Закарпаття (рис. 1, детальніше див. далі) і простеження його відображення в будові, багатоярусній геодинаміці та сеймотектоніці Карпатського регіону України (Назаревич та ін., 2019, 2021, 2023a, 2023b; Назаревич, Назаревич, 2023; Nazarevych et al., 2022) поставили питання щодо дослідження відображення цієї складової у рельєфі регіону. Частково результати цих досліджень уже нами представлено (див. Назаревич та ін., 2019; Назаревич, Назаревич, 2023; Nazarevych et al., 2022), тут їх викладено детальніше, зокрема, щодо субрегіону Східних Бескидів.

Навіть за побіжного огляду рельєфу Карпатського регіону України і прилеглих територій Польщі, Словаччини та Румунії на фоні структур карпатського (північно-західного – південно-східного) простягання виразно простежуються субмеридіонально-дугові структури рельєфу (рис. 1).

Перша смуга субмеридіонально-дугових структур чітко простежується в зоні східного закінчення Західних Карпат і їхнього контакту зі структурами Східних

Карпат (зона 1 на рис. 1, район на північ від м. Гуменне у Словаччині), саме вона геоморфологічно і позначає цю зону контакту. Ця зона є зоною концентрації тектонічних напружень, і, як наслідок, підвищеної сейсмічної активності з відомими доволі сильними, у тім числі історичними землетрусами в районі м. Гуменне (з М до 5,4). Останній з них (з М=5,0-5,2) відбувся тут зовсім недавно – 9.10.2023 р. (Назаревич, Назаревич, 2023).

Наступна зона – Свалявсько-Ужоцька смуга хребтів і долин (зона 2 на рис. 1). Вона об'єднує (з півдня на північ) долини річок Піня, Латориця і Вече, хребтів Вуязова і Бозьова, далі хребти Мончел – Пікуй – Гострий Верх і паралельний хребет Рівний Верх, ще далі в напрямі на Ужок і Устшикі Гурне (Польща) поступово переходить до карпатського (азимут  $130\pm 5^\circ$ ) простягання. Зона також кореспондується зі встановленою за геолого-тектонічними даними Латорицько-Стрийською зсувною зоною субмеридіонального простягання (Крупський, 2001, 2020; Гнилко, 2011, 2012) і є зоною концентрації тектонічних напружень (передусім у південній частині). Тут відомі доволі сильні (для Українських Карпат) історичні землетруси, включно з найсильнішим з відомих на Закарпатті землетрусом з М=4,7 у районі Сваляви 1908 р. (Назаревич, Назаревич, 2002, 2004, 2007, 2012, 2013, 2023).

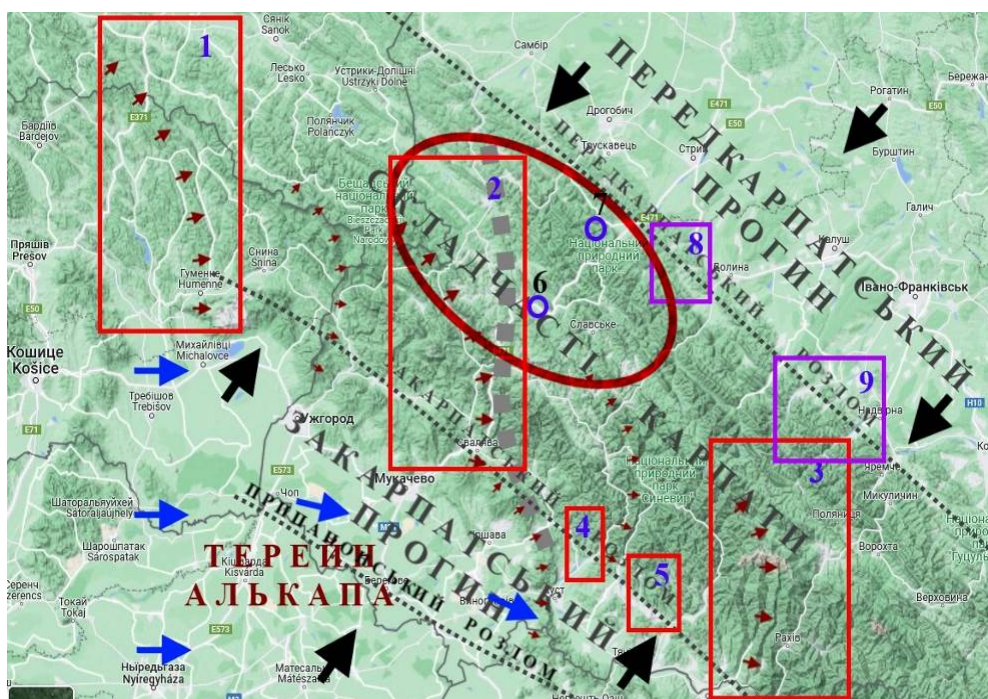


Рис. 1. Геодинаміка (великі стрілки – “альпійська” складова, середні стрілки – “терейнова” складова, малі стрілки – поширення фронтів рельєфотворчих напружень від “терейнової” і основні сліди “астенолітної” складової (у тім числі вулканічні масиви Бужора і В. Шоллес Вигорлат-Гутинського пасма)) та відповідні особливості рельєфу Карпатського регіону України (картооснова Гугл мапс з рельєфом, жирним пунктиром позначено субмеридіональну Латорицько-Стрийську зсувну зону (за О. Гнилком), овалом – зону Східних Бескидів, інші пояснення – в тексті)

Fig. 1. Geodynamics (large arrows – the “alpine” component, medium arrows – the “terrain” component, small arrows – the distribution of relief stress fronts from the “terrain” component and the main traces of the “asthenolitic” component (including the volcanic massifs of Buzhora and V. Sholles of Vygortat-Huta range)) and relevant features of the relief of the Carpathian region of Ukraine (map base Google Maps with relief, the submeridional Latorytsa-Stryy shear zone (according to O. Hnylko) is marked by bold dotted line, the zone of the Eastern Beskyds – by oval, other explanations are in the text)

Ще одна смуга субмеридіонально-дугових структур чітко простежується у Закарпатті в районі Кобилецької Поляни і Рахова (зона 3 на рис. 1). Тектонічно вона співвідноситься з східним закінченням терейну Алькапа на території України в районі селища В. Бичків – м. Сигет (Румунія). Сейсмотектонічну активність цієї зони відображають землетруси в районах селища Тересва і м. Сигет (Назаревич, Назаревич, 2023).

Дві менші зони виразних субмеридіональних структур (долин і хребтів довжиною до 7–15 км) приурочені до прилеглих до смуги Закарпатського глибинного розлому зон впливу нахилених розломів у корі Закарпатського прогину – нахилоного Оашського суброзлому (зона 4 на рис. 1) і Тячівського насуву-підсуву (зона 5 на рис. 1).

Значно менш виразно терейнова складова геодинамічної активності літосфери Карпатського регіону України (субмеридіонально-дугові структури у рельєфі) проявляється на північний схід від Карпатського вододілу, де горизонти насувів і складок лежать уже на зануреному (до 15 км і більше) краї Східноєвропейської платформи. Проте й тут у вторинних формах рельєфу (у рисунку відрогів хребтів, долин приток річок і ділянок їхніх русел) часто проявляються субмеридіональні та дугові плани (Назаревич, Назаревич, 2023), що засвідчує вплив терейнової складової загального геодинамічного процесу на формування рельєфу Карпат і тут (з передачею широтної (східної) терейнової складової тектонічних напружень (поряд з діагональною “альпійською / карпатською”) через глибинні горизонти кори північно-східного краю терейну Алькапа під східним мегасхилом Карпат (див. рис. 1)). Прикладом такого впливу вважаємо наведені на рис. 1 зони 6 і 7 (детальніше їх описано далі), 8 та 9. Підкресленням субмеридіональних елементів рисунка рельєфу є також спряжені з ними різнорангові ортогональні – субширотні елементи рельєфу (хребти і долини), що відображають розчленування гірських масивів перпендикулярно дії тектонічних сил.

Важливим для простеження відображення терейнової геодинаміки у рельєфі Карпат є дослідження відповідних особливостей рисунка річкової мережі. Адже відомо, що річки часто протікають у зонах розривних порушень – там, де завдяки дробленню порід під впливом тектонічних процесів інтенсивність розмиву цих порід є більшою, отож саме там найчастіше проходить формування русел річок і річкових долин.

**Субмеридіонально-дугові структури в зоні Українських Бескидів.** Завдання нашого дослідження – детальніше простежити характерні субмеридіонально-дугові структури в Східних Бескидах – субрегіоні, що займає західну частину північного мегасхилу Українських Карпат (рис. 2).

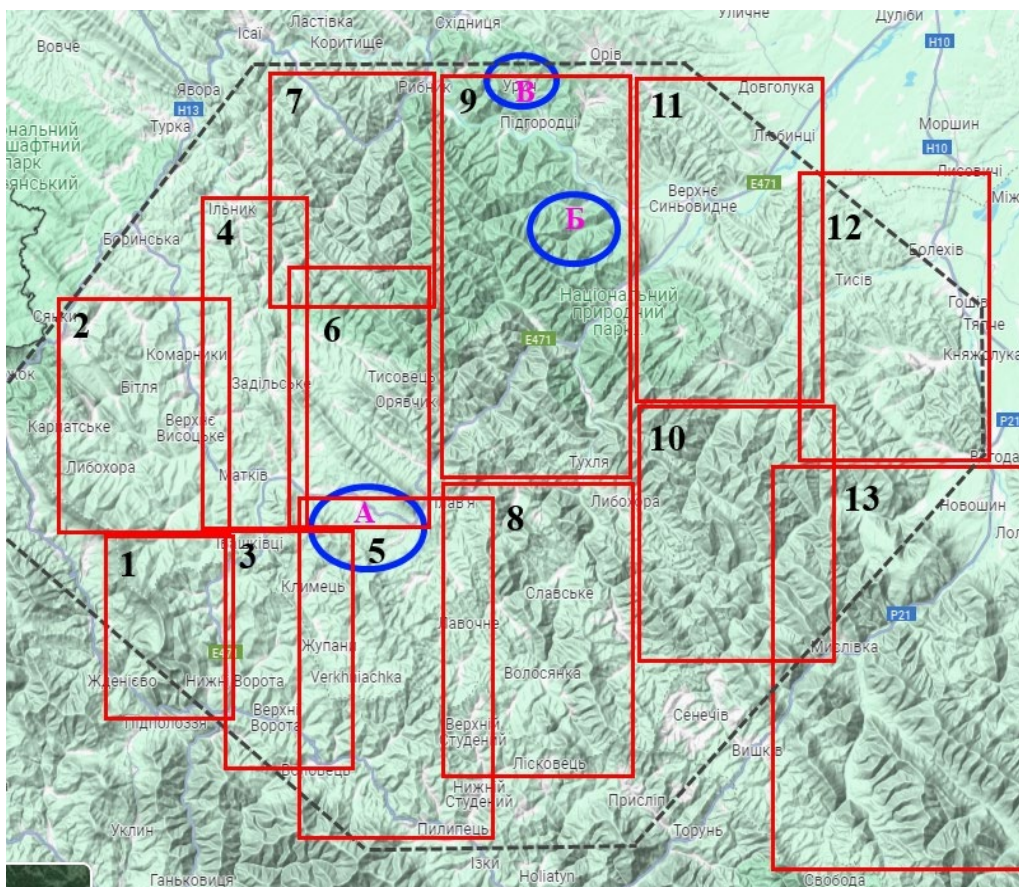


Рис. 2. Рельєф Українських Східних Бескидів (пунктиром оконтурено досліджувану зону, прямокутниками – детально проаналізовані ділянки (див. рис. 3–6), овалами – місця аналізу геологічних даних, картооснова Гугл мапс з рельєфом)

Fig. 2. Relief of the Ukrainian Eastern Beskyds (dotted lines outline the studied area, rectangles – detailed analyzed areas, (see Fig. 3–6), ovals – places of analysis of geological data, map base Google Maps with relief)

Це зона, де терейнова геодинаміка літосфери проявляється виразніше, порівняно з центральною та східною частинами цього мегасхилу. Зона охоплює західну частину привододільної смуги Українських Карпат, прилеглу до неї з північного сходу карпатську частину басейну р. Стрий та її приток, зокрема р. Опір (Стрийсько-Сянську Верховину, Верхньодністерські Бескиди (частково), Сколівські Бескиди). З заходу цю територію обмежують тектонічні структури так званої (за визначенням О. Гнилка (Гнилко, 2011)) субмеридіональної Латорицько-Стрийської геолого-тектонічної зсувної зони. Вони чітко проявляються в рельєфі як на південному, так і на північному мегасхилі Карпат (див. рис. 1, зона 2).

За більш детальним рисунком рельєфу Українських Бескидів (див. рис. 2), поряд з домінуючими хребтами і долинами карпатського та ортогонального простягання (наприклад – хребти гір Парашки, Високий Верх, Княжої, Росохатські полонини (аз. 135–140/315–320°), долини річок Опір (в районі

м. Сколе) і Сукіль (у районі с. Буковець), аз. 40–45°), бачимо доволі численні структури субмеридіонального та дугового простягання (перехід від субмеридіонального до карпатського напрямку). Чіткіше такі структури проявляються на заході субрегіону, у смузі Латорицько-Стрийської зсувної зони, зокрема у зоні карпатської частини басейну р. Стрий, менш виражено – у центральній і східній частинах субрегіону.

Для детальнішого аналізу проявів терейнової геодинаміки у рельєфі зони Східних Бескидів досліджувану територію розбито на ділянки (див. рис. 2), “терейнові” особливості рельєфу яких проаналізовано нижче.

На заході субрегіону, в зоні верхньої течії басейну р. Стрий і Карпатського вододілу субмеридіонально-дугові структури чітко проявляються смугою з трьох майже паралельних хребтів і долин на ділянці 1 (рис. 2): с. Підполоззя – г. Пікуй – с. Біласовиця – м. Нижні Ворота (детальніше показаній на рис. 3а). Це хребет гір Високий Камінь – Мончел – Пікуй (з сигмоїдою в районі с. Ялове), пролеглий східніше паралельний до нього хребет гір Рівний Верх – Гуляйка, ще східніше – переривчастий хребет гір Ділок та кількох дрібніших вершин (по західному краю долини р. Латориці), долини річок Яловський Струмок і Латориця. Північніше вододілу (в районі сіл Верхне і Нижне Гусине) ці хребти розділяються на 2 гілки (див. рис. 2, ділянка 2).

Одна з них (субмеридіональна) простягається на північ по лінії сіл Верхне Висоцьке – Комарники – Нижне Висоцьке (до гори Яловець). Це, власне, структури Латорицько-Стрийської зсувної зони. Інша дугою повертає на північний захід до с. Яворів і Ужоцького перевалу – від гори Пікуй до гір Гострий Верх – Журавка – Кінчик Гнильський (див. рис. 3б). У зоні між цими хребтами (у трикутнику сіл Либохора – Карпатське – Бітля) простежуємо ще кілька віялоподібних гірських хребтів, (між горами Кругла, Висока, Кернича), напрями яких змінюються від субмеридіональних на півдні і сході до більш субкарпатських на північному заході.

Загальний рисунок цих хребтів засвідчує наявність тут (поряд із зсувною північ / південь у Латорицько-Стрийській зсувній зоні) східної – терейнової складової тектонічних сил стиску і відповідних рухів кори, особливо активних у південній (привододільній) частині району.

Наступні субмеридіонально-дугові структури у досліджуваному субрегіоні простежуються на 5–7 км східніше від описаних вище (див. рис. 2, ділянки 3 і 4, рис. 3в, 3г). У південній частині субрегіону – це субмеридіональна частина Вододільного хребта (рис. 3в), структури (відроги) якого тут простягаються від північних окраїн м. Воловця попри села Канора, Верхнячка (Вододільний хребет, гора Корна), Жупани – Вербяж (гора Жупани), Климець і аж до району с. Івашківці (гори Козакова Поляна – Сіра Кичера). Північніше (рис. 3г) продовженням цих структур є ланцюг хребтів, що простягаються від східних окраїн с. Івашківці (гори Синій Камінь – Прутуч Верх – Буковинистий – Кичера) через район сіл Мохнате, Задільське, Межигір'я, Риків (гори Магура, Клева) і аж до с. Ільник (хребет гір Мишків Верх – Вовча – Остра, паралельні ланцюги гір Клева – Кичера Ільницька, Кам'яна – Погар Виж – Широкий Горб). Примітним тут є прилягання до цих хребтів зі сходу хребтів гір Довжка – Свинярка і Звенів субкарпатського простягання (у зоні сіл Задільське і Завадка), який дугою переходить з субкарпатського на субмеридіональний напрям, що також засвідчує

наявність тут як східної “терейнової” складової тектонічного стиску, так і зсувної складової субмеридіонального напрямку.

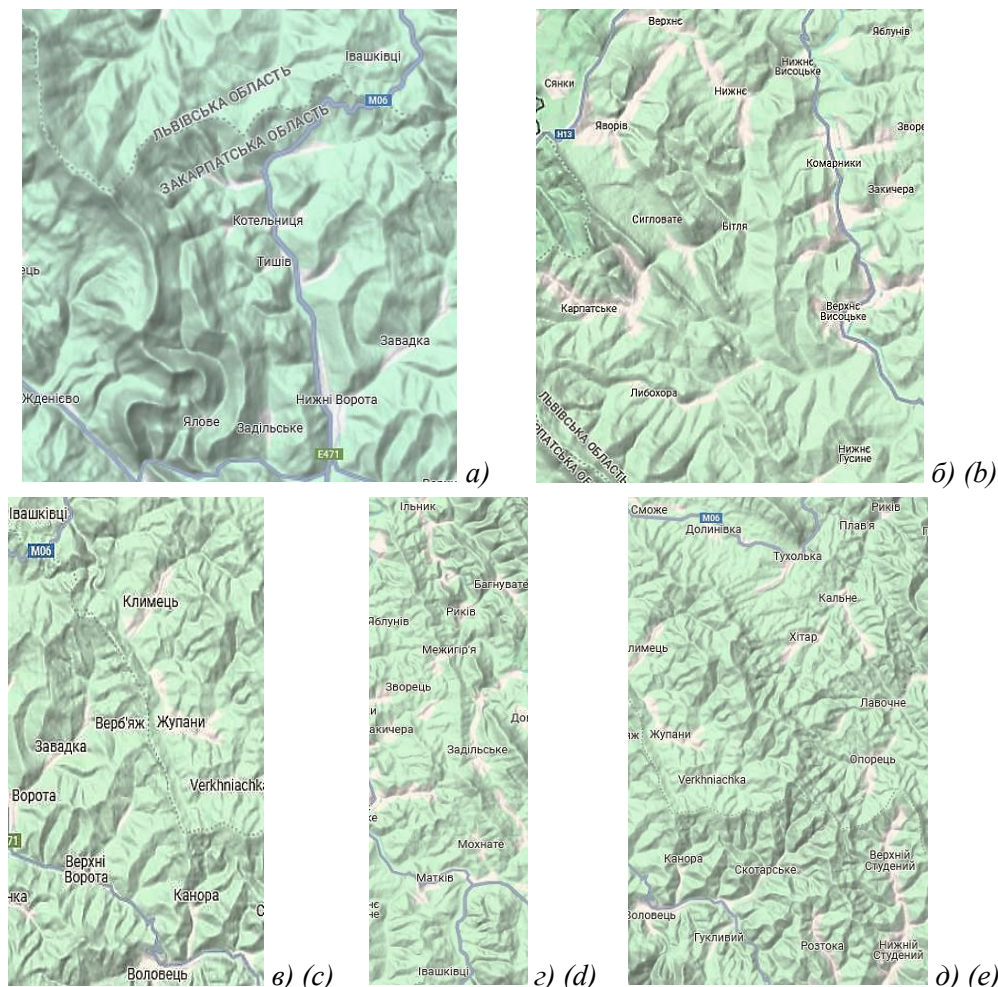


Рис. 3. Субмеридіональні та дугові елементи рельєфу у південно-західній частині Східних Бескидів та її оточенні – у смузі центрального сегменту Латорицько-Стрийської зсувної зони та східніше (картооснова Гугл мапс з рельєфом): *a* – на ділянці 1 (див. рис. 2), у зоні на південь від Вододільного хребта (с. Підполоззя – м. Нижні Ворота – г. Пікуй – Вододільний хребет – Верецький перевал); *б* – на ділянці 2, у зоні на північ від Вододільного хребта (с. Нижне Гусине – с. Нижне Висоцьке – Ужоцький перевал); *в* – на ділянці 3, східніше у зоні Вододільного хребта (у смузі м. Воловець – с. Жупан – с. Івашківці); *г* – на ділянці 4, північніше Вододільного хребта (у смузі сіл Івашківці – Задільське – Ільник); *д* – на ділянці 5, ще східніше, у зоні Вододільного хребта (у зоні сіл Пилипець – Скотарське – Опорець – Тухолька – Сможе)

Fig. 3. Submeridional and arc elements of the relief in the southwestern part of the Eastern Beskyds and its surroundings – in the zone of the central segment of the Latorytsa-Stryi shear zone and further east (map base Google Maps with relief): *a* – in area 1 (see Fig. 2), in the zone to the south of the Vododilnyy ridge (village



Pidpolozzia – town Nyzhni Vorota – mount Pikuy – Vododilnyy ridge – Veretsky Pass); *b* – in area 2, in the zone north of the Vododilnyy ridge (village Nyzhne Gusyne – village Nyzhne Vysotske – Uzhotsky Pass); *c* – in area 3, further east in the area of Vododilnyy ridge (in the strip of town Volovets – village Zhupan – village Ivashkivtsi); *d* – in area 4, north of the Vododilnyy ridge (in the strip of villages Ivashkivtsi – Zadilske – Pnyk); *e* – in area 5, further east, in the area of Vododilnyy ridge (in the area of the villages Pylypets – Skotarske – Oporets – Tuholka – Smozhe)

Наступна виражена субмеридіональна структура рельєфу простежується ще на 8–10 км східніше у привододільній частині субрегіону (ділянка 5, див. рис. 2). Це хребет гір Ілма – Велика Кичера – Ясеньова Кичера – Рабочин – Висотний Тин (рис. 3д), який простягається від с. Пилипець через околиці сіл Розтоки, Нижній та Верхній Студений до головного Карпатського вододілу, а тут у районі південно-східніше с. Опорець (хребет Висотний Тин – Горбок – Явірник Великий – Станеша – Бердо – Лиса) повертає у північно-західному напрямі (аз. близько 330–340°) – до південно-західних околиць с. Тухолька, далі повертає ще трохи на північний захід (аз. близько 320°) і так простягається до с. Сможе (хребет Добошівка – Гостилів). З півдня цей хребет доповнений кулісоподібно / дугоподібно прилеглими структурами нижчих рангів – гребенями відрогів хребта (гори Кичерка, Поляна, Фетаців, Вижлівський Жолоб, Валечнина, Кичера – Добошівка) / долинами потоків субмеридіонально і південного – південно-західного простягання в районах сіл Пилипець, Розтока, Скотарське, Верхнячка, Жупани, Климець. Цей рисунок хребтів доповнюється і підкреслюється відповідним рисунком річкової мережі – річок Студеної, Вечі (на півдні і південному заході), верхів'їв р. Стрий, Вадрівка та Опір (на півночі і північному сході) та їхніх приток.

Північніше цього району, в центральній частині субрегіону (ділянка 6, див. рис. 2) у зоні сіл Тухолька – Сможе – Завадка – Тисовець субмеридіональні структури відносно менш виражені. Тут вони проявляються в основному дрібними субмеридіональними елементами (рис. 4а) – відрогами хребтів і долин потоків – приток річок Сможенки, Поточинки, Оряви, Довжанки, Завадки, та субмеридіональними ділянками їх русел. Детальніше цей район розглянуто далі у поєднанні з деякими геологічними даними.

Ще північніше (ділянка 7, див. рис. 2) субмеридіональні структури також менш виражені (рис. 4б). Серед найпримітніших тут можна виокремити субмеридіональний ланцюжок структур (гірський хребет Мала Щебела – Липовали, відроги гори Кругле) і пролегли приблизно на 2 км східніше долину річок Росохачки і Рибник такого ж простягання. З дугових структур – це локалізований західніше майже субмеридіональний на півночі ланцюжок відрогів гірських хребтів гір Вежа – Перенижина, який далі на південь (відроги гори Багна) поступово повертається у південно-західному напрямку. Цей рисунок підкреслюється долинами сусідніх потоків – приток річки Буковиця (на півночі), Рибник-Зубриця (у центрі і на півдні).

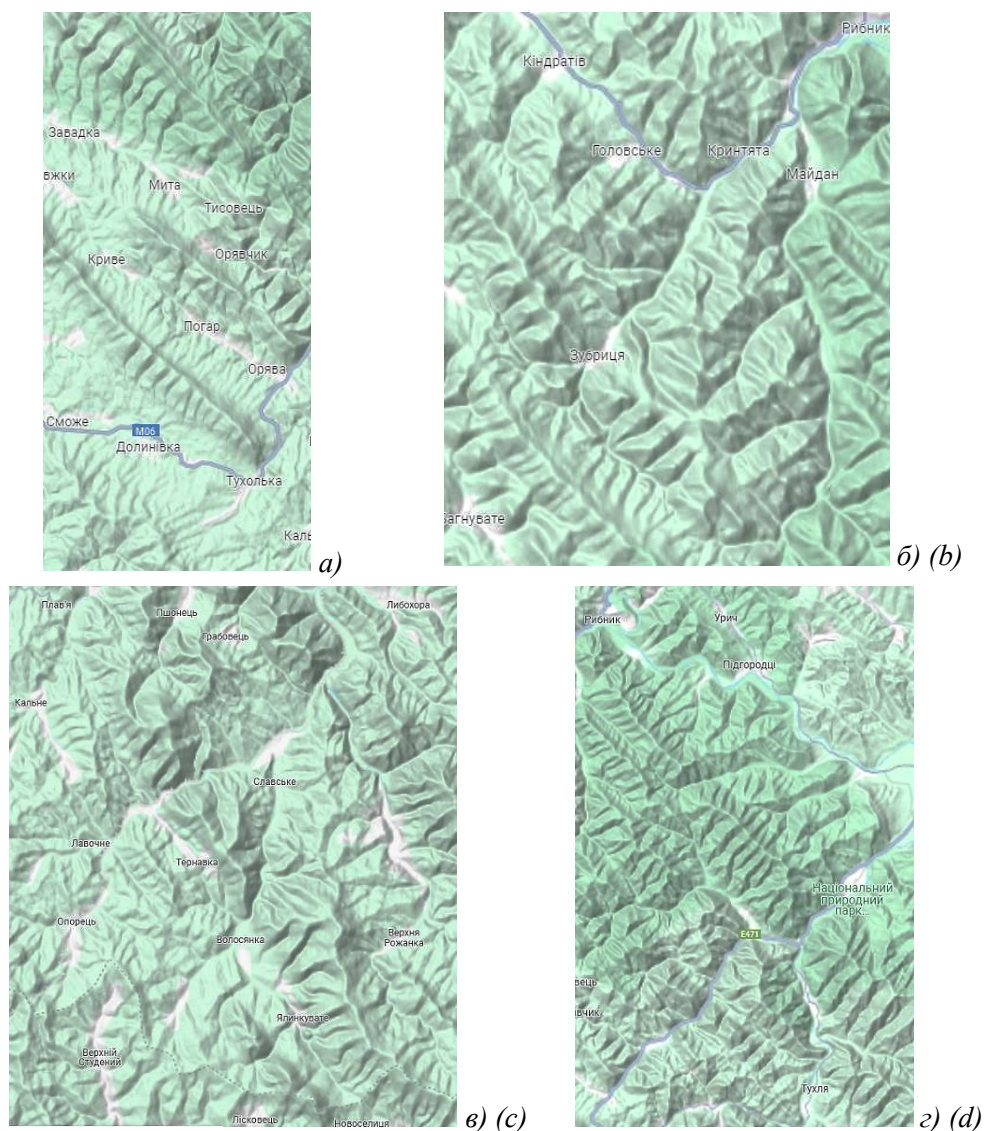


Рис. 4. Субмеридіональні та дугові елементи рельєфу у центральній та північній частинах Східних Бескидів (картооснова Гугл мапс з рельєфом): *a* – на ділянці 6 (у зоні сіл Тухолька – Сможе – Завадка – Тисовець); *b* – на ділянці 7 (у зоні сіл Тисовець – Багнувате – Кіндратів – Рибник); *в* – на ділянці 8 (у зоні сіл Верхній Студений – Плава – Либохора – Верхня Рожанка); *г* – на ділянці 9 (у зоні сіл Плава – Рибник – Крушельниця – Тухля)

Fig. 4. Submeridional and arc elements of the relief in the central and northern parts of the Eastern Beskyds (map base Google Maps with relief): *a* – in area 6 (in the zone of the villages Tuholka – Smozhe – Zavadka – Tysovets); *b* – in area 7 (in the zone of villages Tysovets – Bagnuvate – Kindrativ – Rybnyk); *c* – in area 8 (in the zone of villages Verkhniy Studenyi – Plavya – Lybokhora – Verkhnya Rozhanka); *d* – in area 9 (in the zone of the villages Plavya – Rybnyk – Krushelnytsia – Tukhlya)

На південному сході субрегіону (ділянка 8, див. рис. 2) субмеридіональні структури проявляються досить виражено (рис. 4в). Це кілька субмеридіональних відрогів Вододільного хребта в районі с. Лісковець і субмеридіонально-дугова ділянка самого хребта на північний схід від с. Верхній Студений (між горами Рівна і Магура, див. рис. 4в). У північно-західній частині ділянки простежуються 2 паралельні хребти близького до субмеридіонального напрямку (аз. близько  $345^\circ$ ) в районі сіл Тернавка і Лавочне. Це хребет Масьове – Приступець, а також хребет від південних відрогів гори Тростян і паралельні до нього 2 локальні хребти на північ від смт Славське. Від г. Тростян 2 паралельні субмеридіональні хребти (Пшонень – Явірник – Плішка і Присліп – Менчил – Маківка) простягаються ще на 3–5 км на північ – до с. Головецько і гори Маківки. Ще східніше чітко простежується велика субмеридіональна гірська структура – гірський хребет, який простягається на приблизно 15 км – майже від вододілу (гора Товстий Жолоб) до місця злиття річок Опір і Рожанка (гора Високий Горб). Підкреслюють ці плани долини річок Славської і Рожанки. Перша з них тягнеться дугою від Карпатського вододілу до с. м. т. Славське, змінюючи напрям з північно-східного (на ділянці між селами Хашованя і Волосянка, аз. близько  $35^\circ$ ) на субмеридіональний (на ділянці між с. Волосянка і с. м. т. Славське, аз.  $10\text{--}15^\circ$ ). Друга з них петляє, змінюючи напрям з північно-західного (між хребтами гір Товстий Жолоб і Менчил – Дехтовець, аз. близько  $325^\circ$ ) на північно-східний у районі с. Верхня Рожанка (аз.  $55^\circ$ ), огинаючи відроги гори Високий Верх, і далі знову повертає на північ – північний захід (аз.  $335\text{--}350^\circ$ ). Ще на 3 км східніше від с. Верхня Рожанка (на рис. 4в не показано) пролягає субмеридіональний хребет – локальний вододіл між басейнами приток річок Опір (р. Рожанка) і Свіча (р. Мізунка) – між горами Менчил і хребтом гір Чиряк – Княжолука – Магій.

У північній частині субрегіону (ділянка 9, див. рис. 2) субмеридіональні структури не надто виражені. Звернемо увагу на пунктирно простежувану таку структуру у східній частині ділянки (рис. 4г) – ланцюжок відрогів карпатських хребтів, що майже субмеридіонально (дугою, випуклою трохи на захід) продовжують на північ (у район с. Сопіт) з району сіл Плав'я та Риків структуру, намічену південніше хребтом з району с. Лавочного. Це ланцюжок субмеридіональних ділянок гребенів відрогів хребтів та долин потоків у районах гір (з півдня на північ) Романовець, Острій, Кичера Кропивна, Яворинка, Плішка, Кжеменець, Перекоп, Чорна гора, Кживи Верх, Щавник, Високий Верх. У південно-східній частині досліджуваного району простежується виражена субмеридіональна структура – ділянка долини р. Опір від злиття з р. Рожанкою (на північний схід від смт Славське) до злиття з р. Орявою (на схід від с. Коростів). Далі на північ цей рисунок продовжується субмеридіональним гребенем хребта гір Тершувата і Корчанка. У східній частині досліджуваного району також простежується субмеридіональна дугоподібна структура (випукла вже на схід). На півдні – це ланцюжок гребенів відрогів хребтів та долин потоків на схід від с. Тухлі (гори Малиновець – Менчелик). Північніше від них (на схід від м. Сколе) наявні кілька майже паралельних дугоподібних хребтів субмеридіонально – північно-західного напрямку (між горами Зелемінь – Даниловець, Лопата – Плашори – Чудилів, Перепічки – Семків Верх – Клива). Останній з них на північ від р. Опір (між м. Сколе і с. Корчин) продовжується

дугоподібним хребтом гір Добжана – Коник, а за с. Корчин (на північ від р. Стрий) – хребтом гір Магура – Під Балками. Крім того, в цьому районі простежуються ще інші поодинокі субмеридіональні структури рельєфу (гребені відрогів хребтів та долини потоків), що відображають дрібніші геологічні структури ймовірного “терейнового” походження, їх детальніше проаналізовано далі, у зіставленні з геологічними даними.

У південно-східній частині субрегіону (ділянка 10, див. рис. 2) субмеридіональні та дугові структури рельєфу виражені також не надто яскраво (рис. 5а). У південно-західній її частині – це ділянки хребта від присілка с. Чертіж Кичерки до гори Чиряк (і далі дугою на північний захід, до гір Княжолюка, Магій, Тухлянське), а також розташований на 3,5 км північно-східніше невеликий (порядку 4 км) дещо дугоподібний хребет більш північно-західного простягання (аз. 320–330°) між горами Щолб і Красна та ряд субмеридіональних ділянок русла р. Мізунки східніше від них. У центральній частині – це кілька косих (аз. 330–340°) до карпатського напрямку (аз. 320°) дещо дугоподібних гірських хребтів і гребенів їхніх відрогів гір Прошняк, Магура, Чорна Сигла та ряд субмеридіональних ділянок русла р. Мізунки і її приток у цьому районі. У північно-східній частині – це ряд субмеридіональних дещо дугоподібних гірських хребтів і гребенів їхніх відрогів гір Хом – Щавна і Яворина та ряд субмеридіональних долин приток р. Мізунки у цьому районі. У північно-західній частині – це субмеридіональні ділянки гребенів гірських масивів Магура, Грунь – Матагів, Менчил – Коритне, Шипкован, Кичера, Лишівка, а також долини ряду потоків – приток р. Сукіль. У південно-східній частині – це субмеридіональна дугоподібна ділянка хребта гори Пустий Горб та ряд долин потоків – приток р. Свічі (зокрема, на північ від с. Мислівка).

У північно-східній частині субрегіону (ділянка 11, див. рис. 2) субмеридіональні та дугові структури рельєфу не надто виражені (рис. 5б). Крім описаних вже хребтів на західній окраїні (в районі м. Сколе) тут звертає на себе увагу субмеридіональна дугоподібна (випукла на захід) пунктирна структура, що простягається від с. Сукіль через с. Труханів до русла р. Стрий у районі с. Нижнє Синьовидне, вона маркується рядом гребенів відрогів хребтів гір Кичера Велика, Сукіль, Яворинка, Хащовата, Грабник та долинами ряду потоків – приток рік Сукіль та Стрий. Західніше тут простежується промаркований гребенями відрогів хребтів і долинами потоків ряд субпаралельних структур північного – північно-східного простягання (аз. 25–30–35°). Подібного спрямування структури трапляються і в інших місцях субрегіону (наприклад, ділянка долини р. Плав'є довжиною 12 км від витоків (с. Хітар) до околиць с. Риків (аз. 25°)).

Їхнє відмінне від ортогонального карпатському (аз. 45–50°) простягання потребує окремого аналізу. Також тут, на схід від с. Побук, простежується дугоподібний (випуклий на південний захід) невеликий (довжиною порядку 5 км) гірський хребет, що тягнеться до сіл Тишівниці (до Княжих скель) і с. Межибродів (місця злиття рік Стрий та Опір). На північ від р. Стрий ця структура продовжується субмеридіональним відрогом гірського хребта гір Погари, Доживний і Соколовець. Цей рисунок дублюється розташованим східніше, в околиці с. Нижнє Синьовидне відрогом хребта гори Голий Верх. Ще північно-східніше тут (на північ від с. Нижня Стінава) пролягає дугоподібна ділянка хребта гори Замкно з субкарпатським північним (у районі гори Замкно) і субмеридіональним південним краєм.

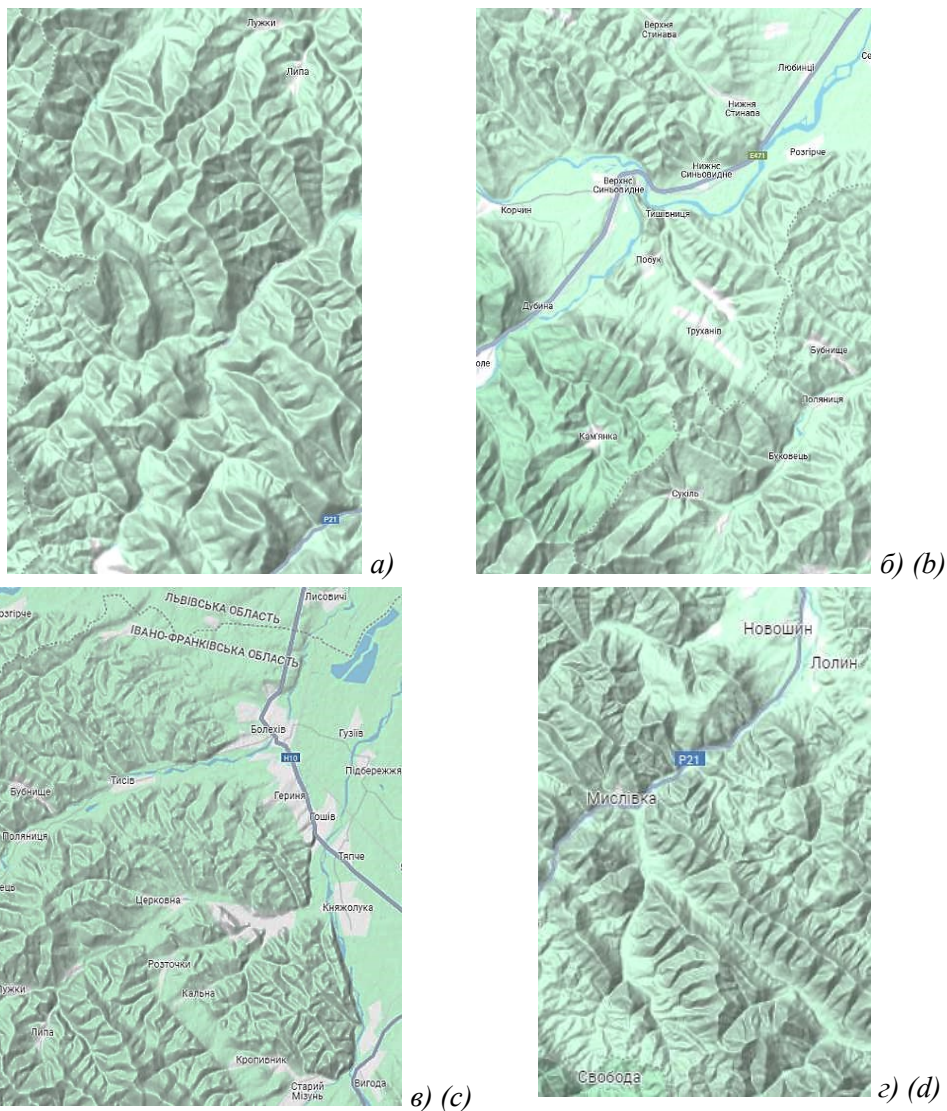


Рис. 5. Субмеридіональні та дугові елементи рельєфу у східній та північно-східній частині Східних Бескидів (картооснова Гугл мапс з рельєфом): *a* – на ділянці 10 (у зоні сіл Сенечів – Козаківка – Лужки – Вишків); *b* – на ділянці 11 (у зоні сіл Кам’янка – Корчин – Вехня Стинава – Любинці – Буковець); *c* – на ділянці 12 (у зоні сіл Старий Мізунь – Липа – Розгірче – м. Болеків); *d* – на ділянці 13 (у зоні сіл Свобода – Мислівка – Новошин – гора Молода)

Fig. 5. Submeridional and arc elements of the relief in the eastern and northeastern part of the Eastern Beskyds (map base Google Maps with relief): *a* – in area 10 (in the zone of the villages Senechiv – Kozakivka – Luzhky – Vyshkiv); *b* – in area 11 (in the zone of the villages Kamianka – Korchyn – Verhnya Stynava – Lyubyntsi – Bukovets); *c* – in area 12 (in the zone of the villages Staryy Mizun` – Lypta – Rozhynch – town Bolekhiv); *d* – in area 13 (in the zone of the villages Svoboda – Myslivka – Novoshyn – mount Moloda)

У північно-західній частині ділянки субмеридіональні структури простежуються за гребенями відрогів хребтів і долинами потоків в урочищі Красний Камінь (район гори Пожерниця) на лівому березі р. Стрий. Продовженням цих структур на північ є гребені відрогів хребтів (зокрема, гори Княжої) і долин потоків – приток р. Стинавки (між селами Орів і Верхня Стинава).

На південному сході та сході району знаходиться дещо зигзагоподібний субмеридіональний хребет гір Томнатик – Китиш (на північ, північний захід та захід від с. Слобода Болехівська), розташовані західніше та південно-західніше субмеридіональні відроги гірських масивів Широка, Лишівка, Кичера, Тусул, а північніше – субмеридіональні відроги гір Погар і Соколова та гірського хребта Поповце в околицях с. Бубнища. На північному сході – субмеридіональний гребінь відрогів гори Три Копці і долина потоку присілка Підмельники (правий берег р. Стрий), а також субмеридіональна ділянка долини річки Жижави (від витоків до схилів гори Ходків).

Також звернемо увагу на ряд розташованих північніше, на самому краю Карпат (на рис. 5б не показані), на північно-східному схилі хребта гір Замкно – Княжа (на ділянці між с. Любинці на лівому березі р. Стрий і м. Трускавець) субширотних елементів рельєфу – гребенів відрогів хребтів і долин річок та потоків (Шипільського, Яцьківа, Бистрої, Колодниці). Їхнє походження потребує окремого розгляду.

У крайній східній частині субрегіону (ділянка 12, див. рис. 2) субмеридіональні елементи рельєфу виражені доволі слабо (рис. 5в). До них можна віднести ділянку долини потоку – правої притоки річки Путни (на південному сході, на північ від с. Кропивник) довжиною порядку 3,5 км, і ще кілька коротших ділянок русел потоків східніше (на південній схід від с. Витвиця), ділянку русла р. Свічі (між селами Вигода і Гошів, район м. Болехова) та вузький хребет уздовж її лівого берега (між селами Новоселиця і Вигодівка) і уступ на краю долини р. Свічі між селами Вигодівка і Гошів (довжиною 4 км). Північніше – це кілька дугоподібних (з поворотом на північний схід) відрогів хребтів та долин потоків на північ від с. Витвиці і на захід від м. Болехова (масиви гір Потаковце і Лази). На північному заході району – це також кілька дугоподібних відрогів хребтів та долин потоків на північний схід від с. Тисів і (північніше) на південь від с. Танява (вздовж східних схилів гори Кам'яний Копець). Загалом у цьому районі простежується помітно більш субмеридіональний напрям карпатських хребтів (аз. 330–335°) з чітким простеженням дугоподібного рисунка їхніх відрогів і долин потоків – приток основніших річок (з поворотом від субмеридіонального до північно-східного напрямку), і узгоджений з цим поворот русел основніших річок (Жижавої, Суколі, Розточки, Лужанки) з ортогонального до карпатського (аз. 55–60°) до більш субширотного напрямку (аз. 60–75° і навіть 100° (р. Лужанка на ділянці між селами Станківці і Витвиця)). Генезис цих особливостей потребує подальших досліджень.

Дугоподібні рисунки рельєфу Карпат, подібні до таких у районі Болехова, простежуються і в дослідженому нами раніше районі Надвірної (район 9, див. рис. 1). Підвищена сейсмотектонічна активність цих районів (Долинська та Надвірнянська сейсмогенні зони Передкарпаття) також свідчить про концентрацію тут геомеханічних напружень різного тектонічного походження (Назаревич, Назаревич, 2018), у тім числі пов'язаних з нафтогазоносністю.

У крайній південно-східній частині субрегіону (ділянка 13, див. рис. 2) серед найбільш виражених субмеридіональних структур – ділянка долини р. Свічі від гірського масиву Велика Мегла на півдні до с. Мислівки (рис. 5з). На 6 км східніше від с. Мислівки – це субмеридіональні ділянки долин річки Ільми та її правої притоки на схід від хребта Комора і гребінь цього хребта. Ще на 6 км східніше – це ланцюжок субмеридіональних гірських хребтів Круглий Верх, Магура, і дугоподібний хребет Негрин – Нягра, далі (на 2 км східніше) – хребет між горами Скородна, Сиглів, Перещапа, Столба і розділяюча ці хребти долина річки Ілемка Петра. Також тут звертає на себе увагу зигзагоподібний рисунок долини р. Свічі на ділянці від південно-східних околиць с. Мислівки до с. Підлісок і селища Вигоди.

Узагальнюючи результати виконаного аналізу, можемо констатувати, що субмеридіонально-дугові структури більшою чи меншою мірою поширені у всьому субрегіоні Східних Бескидів, отже, їхній генезис зумовлений у тім числі й регіональними причинами, головною з яких вважаємо терейнову тектоніку Карпатського регіону України.

#### ***Субмеридіональні розривні порушення в зоні Східних Бескидів.***

Тепер коротко розглянемо деякі геолого-тектонічні дані щодо субмеридіональних структур рельєфу в субрегіоні Східних Бескидів. Такий аналіз ми виконали на основі даних власних спостережень за особливостями орієнтації різнорангових розривних порушень і дрібної складчастості на кількох ділянках на території субрегіону (див. рис. 1, 2, 6–8) та з урахуванням закономірностей формування тектонічних порушень зсувного та інших типів (Гинтов, 2005 та ін.), у тім числі за результатами тектонофізичного моделювання (Бокун, Назаревич, 2013).

На першій з них (ділянка А, див. рис. 2) – район сіл Сможе, Долинівка, Нагірне, (детальніше див. рис. 6а, 6б) – бачимо багато указаних стрілками субмеридіональних долин приток річки Сможенки, а також кілька субмеридіональних ділянок русла самої річки. На одній з цих ділянок наявне відслонення (рис. 6в), де чітко простежується (рис. 6з) практично меридіональне (аз.  $\sim 180^\circ$ ) простягання ділянки русла річки (помітного в руслі річки (рис. 6в) локального розривного порушення), косе щодо залягання шарів порід (аз.  $129 \pm 4^\circ$ , кут падіння  $61 \pm 2^\circ$ ). Це порушення за простяганням кореспондується з простяганням розташованої на 1–2 км північніше (рис. 6б) долини одного з потічків – правих приток струмка Поточинки – правої притоки р. Сможенки.

На іншій ділянці (район с. Корчин, зона Б, див. рис. 2) косе щодо карпатського напрямку простягання локальних розривних порушень проявлено численними дрібнішими формами рельєфу – субмеридіональними гребенями відрогів хребтів і ділянками долин і русел потоків (указаними стрілками на рис. 7а) та відслоненнями на водоспадах Гуркало і Крушельницький на притоках р. Стрий (рис. 7а, локації Б1 і Б2; рис. 8).

Зокрема, на водоспаді Гуркало (рис. 7в) наявна субмеридіональна (аз.  $5 \pm 3^\circ$ ) стінка-відслонення справа (на лівому березі потоку) і субширотна – зліва (локалізацію і простягання показано лініями на фрагменті космознімка (рис. 7д). Сама площина обриву водоспаду (рис. 7з) має карпатське простягання (рис. 7д). На субмеридіональній стінці відслонені дві характерні за структурою для Карпат, порівняно невеликі складки розмірами по перерізу 3–5 м (рис. 7б, 7в). Дрібна

субмеридіональна тріщинуватість у шарах порід і косе щодо залягання шарів порід простягання стінок відслонень простежується і на водоспаді Крушельницький (рис. 8).

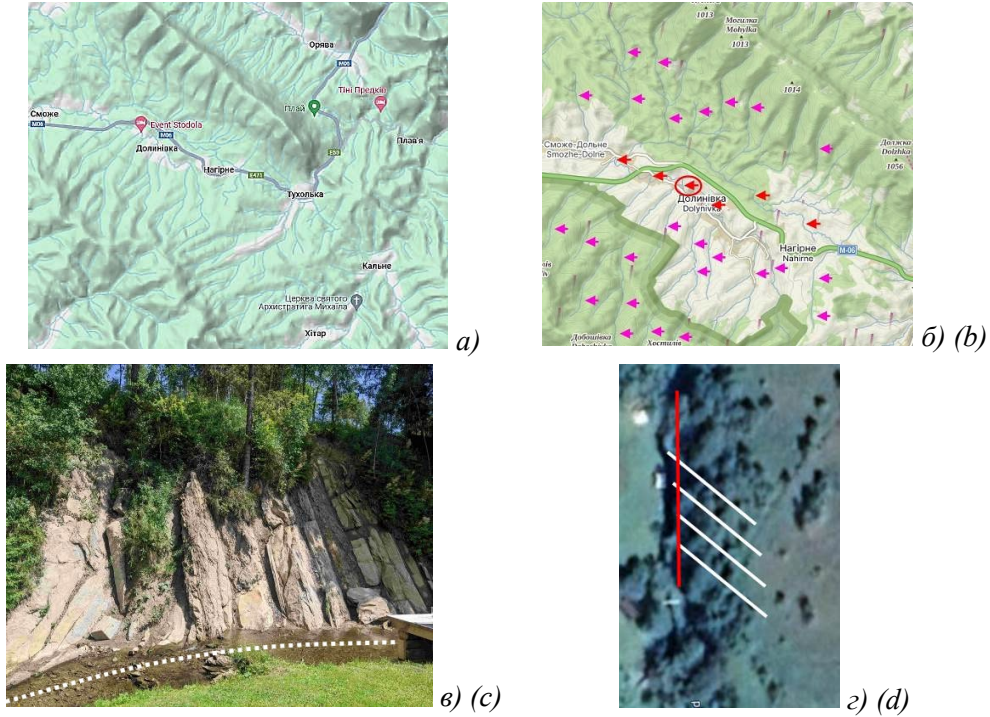


Рис. 6. Субмеридіональні елементи рельєфу – русла річок і потоків (указані стрілками на фрагменті б) в районі сіл Сможе, Долинівка, Нагірне (а, б); субмеридіональне розривне порушення та його косе простягання щодо залягання гірських порід карпатської складчастості на прикладі відслонення на р. Сможенці (в, г), локалізацію якого відмічено овалом на рис. 6б (пояснення в тексті)

Fig. 6. Submeridional elements of the relief – riverbeds and streams beds (indicated by arrows on fragment b) in the area of the villages Smozhe, Dolynivka, Nagirne (a, b); submeridional discontinuity and its oblique extension relative to the occurrence of rocks of the Carpathian folding on the example of exposure on the Smozhenka River (c, d), the localization of which is marked by an oval in Fig. 6b (explanation in the text)

Чітко дрібну субмеридіональну тріщинуватість у шарах порід вдалося відстежити у 2023 р. на берегах річки Уричанки, с. Урич (див. рис. 2, зона В; рис. 7а), завдяки їхній більшій відслоненості після сильних злив. На рис. 9 підкреслено пунктиром субмеридіональну тріщинуватість як на провому, так і на лівому березі річки (рис. 9б і 9в, 9г відповідно) і слабку різномасштабну поперечну (субмеридіональну?) складчастість (хвилястість шарів порід) з масштабом складок 20–30 м (рис. 9д), 5–10 м (рис. 9е), 30–50 м (рис. 9є), і дрібніших – від 1–2 м до 3–5 м (рис. 9ж–і). Така хвилястість засвідчує наявність напружень стиску, тангенціальних / ортогональних до напрямку карпатської складчастості.



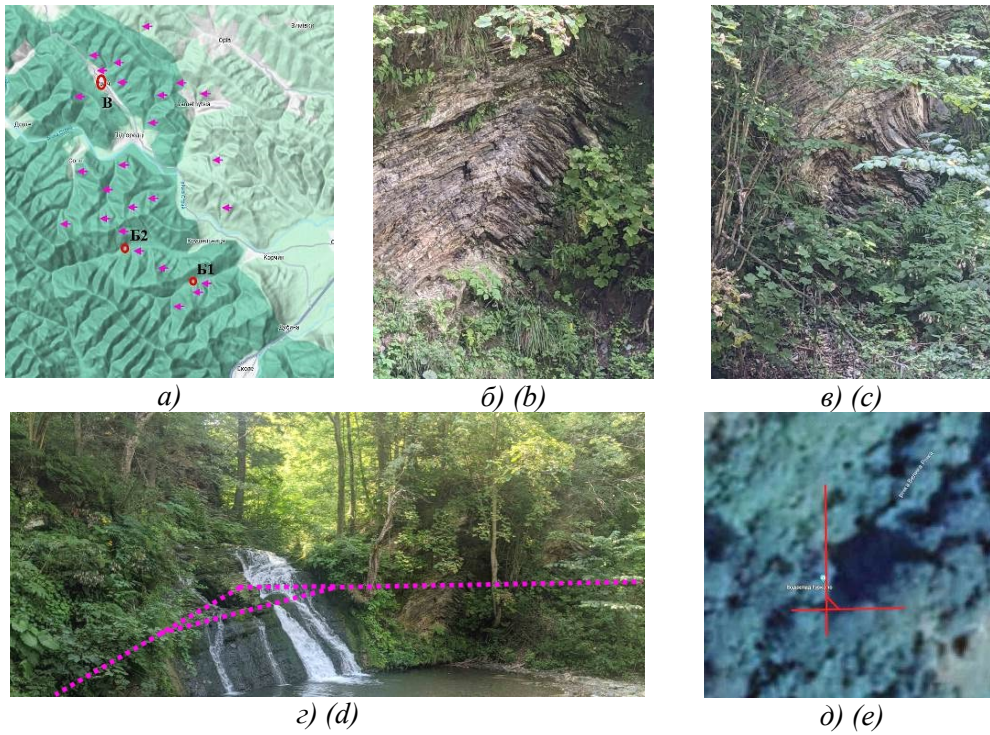


Рис. 7. Субмеридіональні структури рельєфу (а) і складчасто-розривні порушення в зоні водоспаду Гуркало (б–д, пояснення в тексті)  
Fig. 7. Submeridional relief structures (a) and fold-rupture discontinuities in the Gurkalo waterfall area (b–e, explanation in the text)

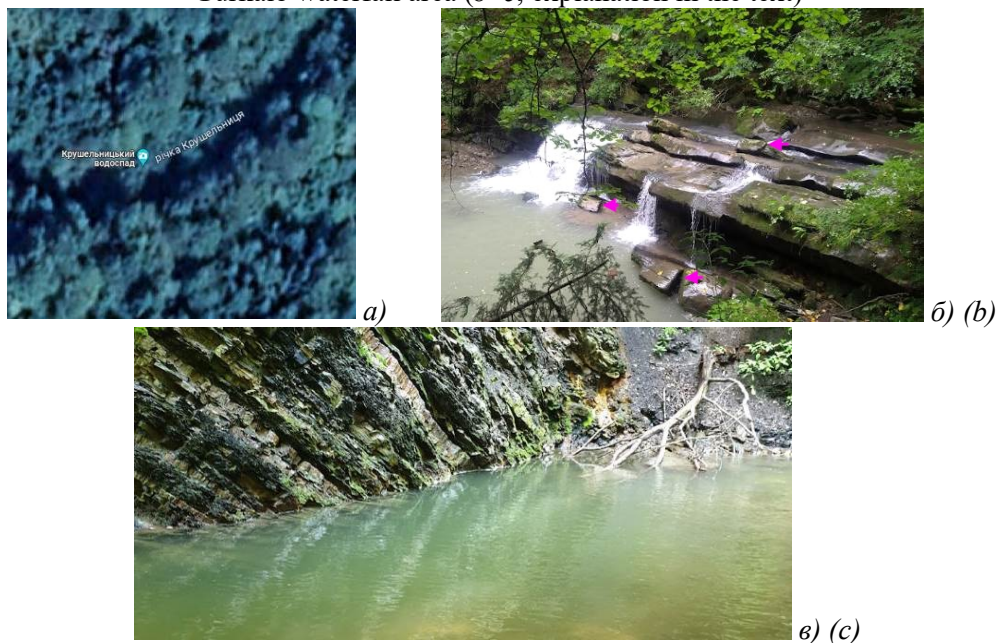


Рис. 8. Субмеридіональні структури рельєфу і складчасто-розривні порушення в зоні водоспаду Крушельницький: а – район водоспаду на космоснімку Google;

дрібна субмеридіональна тріщинуватість шарів порід (*б*) та мезомасштабні розривні порушення (*в*) косою відносно залягання шарів порід простягання у зоні водоспаду

Fig. 8. Submeridional relief structures and fold-rupture discontinuities in the Krushelnyskyu waterfall area: *a* – the area of the waterfall on the Google space image; fine submeridional fracturing of the rock layers (*б*) and mesoscale discontinuities (*в*) of an oblique strike relative to the occurrence of the rock layers in the waterfall zone





Рис. 9. Субмеридіональна тріщинуватість порід і різномасштабна складчастість на берегах річки Уричанки (а) – район с. Урич (зона 7 на рис. 1; зона В на рис. 2) (пояснення в тексті)

Fig. 9. Submeridional fracturing of rocks and various-scale folding on the banks of the Urychanka River (a) – area of the village Urych (zone 7 in Fig. 1; zone B in Fig. 2) (explanation in the text)

**Геолого-тектонічна будова і загальна геодинаміка Карпатського регіону.**

Літосфера Карпатського регіону України та його рельєф сформувались у сучасному вигляді внаслідок альпійських і постальпійських геодинамічних процесів. Ці процеси відзначались тут своїм специфічним характером (помітно відмінним від характеру процесів у інших сегментах Карпатської гірської дуги) внаслідок поєднання і взаємодії трьох генетично окремих складових – “альпійської / карпатської” (зміщення на північний схід терейнів Алькапа і Тися-Дакія (вони є складовими літосфери Паннонії) внаслідок глобального плитово-тектонічного процесу в Середземноморсько-Альпійському мобільному поясі Європи), “астенолітної” (розтікання в різні боки (у тім числі в напрямі саме Східних Бескидів) астеноліта з-під Паннонії) і встановленої останнім часом “терейнової” складової – зміщення на схід терейну Алькапа (і належної до нього кори Закарпатського прогину), яке проявляється як диференційовано, так і спільним ротаційним поворотом усієї літосфери Паннонії за годинниковою стрілкою. Такий характер регіональних геодинамічних процесів і утворену ними геолого-тектонічну структуру літосфери Карпатського регіону України встановлено за численними геолого-тектонічними (Хоменко, 1978; Геодинаміка..., 1985; Крупський, 2001, 2020; Бойко та ін., 2003; Павлюк, Медведєв, 2004; Гінтов, 2005; Гнилко, 2011а, 2011б, 2012; Павлюк та ін., 2013 та ін.), геофізичними (Чекунов та ін., 1969; Будова..., 1978; Літосфера..., 1987–1993; Дослідження..., 2005; Заяць, 2013; Sheremeta et al., 2023 та ін.), геоморфологічними (Кравчук, 2005, 2006, 2021; Палієнко, 2016 та ін.) та геодезичними (Демедюк та ін., 1999; Третяк, Вовк, 2012; Сучасна..., 2015; Kiss, 2017 та ін.) даними, зокрема за даними регіональних профілів через Карпати і вздовж Передкарпаття та Закарпаття (Чекунов та ін., 1969; Будова..., 1978; Літосфера..., 1987–1993; Заяць, 2013; Starostenko et al., 2013; Sheremeta et al., 2023), за даними фізико-математичного (Літосфера..., 1987–1993 та ін.) та тетанофізичного моделювання (Бокун, Назаревич, 2013 та ін.) геогустинної, швидкісної та речовинної будови літосфери та її окремих горизонтів і структур, її температурного режиму та реологічних властивостей, наявності зон високої провідності різного генезису тощо (Кутас, 1978; Лебедєв та ін. 1988; Літосфера..., 1987–1993; Starostenko et al., 2013; Kováčiková et al., 2016 та ін.).

Отже, геолого-тектонічна будова і рельєф Українських Карпат в основному сформувались унаслідок так званого “альпійського / карпатського” геодинамічного процесу (Літосфера..., 1987–1993; Крупський, 2002, 2020; Дослідження...,

2005; Гнилко, 2011; Кравчук, 2021 та ін.) – насуву-підсуву структур кори Закарпатського прогину на північ – північний схід (див. рис. 1) і витискання ними різновікових, здебільшого крейдово-палеогенових осадових товщ з наявних тут у цей час акреційних призм на приопущений, рифтоподібний південно-західний край Східноєвропейської платформи з одночасним зтягуванням нижніх горизонтів кори і верхів мантиї під нього (процес так званої багатоярусної “крокодилової” тектоніки (Назаревич, Назаревич, 2002, 2004, 2007; Kováčiková et al., 2016; Nazarevych et al., 2022; Nazarevych, Nazarevych, 2023 та ін.)).

Таке зтягування низів кори під край платформи тут спричиняв накладений астенолітний процес – “розтікання” в різні боки конвективних потоків від астеноліта під Паннонією. Один з цих потоків рухався від Паннонії і Чоп-Мукачівської западини (західної частини Закарпатського прогину) у напрямі саме Східних Бескидів (його сліди зафіксовано дослідженнями МТЗ у вигляді глибинної структури підвищеної провідності на рівні покрівлі астеносфери під Паннонією – на глибинах порядку 75 км (Burakhovych et al., 2021). Саме він спричинив тут підсув (зтягування) нижніх шарів кори під край Східноєвропейської платформи і формування там у зоні заглиблення до 65 км границі Мохо (в районі західно-центрального сегмента Передкарпатського розлому (район міст Самбора, Стрия і Долини – зона занурення конвективного потоку)) так званої коро-мантийної суміші (Назаревич, Назаревич, 2002, 2012 та ін.). Її наявність встановлено за результатами досліджень методом ГСЗ-КМЗХ по регіональних профілях РП-1 – РП-3 (Будова..., 1978; Літосфера..., 1987–1993) і підтверджен також результатами найновіших досліджень по міжнародному геотраверсу PANCAKE (Starostenko et al., 2013).

Наслідком накладання альпійських / карпатських і астенолітних процесів є і сильна реологічна розшарованість земної кори Закарпаття з наявністю підзон знижених швидкостей у “гранітах” і “базальтах” (Чекунов та ін., 1969, Хоменко, 1978; Кутас, 1978; Starostenko et al., 2013), і наявність різноглибинних зон підвищеної провідності в земній корі Закарпаття і Складчастих Карпат (Гордієнко та ін., 2011; Kováčiková et al., 2016), і хід процесів осадоагромадження у Закарпатському прогині, і особливості сучасної геодинаміки (за геодезичними та моніторинговими геофізичними даними, з урахуванням успадкованості процесів і їх відображення в рельєфі та геолого-тектонічних структурах) та сеймотектоніки регіону з характерними сценаріями підготовки та механізмами реалізації місцевих землетрусів тощо (Назаревич, Назаревич, 2002, 2004, 2007; Nazarevych et al., 2022; Nazarevych, Nazarevych, 2023 та ін.).

Прямим наслідком астенолітної активізації регіону є неогеновий вулканізм Закарпаття, що спричинив формування тут Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма і численних похованих вулканічних структур (Павлюк та ін., 2013; Кравчук, 2021; Kiss, 2014, 2017 та ін.). Його генезис – виливання кислих магм з магматичних вогнищ у прогрітій астенолітним теплом земній корі в умовах розтягу і розтріскування цієї кори у тилловій частині фронту магматичної активізації – в зоні зниження тектонічних напружень. Це засвідчує кислий склад магм, закономірний просторовий розвиток у часі магматичних процесів упродовж неогену, структура та тектонічна локалізація розломів – магматичних каналів тощо (Павлюк та ін., 2013; Kiss, 2014, 2017 та ін.).

Проте, як уже зазначено, ми останнім часом з’ясували (Назаревич, Назаревич,

2019, 2021, 2023; Nazarevych et al., 2022), що помітний вплив на формування структури, рельєфу і сейсмотектоніки Карпатського регіону України мали і виявлені нещодавно за даними космічної геодезії терейнові геодинамічні процеси (Третяк, Вовк, 2012; Сучасна..., 2015; Kiss, 2014 та ін.).

**“Терейнова” геодинаміка в Карпатському регіоні України.** “Терейнова” геодинаміка в Карпатському регіоні України проявляється зміщенням на схід структур кори Закарпатського прогину – північно-східного закінчення терейну Алькапа (див. рис. 1) (Сучасна..., 2015; Назаревич, Назаревич, 2019, 2021, 2023; Nazarevych et al., 2022; Kiss, 2014 та ін.). Таке зміщення встановлено за останні декілька років на основі даних ГНСС (Третяк, Вовк, 2012 та ін.). За нашими висновками, таке зміщення спричинене загальним плитово-тектонічним процесом у мегарегіоні Панкардії – сегменті Альпійсько-Середземноморського мобільного поясу Європи (Назаревич, Назаревич, 2019; Назаревич, 2023). Основа цього процесу – зміщення на північ Африканської плити і відповідний вплив її на затиснуті між нею і південним краєм Західноєвропейської та південно-західним краєм Східноєвропейської платформ (західної частини Євразійської плити) численні терейни та мікроплити, що сформували сучасну літосферу південної та центральної Європи.

Такий процес у кайнозої спричинив “альпійську / карпатську” тектоніку в Карпатському регіоні України (північній гілці Альпійського гірського поясу Європи) – зміщення об’єднаних у літосферу Паннонії терейнів Алькапа і Тися-Дакія на північний схід і формування насувів і хребтів Українських Карпат (див. рис. 1). Однак у постальпійський час структури терейну Алькапа, затиснуті в районі Альп між структурами плит Адрія та Тірренія з півдня і помітно скошеним на північний схід у районі від Альп до Західних Карпат південним краєм Західноєвропейської платформи, почали витискатися на схід (Павлюк, Медведєв, 2004; Kováčet al., 2017 та ін.). Туди ж почали витискатися і самі Західні Карпати. Цей процес “терейнового” зміщення на схід чітко відобразився у гірському рельєфі Східних Карпат каскадом субмеридіонально-дугових структур, які зафіксували певні етапи поширення на схід відповідних фронтів геомеханічних хвиль стиску кулісоподібно до альпійської складчастості Східних Карпат (див. рис. 1). Сучасну геодинамічну активність терейну Алькапа описаного типу простежено за даними тектонофізики і геології (Гінтов, 2005; Kiss, 2014 та ін.) і космічної геодезії (Третяк, Вовк, 2012 та ін.), зокрема як ротаційну складову руху всього мегаблоку Паннонії, а також диференційовано по її території (з виразною диференціацією рухів терейнів Алькапа і Тися-Дакія).

Тектонічну активність диференційних східних рухів терейну Алькапа в Карпатському регіоні України засвідчують (Назаревич, Назаревич, 2002, 2012, 2021, 2023) і будова земної кори Закарпатського прогину по профілю РП-17 (Чоп – В.Бичків) з відповідним заглибленням та підняттям границь горизонтів кори, і наявність та сейсмічна активність нахилених розломів – Оашського суброзлому і Терелянського насуву (останньому відповідає відома Углянська сейсмоненна зона з землетрусами з М до 4,1 та І до 6,5–7 балів). На прилеглий території північної Румунії лінію зчленування терейнів Алькапа і Тися-Дакія безпосередньо трасують відомі сейсмогенні зони Бая-Маре і Сату-Маре та опосередковано – сейсмогенна зона Карей з сильними історичними

землетрусами (з М до 6,8). Зважаючи на наведені вище геоморфологічні та геологічні дані щодо Українських Карпат, зокрема зони Східних Бескидів – карпатської частини басейну р. Стрий, терейнова складова є накладеним на альпійський, відносно малоамплітудним процесом. Нами проаналізовано деякі аспекти впливу цього процесу на описані вище особливості формування рельєфу та геологічних структур у досліджуваному субрегіоні, результати такого аналізу представлено нижче.

**Дискусія.** Узагальнено аналізуючи наведені дані щодо відстежених у субрегіоні Східних Бескидів субмеридіонально-дугових форм рельєфу і пов'язаних з ними геолого-тектонічних структурних елементів, відзначимо таке. Наявність субмеридіонально-дугових форм рельєфу в субрегіоні повністю узгоджується з загальною картиною геодинамічних процесів у регіоні Українських Карпат і їхньому оточенні, зокрема, з виявленою останнім часом за даними космічної геодезії (див. рис. 1) їхньою терейновою складовою (Третяк, Вовк, 2012; Сучасна..., 2015; Kiss, 2014, Назаревич, Назаревич, 2019, 2021, 2023). Це засвідчується (як уже зазначено вище) узгодженням із геолого-тектонічними даними, з урахуванням генетичних закономірностей геомеханіки формування тектонічних структур (Гінтов, 2005 та ін.) та відповідними даними тектонофізичного моделювання (зокрема, результати О. М. Бокуна). Головним тут є процес формування структур по фронту поширення тектонічних напружень. Відповідно, такі структури відображають поширення фронтів напружень у часі і в просторі.

Звісно, деякі проаналізовані локальні субмеридіонально-дугові структури рельєфу субрегіону можуть мати головними чинниками свого формування локальні особливості геолого-тектонічних і денудаційних процесів. Оскільки ж таких елементів доволі багато в усіх частинах досліджуваного субрегіону і їхні розміри різні (від перших одиниць до 15–20 км і більше), це вказує на наявність певних загальних генетичних причин їхнього формування. Ми вважаємо, що саме терейнова тектоніка є такою причиною (принаймні, основною з них). До цього наголосимо, що тектонічну природу ряду мезомасштабних структур рельєфу в субрегіоні підтверджено результатами аналізу тріщинуватості гірських порід і мезомасштабних розривних порушень у таких зонах. Також наголосимо, що терейнова складова регіонального геодинамічного процесу є накладеним на альпійський, відносно малоамплітудним процесом, отож вона проявляється в рельєфі та тектоніці і геології підпорядковано.

**Висновки.** Отже, субмеридіонально-дугові структури в рельєфі та різномасштабних розривних порушеннях Українських Карпат, зокрема у зоні Східних Бескидів, є доволі численними. Вони, на нашу думку, виразно відображають особливості терейнової геодинаміки регіону в рамках загального геодинамічного процесу формування Українських Карпат, отож потребують подальшого детального вивчення як з точки зору геоморфології, так і геології, тектоніки та тектонофізики, а також урахування під час пошуків покладів нафти і газу в Карпатах та вирішення інших важливих наукових і практичних задач. Зокрема, потребує детального дослідження проблема часово-просторових співвідношень різномасштабної і різноорієнтованої складчастості та тріщинуватості порід і розривних порушень з рисунком рельєфу гірських хребтів, долин річок і потоків, розвитку цих тектонічних і морфоструктур у часі

тощо. Також потребує досліджень співвідношення особливостей геодинаміки, тектоніки і рельєфу Східних Бескидів і заходу Закарпаття, у тім числі щодо проявів астенолітної складової регіонального геодинамічного процесу, аналогічні співвідношення з прилеглими зі сходу і заходу районами Карпат. Враховуючи вперше інструментально зафіксовані в досліджуваному субрегіоні за останні 2–3 роки невеликі землетруси, з'являється можливість простежити особливості місцевого сейсмотектонічного процесу, його співвідношення з сейсмічністю та сейсмотектонікою прилеглого району м. Борислава у Передкарпатті.

Детальний комплексний аналіз перелічених та інших особливостей рельєфу субрегіону та їхнього зв'язку з геолого-тектонічними даними та різними складовими геодинаміки Українських Карпат буде предметом наступних публікацій.

Враховуючи складний часово-просторовий характер геодинамічного процесу в Українських Карпатах, наявність діагонального північно-східного “альпійського / карпатського” і східного терейнового стику, наявність у кожному з цих процесів різномасштабних у часі і в просторі хвильових процесів активізації, складну глибинну будову і сильну реологічну розшарованість літосфери регіону (зокрема, за рахунок впливу астенолітних процесів), встановлення всіх особливостей формування літосфери регіону та його рельєфу, його палео- та сучасної багатоярусної геодинаміки потребує комплексного аналізу за участі відповідних фахівців і залучення максимального обсягу даних.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Байрак Г. Історико-тектонічні особливості формування гідромережі Українських Карпат на основі аналізу 3d-моделі рельєфу. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2006. С. 141–151.
- Бойко Г. Ю., Лозиняк П. Ю., Заяць Х. Б., Анікеєв С. Г., Петрашкевич М. Й., Колодій В. В., Гайванович О. П. Глибинна геологічна будова Карпатського регіону. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2003. № 2. С. 52–61.
- Бокун О. М., Назаревич А. В. Структура і динаміка зон горизонтального зсуву (за результатами фізичного моделювання і польових досліджень) // *Геодинаміка*. 2013. № 1(14). С. 129-141. DOI: 10.23939/jgd2013.01.129.
- Бубняк І., Бубняк А., Віхоть Ю., Спільник Р. Тріщинуватість гірських порід флішового комплексу Українських Карпат у межиріччі Опору та Оряви, її тектонічне значення. *Геодинаміка*, 2007. № 6, 16–19.
- Будова земної кори і верхньої мантії Центральної і Східної Європи / Соллогуб В. Б., Гутерх А., Просен Д. та ін. Київ : Наук. думка, 1978. 272 с.
- Геодинаміка Карпат / Круглов С. С., Смірнов С. Є., Спітковська С. М., Фільштинський Л. Є., Хижняков А. В. Київ : Наук. думка, 1985. 136 с.
- Гінтов О. Б. Польова тектонофізика і її застосування при вивченні деформацій земної кори України. Київ : Фенікс, 2005. 572 с.
- Гнилко О. Про зсувну зону в західній частині Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2011а. № 3–4 (156–157). С. 68–80.
- Гнилко О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Частина 1. Основні елементи Карпатської споруди. *Геодинаміка*. 2011б. № 1

- (10). С. 47–57. DOI: 10.23939/jgd2011.01.047.
- Гнилко О. М. Тектонічне районування Карпат у світлі терейнової тектоніки. Стаття 2. Флішові Карпати – давня акреційна призма. *Геодинаміка*. 2012. № 1 (12). С. 67–78. DOI: 10.23939/jgd2012.01.067.
- Гнилко О., Гнилко С., Кулянда М., Марченко Р. Тектоно-седиментаційна еволюція передової частини насувної споруди Українських Карпат. *Геологія і геохімія горючих копалин*. 2021. № 1–2 (183–184). С. 45–59. DOI: 10.15407/ggcm2021.01-02.045.
- Гордієнко В. В., Гордієнко І. В., Завгородня О. В., Ковачікова С., Логвінов І. М., Тарасов В. М., Усенко О. В. Українські Карпати (геофізика, глибинні процеси). Київ: Логос, 2011. 129 с.
- Демедюк М., Заблоцький Ф., Колгунов В., Островський А., Сідоров І., Третяк К. Результати досліджень горизонтальних деформацій земної кори на Карпатському геодинамічному полігоні. *Геодинаміка*. 1998. № 1. С. 3–13.
- Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат / Під ред. В. І. Старостенка. Київ : Наук. думка, 2005. 256 с.
- Заяць Х. Б. Глибинна будова надр Західного регіону України на основі сейсмічних досліджень і напрямки пошукових робіт на нафту і газ. Львів : ЛВ УкрДГРІ, 2013. 136 с.
- Кравчук Я. С. Альпійський рельєф Українських Карпат. Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Львів, 2006. С. 3–18.
- Кравчук Я. С. Геоморфологія Скибових Карпат: монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2005. 231 с.
- Кравчук Я. С. Рельєф Українських Карпат: монографія. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2021. 576 с.
- Крупський Ю. З. Геодинамічні умови формування і нафтогазоносність Карпатського та Волино-Подільського регіонів України. Київ : Укр ДГРІ, 2001. 144 с.
- Крупський Ю. З. Геологія і нафтогазоносність Західного регіону України. Львів : Сполом, 2020. 256 с.
- Кутас Р. І. Поле теплових потоків і геотермічна модель земної кори. Київ : Наук. думка, 1978, 140 с.
- Лебедев Т. С., Корчін В. А., Савенко Б. Я. Петрофізичні дослідження при високих РТ-параметрах і їх геофізичні застосування. Київ: Наук. думка, 1988, 248 с. (рос.).
- Літосфера Центральної і Східної Європи. Під ред. А. В. Чекунова. Київ : Наук. думка. Т. 1–6. 1987–1993.
- Назаревич А., Байрак Г., Назаревич Л., Пиріжок Н. Зв'язок рельєфу із сейсмо-тектонікою зони середньої течії р. Боржави на Закарпатті. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій : 13-й науково-практичний семінар за міжнародної участі, присвячений 85-річному ювілею проф. Я. Кравчука. (2-3 березня 2023 р., м. Львів)*. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2023. С. 130–134.
- Назаревич А. Про субмеридіонально-дугові плани у структурі рельєфу і терейнову геодинаміку Українських Карпат. *Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища*. Під заг. ред. В. Ю. Максимчука. Львів : Растр-7, 2023. С. 148–151.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Е. Геодинаміка літосфери заходу Закарпаття за



- комплексом даних. *Геодинаміка*. 2004. № 1 (4). С. 45–53.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Є. Геодинаміка, тектоніка та сейсмічність Карпатського регіону України. *Геодинаміка*. 2013. № 2(15). С. 247–249. DOI: 10.23939/jgd2013.02.247.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Є. Глибинні пастково-колекторські тектонічні структури в літосфері Карпатського регіону України: природа, походження і перспективні ресурси. *Наук. вісник ІФНТУНГ*. 2002. № 3(4). С. 10–21.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Є. Про терейнові особливості геодинаміки Українських Карпат та їх зв'язок з нафтогазоносністю. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування : Матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції (Україна, м. Трускавець, 7-11 жовтня 2019 р.)*. Київ, 2019. Т. 1. С. 355–359.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Є. Сейсмічність і геодинаміка зони III (транс-карпатського) транспортного коридору (Мукачеве – Свалява – Сколе). *Теоретичні та прикладні проблеми геоінформатики*. Київ, 2007. С. 159–166.
- Назаревич А. В., Назаревич Л. Є., Шлапінський В. Є. Сейсмічність, геологія, сеймотектоніка і геодинаміка району Теребле-Ріцької ГЕС (Українське Закарпаття). *Геодинаміка*. 2016. № 1(20). С. 170–192. DOI: 10.23939/jgd2016.01.170.
- Назаревич А., Байрак Г., Назаревич Л. Особливості рельєфу району середньої течії ріки Боржави та їхній зв'язок із геодинамікою та сеймотектонікою. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. 2023. Вип. 1(15). С. 78–103. DOI: 10.30970/gpc.2023.1.3949.
- Назаревич А., Назаревич Л. Геодинаміка Карпатського регіону України і її відображення у сейсмічності та структурі рельєфу. *Геофізика і геодинаміка: прогнозування та моніторинг геологічного середовища*. Під заг. ред. В. Ю. Максимчука. Львів : Растр-7, 2023. С. 144–147.
- Назаревич А., Назаревич Л., Байрак Г. Особливості геодинаміки і сеймотектоніки та їхній вплив на рельєф Українських Карпат. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій : Матеріали 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі (25-26 листопада 2021 р., м. Львів)*. Львів : ВЦ ЛНУ, 2021. С. 121–125.
- Назаревич Л. Є., Назаревич А. В. Сейсмічність і деякі особливості сеймотектоніки Українських Карпат. *Геодинаміка*. 2012. № 1(12). С. 145–151. DOI: 10.23939/jgd2012.01.145.
- Назаревич Л. Є., Назаревич А. В. Сейсмогеодинамічна активізація нафтогазоносних районів Передкарпатського прогину (Долина, Надвірна, Борислав). *Мінеральні ресурси України*. 2018. № 2. С. 36–42. DOI: 10.31996/mru.2018.2.36-42.
- Павлюк М. І., Ляшкевич З. М., Медведєв А. П. Українські Карпати в структурі Панкардії (магматизм і геодинаміка). *Геодинаміка*. 2013. 1 (14). С. 45–60.
- Павлюк М. І., Медведєв А. П. Панкардія: проблеми еволюції. Львів : Ліга-Прес, 2004. 108 с.
- Палієнко В. Особливості геоморфогенезу та неотектогенезу Українських Карпат. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2016. С. 185–193.
- Рудько Г. І. Методика аналізу рельєфу Українських Карпат на основі геодинамічної моделі. *Сучасний стан та перспективи розвитку геоморфології, неотектоніки та палеогеографії антропогену України*. Київ, 1996.

- Рудько Г., Кравчук Я. Інженерно-геоморфологічний аналіз Карпатського регіону України. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2002. 171 с.
- Сливка Р. О. Геоморфологія Вододільно-Верховинських Карпат. Львів, 2001. 151 с.
- Сомов В. И. Сучасна спрямованість розвитку тектонічних структур Карпато-Балканського регіону. *Геофіз. журн.*, 1990. Т. 12, №6. С. 39–47.
- Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій : монографія. Ред.: К. Р. Третяк, В. Ю. Максимчук, Р. І. Кутас. Львів : Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2015. 420 с.
- Третяк К. Р., Вовк А. І. Дослідження динаміки горизонтальних рухів земної кори Європи за даними GNSS спостережень (2000–2010 рр.). *Геодинаміка*. 2012. 2(13). С. 5–17.
- Хом’як Л. М., Хом’як М. М. Моделювання напружено-деформованого стану осадового комплексу в зоні субдукції та динамічні умови формування ранніх насувів Українських Карпат. *Геодинаміка*. 2013. № 1(14). С. 151–162.
- Хоменко В. І. Глибинна будова Закарпатського прогину. Київ : Наук, думка. 1978. 230 с.
- Чекунов А. В., Ліванова Л. П., Гейко В. С. Глибинна будова і деякі особливості тектоніки Закарпатського прогину. *Рад. геологія*. 1969. № 10. С. 57–68.
- Шлапінський В. Є. Геологічна будова Скибового, Кросненського і Дуклянсько-Чорногорського покривів Українських Карпат та перспективи їх нафтогазоносності. *Автореф. дис. ... канд. геол. наук*. Львів : ІГГК НАН України. 2015. 22 с.
- Burakhovych T., Kushnir A., Ilyenko V., Shyrkov B. Modern geoelectromagnetic research of the Ukrainian Carpathians. VIII International Scientific Conference “Geophysics and geodynamics: forecasting and monitoring of the geological environment”. October 5–7, 2021, Lviv.
- Kiss J. Plate tectonics, volcanism and magnetic anomaly map of Carpathian-Pannonian Region. *Magyar Geofizika*. 2014, 55/2, 51–81 (in Hungarian).
- Kiss J. An alternative model for the development of the Carpathian Basin and its environment. *Magyar Geofizika*. 2017, 58/2. 66-75. (in Hungarian). [http://real.mtak.hu/64413/1/KissJ\\_MGF\\_58\\_2\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/64413/1/KissJ_MGF_58_2_u.pdf).
- Kováč M., Márton E., Oszczytko N., Vojtko R., Hók J., Králiková S., Plašienka D., Klučiar T., Hudáčková N., Oszczytko-Clowes M. Neogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. *Global and Planetary Change*. 2017, 155. 133–154.
- Kováčiková S., Logvinov I., Nazarevych A., Nazarevych L., Pek J., Tarasov V., Kalenda P. Seismic activity and deep conductivity structure of the Eastern Carpathians. *Stud. Geophys. Geod.* 2016, 60. 280–296. DOI: 10.1007/s11200-014-0942-y.
- Nazarevych A. V., Nazarevych L. Ye., Bayrak G. R., Pyrizhok N. B. Seismotectonics of the Oash and Transcarpathian deep faults junction zone (Ukrainian Transcarpathians). *Geodynamics*. 2022, 2(33), 99–114. DOI: 10.23939/jgd2022.02.100.
- Nazarevych A., Nazarevych L. Relief of central Ukrainian Transcarpathians and tectonic factors of its formation in the late Neogene. *International Conference of Young Professionals “GeoTerrace-2023”*. 2–4 October 2023. Lviv, Ukraine.

- Sheremeta P. M., Nazarevych A. V., Nazarevych L. Ye. Earth crust of eastern segment of Ukrainian Carpathians according to data on the regional profile RP-5: structure, geodynamics, oil and gas bearing. *Geodynamics*. 2023, 2(35). 106–128. DOI: 10.23939/jgd2023.02.106.
- Starostenko V., Janik T., Kolomiyets K. et al. Seismic velocity model of the crust and upper mantle along profile PANCAKE across the Carpathians between the Pannonian Basin and the East European Craton. *Tectonophysics*. 2013, 608. 1049–1072.
- The Carpathian-Pannonian Region: A Review of Mesozoic-Cenozoic Stratigraphy and Tectonics. Vol. 1. Stratigraphy. Vol. 2. Geophysics, Tectonics, Facies, Paleogeography / Eds: F. Horvath, A. Galacz. Budapest: Hantken Press, 2006. 625 p.

## REFERENCES

- Bayrak, G., 2006. Historical and tectonic features of the formation of the hydronetwork of the Ukrainian Carpathians based on the analysis of the 3D relief model. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: a collection of scientific works*. Lviv: Pub. center of I. Franko LNU, 141–151 (in Ukrainian).
- Boyko, G. Yu., Lozynyak, P. Yu., Zayats, Kh. B., Anikeev, S. G., Petrashkevych, M. Y., Kolodiy, V. V., Haivanovych, O. P., 2003. Deep geological structure of the Carpathian region. In *Geology and geochemistry of combustible minerals*. 2, 52–61 (in Ukrainian).
- Bokun, O. M., Nazarevych, A. V., 2013. Structure and dynamics of horizontal shear zones (by results of physical modelling and field studies). In *Geodynamics*, № 1(14), 129–141 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2013.01.129.
- Bubnyak, I., Bubnyak, A., Vikhot, Yu., Spilnyk, R., 2007. Fracturing of the rocks of the flysch complex of the Ukrainian Carpathians in the confluence of the Opir and Oryava rivers, its tectonic significance. In *Geodynamics*, 6, 16–19 (in Ukrainian).
- Structure of the Earth's crust and upper mantle of Central and Eastern Europe. 1978. Sollogub V. B., Guterkh A., Prosen D. et al. Kyiv: Scientific Thought. 272 p. (in Russian).
- Geodynamics of the Carpathians. 1985. S. S. Kruglov, S. E. Smirnov, S. M. Spitkovskaya, L. E. Filshtinsky, A. V. Khizhnikov. Kiev: Scientific Thought. 136 p. (in Russian).
- Gintov, O. B., 2005. Field tectonophysics and its application in the study of deformations of the Earth's crust in Ukraine. Kyiv: Phoenix, 572 p. (in Russian).
- Hnylko, O., 2011a. About the landslide zone in the western part of the Ukrainian Carpathians. In *Geology and geochemistry of Combustible Minerals*. 3–4 (156–157). 68–80 (in Ukrainian).
- Hnylko, O. M., 2011b. Tectonic zoning of the Carpathians in the light of terrane tectonics. Article 1. The main elements of the Carpathian structure. In *Geodynamics*. 1(10). 47–57 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2011.01.047.
- Hnylko, O. M., 2012. Tectonic zoning of the Carpathians in the light of field tectonics. Article 2. Flysch Carpathians – ancient accretion on a prism. In *Geodynamics*. 1(12). 67–78 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2012.01.067.
- Hnylko, O., Hnylko, S., Kulyanda, M., Marchenko, R., 2021. Tectonic-sedimentary evolution of the front part of the thrust structure of the Ukrainian Carpathians. In *Geology and geochemistry of Combustible Minerals*. 1–2 (183–184). 45–59 (in Ukrainian). DOI: 10.15407/ggcm2021.01-02.045.
- Gordienko, V. V., Gordienko, I. V., Zavgorodnyaya, O. V., Kovachikova, S., Logvinov, I. M., Tarasov, V. M., Usenko, O. V., 2011. Ukrainian Carpathians (geophysics, deep processes). Kyiv: Logos. 129 p. (in Russian).

- Demediuk, M., Zablotzky, F., Kolgunov, V., Ostrovskyy, A., Sidorov, I., Tretyak, K., 1998. Results of studies of horizontal deformations of the earth's crust at the Carpathian geodynamic polygon. *Geodynamics*. 1. 3–13 (in Ukrainian).
- Study of modern geodynamics of the Ukrainian Carpathians. 2005. Ed. V. I. Starostenko. Kyiv: Scientific Thought. 256 p. (in Ukrainian).
- Zayats, H. B., 2013. The depth structure of the subsoil of the Western region of Ukraine based on seismic studies and the direction of exploration for oil and gas. Lviv: LV UkrDGRI, 136 p. (in Ukrainian).
- Kravchuk, Ya. S., 2006. Alpine relief of the Ukrainian Carpathians. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: a collection of scientific works*. Lviv: Pub. center of I. Franko LNU, 3–18 (in Ukrainian).
- Kravchuk, Ya. S., 2005. Geomorphology of the Skyba Carpathians: monograph. Lviv: Publ. center of I. Franko LNU. 231 p. (in Ukrainian).
- Kravchuk, Ya. S., 2021. Relief of the Ukrainian Carpathians. Lviv: Publ. center of I. Franko LNU, 576 p. (in Ukrainian).
- Krupskyy, Yu. Z., 2001. Geodynamic conditions of formation and oil and gas bearing of the Carpathian and Volyn'-Podillya regions of Ukraine. Kyiv: Ukrainian State Research Institute. 144 p. (in Ukrainian).
- Krupskyy, Yu. Z., 2020. Geology and oil and gas potential of the Western region of Ukraine. Lviv: Spolom, 256 p. (in Ukrainian).
- Kutas, R. I., 1978. The field of heat flows and the geothermal model of the earth's crust. Kiev: Scientific Thought. 140 p. (in Russian).
- Lebedev, T. S., Korchyn, V. A., Savenko, B. Ya., 1988. Petrophysical studies at high PT-parameters and their geophysical applications. Kiev: Scientific Thought. 248 p. (in Russian).
- Lithosphere of Central and Eastern Europe. 1987–1993. On ed. A. V. Chekunov. Kyiv: Scientific Thought. V. 1–6 (in Russian).
- Nazarevych, A., 2023. On submeridional-arc planes in the relief structure and terrain geodynamics of the Ukrainian Carpathians. In *Geophysics and geodynamics: forecasting and monitoring of the geological environment*. Ed. V. Yu. Maksymchuk. Lviv: Rastr-7. 148–151 (in Ukrainian).
- Nazarevych, A., Bayrak, G., Nazarevych, L., 2023a. Peculiarities of the relief of the Borzhava River middle flow area and their connection with geodynamics and seismotectonics. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: a collection of scientific works*. Lviv: Pub. center of I. Franko LNU, 1(15). 78–103 (in Ukrainian). DOI: 10.30970/gpc.2023.1.3949.
- Nazarevych A., Bayrak G., Nazarevych L., Pyrizhok N. (2023b). Relationship of relief with seismotectonics of the middle flow of the Borzhava River in Transcarpathians. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: materials of reports of the XIII scientific and practical seminar with international participation*. Lviv: Halych-press, 130–134 (in Ukrainian).
- Nazarevych A., Nazarevych L. (2023). Geodynamics of the Carpathian region of Ukraine and its reflection in seismicity and relief structure. In *Geophysics and geodynamics: forecasting and monitoring of the geological environment*. Ed. V. Yu. Maksymchuk. Lviv: Rastr-7. 144–147 (in Ukrainian).
- Nazarevych A., Nazarevych L., Bayrak G. (2021). Peculiarities of geodynamics and seismotectonics and their influence on the relief of the Ukrainian Carpathians. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: materials of the 12th scientific and practical seminar with*

- international participation*. Lviv: Publishing House of I. Franko LNU, 121–125 (in Ukrainian).
- Nazarevych, A. V., Nazarevych L. Ye., 2004. Western Transcarpathians lithosphere geodynamics by complex of data. In *Geodynamics*, 1(4), 45–53 (in Ukrainian).
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., 2002. Deep trap-collector tectonic structures in the lithosphere of the Carpathian region of Ukraine: nature, origin and prospective resources. In *Scientific Bulletin of IFNTUOG*, 3(4), 10–21 (in Ukrainian).
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., 2019. About the terrain features of the geodynamics of the Ukrainian Carpathians and their connection with oil and gas bearing. In *Subsoil use in Ukraine. Investment prospects: materials of the sixth international scientific and practical conference*, Kyiv, 1, 355–359 (in Ukrainian).
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., 2007. Seismicity and geodynamics of III (Transcarpathian) transport corridor zone (Mukacheve – Svalyava – Skole). In *Theoretical and applied problems of geoinformatics*. Kyiv. 159–166 (in Ukrainian)
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., Shlapinskyy, V. E., 2016. Seismicity, geology, seismotectonics and geodynamics of the Tereblya-Rika HPS area (Ukrainian Transcarpathians). In *Geodynamics*, 1(20), 170–192 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2018.01.060.
- Nazarevych, L. Ye., Nazarevych, A. V., 2012. Seismicity and some features of seismotectonics of Ukrainian Carpathians. In *Geodynamics*, 1(12), 145–151 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2012.01.145.
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., 2013. Geodynamics, tectonics and seismicity of Carpathian region of Ukraine. In *Geodynamics*, 2(15), 247–249 (in Ukrainian). DOI: 10.23939/jgd2013.02.247.
- Nazarevych, L. E., Nazarevych, A. V., 2018. Seismogeodynamic activation of oil and gas-bearing regions of the Precarpathian depression (Dolyna, Nadvirna, Boryslav). In *Mineral resources of Ukraine*. 2. 36–42 (in Ukrainian). DOI: 10.31996/mru.2018.2.36-42.
- Pavlyuk, M. I., Medvedev, A. P., 2004. Pancardia: problems of evolution. Lviv: Liga-Press. 108 p. (in Ukrainian).
- Pavlyuk, M. I., Lyashkevich, Z. M., Medvedev, A. P., 2013. Ukrainian Carpathians in the structure of Pankardia (magmatism and geodynamics). In *Geodynamics*. 1 (14). 45–60 (in Ukrainian).
- Paliyenko, V., 2016. Peculiarities of geomorphogenesis and neotectogenesis of the Ukrainian Carpathians. In *Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories: a collection of scientific works*. Lviv: Pub. center of I. Franko LNU. 185–193 (in Ukrainian).
- Rud'ko, G., Kravchuk, Ya., 2002. Engineering and geomorphological analysis of the Carpathian region of Ukraine. Lviv: Pub. center of I. Franko LNU. 171 p.
- Rud'ko, G. I., 1996. The method of analysis of the relief of the Ukrainian Carpathians based on the geodynamic model. In *The current state and prospects for the development of geomorphology, neotectonics and paleogeography of the anthropogen of Ukraine*. Kyiv.
- Slyvka, R. O., 2001. Geomorphology of the Vododil-Verkhovyna Carpathians. Lviv. 151 p.
- Somov, V. I. 1990. Contemporary direction of development of tectonic structures of the Carpatho-Balkan region. In *Geophys. Journal*, 12, 6, 39–47 (in Russian).
- Modern geodynamics and geophysical fields of the Carpathians and adjacent territories. 2015. Ed.: K. R. Tretyak, V. Yu. Maksymchuk, R. I. Kutas. Lviv: Publishing House of LPNU. 420 p. (in Ukrainian).
- Tretyak, K. R., Vovk A. I., 2012. Study of the dynamics of horizontal movements of the

- European crust based on GNSS observation data (2000-2010). *Geodynamics*. 2(13). 5–17 (in Ukrainian).
- Khomenko, V. I., 1978. Deep structure of Transcarpathian depression. Kyiv: Scientific Thought. 230 p. (in Ukrainian).
- Khomyak, L. M., Khomyak, M. M., 2013. Modeling of the stress-strain state of the sedimentary complex in the subduction zone and the dynamic conditions of the formation of the early thrusts of the Ukrainian Carpathians. In *Geodynamics*, 1(14). 151–162 (in Ukrainian).
- Chekunov, A. V., Livanova, L. P., Geiko, V. S., 1969. Deep structure and some features of the tectonics of the Transcarpathian depression. In *Sov. geology*. 10. 57–68 (in Russian).
- Shlapinskyy, V. Ye., 2015. Geological structure of the Skyba, Krosno and Duklya-Chornogora nappes of the Ukrainian Carpathians and prospects for their oil and gas bearing. Autoref. diss... candidate of geol. sciences. Lviv: IGGCM of NAS of Ukraine. 22 p.
- Burakhovych, T., Kushnir, A., Ilyenko, V., Shyrkov, B., 2021. Modern geoelectromagnetic research of the Ukrainian Carpathians. VIII International Scientific Conference “Geophysics and geodynamics: forecasting and monitoring of the geological environment”. October 5–7, 2021, Lviv.
- Kiss, J., 2014. Plate tectonics, volcanism and magnetic anomaly map of Carpathian-Pannonian Region. In *Magyar Geofizika*. 55/2, 51–81 (in Hungarian).
- Kiss, J., 2017. An alternative model for the development of the Carpathian Basin and its environment. In *Magyar Geofizika*. 58/2. 66–75. (in Hungarian). [http://real.mtak.hu/64413/1/KissJ\\_MGF\\_58\\_2\\_u.pdf](http://real.mtak.hu/64413/1/KissJ_MGF_58_2_u.pdf).
- Kováč, M., Márton, E., Oszczytko, N., Vojtko, R., Hók, J., Králiková, S., Plašienka, D., Klučiar, T., Hudáčková, N., Oszczytko-Clowes, M., 2017. Neogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. In *Global and Planetary Change*. 155. 133–154.
- Kováčiková, S., Logvinov, I., Nazarevych, A., Nazarevych, L., Pek, J., Tarasov, V., Kalenda, P., 2016. Seismic activity and deep conductivity structure of the Eastern Carpathians. In *Stud. Geophys. Geod.* 60. 280–296. DOI: 10.1007/s11200-014-0942-y.
- Nazarevych, A., Nazarevych, L., 2023. Relief of central Ukrainian Transcarpathians and tectonic factors of its formation in the late Neogene. In *International Conference of Young Professionals “GeoTerrace-2023”*. 2-4 October 2023, Lviv, Ukraine.
- Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye., Bayrak, G. R., Pyrizhok, N. B., 2022. Seismotectonics of the Oash and Transcarpathian deep faults junction zone (Ukrainian Transcarpathians). In *Geodynamics*. 2(33). 99–114. DOI: 10.23939/jgd2022.02.100.
- Sheremeta, P. M., Nazarevych, A. V., Nazarevych, L. Ye. Earth crust of eastern segment of Ukrainian Carpathians according to data on the regional profile RP-5: structure, geodynamics, oil and gas bearing. In *Geodynamics*, 2(35). DOI: 10.23939/jgd2023.02.106.
- Starostenko, V., Janik, T., Kolomiyets, K. et al., 2013. Seismic velocity model of the crust and upper mantle along profile PANCAKE across the Carpathians between the Pannonian Basin and the East European Craton. In *Tectonophysics*, 608, 1049–1072.
- The Carpathian-Pannonian Region: A Review of Mesozoic-Cenozoic Stratigraphy and Tectonics. 2006. Vol. 1. Stratigraphy. Vol. 2. Geophysics, Tectonics, Facies, Paleogeography. / Eds: F. Horvath, A. Galacz. Budapest : Hantken Press, 625 p.