

УДК 550.348.434/.435+550.347.2+551.43(234.421..1:477)

Микола КАРАБІНЮК^{1а}, Іван КАЛИНИЧ², Василь ЛЕТА^{1б}, Михайло МИКИТА^{1с}, Володимир МЕЛЬНИЧУК^{1д}

¹ ДВНЗ “Ужгородський національний університет”, кафедра фізичної географії та раціонального природокористування, вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000, Україна, тел. +38(0312)640354, * ел. пошта: mykola.karabiniuk@uzhnu.edu.ua, ^{1а} <https://orcid.org/0000-0001-9852-7692>, ^{1б} <https://orcid.org/0000-0001-9111-7121>, ^{1с} <https://orcid.org/0000-0001-6621-371X>, ^{1д} <https://orcid.org/0000-0003-1440-8114>.

² ДВНЗ “Ужгородський національний університет”, кафедра геодезії, землеустрою та геоінформатики, вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000, Україна, тел. +38(0312)640690, ел. пошта: ivan.kalynych@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5213-3417>

<https://doi.org/10.23939/jgd2022.02.064>

ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РОЗВИТКУ ТА ЛАНДШАФТНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ СУЧАСНИХ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ВИСОКОГІР'І ЧОРНОГІРСЬКОГО МАСИВУ (УКРАЇНСЬКІ КАРПАТИ)

Мета цього дослідження – проаналізувати фактори розвитку, особливості поширення та ландшафтну диференціацію геолого-геоморфологічних процесів у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори, а також визначити вплив геологічної будови та морфометричних особливостей на інтенсивність їхнього розвитку. Методичною основою дослідження є комбінація методів польових досліджень та геоінформаційного аналізу засобами ГІС, що дало змогу визначити у високогір'ї Чорногори основні осередки розвитку обвалів, осипів, зсувів та лінійної ерозії. На основі ландшафтного підходу проаналізовано просторову диференціацію геолого-геоморфологічних процесів у розрізі висотних місцевостей та ландшафтних стрій і проведено їх комплексний аналіз, а за допомогою геоінформаційної та статистичної обробки даних про розміщення та чисельність осередків обраховано інтенсивність прояву негативних процесів. Основним результатом дослідження є укладена карта поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів (обвалів, осипів, зсувів, лінійної ерозії) у ландшафтних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори, а також карта на ключову ділянку в околицях г. Смотрич, яка виражає ландшафтну диференціацію цих процесів на рівні ландшафтних стрій та урочищ. У результаті дослідження проаналізована структура та специфіка розвитку геолого-геоморфологічних процесів у геокомплексах різного походження та з різними морфологічними і морфометричними параметрами. Вплив геологічної будови на розвиток процесів проявляється у домінуванні масивних пісковиків та пісковикового флішу, які сприяли розвитку крупних та крутосхилих форм рельєфу із притаманними інтенсивними обвальними-осипними процесами та лінійною ерозією. Аналіз інтенсивності прояву цих процесів свідчить про найбільший їх розвиток у геокомплексах давньольодовиково-екзарацийного походження – карах, цирках, трогових долинах, нівальних нішах та ін. Розвиток, характер та інтенсивність прояву негативних геолого-геоморфологічних процесів у ландшафтних комплексах нівально-ерозійного та денудаційного походження суттєво відрізняється. Особливістю диференціації процесів тут є чітка залежність їх від складу та особливостей залягання пластів корінних порід, морфометрії рельєфу, тощо. Важливим результатом дослідження є укладена згадана вище карта на ділянку високогір'я в околицях г. Смотрич, яка виражає приурочення раніше малодосліджених зсувних процесів до вузьких смуг поширення аргілітів та аргілітового флішу. Наукова новизна. Визначено взаємозв'язок різноманіття та поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів з генезисом ландшафтних комплексів високогір'я Чорногори, їхньою структурою, структурно-літологічними та морфометричними особливостями. Проаналізовано та описано ландшафтну диференцію та інтенсивність прояву обвалів, осипів, зсувів та лінійної ерозії у високогір'ї досліджуваного масиву. Практична значущість. Результати дослідження сприяють подальшому вивченню динаміки та властивостей високогірних ландшафтних комплексів Чорногори, а також дають можливість прогнозувати особливості розвитку тут геоecологічної ситуації та оптимізувати систему природокористування, зокрема – організаційні особливості рекреаційно-туристичної діяльності.

Ключові слова: високогірний ландшафтний ярус, осипи, обвали, зсуви, лінійна ерозія, ландшафт Чорногори, Українські Карпати.

Вступ

Важливим завданням ландшафтознавчого аналізу Українських Карпат та гірських територій загалом є вивчення особливостей розвитку та функціонування природних територіальних комплексів

(ПТК). Одним із основних зовнішніх проявів їхнього функціонування є сучасні фізико-географічні процеси та явища, на розвиток яких впливають не тільки природні (ландшафтні) властивості території, але й ступінь антропогенного

впливу [Мельник, 1999; Карабінюк, 2020]. Різноманіття сучасних фізико-географічних процесів визначає первинний екологічний стан території, впливає на специфіку і можливості її вико-ристання, тощо.

У системі ландшафтів Українських Карпат центральне і гіпсометрично найвище положення займає ландшафт Чорногори. Особливою його рисою є значне поширення цінних ПТК денудаційного, льодовиково-екзараційного та нівально-ерозійного походження, які в сукупності на висотах понад 1450–1500 м н. р. м. формують високогірний ландшафтний ярус [Мельник, Карабінюк, 2018; Мельник та ін., 2018; Карабінюк, 2020].

Природні територіальні комплекси субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори та інших гірських ландшафтів Українських Карпат характеризуються високою літоморфністю, динамічністю та своєрідним набором сучасних фізико-географічних процесів. Серед них особливе місце займають геолого-геоморфологічні процеси – обвали, осипи, зсуви та ін. Інтенсивний їх розвиток у високогір'ї Чорногори негативно впливає на екологічну ситуацію, господарську діяльність та є потенційно небезпечними для життя людей. Тому, комплексний аналіз геолого-геоморфологічних процесів та факторів їхнього розвитку у високогір'ї Чорногірського ландшафту сприяє розробці заходів оптимізації господарювання, а також можливості подальшого їх прогнозування в інших гірських ландшафтах Українських Карпат.

У високогірному ландшафтному ярусі Чорногори визначальним фактором розвитку обвалів, зсувів та інших процесів є особливості геологічної будови, а також пов'язані з нею своєрідні морфометричні риси території. Склад та літологічні особливості гірських порід, характер залягання та деформації пластів безпосередньо визначають локацію основних осередків та інтенсивність розвитку геолого-геоморфологічних процесів. Тому, окрім вивчення ландшафтних особливостей поширення обвалів, осипів та інших сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори, важливо також визначити геологічні передумови їх розвитку. Також дослідження особливостей розвитку процесів у високогір'ї масиву та їх ландшафтної диференціації важливе для визначення основних тенденцій розвитку морфологічної структури території, яка відбувається шляхом формування нових ПТК і супроводжується активними проявами – сучасними фізико-географічними процесами.

Мета

Метою досліджень є проаналізувати особливості розвитку основних сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів (обвалів, осипів, зсувів і лінійної ерозії) у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори, а також визначити вплив геологічної будови на їх поширення

та встановити закономірності ландшафтної диференціації на рівні висотних місцевості і ландшафтних стрій.

Методика

Дослідження впливу геологічної будови та ландшафтної диференціації сучасних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори проводилося за допомогою комплексу польових та геоінформаційних методів, що використовувалися на різних етапах виконання дослідних завдань. З організаційної точки зору, наше дослідження реалізовано у три етапи, які методологічно суттєво різнилися між собою:

- *Перший* – аналіз літературних та картографічних джерел інформації, моделювання території дослідження (геологічної будови, рельєфу тощо) та визначення потенційних місць розвитку процесів на основі ГІС-аналізу;
- *Другий* – польові експедиційні дослідження та картографування осередків розвитку геолого-геоморфологічних процесів, уточнення поширення відкладів корінних порід та меж геологічних світів;
- *Третій* – геоінформаційний аналіз особливостей поширення та ландшафтної диференціації геолого-геоморфологічних процесів, визначення взаємозв'язку розміщення осередків розвитку процесів із геологічною будовою території, обчислення інтенсивності їх прояву у ландшафтних комплексах різного ієрархічного рівня.

Впродовж першого етапу дослідження відбувся аналіз наукових праць та публікацій про геологічну та геоморфологічну будову, генезис і морфометрію рельєфу, розвиток та поширення процесів у високогір'ї Чорногори ([Świderski, 1937; Кравчук та ін., 1966; Кравчук, 1982, 2008; Болюх, Кравчук, 1967; Гофштейн, Царненко, 1982; Гофштейн, 1995; Мельник, 1999; Муха, 2003; Шушняк, 2006, 2007; Kłapyta, 2006, 2008; Rogoziński & Krobicki, 2006; Клапчук, 2012; Rinterknecht et al., 2012; Карабінюк та ін., 2017a, 2017b; Карабінюк, 2019, 2020; Kłapyta et al., 2021], та ін.). Важлива інформація про геологічну будову та розміщення низки масштабних осередків розвитку негативних процесів у високогір'ї Чорногори представлена у фондових картографічних матеріалах та звітах ДП “Західукргеологія” ([Волошин та ін., 1971; Ващенко та ін., 1985]; та ін.).

У дослідженні негативних геолого-геоморфологічних процесів важливу роль відіграють сучасні ГІС-технології, які використовуються для ідентифікації та картографування осередків їх розвитку, моніторингу тощо [Karabiniuk et al., 2020]. Для вивчення цих процесів у високогір'ї Чорногори проведений комплексний геоінформаційний аналіз території та сформована база даних про властивості природних компонентів та ландшафтних комплексів, ландшафтну структуру висо-

когір'я та інше. За допомогою спеціалізованого програмного середовища ArcGIS проведений морфометричний аналіз рельєфу території на основі цифрової топографічної основи ДП "Закарпат-геодезцентр" масштабу 1 : 25 000 із січенням горизонталей 5 м, що дозволило побудувати високоякісну DEM та TIN-модель рельєфу. Для їх розробки також векторизовані й інші елементи топографічної основи – точки вершин та їх висоти, точки водойми та їх висоти, тальвегові лінії потоків тощо.

Оскільки розвиток негативних геолого-геоморфологічних процесів тісно пов'язаний із ухилом поверхні, то нами укладена карта крутості схилів на всю територію високогір'я Чорногори. На її основі визначались потенційні місця прояву цих процесів. Також ми проаналізували експозиційність схилів, що дозволило визначити експозиційну приуроченість осередків розвитку сучасних геолого-геоморфологічних процесів та прогнозувати потенційні місця їх розвитку з аналогічними морфометричними параметрами. Для побудови зазначених карт використано низку функцій модуля Spatial Analyst та ін. Після цього, для виявлення осередків розвитку негативних геолого-геоморфологічних процесів, було детально проаналізовано та дешифровано космознімки та планшети аерофотознімків високої роздільної здатності 0,4*0,4 [Планшети..., 2017]. При обробці геоінформаційних даних нами використовувалась система координат проекції Pulkovo 1942 (GK Zone 5N).

Також у програмному середовищі ArcGIS векторизовано та створено шари геологічної карти на територію високогір'я Чорногори і сформовано базу даних про склад та властивості корінних порід. Геоінформаційне опрацювання даних про геологічну будову важливе для попереднього виокремлення потенційних ділянок розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогірному ландшафтному ярусі масиву та подальшого встановлення факторів розвитку на місцях фактичної ідентифікації цих процесів. Таким чином, за допомогою сучасних методів GIS-аналізу території високогір'я Чорногори виявлено численні осипи, обвали, зсуви та осередки розвитку лінійної ерозії.

Основним етапом вивчення особливостей поширення геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори був польовий (третій) етап. Польові обстеження території реалізовані в експедиційній формі, які тривали у теплі періоди з 2014 по 2020 роки. Впродовж цього періоду у високогір'ї ландшафту ідентифіковано 789 осередків розвитку обвалів, осипів, зсувів та інших сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів. Під час польового обстеження території проводили безпосереднє картографування осередків розвитку процесів та їхніх меж, фіксували основні параметри, тощо. У процесі дослідження використовувались GPS-приймачі Garmin eTrex10,

далекоміри Sndway SW-S100 та ін. Польові дослідження особливостей розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори проводили на ландшафтній основі за методикою Г. П. Міллера (1974). Основні результати обстеження занесені у спеціальні бланки фіксації даних, а також зафіксовані на польовій ландшафтній карті, низці фотографій, тощо.

Подальша обробка результатів польових досліджень та просторової прив'язки точок обстеження осередків негативних процесів у ПТК високогір'я Чорногори також проводилося за допомогою вище названих геоінформаційних систем. Наповнення раніше сформованої бази даних інформацією про місцезнаходження осередків розвитку геолого-геоморфологічних процесів дозволило визначити взаємозв'язки із геологічною будовою території та її ландшафтною організацією. Аналіз ландшафтно-ї диференціації вище згаданих процесів головним чином проводився у розрізі висотних місцевостей та ландшафтних стрій за раніше апробованою нами методикою [Карабінюк, 2019; Karabiniuk et al., 2020]. Ця методика також передбачає визначення показника інтенсивності прояву процесів (I_{nn}), обчислення якого відбувається за допомогою відношення сумарної кількості осередків негативних фізико-географічних процесів до площі ПТК, у межах яких вони проявляються (осередків/км²) [Карабінюк, 2019].

Також на основі кількісного співвідношення зафіксованих осередків розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї ландшафту, на завершальному етапі нашого дослідження, обрахований відсотковий розподіл кожного виду цих процесів у висотних місцевостях та ландшафтних стріях, який виражає залежність їх прояву від ландшафтно-ї структури досліджуваної території. Аналіз ландшафтно-ї диференціації та інтенсивності прояву геолого-геоморфологічних процесів у високогірних ПТК Чорногори цілісно проводився на основі методів GIS-аналізу.

Результати

Умови розвитку процесів

Субальпійське й альпійське високогір'я Чорногори приурочено до центрального вододільного хребта масиву у вигляді двох ділянок складної конфігурації загальною площею 80,5 км² (рис. 1). Ці ділянки розірвані між собою вершинами Говерла та Петрос, де відбувається зниження вододільного хребта та поширення смерекових лісів. Територія високогір'я представлена масивними куполоподібними вершинами та хвилястим гребенем головного хребта з низкою відрогів, у які глибоко врізані льодовикові кари, цирки, фірнові поля, тощо [Кравчук, 2008; Карабінюк, 2020]. Значне ландшафтне різноманіття та формування своєрідних природних умов сприяли тут розвиток комплексу фізико-географічних процесів, прояви яких у різних за походженням та властивостями ПТК суттєво відрізняються.

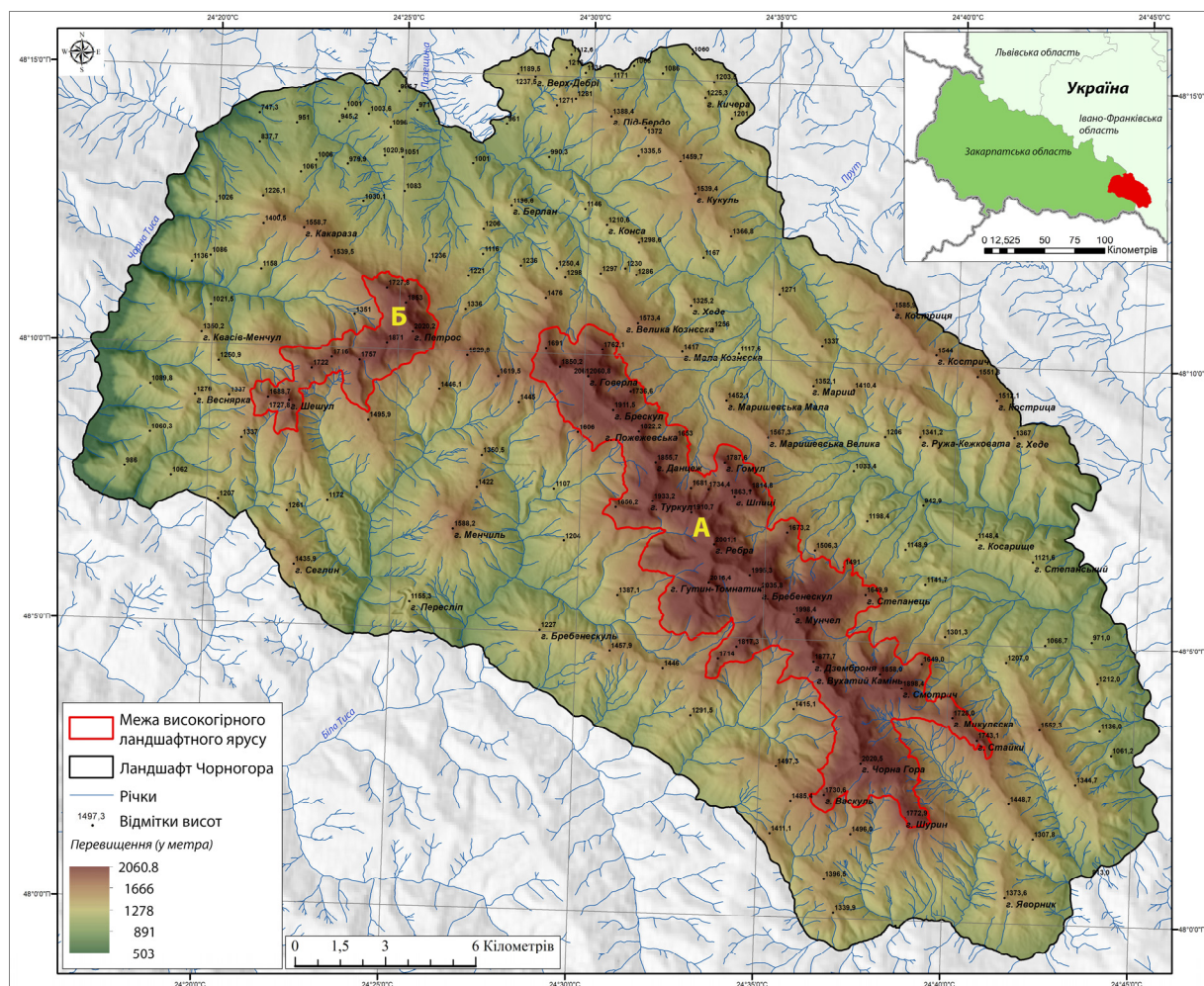


Рис. 1. Географічне положення субальпійського й альпійського високогір'я у межах гірського ландшафту Чорногори:
А – ділянка високогір'я "Говерла-Шурин"; Б – ділянка високогір'я "Шешул-Петрос"

Визначальний вплив на розвиток геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори має літогенна основа, а саме – особливості геологічної будови. Вона також значною мірою впливає на основні морфологічні риси рельєфу, його морфометричні параметри, тощо. Так, субальпійське й альпійське високогір'я Чорногори сформувалося у межах трьох структурно-фаціальних тектонічних одиниць. Понад 90 % території ділянки високогір'я "Говерла-Шурин" знаходиться у межах крейдової флішової Говерлянської підзони Чорногірського покриву [Вашенко та ін., 1985]. Її визначальною ознакою тут є дрібнолускувата будова та домінування слюдистих масивних сірих пісковиків і конгломератів чорногірської світи (K_2cg). Це сприяло формуванню масивних форм рельєфу, наявності численних виходів корінних порід на денну поверхню та інтенсивний розвиток обвальо-осипних процесів [Вашенко та ін., 1985; Кравчук, 2008].

У межах вище названої структурно-фаціальної одиниці суттєве ускладнення геологічної будови у

високогір'ї Чорногори спостерігається у південно-східній частині ділянки «Говерла-Шурин», а саме – у верхів'ї басейну р. Дземброня та пот. Погорілець (рис. 2). Тут зосереджені смуги аргілітів верхньої (K_{1jl_2}) та нижньої (K_{1jl_1}) підсвіт яловецької світи та чорні аргіліти і кварцитоподібні пісковики шипотської світи (K_{1sp_2}) [Вашенко та ін., 1985]. Характерною рисою цих геологічних світ є високий вміст у флішових товщах аргілітів та їх домінування на окремих ділянках, що суттєво впливає на характер розвитку геолого-геоморфологічних процесів.

Невеликий південно-західний відріг центрального вододільного хребта Чорногори з вершиною Васкуль сформований породами іншої структурно-фаціальної одиниці – крейдової Близницької підзони Дуклянського покриву [Вашенко та ін., 1985]. Він складений флішовими товщами кварцитових пісковиків верхньої (K_{1sp_2}) та аргілітів нижньої (K_{1sp_1}) підсвіт шипотської світи, які формують ступінчасті схили та зумовлюють значну щebenистість поверхні урочищ.

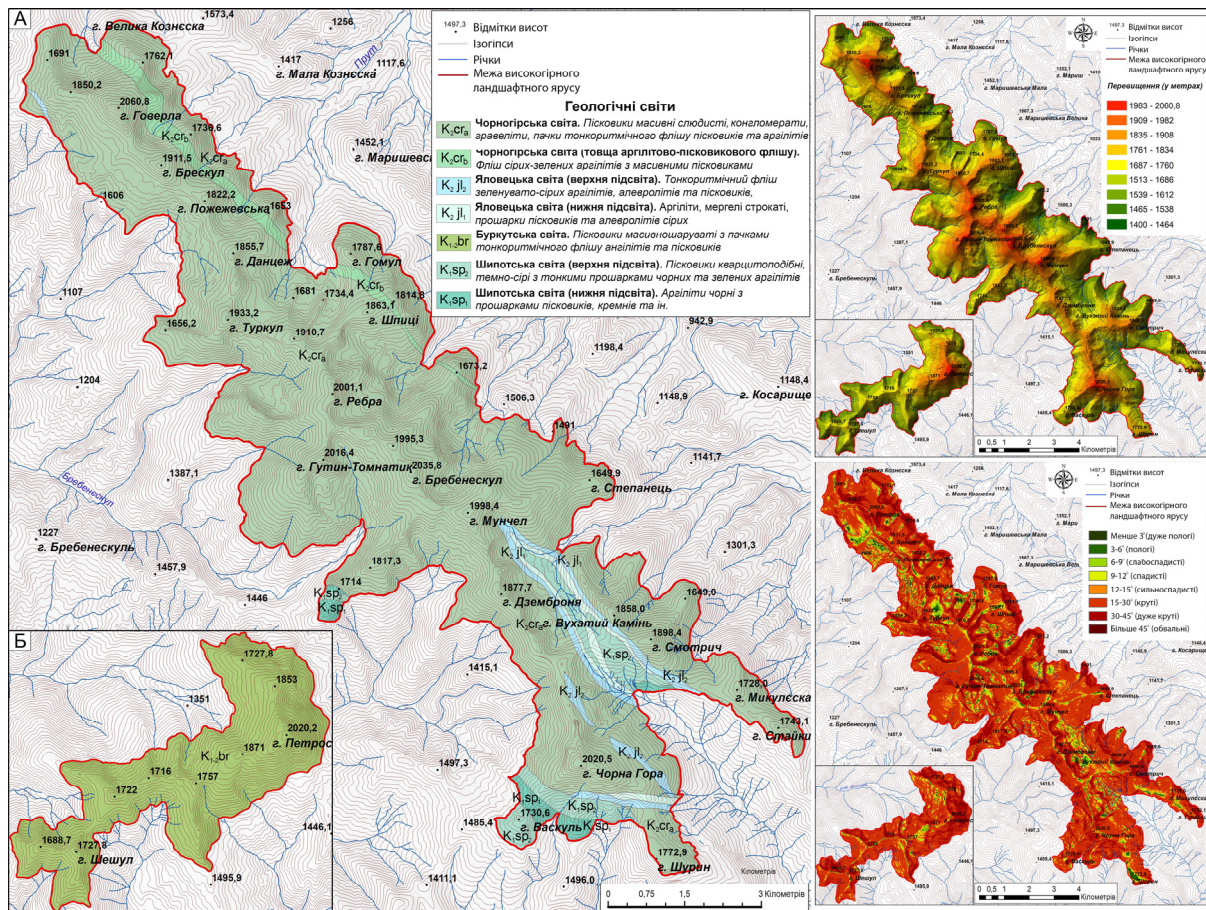


Рис. 2. Геологічна будова та морфометричні особливості рельєфу субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори
(укладено за [Ващенко та ін., 1985; Карабінюк, 2020] з авторським доробком):
А – ділянка високогір'я “Говерла–Шурин”; Б – ділянка високогір'я “Шешул–Петрос”

Ділянка високогір'я “Шешул–Петрос” розміщена у межах Білотисенської підзони Поркулецького покриву, у геологічній основі якої тут знаходиться виключно однорідна товща грубо-ритмічного пісковикова флішу буркутської світи ($K_{1-2}br$) із слюдистих масивних грубішаруватих сірих пісковиків та пачок пісковикова флішу [Волошин та ін., 1971; Ващенко та ін., 1985]. Важливе значення для розвитку геолого-геоморфологічних процесів тут має наявність добре вираженого у рельєфі насуву Поркулецького покриву на Чорногірський, фронтальна зона якого розміщена у басейні р. Лазещина на північно-східному напрямку від г. Петрос [Карабінюк та ін., 20176].

Таким чином, у геологічній будові субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори домінують масивні товстошаруваті пісковики та пісковиковий фліш, розчленування та денудація пластів якого сприяють формування комплексу крупнобрилового делювію та колювію. Останні найкраще виражені на крутих північно-східних схилах головного хребта. Значний вплив на розвиток і поширення обвалів, осипів, зсувів та інших геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї

масиву також має північно-східна вергентність пластів корінних порід, які зумовили асиметричність схилів центрального вододільного хребта. Так, головню південно-західне падіння пластів та узгодженість з ним південно-західних схилів зумовили зменшення крутості їх поверхні та сприяють розвитку зсувних процесів, а також процесів відсідання геологічних пластів [Шушняк, 2007; Klapueta, 2008; Карабінюк та ін., 2017a; Карабінюк, 2020]. Такі процеси найкраще виражені на південно-західному макросхилі головного хребта у верхів'ї басейну р. Говерла. Натомість, вергентність пластів корінних порід зумовили суттєве збільшення крутості поверхні північно-східного макросхилу ландшафту Чорногора, що є сприятливим для розвитку головню обвальних процесів та лінійної ерозії у місцях залягання аргілітових товщ. Такі структурно-літологічні фактори розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори зумовлюють їхню диференціацію та відмінності у інтенсивності прояву у різних ландшафтних комплексах.

Також особливості геологічної будови території визначально вплинули на формування рельє-

фу, його основні риси та морфометричні параметри. При цьому важливим фактором розвитку обвалів, осипів та інших процесів є крутість схилів. Наприклад, для розвитку обвалів важливою умовою є крутизна поверхні понад $35-50^\circ$, а тому їхній розвиток у високогір'ї можливий тільки у ПТК з відповідними морфометричними параметрами. Морфометричний аналіз рельєфу свідчить про абсолютне домінування у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори крутих схилів крутизною $15-30^\circ$, які займають 58,9 % від загальної площі ландшафтного ярусу. Це головню пригребеневі схили та схили водозбірних лійок, які повільно вриваються у відроги головного хребта. Переважання крутих схилів сприяє розвитку у високогір'ї осипів та лінійної ерозії, активний розвиток якої є притаманною сучасного етапу розвитку високогірних природних територіальних комплексів Чорногори.

Льодовикові кари, цирки та пригребеневі схили північно-східної експозиції головню північно-східного макросхилу Чорногірського масиву характеризуються дуже крутими схилами ($30-45^\circ$). Вони займають 21,6 % площі високогір'я масиву та є осередками підвищеної активності обвальних процесів. Однак, найактивніший розвиток цих процесів спостерігається на обвальних стінках карів, крутість поверхні яких переважає 45° (1,1 % території). Мінімальна можливість розвитку геолого-геоморфологічних процесів характерна для дуже пологих і пологих схилів, крутість яких не перевищує $9-12^\circ$. У високогірному ландшафтному ярусі вони притаманні для урочищ

хвилястих гребенів хребтів та їх відрогів, а також східчастих днів льодовикових карів та цирків, виповнених стадіальними моренами плейстоценового зледеніння.

Таким чином, визначальним фактором розвитку та диференціації геолого-геоморфологічних процесів (обвалів, осипів, зсувів, лінійної ерозії) у високогір'ї Чорногори є геологічна будова. Вона характеризується виключним переважанням міцних масивних пісковиків та пісковикового флішу, специфіка залягання яких визначає загальний органіфічний характер території та зумовила формування крутих і дуже крутих схилів, що в сукупності є сприятливим для розвитку обвальних процесів та лінійної ерозії. Зсувна активність притаманна для ділянок високогір'я з суттєво іншими структурно-літологічними умовами. Зокрема, визначальним фактором розвитку зсувних процесів у високогір'ї Чорногори є наявність в складі корінних порід аргілітів та дрібношаруватого аргілітового флішу, а також своєрідна вергентність пластів корінних порід. Остання сприяє формуванню системи блоково-каскадних зсувів на схилах південно-західної та південної експозицій. Чітка приуроченість інтенсивних зсувних процесів до смуги аргілітового флішу шипітської світи зафіксована у верхів'ї басейну пот. Погорілець, яка формує тут східчасті схили південної експозиції (рис. 3). Ці зсувні схили узгоджені із напрямом падіння пластів корінних порід та розчленовані каскадом зсувних тіл у південному напрямі під г. Смотрич.

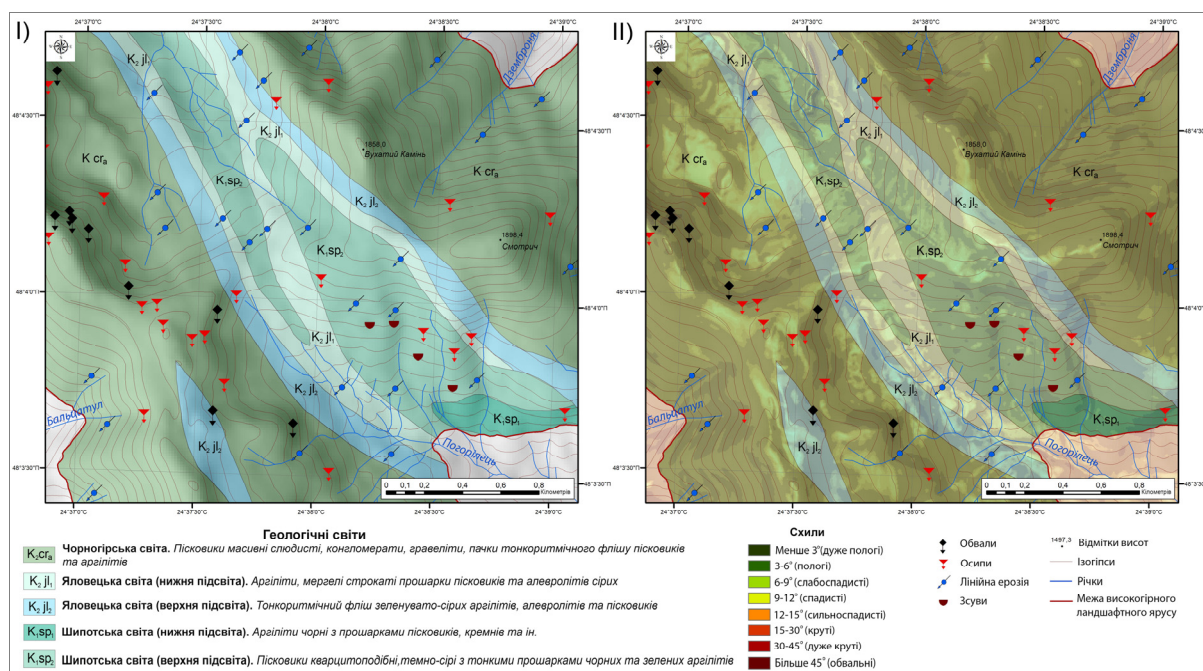


Рис. 3. Негативні геолого-геоморфологічні процеси у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори (ділянка в околицях г. Смотрич): I – на геологічній карті; II – на карті крутості схилів з виділеними межами геологічних світ

Особливості розвитку та поширення процесів

Значне поширення та диференціація геолого-геоморфологічних процесів (обвали, осипи, зсуви та лінійна ерозія) у високогірному ландшафтному ярусі Чорногори обумовлені властивостями ландшафтних комплексів та особливостями історії розвитку літогенної основи ландшафту. Високе ландшафтне різноманіття та різкі відмінності у генезисі

та морфометричних параметрах високогірних ПТК сприяють просторовій диференціації процесів.

Обвальні процеси у високогір'ї Чорногори приурочені до природних територіальних комплексів льодовиково-екзарацийного походження, які характеризуються найбільшими показниками крутизни поверхні (рис. 4). Численні обвали формуються у всіх урочищах карів, стінок трогових долин та деяких амфітеатрах древніх фірнових полів [Карабінюк та ін., 2017а, 2017б].

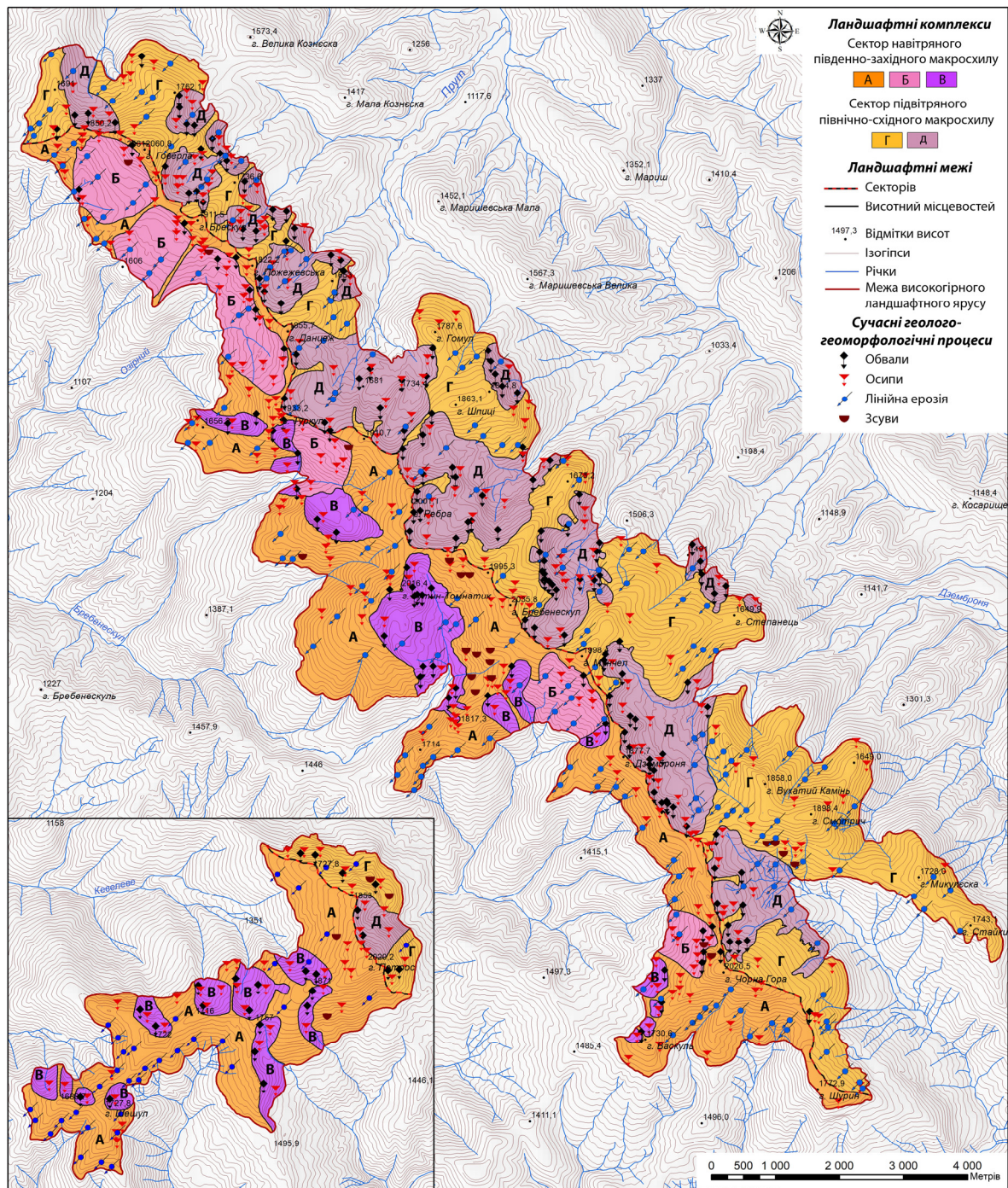


Рис. 4. Негативні геолого-геоморфологічні процеси у природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори:
А – ділянка високогір'я “Говерла–Шурин”; Б – ділянка високогір'я “Шешул–Петрос”

Найбільш масштабні обвальні процеси у високогір'ї Чорногори спостерігаються у складних урочищах карів та трогових долин висотної місцевості різко ввігнутого давньольодовиково-екзарційного субальпійського високогір'я у межах сектора підвітряного північно-східного макросхилу. Це обумовлено північно-східною вергентністю грубошаруватих пісковиків з домішками конгломератів і гравелітів чорногірської та буркутської світ, а також масивними розмірами і глибоким врізанням карів, цирків та інших льодовикових урочищ у пригребеневі схили. Особливо інтенсивний розвиток обвалів спостерігається при наявності високої тильної стінки в урочищах карів, оскільки у її обвальній частині значно більше оголюються корінні відклади.

У високогірному ярусі Чорногори обвали характерні для урочищ крутих і дуже крутих схилів врізання амфітеатрів древніх фірнових полів висотної місцевості нівально-ерозійного субальпійського високогір'я [Карабінюк, 2020]. Вони розміщені у верхів'ї басейну р. Говерла і співпадають з напрямом падіння пластів корінних порід потужних чорногірських пісковиків, які оголюються у верхній частині амфітеатрів і під впливом морозного вивітрювання розтріскуються та обвалюються. Подібні обвали добре простежуються на південно-західних схилах вершин Говерла, Брескул та ін. Особливо добре виражена обвальна стінка в урочищі тектонічно обумовленого зсуву на північно-східному схилі г. Петрос у межах басейну р. Лазещина [Мельник, Карабінюк, 2018].

Серед геолого-геоморфологічних негативних фізико-географічних процесів у високогірному ярусі Чорногори також значно поширені осипи, які тісно пов'язані з обвалами. Зокрема, під кожною обвальною стінкою урочищ карів гіпсометрично нижче розміщені осипи. Вони також притаманні для більшості нівальних ніш, що зосереджені на стінках карів. Їхні осипні стінки активно розвиваються за рахунок деградації гіпсометрично вищих обвальних.

Осипи також характерні для верхніх частин урочищ амфітеатрів древніх фірнових полів, формуючи великі нагромадження уламкового крупнонобрилового матеріалу на контакті крутих осипних схилів та вирівняних перезволожених ступенів амфітеатрів. Такі осипи територіально обмежені амфітеатрами древніх фірнових полів, а їхні акумулятивні вали вирізняються особливо великими розмірами. Активні осипні процеси також характерні для урочищ сформованих на пісковиково-аргілітовому і аргілітовому фліші, зокрема – на пригребеневих схилах південної експозиції г. Смотрич. Осипи також проявляються в урочищах випуклих схилів куполоподібних вершин та пригребеневих схилів різної експозиції у вигляді кам'янистих нагромаджень.

Прояви осипних процесів зафіксовані у реліктових водозбірних лійках північно-східної експозиції,

які розміщені у верхів'ї річок Бистрець та Дземброні [Карабінюк, 2020]. На найвищих гіпсометричних рівнях високогірного ландшафтного ярусу Чорногори також поширені кам'яні розсипи у вигляді кам'яних рік довжиною понад 50–100 м. Вони приурочені до випуклих ділянок пригребеневих схилів у місцях прояву гравітаційної тектоніки та вершинах Туркул, Брескул, Шпиці, Пожижевська та ін. (рис. 5).



Рис. 5. Кам'яні розсипи (кам'яні ріки) в урочищі випуклих схилів південно-західної експозиції куполоподібної вершини г. Пожижевська (Фото – Карабінюк М. М.)

Важливе місце серед геолого-геоморфологічних процесів у високогірних ПТК Чорногори займають зсуви. Найбільш масштабні зсувні процеси характерні для урочищ ступінчастих зсувних схилів у верхів'ї пот. Бребенескул, які головно визначили загальний розвиток південно-західного макросхилу ландшафту та безпосередньо пов'язані із його структурно-літологічними особливостями. Активізація подібних зсувних процесів в урочищах сектору південно-західного макросхилу зумовлені чітким узгодження більшості пригребеневих схилів із підшвою масивних пластів чорногірської світи із характерними процесами відсідання та формування зсувних блоків [Ващенко та ін., 1985; Шушняк, 2007; Кlapуta, 2008].

Інтенсивне нівально-ерозійне підрізання пригребеневих схилів у період плейстоценових зледенінь і деградація сніжно-фірнових мас у арфітеатрах древніх фірнових полів у голоцені обумовили активізацію в середньому та пізньому голоцені зсувних процесів у верхніх частинах урочищ амфітеатрів та формування масивних зсувних тіл, які залишаються активними до сьогодні. Подібні зсувні процеси притаманні для більшості урочищ нівально-ерозійного генезису. Масштабні зсувні процеси також проявляються у верхів'ї басейну р. Лазещина в урочищі тектонічно обумовлених зсувів на схилах північно-східної експозиції. Тут вони супроводжуються обвально-осипними процесами.

Значна крутизна поверхонь ландшафтних комплексів високогір'я Чорногори та часті сильні дощі і зливи зумовлюють активізацію тут процесів лінійної ерозії. Під час зливових дощів на схилах високогір'я формуються численні тимчасові руслові потоки, які поступово зливаються у більші струмки із більшою водністю, зумовлюючи розвиток глибинної ерозії та інтенсивне розчленування поверхні урочищ. Особливо активно цей процес відбувається на ділянках урочищ з слабкою задернованістю або пошкодженою дерниною внаслідок лавинної активності чи антропогенного впливу. Така ерозійна діяльність тимчасових водних потоків сприяє формуванню численних борозен, промивин та інших лінійних ПТК фаціального рівня. Особливо великі борозни та яри, які набули контрастних рис, а в їх межах сформувалась відносно складна внутрішня фаціальна неоднорідність, у ландшафтній структурі представлені як ланки. Прикладом таких ланок є борозни на північних схилах г. Говерла та пригребеневих схилах північно-західної експозиції, які є результатом лінійної ерозії

Процеси лінійної ерозії головню характерні для складних урочищ крутих і дуже крутих пригребеневих схилів, у морфологічній будові яких знаходиться значна кількість водозбірних лійок. Найбільшого розвитку у високогірному ярусі Чорногори лінійна ерозія набула в урочищах хвилястих пригребеневих схилів південної і північно-західної експозиції, а також схилів відрогів хребтів, які сформувались на пісковиково-аргілітовому фліші. Піддатливість корінних порід до лінійної ерозії обумовили формування у межах цих урочищ численних борозен та ярів глибиною до 2–3 м. Значний вплив на глибину врізання борозен в урочищах схилів та інтенсивність розвитку лінійної ерозії має потужність і склад делювіального чохла, який безпосередньо задіяний у цьому процесі.

Ландшафтна диференціація процесів

Дослідження сучасних геолого-геоморфологічних процесів у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори та їх ландшафтознавчий аналіз свідчить про значну їхню різноманітність та динамічність. Це головню зумовлено складною ландшафтною структурою, яку формують різновікові та різногенетичні високогірні ПТК із суттєво різними морфометричними характеристиками, особливістю розвитку, складністю внутрішньої будови та ін. Тому інтенсивність їх прояву і характер поширення у межах високогір'я залежить від особливостей ландшафтної організації території, оскільки негативні фізико-географічні процеси характеризуються приуроченістю до певного виду ПТК.

У результаті проведених польових досліджень та камерального геоінформаційного аналізу території у високогір'ї Чорногори ідентифіковано 789 осередків (ос.) прояву негативних геолого-геоморфологічних процесів, що становить близько 63 % від загальної кількості осередків розвитку усіх фізико-географічних процесів у ландшафтному ярусі [Карабінюк, 2020]. Серед них найпоширенішим є осипи, які характеризуються найбільшою інтенсивністю прояву ($4,3 \text{ ос./км}^2$) та зафіксовані у 338 осередках. Інтенсивність прояву лінійної ерозії та обвалів тут становить відповідно 2,9 та $2,4 \text{ ос./км}^2$. Серед аналізованих нами геолого-геоморфологічних процесів локалізоване поширення характерне для зсувів. На всій території високогір'я Чорногори зафіксовано 24 зсувні осередки, а інтенсивність їхнього прояву становить $0,3 \text{ ос./км}^2$.

Суттєві відмінності в інтенсивності прояву та характеру розвитку геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори спостерігаються між висотними місцевостями, що обумовлено їхнім генезисом та літологічними особливостями (рис. 6). Відтак, найінтенсивніший розвиток вище названих процесів понад 13–14 ос./км² характерний для генетичного типу висотних місцевостей давньольодовиково-екзарайційного високогір'я (В, Д), які представлені урочищами глибоковрізаних карів, цирків, трогових долин, нівальних ніш та ін. Окрім значного поширення осипних процесів та ерозії, основною їхньою властивістю є інтенсивний розвиток обвалів в урочищах обвальних осипних та тильних стінках карів, дуже крутих стінках ригелів, нівальних нішах та ін. (рис. 7). У межах давньольодовиково-екзарайційного типу висотних місцевостей зосереджено понад 85 % з усіх осередків прояву обвальних процесів високогір'я Чорногори. Також його особливістю є фактична відсутність зсувів, що безпосередньо пов'язано із особливостями генезису ПТК, їх приуроченням до твердих пісковикових порід та сучасними морфометричними рисами (табл. 1).

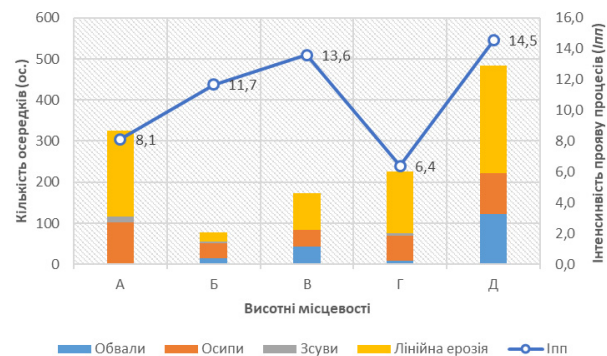


Рис. 6. Ландшафтна диференціація геолого-геоморфологічних процесів у висотних місцевостях високогір'я Чорногори

Таблиця 1

**Ландшафтна диференціація осередків поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів
у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори**

Сектор	Висотна місцевість	Стрія	Обвали			Осипи			Зсуви			Лінійна ерозія		
			к-ть ос.	$I_{лн}^*$ (ос./км ²)	%	к-ть ос.	$I_{лн}$ (ос./км ²)	%	к-ть ос.	$I_{лн}$ (ос./км ²)	%	к-ть ос.	$I_{лн}$ (ос./км ²)	%
Навітряного південно-західного макросхилу	А	I	1	0,1	0,5	81	5,1	23,4	12	0,8	47,8	47	2,9	19,9
		II	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	6,7	0,8
		III	–	–	–	5	5,5	1,5	–	–	–	4	4,4	1,7
		IV	–	–	–	1	1,3	0,3	–	–	–	6	7,5	2,5
		V	–	–	–	15	2,0	4,5	2	0,3	8,7	32	4,2	13,6
	Б	всього	1	0,1	0,5	102	4,0	29,7	14	0,5	56,5	91	3,6	38,5
		VI	14	2,2	7,6	38	5,9	11,3	4	0,6	17,4	21	3,3	8,9
		VII	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
		всього	14	2,1	7,6	38	5,7	11,3	4	0,6	17,4	21	3,3	8,9
		VIII	26	11,3	13,7	15	6,5	4,5	–	–	–	1	0,4	0,4
		IX	1	5,0	0,5	3	15,0	0,9	–	–	–	1	5,0	0,4
		X	1	10,0	0,5	2	20,0	0,6	–	–	–	–	–	–
Півднірного північно-східного макросхилу	В	XI	16	6,7	8,7	19	7,9	5,7	–	–	–	1	0,4	0,4
		XII	–	–	–	–	–	–	–	–	–	5	2,9	2,1
		всього	44	10	23,4	39	5,8	11,7	–	–	–	8	1,2	3,3
		XIII	2	0,1	1,1	44	2,2	13,1	–	–	–	59	2,9	24,7
		XIV	1	1,2	0,5	3	3,7	0,9	–	–	–	5	6,2	2,1
	Г	XV	–	–	–	5	4,5	1,5	4	3,6	17,4	8	7,2	3,4
		XVI	6	4,0	3,3	8	5,3	2,4	2	1,3	8,7	3	2,0	1,3
		всього	9	0,4	4,9	60	2,6	17,9	6	0,3	26,1	75	3,2	31,5
		XVII	118	11,0	61,4	87	8,1	25,8	–	–	–	30	2,8	12,7
		XVIII	2	5,0	1,1	7	17,5	2,1	–	–	–	3	7,5	1,3
		XIX	2	4,0	1,1	4	8,0	1,2	–	–	–	–	–	–
		XX	–	–	–	1	0,2	0,3	–	–	–	9	1,4	3,8
всього		122	6,7	63,6	99	5,5	29,4	–	–	–	42	2,3	17,8	
Разом		190	2,4	100	338	4,2	100	24	0,3	100	237	2,9	100	

* $I_{лп}$ – показник інтенсивності прояву процесу, що виражається відношенням кількості осередків розвитку певного виду фізико-географічного процесу до площі урочища, в межах якого цей процес проявляється [Карабінюк, 2020]



Рис. 7. Кам'яні розсипи в урочищі нівальної ніші Говерляньського кару (верхів'я басейну р. Прут) (Фото – Карабінюк М. М.)

Льодовикове зледеніння плейстоценового періоду у високогір'ї Чорногори також сприяло формуванню на південно-західному макросхилі масиву своєрідних природних територіальних комплексів нівально-ерозійного походження – арфітеатрів древніх фірнових полів, нівальних карів тощо [Міллер, 1963; Мельник, Карабінюк, 2018]. У сучасній ландшафтній структурі досліджуваної території вони формують висотну місцевість *нівально-ерозійного субальпійського високогір'я* (Б), у межах якої виявлено 77 осередків прояву сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів (див. рис. 6). Для неї характерне значне різноманіття процесів, що пов'язано із накладання складної структурно-літологічної основи, наявності низки тектонічних порушень та поєднання своєрідних нівально-ерозійних ПТК. Наприклад, у Говерляньському, Озірному та інших амфітеатрах древніх фірнових полів верхів'я басейну р. Говерла осипні та обвальні процеси спостерігаються головню на крутих і дуже крутих схилах врізання амфітеатрів із виходами корінних порід. У верхній частині урочищ низки амфітеатрів також сформовані зсуви у вигляді горбистих зсувних тіл з крупнобриловими акумулятивними валами, які контактують із виположеними ступінчастими днищами. Тут на крутих міжступеневих схилах та дуже крутих нижній уступах урочища активно розвивається лінійна ерозія, яка зумовила формування складної системи улоговин та ярів. Загальна інтенсивність прояву геолого-геоморфологічних процесів тут становить $11,7 \text{ ос./км}^2$, що є середнім показником серед високогірних висотних місцевостей (див. рис. 6).

Найбільшу площу ($49,1 \text{ км}^2$) у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори займає генетичний тип висотних місцевостей *денудаційного альпійсько-субальпійського високогір'я* (А, Г), які є найстарішими за віком та гіпсометрично найвищими в Українських Карпатах [Мельник та ін., 2018; Карабінюк, 2020]. За даними польових

досліджень у межах місцевостей зафіксовано 358 осередків прояву геолого-геоморфологічних процесів, серед яких найпоширенішим є лінійна ерозія. Зокрема, тут зосереджено близько 70 % від всіх осередків лінійної ерозії у високогір'ї масиву.

Інтенсивність прояву лінійної ерозії у денудаційних ПТК високогір'я масиву є найбільшою та залежить від особливостей морфологічної структури ландшафтних стрій, основною ідентифікаційною ознакою яких є літологічна однорідність геоконкомплексів нижчих рангів. Так, у високогір'ї Чорногори ландшафтні стрії, що сформовані на аргілітовому фліші, характеризуються максимальними показниками інтенсивності прояву процесу лінійної ерозії понад 7 ос./км^2 (див. таблицю). Поширенню лінійної ерозії у високогірному ландшафтному ярусі також сприяють домінування крутих та затяжних схилів із потужних делювіальних чохлам, випадання значної кількості опадів головню у вигляді сильних та зливових дощів, слабкий розвиток ґрунтово-рослинного покриву на найвищих гіпсометричних рівнях тощо.

Характерною рисою денудаційного типу висотних місцевостей високогір'я Чорногори також є значний розвиток осипів різного характеру та походження. Інтенсивність їх прояву досягає $3\text{--}4 \text{ ос./км}^2$. Більшість осипів у високогірних ПТК розвиваються у вигляді шлейфів та складені крупнобриловими уламками масивних слюдистих сірих пісковиків, що головню покриті мохово-лишайниковою та чагарниковою рослинністю. У межах аналізованого нами типу місцевостей найбільша їх кількість приурочена до урочищ пригребневих схилів та водозбірних лійок північно-східної та східної експозицій, що характеризуються більшим ухилом поверхні. Значна кількість осипів у високогірному ландшафтному ярусі в урочищах пригребневих схилів та випуклих поверхнях відрогів гребенів хребтів є давніми та мають перигляціальне походження (кам'яні ріки, греготи).

На розвиток осипів у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори також впливають інші фізико-географічні процеси, зокрема – лавини та снігове роз'їдання (екзарация), активність яких значно більша у секторі північно-східного макросхилу масиву [Карабінюк, 2019; Melnyuk et al., 2019]. Сходження лавин в урочищах крутих схилів та нівально-ерозійних нішах сприяють тут пошкодженню ґрунтово-рослинного покриву, ущільненню снігу у пониженнях рельєфу та формуванню сніжників, які суттєво затримують вегетаційний розвиток рослинності та підвищують ймовірність подальшого розвитку ерозійних та осипних процесів у теплі періоди року.

Найменші показники інтенсивності прояву ($0,1\text{--}0,4 \text{ ос./км}^2$) серед процесів у високогір'ї Чорногори характерні для зсувів, які обмежені у територіальному поширенні та обумовлені структурно-літологічним фактором. Розвиток зсувних процесів у тут територіально обмежений поширенням

аргілітів та товш аргілітового флішу, на яких сформувалися своєрідні ландшафтні стрії у верхів'ї басейнів пот. Бальцатул, Випчина, Гропинець, Погорілець та ін. На рис. 8 представлена карта поширення геолого-геоморфологічних процесів в околицях г. Смотрич, яка демонструє приурочення зсувів виключно до ландшафтної стрії крутих горбистих пригребневих схилів складених тонко-

шаруватими чорними аргілітами та кварцитоподібними темно-сірими пісковиками з чорничниками, яловечниками та гірською сосною. Невеликі зсувні тіла зумовили хвилястий характер поверхні урочищ схилів південної експозиції, які через наявність аргілітів у геологічній основі утримують значну кількість вологи та є найбільш вразливим до зсувних процесів становляться у періоди затяжних опадів.

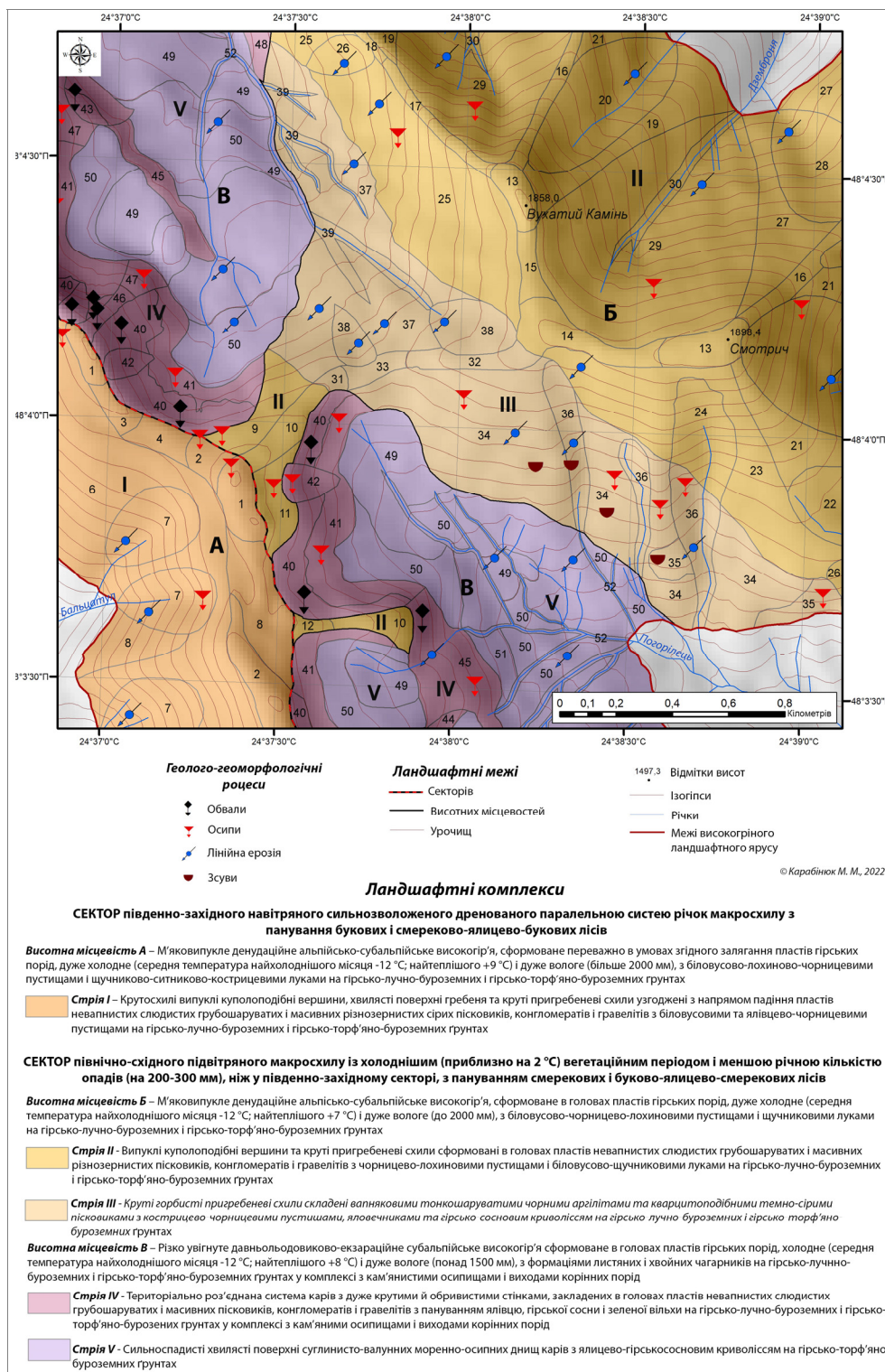


Рис. 8. Карта поширення геолого-геоморфологічних процесів у ландшафтних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори (ділянка в околицях г. Смотрич)

Наукова новизна

Вперше проведений комплексний аналіз факторів та особливостей розвитку сучасних негативних геолого-геоморфологічних процесів у субальпійському й альпійському високогір'ї Чорногори та визначений вплив геологічної будови на поширення найбільших осередків їх розвитку. Уточнено особливості ландшафтно-диференціації обвалів, осипів, зсувів та лінійної ерозії у високогірному ландшафтному ярусі Чорногори у розрізі висотних місцевостей та ландшафтних стрій. Вперше детально описано вплив ландшафтно-структури та встановлено взаємозв'язок різноманіття геолого-геоморфологічних процесів з генезисом та морфологічною будовою території, зокрема – урочищами.

На основі результатів власних польових досліджень та даних геоінформаційного аналізу ми уточнили і деталізували інформацію про інтенсивність прояву негативних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори та їх ландшафтно-диференціацію з врахуванням структурно-літологічних особливостей території, морфометрії рельєфу тощо. Вперше розроблено крупномасштабну карту поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів у високогірних природних територіальних комплексах на ділянку в околицях гори Смотрич та зафіксовано вплив стріальної ландшафтно-структури території на розвиток зсувних процесів.

Практична значущість

Результати дослідження особливостей розвитку та поширення сучасних геолого-геоморфологічних процесів у високогір'ї Чорногори дають можливість проведення подальшого ландшафтного аналізу території, вивчення динаміки та властивостей високогірних природних територіальних комплексів, а також обґрунтувати конструктивні рекомендації щодо оптимізації системи природокористування із врахуванням закономірностей прояву негативних процесів та явищ.

На сьогодні територія високогірного ландшафтного ярусу Чорногори активно використовується для ведення рекреаційно-туристичної діяльності. Ідентифіковані нами осередки прояву обвалів, осипів, зсувів та інших небезпечених процесів дають змогу розробити нові й удосконалити наявні тут туристичні маршрути та шляхи із забезпечення безпеки туристів та рекреантів. Аналіз геолого-геоморфологічних процесів високогір'я Чорногори є важливим для визначення цілісної геоекологічної ситуації в Українських Карпатах та забезпечення сталого розвитку в регіоні.

Висновки

Субальпійське й альпійське високогір'я Чорногори характеризується значним розвитком негативних фізико-географічних процесів, найпоширенішими і найнебезпечнішими із яких є геолого-геоморфологічні – обвали, осипи, зсуви та лінійна ерозія. У результаті проведеного дослідження у високогірному ландшафтному ярусі масиву виявлено 789 осередків прояву цих процесів, основними факторами розвитку та диференціації яких є характер геологічної будови території, її структурно-літологічні особливості та високий рівень ландшафтно-організації.

На основі власних польових досліджень та результатів геоінформаційного аналізу укладено карту поширення негативних геолого-геоморфологічних процесів у природних територіальних комплексах субальпійського й альпійського високогір'я Чорногори у масштабі 1:25 000 на рівні висотних місцевостей, яка свідчить про нерівномірне поширення цих процесів у геокомплексах різного походження та властивостей. Визначено, що найбільша інтенсивність прояву геолого-геоморфологічних процесів характерна для ландшафтних комплексів давньольодовиково-екзарцаційного походження, яка у північно-західному ландшафтному секторі досягає 14,5 ос./км². Також високі показники інтенсивності прояву (11,7 ос./км²) та значна різноманітність геолого-геоморфологічних процесів характерні для висотної місцевості нівально-ерозійного субальпійського високогір'я Чорногори, у межах якої зафіксовано масштабні осередки розвитку обвальних-осипних, зсувних та інших процесів. Загалом, у високогір'ї масиву найбільша інтенсивність прояву притаманна для осипів (4,2 ос./км²), лінійної ерозії (2,9 ос./км²) та обвалів (42,4 ос./км²). Це є результатом переважання у геологічній будові досліджуваної території масивних пісковиків та пісковикового флішу крейдового періоду, складного поєднання геокомплексів різного генезису, переважання крутих схилів та ін.

Особливу увагу приділено вивченню зсувних процесів у високогір'ї Чорногори, які до сьогодні залишалися поза належною увагою дослідників та науковців. У результаті проведених досліджень тут зафіксовано 24 осередки зсувів, що безпосередньо пов'язані із структурно-літологічними особливостями території – поширенням у геологічній будові аргілітів та аргілітового флішу, південно-західне падіння пластів корінних порід та узгодженість із ними південно-західних схилів, наявність низки тектонічних порушень тощо. Приуроченість зсувних процесів у високогір'ї Чорногори до ландшафтних стрій, сформованих на аргілітах та аргілітовому фліші, продемонстрована на прикладі ключової дослідної ділянки в

околицях г. Смотрич, яка увінчує північно-східний відріг головного хребта на межиріччі басейнів р. Дземброня та пот. Погорілець. Загалом, масштабні зсуви зафіксовані у 4 ландшафтних стріях, а їхня загальна інтенсивність прояву становить 0,3 ос./км².

Список літератури

- Болнох О. И., Кравчук Я. С. Геоморфология и вредные стихийные процессы территории Ворохтянского лесокombината. Отчёт по теме 52-66 и 43-67 за 1966-1977 гг. "Геоморфология Украинских Карпат". Львов: Научно-исслед. сектор Львов. ун-та. Геоморфологическая партия, 1967. 114 с.
- Вашенко В. А., Агеев В. А., Шлапинский В. Е., Царненко П. Н., Бузяк И. П., Хильченко Н. М., Щербак А. А. Отчет по групповой геологической съемке масштаба 1:50 000 территории листов М-35-133-А, Б; М-35134-А, Б, В Ивано-Франковской и Закарпатской областей УРСР за 1981-1985 гг. Л.: ПГО "Запукргеология", 1985. Т. 1. 460 с.
- Волошин А. А., Ковалев Ю. В., Мацкив Б. В., Удуд Р. В., Удуд Г. И., Пукач Б. Д. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейна верхнего течения р. Тисы: отчет о результатах геологосъемочных работ масштаба 1:50 000 на площади листов М-35-133-В и Г; L-35-I-A и Б и масштаба 1:25 000 листов М-35-133-В-в, г; М-35-133-Г-в; L-35-I-A-в, в; L-35-I-A-б, г; L-35-I-Б-а-в в 4 т. Берегово: Трест "Киевгеология", 1971. Т. 1. 377 с.
- Гофштейн И. Д., Царненко П. Н. Отчет (по содержанию) на тему "Геолого-геоморфологическая характеристика Черногорского массива Украинских Карпат". Л.: Академия наук УССР. Институт геологии и геохимии горючих ископаемых, 1982. 43 с.
- Гофштейн И. Д. Геоморфологический очерк Украинских Карпат. К.: Наук. думка, 1995. 84 с.
- Карабинюк М. М., Калинич І. В., Пересоляк В. Ю. Морфометричні особливості рельєфу ландшафтів Чорногора і Свидовець в межах Закарпатської області. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Географія*. 2017а. Вип. 43 (2). С. 10-19. http://nbuv.gov.ua/UJRN/NZTNPUg_2017_2_4.
- Карабинюк М. М., Костів Л. Я., Мельник А. В., Сеничак Д. В., Яськів Б. В. Чинники формування ландшафтної структури верхів'я басейну річки Лазещина в межах Чорногори. *Фізична географія і геоморфологія*. 2017б. Вип. 87(3). С. 47-67. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2017.3.07>.
- Карабинюк М. М. Ландшафтна диференціація негативних фізико-географічних процесів у субальпійському і альпійському високогір'ї Чорногори (ділянка "Шешул-Петрос"). *Фізична географія і геоморфологія*. 2019. № 3(93). С. 7-17. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2019.3.01>.
- Карабинюк М. М. Природні територіальні комплекси субальпійського і альпійського високогір'я Чорногірського масиву Українських Карпат : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук: 11.00.01. Київ, 2020. 21 с. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/33352>.
- Клапчук М. В. Динаміка геоморфологічних процесів гірської частини басейну ріки Прут: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.04. К., 2012. 20 с.
- Кравчук Я. С., Сливка Р. Е., Чалик В. И., Чугай Я. Б., Геоморфология и вредные стихийные процессы юго-восточной части Украинских Карпат. Отчет по теме 39-65 за 1965-1966 гг. "Геоморфология Украинских Карпат". Л., 1966. 195 с.
- Кравчук Я. С. Залежність сучасних геоморфологічних процесів від типологічних особливостей рельєфу. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 1982. Вип. 13. С. 43-50.
- Кравчук Я. С. Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат : моногр. Львів: Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 188 с.
- Мельник А. В. Українські Карпати: еколого-ландшафтознавче дослідження : моногр. Львів, 1999. 286 с.
- Мельник А. В., Карабинюк Н. Н. Природные территориальные комплексы субальпийского и альпийского высокогорья Черногоры (участок "Шешул-Петрос"). *Вопросы географии и геоэкологии*. 2018. Вып. 3. С. 56-70. <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/2637>.
- Мельник А. В., Карабинюк М. М., Костів Л. Я., Сеничак Д. В., Яськів Б. В. Природні територіальні комплекси верхів'я басейну річки Лазещина в межах Чорногори. *Фізична географія та геоморфологія*. 2018. Вип. 90(2). С. 5-24. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2018.2.01>.
- Миллер Г. П. Структура, генезис и вопросы рационального использования ландшафта Черногоры в Украинских Карпатах: автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. геогр. наук : 11.00.01. Львів, 1963. 23 с.
- Муха Б. П. Сучасні фізико-географічні процеси. *Чорногірський географічний стаціонар. Навчальний посібник*. Львів: Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2003. С. 77-92.
- Планшети аерофотознімання Рахівського району Закарпатської області. Ужгород: Фондові матеріали ДП "Закарпатський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою", 2017.

- Шушняк В. М. Особливості просторово-часової диференціації сучасних екзогенних геоморфологічних процесів в Українських Карпатах. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2006. Вип. 33. С. 454–457.
- Шушняк В. М. Сучасна екзоморфодинаміка Українських Флішових Карпат : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : 11.00.04. Львів, 2007. 22 с.
- Karabiniuk M., Markanych Y., Burianyk, O., Hnatiak I. & Gostiuk Z. (2020). Methodical aspects of geoinformation analysis of landscape differentiation of modern negative geological and geomorphological processes in natural territorial complexes of the highlands of Chornohora (Ukrainian Carpathians). *International Conference of Young Professionals, GeoTerrace 2020*, Vol. 2020, 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20205709>.
- Klapyta P. (2006). Rzeźba południowych stoków Czarnohory (Karpaty Ukrainie) pomiędzy Howerlą a Turkulem. *Czarnohora: przyroda i człowiek* / po red. M. Trolla. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego. URL: https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/254964/klapyta_rzezbapoludniowych_stokow_czarnohory_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Klapyta P. (2008). Structural control on morphology of south-western slope of Chornohora mountains between mt. Hoverla and Pop Ivan (Eastern Carpathian mountains, Ukraine). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*. Vol. 78, 37–49. URL: <https://bibliotekanauki.pl/articles/191419>.
- Klapyta P., Zasadni J., Dubis L. & Swiader A. (2021). Glaciation in the highest parts of the Ukrainian Carpathians (Chornohora and Svydovets massifs) during the local last glacial maximum. *Catena*, No. 203, 1–25. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105346>.
- Melnyk A., Grodzynskyi M., Obodovskiy O., Kostiv L., Karabiniuk M. & Prytula R. (2019). Altitudinal differentiation of snow cover in the north-eastern sector of Chornohora massive in Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the International Conference of computational Methods in Sciences and Engineering 2019 (ICCMSE-2019)*: AIP Conference Proceedings. Rhodes. Vol. 2186, No. 1, 1–4. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5138049>.
- Rinterknecht V., Matoshko A., Gorokhovich Y., Fabel D. & Xue S. (2012). Expression of the Younger Dryas cold event in the Carpathian Mountains, Ukraine? *Quaternary Science Reviews*, No. 39, 106–114. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2012.02.005>.
- Rogozinski B. & Krobicki M. (2006). Budowa geologiczna wschodnich stoków masywu Pietrosa. *Czarnohora: przyroda i człowiek* / po red. M. Trolla. Kraków: Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Jagiellońskiego. URL: https://ruj.uj.edu.pl/xmlui/bitstream/handle/item/254963/rogozinski_krobicki_budowa_geologiczna_wschodnich_stokow_2006.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Świdorski B. (1937). Geomorfologia Czarnohory. Zbarwna mapa geomorfologiczna w skali 1:25 000 Warszawa: Wyd. kasy Mianowskiego Inst. popierania nauki.

Mykola KARABINIUK^{1a}, Ivan KALYNYCH², Vasyl LETA^{1b}, Mykhailo MYKYTA^{1c}, Volodymyr MELNYCHUK^{1d}

¹ Uzhhorod National University, Department of Physical Geography and Efficient Environmental Management, Universytetska Str., 14, Uzhhorod, 88000, Ukraine, tel. +38(0312)640354, * e-mail: mykola.karabiniuk@uzhnu.edu.ua,

^{1a} <https://orcid.org/0000-0001-9852-7692>, ^{1b} <https://orcid.org/0000-0001-9111-7121>, ^{1c} <https://orcid.org/0000-0001-6621-371X>, ^{1d} <https://orcid.org/0000-0003-1440-8114>.

² Uzhhorod National University, Department of Geodesy, Land Management and Geoinformatics, 14, Universytetska Str., Uzhhorod, 88000, Ukraine, tel. +38(0312)640690, e-mail: ivan.kalynych@uzhnu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0002-5213-3417>.

GEOLOGICAL CONDITIONS OF DEVELOPMENT AND LANDSCAPE DIFFERENTIATION OF MODERN GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL PROCESSES IN THE HIGHLANDS OF THE CHORNOHORA MASSIF (UKRAINIAN CARPATHIANS)

The aim of the research is to analyze the factors of development, distribution and landscape differentiation of geological and geomorphological processes in the subalpine and alpine highlands of Chornohora, as well as to determine the influence of geological structure and morphometric features on the intensity of their development. The methodological basis of the study is a combination of methods of field research and geoinformation analysis using GIS, which allowed to identify the main centers of the highlands of Chornohora of rockfalls, screes, landslides and linear erosion. On the basis of the landscape approach the spatial differentiation of geological and geomorphological processes in high altitude terrains and landscape structures is analyzed and their complex analysis is carried out, and with the help of geoinformation and statistical data processing on location and number of cells the intensity of negative processes is calculated. The main result of the study is a map of the

distribution of negative geological and geomorphological processes (rockfalls, screes, landslides and linear erosion) in the landscape complexes of the subalpine and alpine highlands of Chornohora, as well as a map of a key area near Smotrych Mountain, which expresses landscape processes at the level of landscape striyas and tracts. As a result of the research the structure and specifics of development of geological-geomorphological processes in geocomplexes of different origin and with different morphological and morphometric parameters are analyzed. The influence of geological structure on the development of processes is manifested in the dominance of massive sandstones and sandstone flysch, which contributed to the development of large and steep landforms with inherent intense rockfalls, screes and linear erosion. The analysis of the intensity of the manifestation of these processes testifies to their greatest development in the geocomplexes of ancient-glacial-exarational genesis – corries, cirques, glacial troughs, nival niches, etc. The development, nature and intensity of the manifestation of negative geological and geomorphological processes in landscape complexes of nival erosion and denudation genesis differ significantly. The peculiarity of the differentiation of processes here is their clear dependence on the composition and peculiarities of the occurrence of bedrock stratum, relief morphometry and so on. An important result of the study is the above-mentioned map of the highlands in the vicinity of Smotrych Mountain, which expresses the previously little-studied landslides to the narrow bands of argillites and argillite flysch. Originality. The relationship between the diversity and distribution of negative geological and geomorphological processes with the genesis of landscape complexes of the Chornohora highlands, their structure, structural-lithological and morphometric features is determined. Landscape differentiation and intensity of rockfalls, screes, landslides and linear erosion in the highlands of the studied massif are analyzed and described. Practical significance. The results of the study contribute to the further study of the dynamics and properties of highlands landscape complexes of Chornohora, as well as provide an opportunity to predict the peculiarities of the geological situation and optimize the nature management system, in particular - organizational features of recreational and tourist activities.

Key words: high-mountain landscape tier, screes, rockfalls, landslides, linear erosion, Chornohora Landscape, Ukrainian Carpathian.

Надійшла 15.04.2022 р.