

DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-02>

УДК 502.5

Л. Я. КОСТИВ, канд. геогр. наук,
доцентка кафедри геоecології і фізичної географії
e-mail: lyudmyla.kostiv@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3080-3958>

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79007, Україна

П. М. ШУБЕР, канд. геогр. наук,
доцент кафедри геоecології і фізичної географії
e-mail: pavlo.shuber@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6327-8788>

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79007, Україна

О. О. БУРЯНИК, канд. геогр. наук,
доцентка кафедри геоecології і фізичної географії
e-mail: olesya.buryanyk@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1596-0461>

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Дорошенка, 41, Львів, 79007, Україна

М. М. КАРАБІНЮК, канд. геогр. наук,
доцент кафедри фізичної географії та раціонального природокористування
e-mail: mykola.karabiniuk@uzhnu.edu.ua ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9852-7692>

Ужгородський національний університет,
вул. Університетська, 14, Ужгород, 88000, Україна

КЛІМАТ ЯК ЧИННИК СУЧАСНОГО РЕЛЬЄФОТВОРЕННЯ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО МАКРОСХИЛУ ЧОРНОГОРИ

Мета. Аналіз кліматичних показників які спричинюють формування та розвиток широкого спектра геоморфологічних процесів, у тім числі й небезпечних чи катастрофічних.

Методи. Статистичні, системний аналіз.

Результати. Дослідження виконані на основі аналізу ряду кліматичних показників (кількість та інтенсивність опадів, температурний режим повітря і ґрунту, потужність снігового покриву та запасів води у ньому) сніголавинної станції Пожижевська та Лабораторії ландшафтного моніторингу Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка, які репрезентують різні орокліматичні зони. Встановлено кліматичні показники що впливають на формування сучасних рельєфотворчих процесів північно-східного схилу Чорногори, охарактеризовано їхню неоднорідність у різних природних територіальних комплексах. Особливу увагу приділено процесам фізичного вивітрювання які є досить поширеними і формують матеріал для подальшого розвитку ерозійних та гравітаційних процесів. Їхній розвиток визначають значні амплітуди температур та переходи температури через 0°C. Встановлено, що на ЧГС добові амплітуди температури повітря понад 10°C є характерними для 2/3 днів теплового періоду, понад 15°C – у третині днів, понад – 20°C поодинокі, максимальне значення – 25,2°C. Добові амплітуди температури на відкритій поверхні ґрунту понад 20°C фіксували у половині днів теплового періоду з неодноразовим перевищенням 30°C. Із глибиною ці показники у ґрунті згладжуються, але ще відчутні на глибині 20 см. Перехід температури повітря через 0°C (також є одним із чинників дефлюкції) на ЧГС в середньому фіксували у 98 днях за рік (в т. ч. 38 у безсніговий період). Проаналізовано кількість та інтенсивність опадів що впливають на розвиток ерозійних процесів, формування паводків, селів, лавин, а опосередковано – зсувів і обвалів.

Висновки. Визначено, що основними кліматичними показниками, які спричинюють формування та розвиток різних геоморфологічних процесів є опади, температурний режим та потужність снігового покриву

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *рельєфоформуючі процеси, опади, температура, ерозія, фізичне звітрювання, дефлюкція, паводки*

Як цитувати: Костів Л. Я., Шубер П. М., Буряник О. О., Карабінюк М. М. Клімат як чинник сучасного рельєфотворення північно-східного макросхилу Чорногори. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології.* 2023. Вип. 39. С. 16-26. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-02>

© Костів Л. Я., Шубер П. М., Буряник О. О., Карабінюк М. М., 2023



[This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

In cites: Kostiv L. Ya., Shuber P. M., Burianyk O. O., & Karabiniuk M. M. (2023). Climate as a factor in the modern relief formation of the northeastern macroslope of Chornohora. *Man and Environment. Issues of Neoeology*, (39), 16-26. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2023-39-02> (in Ukrainian)

Вступ

Гірський масив Чорногора розташований в Українських Каратах і є найвищим для цієї території (г. Говерла, 2 061 м). У його межах сформувалися природні територіальні комплекси альпійсько-субальпійського та лісистого середньо- і низькогір'я які охороняються Карпатським Національним природним парком та активно використовуються в цілях рекреації. Значне вертикальне та горизонтальне розчленування, стрімкі схили, неоднорідність флішових товщ, якими він складений, зростаюче антропогенне навантаження та кліматичні умови спричинюють активний розвиток широкого спектру сучасних рельєфоформуючих процесів, які Кравчук [1] для Полонинсько-Чорногірських Карпат об'єднує у сім груп – ерозійно-аккумулятивна діяльність річок, площинний змив, яркова ерозія, обвальна-осипні, зсувні, дефлюкція, селеві. Їхнє просторове поширення головно визначають геолого-геоморфологічні чинники, а інтенсивність – кліматичні. На характеристиці останніх ми зупинимося детальніше.

Дослідження Чорногори, особливо її північно-східного макросхилу започатковані ще в XIX ст. і включають геологічні, геоморфологічні, кліматичні, ботанічні, ґрунтові, ландшафтознавчі та ін. Кліматичні показники для розуміння розвитку низки фізико-географічних процесів у Карпатах в цілому і в Чорногорі зокрема, проаналізовано у дослідженнях [2, 3] та ін. Для їхньої характеристики автори аналізували в основному дані сніголавинної станції Пожижевська та метеостанції Яремче. Для аналізу передумов

проходження катастрофічного паводку 2008 р. [4] окрім згаданих метеостанцій використали показники автоматичної метеостанції Чорногірського географічного стаціонару (ЧГС), що дало можливість детально охарактеризувати інтенсивність опадів за цей період. На увагу заслуговує дослідження кліматичних передумов розвитку сучасних стихійних процесів у басейні верхнього Пруту [5], яке проведено на основі аналізу основних показників метеостанцій Пожижевська, Яремче та ЧГС. Формування паводкового режиму верхів'я Прута досліджували [3, 6, 7] на основі кількарічних польових досліджень проаналізована структура снігового покриву та запаси води у ньому в передвесняний період по профілю ЧГС-Пожижевська для прогнозування весняного водопілля.

За останнє десятиліття на північно-східному макросхилі Чорногори спостерігається тенденція до активізації процесів ерозії (особливо у природних територіальних комплексах альпійсько-субальпійського середньогір'я) та формування небезпечних паводків, що пов'язано із зростанням антропогенного навантаження на ці території, а також і з певними кліматичними змінами.

Метою дослідження є аналіз кліматичних показників (кількість та інтенсивність опадів, температурний режим повітря і ґрунту, потужність снігового покриву та запасів води у ньому) які спричинюють формування та розвиток широкого спектра геоморфологічних процесів, у тім числі й небезпечних чи катастрофічних.

Методика дослідження

Дослідження виконані на основі аналізу одинадцятирічного (2010–2020 рр.) ряду кліматичних показників сніголавинної станції Пожижевська [8] та Лабораторії ландшафтного моніторингу Чорногірського географічного стаціонару Львівського національного університету імені Івана Франка [9], які репрезентують різні орокліматичні зони. Сніголавинна станція Пожижевська розташована на безлісому схилі одноіменної гори на висоті

1 450 м і її показники в загальних рисах характеризують кліматичні умови розташованого вище альпійсько-субальпійського середньогір'я. Чорногірський географічний стаціонар (ЧГС) Львівського національного університету імені Івана Франка розташований на висоті 998 м у долині р. Прут (на виположеному флювіогляціальному конусі винесення) у межах лісистого середньогір'я. Його дослідні метеорологічні майданчики розташовані в

хвойному стиглому лісі (світлова повнота 0,8) та на відкритій вториннолучній ділянці, що дає можливість інтерполювати дані як на лісовкриті території, так і на безлісій. Метеорологічні спостереження проводяться відповідно до Настанови гідрометеорологічним

станціям і постам [10] Для характеристики добових коливань температури повітря (на висоті 2 м) та ґрунту (на глибинах 0,1, 0,2 та 0,4 м) використано матеріали автоматичної метеостанції «Fischer», яка кожні 15 хв автоматично фіксує усереднені щосекундні дані [11].

Результати та обговорення

Передумовою розвитку основних ерозійних і гравітаційних процесів Чорногори, окрім інших чинників, є фізичне вивітрювання, яке формує уламковий матеріал для подальшого його переміщення. Найінтенсивніше його утворення спостерігається в альпійсько-субальпійському середньогір'ї на ділянках із виходами на поверхню корінних порід – осипи на бокових і задніх стінках карів, кам'яні розсипища на пригребневих і вершинних поверхнях. У лісистому середньогір'ї виходи порід приурочені в основному до стрімких схилів річок та днищ тимчасових потоків – «зворів».

Оскільки фізичне звітрювання виникає внаслідок добового коливання температури в масиві гірських порід (температурне звітрювання) чи періодичного замерзання води, яка проникла в тріщини (морозне звітрювання), то доцільно проаналізувати такі кліматичні показники як добові амплітуди температур повітря і ґрунту та добові переходи температури через 0°C. Температурне звітрювання призводить до лушення і відслонення порід внаслідок виникнення напруги

об'ємно-градієнтного типу чи утворення дрібнозернистого матеріалу внаслідок напруги між мінералами породи з різним коефіцієнтом теплового розширення. Морозне звітрювання формує переважно крупноуламковий матеріал.

За досліджуваний 11-річний період за даними ЧГС [9] середня річна температура повітря становила +5,9°C. Найхолоднішим був січень із середньою температурою -4,9°C, а найтеплішими – липень та серпень із температурою +16°C. Середня тривалість безморозного періоду коливалася в межах 130–150 днів. На розташованій вище сніголавинній станції Пожижевська середньорічна температура повітря була нижчою (+4,4°C). Найхолоднішим місяцем теж був січень (-6,0°C), а найтеплішим серпень (+14,5°C) (рис. 1). Водночас у температурному режимі простежено значні відмінності по роках – найхолоднішим на обох станціях за аналізований період був 2011 рік із середньорічною температурою повітря, а найтеплішим – 2019 рік.

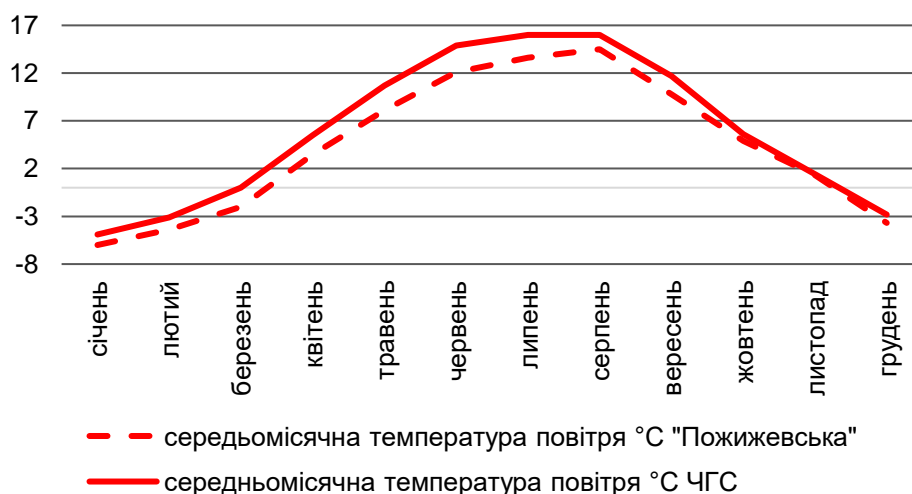


Рис. 1 – Середньомісячна температура повітря за період 2010–2020 рр. на метеостанціях ЧГС та Пожижевська

Fig. 1 – Average monthly air temperature for the period 2010–2020 at Chornohora Geographical Station and Pozhyzhevskaya weather stations

Для аналізу добових амплітуд повітря на метеостанції ЧГС, використано ряд даних (травень-вересень) автоматичної метеостанції «Ficheg» що розташована на відкритій ділянці та кожні 15 хв. фіксує осереднені щосекундні показники. Вони краще відображають екстремальні температури повітря, оскільки не амортизуються захистом дерев'яної метеобудки. Слід зазначити, що добові амплітуди 10°C і вище є характерними для 2/3 днів кожного місяця (травень-вересень) аналізованого періоду. Найбільше їх фіксували у серпні – в середньому 24 дні на місяць (у серпні 2015 року – 28 днів), оскільки у цей період типовими є високі температури повітря (як середні, так і максимальні) при

порівняно незначній хмарності. Добові амплітуди температури повітря понад 15°C також найчастіше фіксували у серпні – в середньому 12 днів на місяць. Добові амплітуди повітря понад 20°C за аналізований період реєструвалися поодинокі, найвищий показник – $25,2^{\circ}\text{C}$ був зафіксований у травні 2012 р. Загалом повторюваність добових амплітуд повітря понад 20°C для околиць ЧГС є незначною – у травні від одного до чотирьох днів на місяць, у червні – один-три, у липні та серпні – один-два, у вересні – не більше одного.

Амплітуди температур, фіксовані на очищеній від рослинності незатіненій поверхні розрихленого ґрунту є значно більшими.

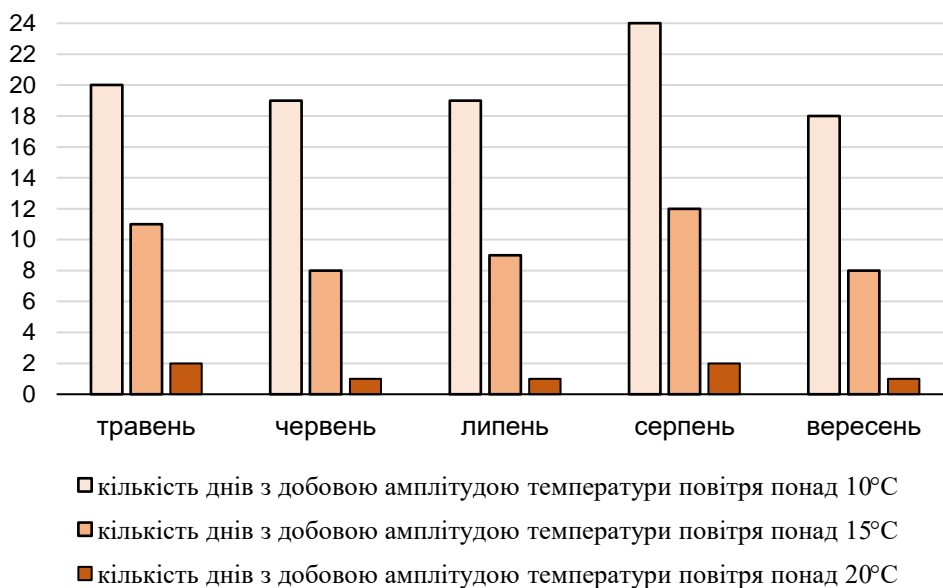


Рис. 2 – Кількість днів із амплітудами температури повітря понад 10, 15 і 20°C за період 2010–2020 рр. на метеостанції ЧГС

Fig. 2 – The number of days with air temperature amplitudes above 10, 15, and 20°C for the period 2010–2020 at the Chornohora Geographical Station weather station

На ЧГС за аналізований період максимальна температура описаної поверхні становила $+39,6^{\circ}\text{C}$. У теплі сезони неодноразово фіксували добові амплітуди температури на поверхні ґрунту понад 30°C , а амплітуди понад 20°C є характерними для антициклонального типу погоди даної території. Водночас на поверхні з зеленомоховим покривом під пологом стиглого ялинового лісу амплітуди температур є значно нижчими – тільки у третині днів теплого періоду вони перевищують 5°C (антициклональний тип погоди), та один-три дні становлять понад 10°C (переважно у травні).

Із глибиною добові амплітуди температур у ґрунті згладжуються, але ще відчутні на глибині 20 см. Для їхньої характеристики використано одинадцятирічний ряд даних температур вимірюваних у бурому середньосуглинковому щербенистому ґрунті під природною (вториннолучною) рослинністю на глибинах 10, 20 і 40 см. На глибині 10 см у літні місяці ґрунт прогрівався до температури понад 20°C , а максимальна амплітуда становила $8,2^{\circ}\text{C}$. Максимальні добові амплітуди температур ґрунту у часі в основному співпадали з найвищими амплітудами температури повітря, але чітко вираженої кореляції не спостерігалось, оскільки на

температуру ґрунту значно впливала його вологість. Загалом у літні місяці максимальні добові амплітуди на глибині 10 см змінювалися в межах 6,0–8,2°C. Найменш змінними ці показники були у серпні, найбільше – у червні. У перехідні сезони (весняний та осінній) максимальні добові амплітуди змінювалися в широкому діапазоні (від 4,0 до 6,6°C) із загальною тенденцією до зменшення при наближенні зими. В зимовий сезон на цій глибині ґрунт промерзав, а зі встановленням снігового покриву добові амплітуди не простежувалися. Водночас зміна погодних умов (сильні морози) спричинювала зміну температури ґрунту на глибині 10 см навіть під сніговим покривом потужністю понад 20 см. Періоди відлиг, які протягом холодного періоду наставали від одного до п'яти разів призводили до часткового чи повного сніготанення, а відповідно – до розмерзання ґрунту на цій глибині. Відлиги були різної тривалості та характеризувалися у ґрунті температурними амплітудами 0,1–0,2°C, які відображали в основному зміну погодних умов.

На глибині 20 см ці процеси були менш відчутні та зафіксовані менш ніж у третині відлиг. Загалом на глибині 20 см періоди з від'ємними зимовими температурами були коротшими, оскільки відбувалося поступове зниження температури протягом сезону, а їхнє мінімальні значення (від -0,1°C до -0,6°C) фіксували у кінці лютого – на початку березня. У теплий період добові амплітуди на глибині 20 см проявлялися слабше, а їхні максимальні значення (2,5–3,5°C) приурочені до антициклонального типу погоди.

На глибині 40 см у теплий період виражені погодні амплітуди температури, а добові коливання проявляються дуже слабо. При накладанні погодних і добових амплітуд їхні значення сягали понад 1°C. Промерзання ґрунту на глибину понад 40 см за описуваний період спостерігали тільки у лютому-березні 2011 та 2012 рр.

Формування шарів мерзлого ґрунту, його замерзання та розмерзання є одним із чинників розвитку процесів дефлюкції, які проявляються на схилових поверхнях, але ще є недостатньо вивченими в умовах середньогір'я Карпат і Чорногори зокрема. На процеси дефлюкції, а також на процеси фізичного вивітрювання значний вплив має

перехід температури повітря через 0°C, що супроводжується розмерзання та замерзання води. За аналізований одинадцятирічний період кількість днів із переходом температури повітря через 0°C у лісистому середньогір'ї (ЧГС) у середньому становила 98 за рік, їх фіксували в усі періоди, окрім літа. Найбільше днів із такими переходами температури повітря закономірно спостерігається у перехідні періоди: в березні в середньому їх було 20 (найбільше у 2019 р. – 28), у квітні та листопаді – по 17 (рис. 3). У зимовий, а особливо у ранньовесняний періоди, на які припадає дві третини днів із переходом температури через 0°C, процеси розмерзання та замерзання води у ґрунті та на його поверхні є актуальними тільки для дуже стрімких і обривистих поверхонь на яких не формується сніговий покрив. У безсніговий період середня кількість таких днів у році становить 38, найбільше їх у квітні, жовтні та листопаді. На початку квітня та в листопаді на процеси розмерзання та замерзання ґрунту накладається його перезволоження внаслідок тання нестійкого снігового покриву. Подібний розподіл фіксувався і на Пожижевській (показники репрезентують субальпійський пояс), але з меншою кількістю днів без снігового покриву.

Опади впливають на розвиток процесів змиву та розмиву, а також на формування паводків і селів. Середньорічна кількість опадів, яка визначає потенційну небезпеку ерозії на даній території у найвищій частині Карпат за період 2010-2020 рр становила понад 1 600 мм (Пожижевська), а на розташованій нижче метеостанції ЧГС опадів менше – 1 450 мм (рис. 4). У холодний період на альпійсько-субальпійському середньогір'ї опадів випадає значно більше ніж у лісистому середньогір'ї, що призводить до формування потужного снігового покриву. В окремі роки спостерігалися значні коливання суми опадів – найменш зволеним був 2012 рік, найвологішими 2010 та 2020 роки. За аналізований період у лісистому середньогір'ї північно-східного сектора Чорногори з опадами в середньому було 216 днів на рік (ЧГС), а на розташованій вище Пожижевській – 180 днів. Протягом року опади випадають нерівномірно – на обох станціях їхній максимум спостерігався в травні-червні, а мінімальна кількість опадів припадає на осінні місяці.

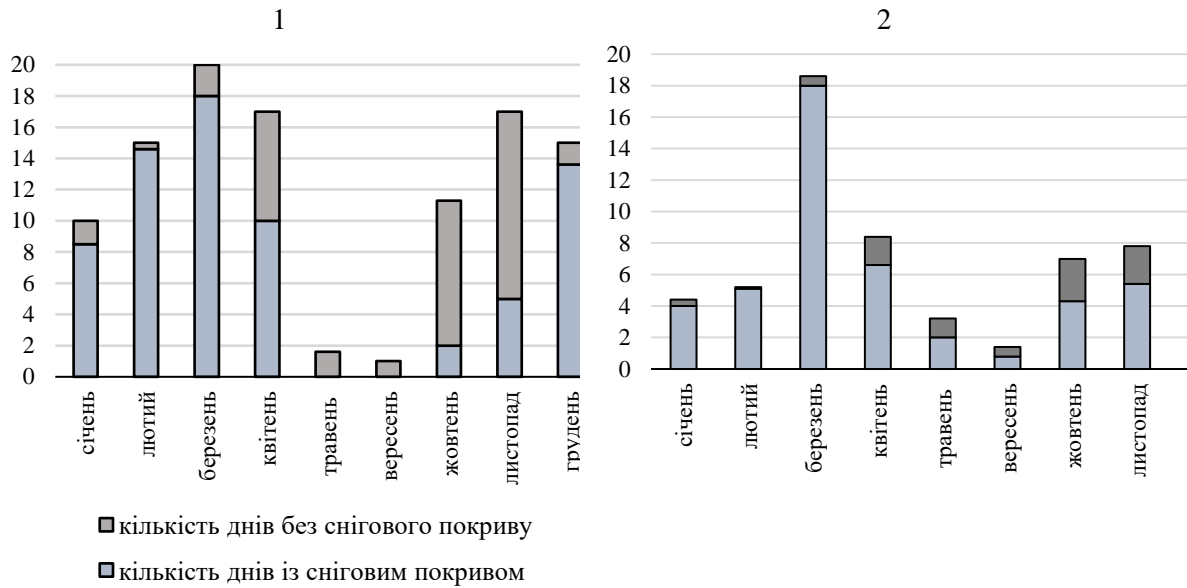


Рис. 3 – Кількість днів із переходом температури через 0°C за період 2010–2020 рр. на ЧГС (1) та Позижевській (2)

Fig. 3 – The number of days with the temperature passing through 0°C for the period 2010–2020 at Chornohora Geographical Station (1) and Pozhyzhavska (2)

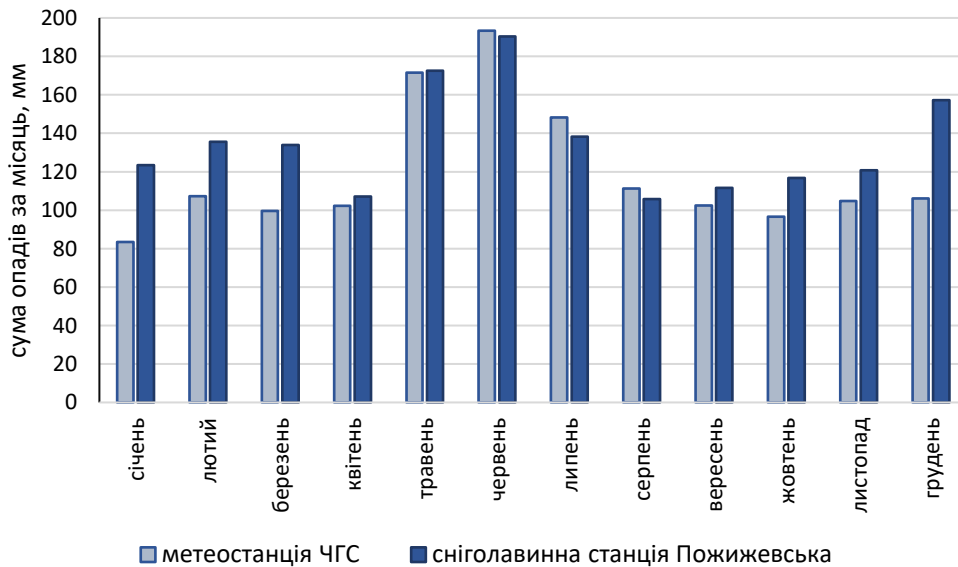


Рис. 4 – Сума опадів за місяць за період 2010–2020 рр. на метеостанціях ЧГС та Позижевська

Fig. 4 – Amount of precipitation per month for the period 2010–2020 at Chornohora Geographical Station and Pozhyzhavska weather stations

Для аналізу розвитку ерозійних процесів необхідно детальніше охарактеризувати розподіл опадів протягом року, їхні види та кількість за один дощ. Переважаючими є затяжні фронтальні дощі, при яких добова сума опадів заледве перевищує 1-2 мм, частка зливових опадів є незначною.

Вважають, що опади понад 10 мм за добу можуть формувати поверхневий стік на незадернованій поверхні [11], а також незначні підняття води у верхів'ях Прута [6]. Для середньогір'я північно-східного схилу Чорногори дощі з добовою сумою опадів понад 10 мм не є переважаючими – в теплий період

у середньому щомісяця фіксують по три-чотири таких дощі (рис. 5). І тільки у травні та липні їхня кількість збільшується до семи-дев'яти за місяць, а у червні – до десяти. У високогір'ї такі дощі випадають частіше – в середньому чотири-п'ять за місяць, а в травні-червні – до десяти. В альпійсько-субальпійському поясі Чорногори весняні опади спричинюють стрімке руйнування снігового покриву, що призводить до посилення делювіального змиву та формування паводків. Паводки формують також пізньоосінні та зимові дощі, які випадають під час відлиг на поверхню з уже встановленим сніговим покривом, посилюючи його танення [7].

Відповідно до класифікації [12] небезпечними вважаються дощі, при яких випадає 15-29 мм за 12 годин, а стихійними – понад 30 мм за 12 годин, оскільки в поєднанні з

іншими чинниками вони спричинюють значні паводки на ріках. Згідно дослідження перевищення норми опадів у 2–2,5 рази, які надходять у ґрунт та гідромережу, спричиняють підвищення рівня води і перенасичення ґрунту, тому після зливових опадів значна кількість зсувних ділянок перебувають у стадії підготовки до сповзання. Небезпечні дощі переважно випадають у травні-липні, на ЧГС фіксували в середньому по два-чотири на місяць, а їхня найбільша кількість приурочена до червня, коли майже щороку випадало від чотирьох до шести таких дощів. Стихійні дощі теж приурочені до теплого періоду, коли щороку за сезон випадає по два-три дощі з таки шаром опадів, а у 2019 році їх було аж сім. На Пожижевській кількості стихійних дощів була меншою – переважно один-два за теплий сезон і стільки у холодний [14].

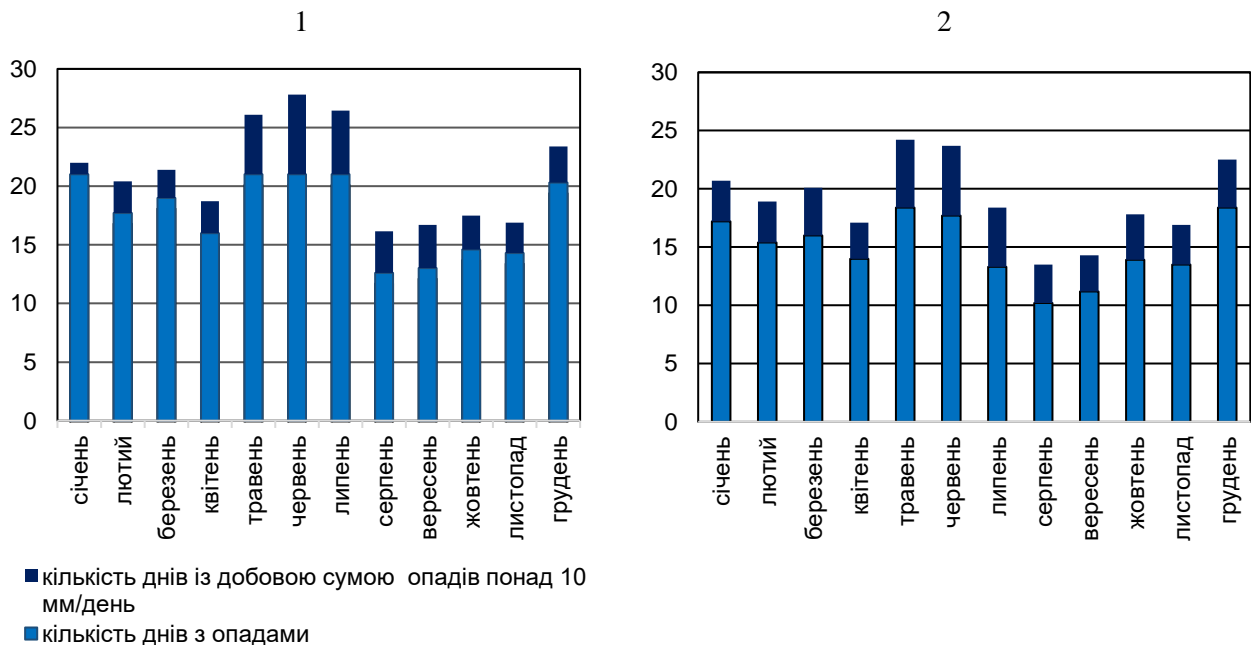


Рис. 5 – Кількість днів з опадами та кількість днів із добовою сумою рідких опадів понад 10 мм/день за період 2010–2020 рр. на метеостанції ЧГС (1) та Пожижевська (2)

Fig. 5 – The number of days with precipitation and the number of days with a daily amount of liquid precipitation exceeding 10 mm/day for the period 2010–2020 at the Chornohora Geographical Station (1) and Pozhyzhevskya (2) weather stations

Ерозійна дія опадів залежить від їхньої кількості за один дощ, інтенсивності та тривалості дощу. За аналізований період максимальна добова сума опадів випала на метеостанції Пожижевська 21 листопада 2015 року – 84,3 мм (з них 52,2 мм нічні та 25,1 мм денні опади), на метеомайданчику ЧГС цей дощ дав 70 мм опадів, що призвело

до формування високого (підняття рівня води понад один метр) але короточасного паводка. Найбільша добова сума опадів на ЧГС зафіксована у червні 2020 р. – 75 мм (із них 40 мм нічні та 35 мм денні опади), що призвело до збільшення витрат води ріки Прут майже втричі та формування паводку, а також до інтенсивного делювіального

змиву навіть на лісовкритих схилах. Максимум опадів в літню пору на Пожижевській фіксувався у серпня 2011 року – 70 мм за добу, з них 58 мм нічні та 12 мм денні. Загалом, дощі з добовою сумою опадів понад 40 мм за період 2010-2020 рр. на ЧГС фіксували тільки 11 разів і випадали вони не щороку. Найбільше їх випало у червні-липні 2019 року (чотири) та у 2020 та 2018 роках (по два відповідно).

Вплив основних характеристик снігового покриву альпійсько-субальпійського середньогір'я Чорногори на формування лавинних процесів розглянуто у роботах Є. Тихановича [15]. Танення снігового покриву впливає на інтенсивність делювіального змиву, формування повеней на ріках, соліфлюкції. При теплій дощовій погоді, яка посилює сніготанення, в умовах сильно розчленованого рельєфу спостерігається різке інтенсивне підняття рівня води у потоках і річках, що призводить до розмиву берегів та

спровокує зсувні, осипні й обвальні процеси та переформування русел. Висота снігового покриву в околицях ЧГС у передвесняний період (кінець лютого-березень) дуже різнилася по роках і змінювалася на відкритих ділянках від 70 до 10 см, а у лісі від 40 до 5 см. Відповідно, запаси води в снігу цього періоду теж змінювалася від 200 мм на відкритих поверхнях і 95 мм на лісовкритих до 50 і 10 мм відповідно. Інтенсивність сніготанення залежала від низки умов, які є дуже варіабельними – температури повітря та ґрунту, глибини промерзання та відтавання ґрунту, його вологості та проникливості, опадів, а також експозиційності та залісненості. Тому сніготанення зазвичай тривало 10–15 днів і завершувалося у різні терміни – від кінці березня до першої декади травня, але переважно у третій декаді квітня. Максимальні втрати запасів води у сніговому покриві під час сніготанення становили 20 мм за добу.

Висновки

Для розуміння впливу кліматичних змін на процеси рельєфотворення доцільно проаналізувати кліматичні характеристики за триваліший період. Але навіть поведений аналіз за період 2010-2020 рр. вказує та значну варіабельність цих показників впродовж річного циклу, а також по роках. Водночас простежується певна кореляція у межах альпійсько-субальпійського та лісистого середньогір'я. Термічні характеристики, які є одними з провідних чинників фізичного вивітрювання проявляються або у теплий період (добові амплітуди температур), або у перехідний (добовий перехід температури через 0°C). Відзначено, що на ЧГС добові амплітуди незатіненої поверхні незадернованого ґрунту були втричі вищими, ніж на поверхні вкритій зеленомоховим смеречником. Добові коливання температури ґрунту під природною вториннолучною рослинністю простежуються на глибині до 20 см. Опадів випадало більше у межах альпійсько-субальпійського середньогір'я, але кількість дощових днів, а також небезпечних та стихійних дощів фіксували більше у лісистому середньогір'ї. Тенденції щодо зростання кількості

опадів за аналізований період не виявлено, як і підвищення температури повітря. В альпійсько-субальпійському поясі Чорногори весняні опади спричиняли стрімке руйнування снігового покриву, що призводило до посилення делювіального змиву та формування кількох повенево-паводкових піків на р. Прут. Паводки формували літні, а також пізньосінні та зимові дощі, які випадають на поверхню зі сніговим покривом посилюючи його танення. Сніготанення у лісистому середньогір'ї зазвичай завершувалося до кінця квітня, у альпійсько-субальпійському поясі сніжники у карах зберігалися до середини червня. На кліматичні чинники, що спричиняють інтенсифікацію рельєфотворюючих процесів (у т. ч. небезпечних і катастрофічних) можна впливати тільки опосередковано, нормуючи рекреаційне навантаження для збереження дернового покриву та недопущення стежкоутворення в альпійсько-субальпійському середньогір'ї; обмежуючи вирубки лісів, у т. ч. санітарні, не допускаючи рух транспортних засобів дорогами без твердого покриття.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації цього рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Кравчук Я. С. Сучасні екзогенні рельєфоутворювальні процеси. *Геоморфологія Полонинсько-Чорногірських Карпат*. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2008. С. 98–106.
2. Ковальчук І. Гідролого-геоморфологічні процеси в карпатському регіоні України. *Праці Наукового товариства ім. Шевченка*. Львів, 2003. Т. 12: Екологічний збірник. Екологічні проблеми Карпатського регіону. С. 101–125.
3. Melnyk A., Grodzynskiy M., Obodovskiy O., Kostiv L., Karabiniuk M., Prytula R. Altitudinal differentiation of snow cover in the north-eastern sector of Chornohora massive in Ukrainian Carpathians. *AIP Conference Proceedings*. 2019. Vol. 2186. N 1. 120018. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5138049>
4. Мельник А. В., Шубер П., Шушняк В., Костів Л., Березяк В. Фізико-географічні передумови, динаміка та наслідки катастрофічного липневого паводка 2008 року у верхів'ї річки Прут. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ.* 2009. Вип. 37. С. 136-150. URL: <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/2391>
5. Дудич В., Гнатяк І. Аналіз впливу кліматичних чинників на розвиток екзогенних процесів у басейні Верхнього Пруту. *Вісник Львівського університету. Сер. географ.* 2012. Вип. 40 (1). С. 214–224. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgg.2012.40.2046>
6. Костів Л. Я., Мельник А. В. Динаміка літніх сезонних станів геокомплексів околиць Чорногірського географічного стаціонару. *Фізична географія та геоморфологія*, 2017. Вип. 3(87). С. 67–75.
7. Карабінюк М. М., Гнатяк І. С., Буряник О. О., Гостюк З. В., Карабінюк Я. В. Сучасна динаміка рівнів вод та їх паводкових підйомів у верхів'ї річки Прут у межах ландшафту Чорногора (Українські Карпати). *Фізична географія та геоморфологія*. 2021. Вип. 1-3(105-107). С. 7–17. DOI: <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.01> URL: <https://phgg.knu.ua/archive/44/1>
8. Фондові метеорологічні дані МНС України СЛС Пожижевська, 2010–2020 рр.
9. Фондові метеорологічні дані Чорногірського географічного стаціонару (ЧГС) (Львівського національного університету ім. Івана Франка), 2010–2020 рр.
10. Настанова з оперативного гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування галузей національної економіки. Вип. 1. Ч. 1. Метеорологічне забезпечення та обслуговування основні положення. Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2006.
11. Frich P., Alexander L. V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A. M. G., Peterson T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Res.* 2002. Vol. 19. P. 193-212. DOI: <https://doi.org/10.3354/cr019193>
12. Настанова гідрометеорологічним станціям і постам. Вип. 3. Ч. 1. Метеорологічні спостереження на станціях. Державна гідрометеорологічна служба. Київ, 2011.
13. Лялько В. І., Апостолов О. А., Слістратова Л. О. Вплив природних та антропогенних факторів на формування небезпечних ситуацій: зсувів, паводків (на прикладі ділянки верхньої течії річки Дністер. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2017. Вип. 15. С. 31–39.
14. Карабінюк М. М., Марканич Я. В. Динамічність кліматичних умов та сучасні тенденції їхніх змін у північно-східному секторі ландшафту Чорногора (Українські Карпати). *Природа Карпат: науковий щорічник Карпатського біосферного заповідника та Інституту екології Карпат НАН України*. 2020. Вип. № 1 (5) С. 58–70. URL: http://cbr.nature.org.ua/Pr_Car/Pryroda_Karpat_5.pdf
15. Тиханович Є. Є. Біланюк В. І. Умови сходження лавин у масиві Чорногора (Українські Карпати). *Вісник Львівського університету. Сер. географ.* 2016. Вип. 50. С. 359–368. DOI: <https://doi.org/10.30970/vgg.2016.50.8725>

Стаття надійшла до редакції 08.05.2023

Стаття рекомендована до друку 10.06.2023

L. Ya. KOSTIV, PhD (Geography),

Associate Professor of the Department of Geoecology and Physical Geography

e-mail: lyudmyla.kostiv@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-3080-3958>

Ivan Franko Lviv National University,
41 Doroshenko Str, Lviv, 79007, Ukraine

P. M. SHUBER, PhD (Geography),

Associate Professor of the Department of Geoecology and Physical Geography

e-mail: pavlo.shuber@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6327-8788>

Ivan Franko Lviv National University,
41 Doroshenko Str, Lviv, 79007, Ukraine

O. O. BURIANYK, PhD (Geography),

Associate Professor of the Department of Geoecology and Physical Geography

e-mail: olesya.buryanyk@lnu.edu.ua ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1596-0461>

Ivan Franko Lviv National University,
41 Doroshenko Str, Lviv, 79007, Ukraine

M. M. KARABINIUK, PhD (Geography),

Associate Professor of the Department of Physical Geography and Rational Nature Management

e-mail: mykola.karabiniuk@uzhnu.edu.ua ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9852-7692>

Uzhhorod National University,
14 Universytetska Str., Uzhhorod, 88000, Ukraine

CLIMATE AS A FACTOR IN THE MODERN RELIEF FORMATION OF THE NORTHEASTERN MACROSLOPE OF CHORNOHORA

Purpose. To analyze climatic indicators that cause the formation and development of a wide range of geomorphological processes, including dangerous or catastrophic ones.

Methods. Statistical, system analysis.

Results. The research was based on the analysis of a number of climatic indicators (amount and intensity of precipitation, air and soil temperature, thickness of snow cover and water reserves in it) of the Pozhyzhevskaya snow avalanche station and the Laboratory of Landscape Monitoring of the Chornohora Geographical Station of the Ivan Franko National University of Lviv, which represent different oroclimatic zones. As a result of the study, the climatic indicators influencing the formation of modern relief processes of the northeastern slope of Chornohora were mainly established, and their heterogeneity in the different natural territorial complexes was characterized. Particular attention is paid to the processes of physical weathering, which are quite widespread and form the material for the further development of erosion and gravity processes. Their development is determined by significant temperature amplitudes and temperature transitions through 0°C. It has been established that at the Chornohora Geographical Station, daily air temperature amplitudes above 10°C are characteristic of 2/3 of the days of the warm period, above 15°C - on a third of the days, above 20°C in some cases, with a maximum value of 25.2°C. The daily amplitudes of temperature on the open soil surface above 20°C were recorded on half of the days of the warm period with repeated exceeding of 30°C. With depth, these indicators in the soil are smoothed out, but are still noticeable at a depth of 20 cm. The transition of the air temperature through 0°C (also one of the factors of defluxation) to the Chornohora Geographical Station was recorded on average on 98 days per year (including 38 in the snowless period). The amount and intensity of precipitation affecting the development of erosion processes, the formation of floods, mudflows, avalanches, and indirectly landslides and landslides.

Conclusions. It has been found that the main climatic indicators that cause the formation and development of various geomorphological processes are precipitation, temperature, and snow cover thickness.

KEY WORDS: *relief-forming processes, precipitation, temperature, erosion, physical weathering, deflation, floods*

References

1. Kravchuk, Y.S. (2008). Modern exogenous landforming processes. *Geomorphology of the Polonynsko-Chornohirsk Carpathians*, 98-106. (In Ukrainian)
2. Kovalchuk, I. (2003). Hydrological and geomorphological processes in the Carpathian region of Ukraine. *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society*, 12, 101-125. (In Ukrainian)

3. Melnyk A., Grodzynskiy 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. *AIP Conference Proceedings*, 2186(1), 120018. <https://doi.org/10.1063/1.5138049>
4. Melnyk A.V., Shuber, P., Shushnjak, V., Kostiv, L. & Berezyak V. (2009). Physical and geographical preconditions, dynamics and consequences of the catastrophic July 2008 flood in the upper Prut River. *Visnyk of Lviv Univ. Geography Series*, 37, 136-150. Retrieved from <http://publications.lnu.edu.ua/bulletins/index.php/geography/article/view/2391> (In Ukrainian)
5. Dudych, V., & Hnatiak, I. (2012). Analysis of the impact of climatic factors on the development of exogenous processes in the Upper Prut basin. *Lviv University Bulletin. Geography Series*, 214-224. <https://doi.org/10.30970/vgg.2012.40.2046> (In Ukrainian)
6. Kostiv, L.Y., & Melnyk, A.V. (2017). Dynamics of summer seasonal states of geocomplexes in the vicinity of the Chornohora geographical station. *Physical Geography and Geomorphology*, 3(87), 67-75. Retrieved from https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi42Km35on_AhWNjYsKHVCABQUQFnoECAsQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.irbis-nbuv.gov.ua%2Fcgi-bin%2Firbis_nbuv%2Fcgirbis_64.exe%3FID%3DLINK%26P2IDBN%3DUJRN%26Z2IID%3D%26S21REF%3D10%26S21CNR%3D20%26S21STN%3D1%26S21FMT%3DASP_meta%26C21COM%3DS%262_S21P03%3DFILA%3D%262_S21STR%3Dfiz_geo_2017_3_10&usg=AOvVaw0H9mm4EOtcpbwksaF7TW7 (In Ukrainian)
7. Karabiniuk, M. M., Hnatiak, I. S., Burianyk, O. O., Gostiuk, Z. V., & Karabiniuk, Ya. V. Modern dynamics of water levels and their flood rises in the upper reaches of the Prut River within the Chornohora Landscape (Ukrainian Carpathian). *Phys. Geog. Geom.* 2021, 44(1): 7–17 <https://doi.org/10.17721/phgg.2021.1-3.01> (In Ukrainian)
8. Stock meteorological data of the Ministry of Emergencies of Ukraine, Pozhyzhevska station, 2010-2020. (In Ukrainian)
9. Stock meteorological data of the Chornohora Geographical Station (ChGS) (Ivan Franko National University of Lviv), 2010-2020. (In Ukrainian)
10. Guidelines for operational hydrometeorological support and service of national economy sectors. (2006). Issue 1. Part 1. Meteorological support and service basic provisions. State Hydrometeorological Service of Ukraine. Kyiv, 2006. (In Ukrainian)
11. Frich, P., Alexander, L. V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A. M. G., & Peterson, T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Res*, 19, 193-212. <https://doi.org/10.3354/cr019193>
12. Guidelines for hydrometeorological stations and posts. (2011). Issue 3. Ч. 1. Meteorological observations at stations. State Hydrometeorological Service of Ukraine. Kyiv, (In Ukrainian)
13. Lyal'ko, V.I., Apostolov, A.A., Yelistratova, L.A. (2017). Influence of natural and anthropogenic factors on the formation of hazardous situations: landslides, floods (on the example of the upper reaches of the Dniester River). *Ukrainian Journal of Remote Sensing of the Earth*, 15, 31-39. (In Ukrainian)
14. Karabiniuk, M.M., & Markanych, Y.V. (2020). Dynamics of climatic conditions and current trends of their changes in the northeastern sector of the Chornohora landscape (Ukrainian Carpathians). *Nature of the Carpathians: Scientific Yearbook of the Carpathian Biosphere Reserve and the Institute of Ecology of the Carpathians of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 1 (5), 58-70. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/347685712_Dinamicnist_klimaticnih_umov_ta_sucasni_tendencii_ihnih_zmin_u_pivnicno-shidnomu_sektori_landsaftu_Cornogora_Ukrainski_Karpati (In Ukrainian)
15. Tikhanovych, E.E., & Bilaniuk, V.I. (2016). Avalanche conditions in the Chornohora massif (Ukrainian Carpathians). *Bulletin of Lviv University. Ser. Geographer*, 50, 59-368. <https://doi.org/10.30970/vgg.2016.50.8725> (In Ukrainian)

The article was received by the editors 08.05.2023

The article is recommended for printing 10.06.2023