

УДК 911.52

МОРФОМЕТРИЧНІ ТА ЛАНДШАФТНІ ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ПОЛЕ ОПАДІВ І ТЕМПЕРАТУР ПОВІТРЯ ЗАХІДНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ

Олександр Мкртчян , Павло Шубер 

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. П. Дорошенка, 41, 79007, м. Львів, Україна,
e-mail: alemkrt@gmail.com*

Розглянуто особливості впливу морфометричних параметрів рельєфу на просторовий розподіл характеристик температурного режиму та кількості опадів у межах західних регіонів України. Серед морфометричних чинників, які, імовірно, впливали на розподіл температури й опадів, розглядали висоту над рівнем моря, фактор експозиції поверхні, показник її вертикального розчленування. Два останні розраховано з застосуванням відповідних фокальних операторів до ЦМР. Стосовно річної кількості опадів, найбільш значимим виявився вплив вертикального розчленування рельєфу, фактора експозиції та абсолютної висоти. Водночас вплив на кількість опадів абсолютної висоти найсильніший за розміру рухомого вікна 7 км, вплив вертикального розчленування рельєфу – 10 км, вплив фактора експозиції – 50–70 км. Найбільша кількість опадів випадає на макросхилах з північно-західною експозицією, найменша – з південно-східною. Коефіцієнт множинної кореляції становив понад 0,98, тоді як коефіцієнт часткової кореляції для фактора вертикального розчленування – понад 0,9. Якщо в аналізі враховували лише рівнинні метеостанції, то цей зв'язок майже зникав; отже, на розподіл опадів насамперед впливає великомасштабна розчленованість рельєфу, властива гірським територіям.

Середньомісячні температури повітря виявились найтісніше пов'язаними з абсолютною висотою; деякий вплив також має вертикальне розчленування рельєфу, тоді як вплив фактора мезо-експозиції був доволі слабкий. Вплив висоти на середньомісячну температуру найсильнішим був улітку, найслабшим – узимку (імовірно, через частий розвиток температурних інверсій). Вертикальний градієнт температури виявився нижчим у місяці з переважанням циклонального типу атмосферної циркуляції. За переважання антициклональної погоди схили східної експозиції дещо тепліші від схилів західної, за переважання циклональних – навпаки. Визначено, що морфометричні показники слугують добрими предикторами середньомісячних значень температури повітря та річної кількості опадів і можуть бути використані для просторової інтерполяції даних метеостанцій та отримання просторово розподілених даних.

Ключові слова: атмосферні опади, температура повітря, морфометричні показники, множинна регресія.

Кліматичні умови території є важливим екологічним чинником, який впливає на поширення рослинних і тваринних видів, умови господарювання, медико-санітарні умови проживання населення, туристично-рекреаційний потенціал території тощо. Урахування кліматичних умов є запорукою ефективного планування землекористування, організації природоохоронної діяльності, оптимального підбору агротехніки, сортів, порід і культур у

разі ведення сільського і лісового господарства, заходів щодо запобігання розвитку та пом'якшення наслідків шкідливих і небезпечних природних процесів. Зокрема, інформація стосовно просторового розподілу кліматичних характеристик є важливою для планування розміщення об'єктів туристично-рекреаційної інфраструктури, розміщення посівів сільськогосподарських культур, вимогливих щодо ресурсів тепла й атмосферної вологи, посадок плододарних культур, вразливих до заморозків.

Фактори впливу на кліматичні умови будь-якої місцевості можна умовно розділити на такі групи: глобально-геофізичні (зумовлені географічним розподілом надходження сонячної радіації та положенням у системі глобальної атмосферної циркуляції), регіонально-ландшафтні (зумовлені положенням у ландшафтній структурі; положенням щодо гірських систем, великих морфоструктур, узбереж океанів і морів), регіонально-локальні морфометричні (зумовлені впливом морфометрії рельєфу – відносних висот, експозиції та похилів поверхні на масштабних рівнях від десятків кілометрів до десятків і сотень метрів), локальні біотично-антропогенні (зумовлені диференціацією наземного покриву – переважанням деревної або трав'янистої рослинності, характером сільськогосподарського використання – переважним типом культур, наявністю меліорацій).

Територія дослідження охоплювала західні регіони України – Львівську, Волинську, Тернопільську, Івано-Франківську, Закарпатську, Чернівецьку, частково – Рівненську та Хмельницьку області. Досліджували розподіл у межах цієї території найважливіших з практичного погляду кліматичних характеристик: середньомісячних температур повітря, місячних та річних сум атмосферних опадів.

Джерелом інформації про рельєф території досліджень у наших роботах була цифрова модель рельєфу (ЦМР), створена в ході Радарної топографічної місії Шаттлу 2000 р. і наявна у відкритому доступі (сайт <http://srtm.usgs.gov>). Первинна роздільна здатність (розмір растрового пікселя) використаної версії цієї ЦМР становила близько 90 м, проте її зменшено до 720 м задля зменшення навантаження на обчислювальні ресурси в ході розрахунків.

Серед морфометричних чинників, які, імовірно, впливали на розподіл температури повітря й опадів, розглядали висоту над рівнем моря, фактор експозиції поверхні, показник її вертикального розчленування. Усі ці чинники розраховували з застосуванням відповідних фокальних операторів до ЦМР. У наших дослідженнях проаналізовано вплив морфометричних характеристик як на суми опадів, які спостерігали в окремі роки з різними синоптичними режимами, так і на кліматичну норму опадів, розраховану за 30-річний період, а також на середньомісячні температури повітря та на екстремальні річні значення добових сум опадів.

Наприклад, у статті [4] аналізували ці залежності для річних сум опадів за 1961 і 1970 рр. Коефіцієнт множинної кореляції між сукупністю зазначених чинників та річними кількостями опадів виявився досить високим: 0,93 для 1961 р. та 0,95 для 1970 р.; в обох випадках модель множинної регресії пояснює понад 86 % просторової варіабельності значень річних кількостей опадів. Отже, морфометричні показники слугують добрими предикторами річної кількості опадів і їх можна використовувати для просторової інтерполяції даних метеостанцій та отримання просторово розподілених даних (тематичних шарів, карт). Стосовно окремих показників, то найбільш значимим виявився вплив вертикального розчленування рельєфу, фактора експозиції (за азимутом ПнЗх– ПдСх) та абсолютної висоти (у порядку зменшення значимості). Для обох зазначених років вплив вертикального розчленування на кількості опадів був суттєво значнішим, ніж вплив

висоти: для 1961 р. значення критерію t (для 29 ступенів вільності) становило 4,33 для вертикального розчленування і 2,75 для висоти, тоді, як для 1970 р. (31 ступінь вільності) – 6,08 і 1,1, відповідно.

Окрім правильного підбору сукупності морфометричних показників, які розглядали як чинники впливу на значення кліматичних характеристик, суттєве значення має також правильний підбір параметрів, з якими враховують ці показники. Одним із таких параметрів є радіус рухомого вікна, у межах якого розраховують вплив усередненого значення морфометричного показника на кліматичні характеристики. Відомо, що вплив рельєфу на деякі кліматичні змінні, як-от кількість атмосферних опадів, є нелокальним; Р. Баррі зазначає, що середня висота в радіусі 8 км від місця розташування дощоміра є ліпшим предиктором річної кількості опадів, ніж висота самої метеостанції [1]. Тому, зокрема, визначені за локальним вертикальним градієнтом значення кількості опадів для днищ вузьких долин будуть суттєво заниженими, а для вершин вузьких хребтів – завищеними. Нелокальні впливи зручно моделювати у ГІС із застосуванням фокальних операторів до відповідних растрових шарів. Змінюючи радіус рухомого вікна, у якому визначають морфометричні параметри, можна диференційовано виявляти вплив цих параметрів на різних просторових рівнях (масштабах). Наприклад, можна визначити такий його радіус, за якого статистичні параметри відповідної моделі регресії (коефіцієнти кореляції і детермінації, критерій t) набудуть найбільших значень. У наших дослідженнях [4], [12] виявлено, що вплив на кількість опадів абсолютної висоти – найсильніший за розміру (радіуса) рухомого вікна 7 км, вплив вертикального розчленування рельєфу – у рухомому вікні радіусом 10 км, вплив фактора мезоекспозиції – у вікні радіусом 50–70 км. Щодо останнього фактора, ще один параметр, що потребує визначення, – азимут (румб), для якого обчислюють макроекспозицію. Ми виявили, що з восьми можливих румбів найбільша кореляція спостережена за азимутом ПнЗх–ПдСх, тобто найбільша кількість опадів випадає на макросхилах з північно-західною мезоекспозицією, найменша – з південно-східною, що збігається з напрямом панівних потоків вологих повітряних мас.

У статті [5] проаналізовано дані пловіометричних спостережень 34 метеостанцій, розміщених у межах західних регіонів України, для яких розроблено тривалі безперервні ряди спостережень за кількістю опадів. За цими даними було обраховано кліматичні норми річних кількостей опадів за період 1961–1991 рр., і проаналізовано зв'язок між цими кількостями та низкою морфометричних показників. Сила зв'язку між річними нормами кількості опадів та морфометричними показниками рельєфу виявилась доволі значною: коефіцієнт множинної кореляції становив понад 0,98. Серед усіх врахованих змінних найбільший вплив мав показник вертикального розчленування (коефіцієнт часткової кореляції – 0,91). Отже, виявлено, що показник вертикального розчленування є ліпшим предиктором річної норми опадів, ніж абсолютна висота метеостанції. Ще більше ця закономірність виявилась у ході дослідження, яке мало на меті інтерполяцію екстремальних річних значень добових сум опадів (значень максимальних добових сум опадів за рік) для західних регіонів України. Коефіцієнт часткової кореляції цих сум із фактором вертикального розчленування становив 0,28, з фактором експозиції – 0,12, зі значеннями абсолютної висоти – –0,05; вилучення показника абсолютної висоти з переліку незалежних змінних ММР не привело до зменшення коефіцієнта множинної кореляції, збільшивши вірогідність моделі завдяки зменшенню її ступенів вільності [6]. Вертикальне розчленування рельєфу, імовірно, впливає на турбулентність повітряних потоків, стимулює

явища конвекції повітря, будучи чинником локального перерозподілу середніх та, особливо, екстремальних сум опадів.

Показники ступеня зв'язку між річними нормами кількості опадів та морфометричними показниками рельєфу у дослідженні [5] також визначені окремо для рівнинних і гірських метеостанцій. У разі поділу на ці групи ступінь зв'язку кількостей опадів з показником вертикального розчленування суттєво зменшився; цей зв'язок майже повністю зник у випадку, коли брали до уваги лише рівнинні метеостанції. З цього випливає, що на розподіл опадів насамперед впливає великомасштабна розчленованість рельєфу, властива гірським територіям, тоді як невеликі відмінності в ступені розчленованості, характерні для рівнинних регіонів, впливають на розподіл опадів набагато слабше.

У [4] ми проаналізували зв'язок між морфометричними показниками рельєфу та середньомісячними температурами повітря для всіх місяців 1985 і 1989 рр. Найтісніший зв'язок виявлено між середньомісячними температурами та абсолютною висотою; у всі місяці зазначених років цей зв'язок виявився статистично значимим. Проте інтенсивність впливу висоти на середньомісячну температуру в різні місяці року була різною; найсильніший вплив зафіксовано влітку (коефіцієнт кореляції r близько $-0,9$), і значно слабший – узимку: у січні 1985 р. r становив лише $-0,12$, а в березні цього року – $-0,21$. Зазначимо, що зима 1985 р. була аномально холодною (середня температура січня на $1,5-6,0^{\circ}\text{C}$, а лютого на $5-10^{\circ}\text{C}$ нижча від норми), і під час різких похолодань, імовірно, розвивались потужні температурні інверсії, що позначилось на середньомісячних значеннях коефіцієнта кореляції та градієнта. Це ж спостерігали і в березні, коли суттєво переважав антициклонльний тип циркуляції. У 1989 р. кореляція між абсолютною висотою і температурою також узимку була слабшою, ніж влітку, проте все ж таки доволі високою (у січні r становив $-0,67$, в інші місяці – близько $-0,8$). Подібно змінювався й усереднений вертикальний температурний градієнт – у січні 1985 р. він становив лише $3,4^{\circ}$ на 100 м, у середньому за 1985 р. – $5,5^{\circ}$ на 100 м, тоді як за 1989 р. – $6,6^{\circ}$ на 100 м. Водночас у лютому та березні 1989 р., коли переважала суха й аномально тепла для цих місяців погода, вплив абсолютних висот на температуру був доволі високим ($r \approx 0,9$) завдяки добродню прогріванню сонцем долин і низовин без снігового покриву. У 1989 р. найнижчий вертикальний градієнт температури спостерігали в серпні, коли виразно переважала циклонна циркуляція – $4,4^{\circ}$ на 100 м, що, імовірно, є наслідком нівелювання температурних відмінностей у хмарну вітряну погоду.

Серед інших показників рельєфу найбільше на температуру вплинуло значення вертикального розчленування рельєфу, проте цей вплив був неоднозначним і змінював знак залежно від синоптичних умов: наприклад, у січні–березні 1985 р. він був додатним (підвищення температури зі збільшенням розчленування), а в ці ж місяці 1989 р. – від'ємним. Вплив мезоекспозиції виявився доволі слабким; експозиція по лінії південь–північ помітно корелювала з розподілом температур лише взимку 1989 р., коли за панування сонячної погоди й без снігового покриву спостерігали значну відмінність у надходженні сонячної радіації на схили південної та північної експозицій. У березні 1985 р. та в зимові місяці 1989 р. з переважанням сухої антициклонної погоди схили східної експозиції виявились дещо теплішими від схилів західної. Навпаки, у квітні 1985 р., коли різко переважав циклонний тип циркуляції (найнижчі значення атмосферного тиску), західні схили були помітно теплішими від східних. На відміну від опадів, вплив мезоекспозиції на температурний режим був більш локальним: найвищі показники сили та значимості цього впливу спостерігали в рухомому вікні радіусом 3,6 км. Також виявлено

деякий вплив кривизни (випуклості–увігнутості) поверхні на середні температури літніх місяців (червень–серпень).

Крім впливу на кліматичні характеристики окремих морфометричних показників, особливий інтерес становлять дослідження впливу комплексу характеристик геокомпонентів, що виражаються через положення в регіональній ландшафтній структурі. Для дослідження такого впливу в праці [7] ми використали дані метеоспостережень 20 метеостанцій, розміщених у Карпатському регіоні України (включаючи Передкарпаття і Закарпаття), для яких обчислено річні норми опадів за 1960–90 рр. Щодо кожної метеостанції визначено її положення в регіональній ландшафтній структурі у формі належності до однієї з шести фізико-географічних областей, межі яких були визначені згідно з картою Національного атласу України [2]. У ході дослідження взаємозв'язку між річною нормою опадів на метеостанції та її належністю до певної фізико-географічної області використано метод дисперсійного аналізу, який дав змогу визначити, наскільки статистично значимими є відмінності в середніх значеннях кількості опадів, обчислених для кожної фізико-географічної області. Оскільки різні фізико-географічні області мають різні середні значення абсолютних висот (особливо помітними є відмінності між гірськими та рівнинними областями), то додатково використано метод коваріаційного аналізу, який дає змогу дослідити одночасний вплив на річну норму опадів абсолютної висоти метеостанції та її належності до певної фізико-географічної області, виокремивши таким способом вплив положення в ландшафтній структурі від впливу чинника висотного положення.

Обчислено значення коефіцієнтів кореляції r та коефіцієнтів детермінації r^2 , що характеризують силу зв'язку, а також показник значимості зв'язку за F -критерієм p , який характеризує достовірність зв'язку (див. таблицю).

Таблиця

Результати статистичних аналізів зв'язків між річними нормами опадів, абсолютною висотою та положенням у регіональній ландшафтній структурі (за [7])
Results of statistical analyses of relationships between annual precipitation, absolute elevation and the location in the regional landscape structure [7]

Вид аналізу	r	r^2	p
Регресія за висотою	0,793	0,629	0,00003
Дисперсійний аналіз	0,909	0,825	0,000068
Коваріаційний аналіз	0,948	0,898	0,00001

Зв'язок річних норм опадів з належністю метеостанцій до фізико-географічних областей виявився статистично вірогідним: $r=0,909$, $r^2=0,825$, $p<0,001$. Найменше значення річної норми кількості опадів властиве Передкарпатській височинній та Закарпатській низовинній областям (700–750 мм/рік), найбільше – Полонинсько-Чорногірській області (1 458 мм/рік); решта областей мали значення середньої річної норми кількості опадів у межах 900–1000 мм/рік. Як сила, так і значимість зв'язку, визначеного методом коваріаційного аналізу, виявились більшими, ніж ці параметри, обчислені методом дисперсійного аналізу (див. таблицю). Це свідчить про те, що вплив місцеположення в регіональній ландшафтній структурі на річні норми опадів метеостанцій Українських Карпат мало пов'язаний з відмінностями середніх абсолютних висот в межах різних фізико-географічних областей, а додаткове врахування впливу абсолютних висот (у разі

коваріаційного аналізу) посилює залежність між положенням у регіональній ландшафтній структурі та нормами опадів [7].

У праці [9] проаналізовано дані щодо середньомісячних температур повітря і місячних сум опадів для 36 метеостанцій за 1985 р. (коли функціонувала достатньо щільна мережа метеостанцій). Метеостанції були розташовані в межах 11 фізико-географічних областей, з яких п'ять – у межах Східноєвропейської рівнини, шість – у межах Карпат, Передкарпаття і Закарпаття. Для визначення ступеня вірогідності зв'язку в цьому дослідженні використано статистику F , яку обчислюють за формулою $F = MSa/MSw$, де MSa , MSw – відповідно, факторіальний і залишковий квадрати відхилень. Виявлено, що модель множинної регресії, обчислена для середньомісячних температур за показниками абсолютної висоти метеостанції, вертикального розчленування поверхні та чинника макроекспозиції, а також географічної широти та довготи метеостанції (які характеризують великомасштабні регіональні тренди) має значно більші значення сили і вірогідності зв'язку порівняно з моделлю дисперсійного аналізу, яка враховує лише положення в ландшафтній структурі. У цьому випадку положення в ландшафтній структурі (належність до тієї або іншої фізико-географічної області) не дає додаткової інформації про температурний режим, якої б не містили зазначені вище морфометричні показники, тобто система одиниць фізико-географічного районування не виявляє емерджентних властивостей щодо температурного режиму. Подібна картина простежується і в разі моделювання розподілу місячних і річних кількостей опадів; отже, вплив ландшафтного положення (належності до тієї або іншої фізико-географічної області) на значення середньомісячної температури, місячних та річної кількості опадів у цьому випадку можна було звести до впливу географічного положення й окремих морфометричних показників.

Аналіз зв'язків між кліматичними характеристиками та морфометричними показниками можна використовувати для побудови полів розподілу кліматичних елементів і створення кліматичних карт, які мають важливе наукове та прикладне значення. Ми обґрунтували переваги методу регресійного кригінгу, який одночасно використовує зазначені зв'язки, формалізовані моделлю множинної регресії, та просторову автокореляцію залишкових відхилень цієї моделі, що робить можливим застосування методу геостатистичної інтерполяції залишкових відхилень, який ґрунтується на теорії регіоналізованої змінної [10–12]. Регресійний кригінг вважають найліпшим незміщеним лінійним предиктором для просторових даних, тобто найліпшим лінійним інтерполятором за припущення універсальної моделі просторової варіації [11]. Зазначений метод ми ефективно використали для інтерполяції та створення карт середньомісячних температур повітря січня і липня за 1985 та 1989 рр. [3], річних сум атмосферних опадів за 1961 та 1970 рр. [10], екстремальних річних значень добових сум опадів [6], річної норми кількості атмосферних опадів [12] для західних регіонів України. Зазначені публікації містять відповідні карти (приклади показані на рис. 1, 2).

Отже, дослідження зв'язків між кліматичними характеристиками та морфометричними показниками становить значний науковий і прикладний інтерес, зокрема, для поліпшення точності й вірогідності кліматичних карт. Наприклад, під час картування розподілу кліматичних елементів найчастіше керуються зв'язками між цими елементами й абсолютною висотою місцевості, проводячи ізолінії паралельно до ізогіс. Проте, зокрема у випадку опадів, інші чинники, як-от вертикальне розчленування рельєфу, можуть мати більший вплив, ніж лише абсолютна висота, а висота найбільше впливає не локально, а як

усереднена в деякому рухомому вікні. Імовірно, вертикальне розчленування рельєфу впливає на кількість опадів через збільшення турбулентності повітряних мас і вплив на динаміку циклонічних систем.

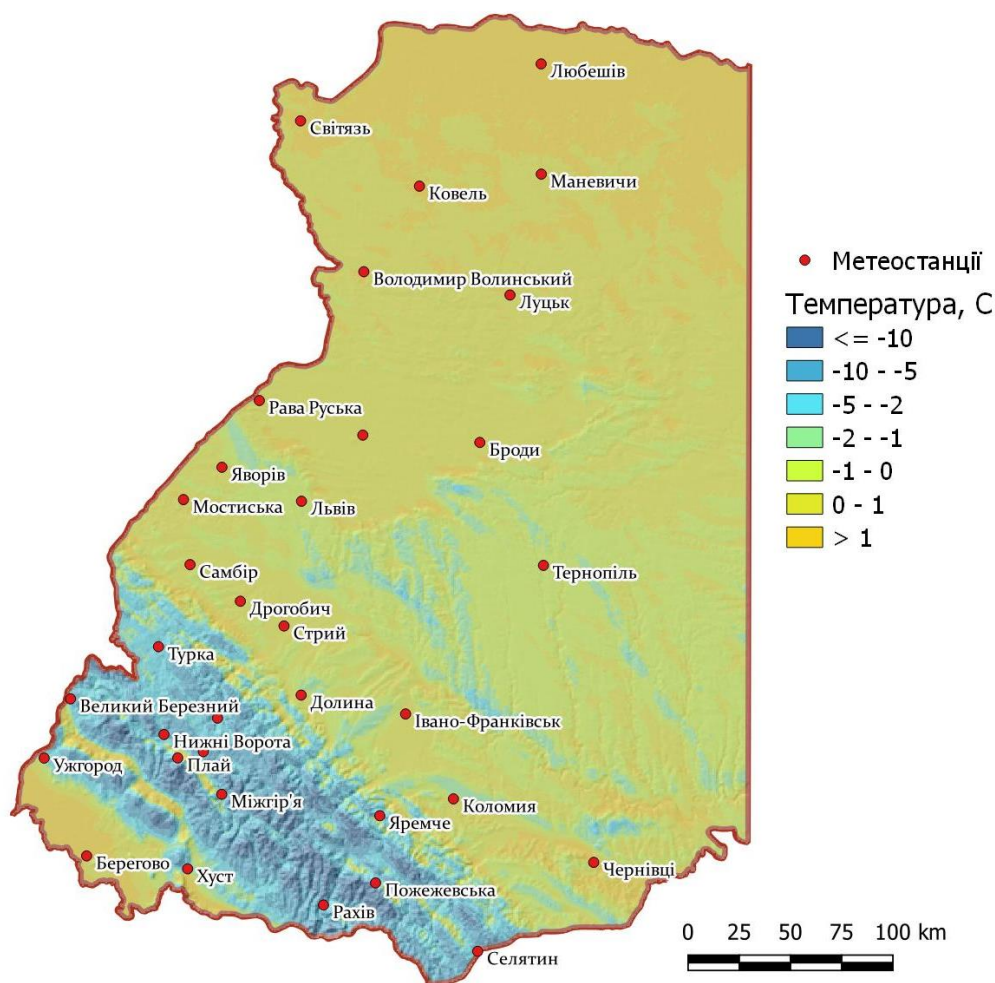


Рис. 1. Поле середньомісячних температур за січень 1989 р., отримане інтерполяцією за регресійною моделлю зв'язків кліматичних характеристик з морфометричними показниками
 Fig. 1. The field of average monthly temperatures, January 1989, obtained by means of the interpolation through the regression model of the relationships with terrain morphometric parameters

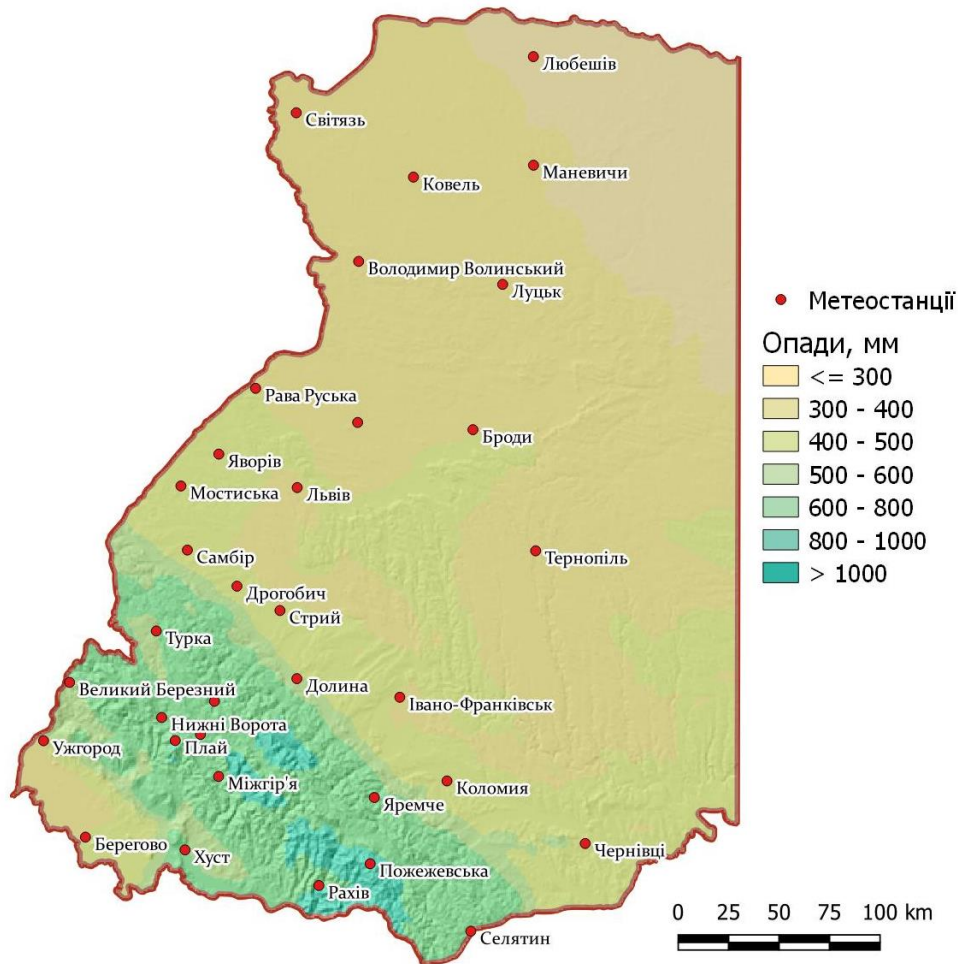


Рис. 2. Розподіл річної кількості атмосферних опадів у західному регіоні України, 1961 р., отриманий інтерполяцією за регресійною моделлю зв'язків кліматичних характеристик з морфометричними показниками

Fig. 2. Distribution of annual precipitation in the Western regions of Ukraine, 1961, obtained by means of the interpolation through the regression model of the relationships with terrain morphometric parameters

Належність до певної фізико-географічної області впливає на норму опадів незалежно від впливу абсолютної висоти, а сила та статистична вірогідність впливу положення в регіональній ландшафтній структурі на річну кількість опадів є вищими, ніж вплив абсолютної висоти метеостанції. Проте в разі одночасного врахування низки інших морфометричних параметрів, положення у ландшафтній структурі у досліджених випадках не несе додаткової інформації про розподіл кліматичних характеристик. Загалом, це питання потребує додаткового вивчення, зокрема перспективними є дослідження зв'язків між

кліматичними характеристиками та різними ієрархічними рівнями фізико-географічного районування.

Окремий інтерес становить дослідження впливу на локальний розподіл кількостей опадів інших чинників, зокрема, характеру рослинного покриву, ступеня сільсько-господарського освоєння території, осушувальних та зрошувальних меліорацій, розміщення населених пунктів, великих промислових підприємств тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Барри Р.* Погода и климат в горах. Ленинград, 1984.
2. *Маринич О. М., Пархоменко Г. О., Пащенко В. М., Петренко О. М., Шищенко П. Г.* Фізико-географічне районування (карта) // Національний атлас України. К.: Картографія, 2007. С. 228–229.
3. *Мкртчян О. С., Шубер П. М.* Геоінформаційне моделювання температурного поля західних регіонів України // Фізична географія і геоморфологія. 2009. Вип. 57. С. 104–112.
4. *Мкртчян О., Шубер П.* Методика геопросторового моделювання та картування кліматичних характеристик за даними спостережень метеостанцій // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2011. Вип. 39. С. 245–253.
5. *Мкртчян О. С., Шубер П. М.* Аналіз зв'язків між річними нормами кількості опадів та морфометричними показниками рельєфу для метеостанцій заходу України // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Географія. 2014. Вип. 724–725. С. 38–42.
6. *Мкртчян О., Шубер П.* Інтерполяція екстремальних річних значень добових сум опадів для західних регіонів України // Географічна наука і практика: виклики епохи. Мат-ли міжнар. наук-практ. конференції присв. 130-річчю географії у Львів. ун-ті. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2013. Т. 3. С. 116–118.
7. *Мкртчян О. С., Шубер П. М.* Аналіз зв'язків між річними нормами опадів метеостанцій Українських Карпат та їхнім положенням у регіональній ландшафтній структурі // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2014. Вип. 48. С. 173–179.
8. *Мкртчян О. С., Шубер П. М.* Картографування кліматичних показників методом інтерполяції даних метеостанцій // Національне картографування: стан, проблеми та перспективи розвитку: зб. наук. праць. К.: ДНВП “Картографія”, 2008. Вип. 3. С. 169–172.
9. *Мкртчян О., Шубер П.* Порівняльний аналіз зв'язків кліматичних характеристик з кількісними морфометричними характеристиками рельєфу та положенням у ландшафтній структурі // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2012. Вип. 40, Ч. 2. С. 91–97.
10. *Мкртчян О., Шубер П.* Інтерполяція даних метеоспостережень кількостей опадів та інших кліматичних змінних методом регресійного кригінгу // Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2013. Вип. 42. С. 258–264.
11. *Hengl T., Heuvelink G., Rossiter D.* About regression-kriging: From equations to case studies // Computers & Geosciences. 2007. N. 33. P. 1301–1315.
12. *Mkrтчian A.* Annual precipitation data processing and interpolation for the weather stations of Western Ukraine // Proceedings of GeoMLA, Geostatistics and Machine Learning, Application in Climate and Environmental Sciences (21–24 June 2016), Belgrade, Serbia. Belgrade: Faculty of Civil Engineering, University, 2016. P. 61–66.

REFERENCES

1. Barry, R. G. (2008). *Mountain Weather and Climate*. Cambridge University Press.
2. Marynych, O. M., Parchomenko, H. O., Pashchenko, V. M., Petrenko, O. M., & Shyshchenko, P. H. (2007). Physico-geographic regionalization (map). In *National Atlas of Ukraine*. Kyiv: Kartography. (in Ukrainian).
3. Mkrтчian, A. S., & Shuber, P. M. (2009). GIS modeling of the temperature field of the Western regions of Ukraine. *Physical geography and geomorphology*, 57, 104–112. (in Ukrainian).
4. Mkrтчian, A. S., & Shuber, P. M. (2011). Method for geospatial modeling and mapping of climatic characteristics from meteostation observation data. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 39, 245–253 (in Ukrainian).
5. Mkrтчian, A. S., & Shuber, P. M. (2014). Analysis of relationships between annual precipitation norms and terrain attributes for the meteorological stations in Western Ukraine. *Scientific Visnyk of Chernivtsi University. Geography*, 724–25, 38–42. (in Ukrainian).
6. Mkrтчian, A. S., & Shuber, P. M. (2014). Interpolation of extreme diurnal precipitation values for the western regions of Ukraine. *Geographic science and practice: the challenges of modern times*. Proc. of Intern. scient.-pract. conference dedicated to 130 ann. of geography in Lviv un-ty (pp. 116–118). Lviv: LNU publishing center. (in Ukrainian).
7. Mkrтчian, A. S., & Shuber, P. M. (2014). Analysis of the relationships between annual precipitation norms for the Ukrainian Carpathians meteorological stations and the regional landscape structure. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 48, 173–179 (in Ukrainian).
8. Mkrтчian, A. S., Shuber, P. M. (2008). Mapping of climatic variables by interpolation of meteostations data. *National cartography: current state, problems and development perspectives: collection of works*, 3, 169–172. (in Ukrainian).
9. Mkrтчian, A. S., Shuber, P. M. (2012). Comparative analysis of the relations of climatic characteristics to the quantitative morphometric parameters and the position in the landscape structure. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 40(2), 91–97. (in Ukrainian).
10. Mkrтчian, A. S., Shuber, P. M. (2013). Interpolation of meteodata on precipitation and other climatic variables by regression-kriging. *Visnyk of the Lviv University. Series Geography*, 42, 58–64. (in Ukrainian).
11. Hengl, T., Heuvelink, G., & Rossiter, D. (2007). About regression-kriging: From equations to case studies. *Computers & Geosciences*, 33, 1301–1315.
12. Mkrтчian, A. (2006). Annual precipitation data processing and interpolation for the weather stations of Western Ukraine. *Proceedings of GeoMLA, Geostatistics and Machine Learning, Application in Climate and Environmental Sciences*. (pp. 61–66). Belgrade: Faculty of Civil Engineering, University.

Стаття: надійшла до редакції 17.10.2020

доопрацьована 14.11.2020

прийнята до друку 22.11.2020

**MORPHOMETRIC AND LANDSCAPE FACTORS
INFLUENCING THE PRECIPITATION AND TEMPERATURE FIELDS
IN THE WESTERN REGIONS OF UKRAINE**

Alexander Mkrtchian, Pavlo Shuber

*Ivan Franko National University of Lviv,
P. Doroshenko St., 41, UA – 79007 Lviv, Ukraine,
e-mail: alemkrt@gmail.com*

The paper deals with the analysis of the influences of terrain morphometric parameters on the spatial distribution of temperature regime and precipitation amounts in the Western regions of Ukraine. Among the terrain morphometric parameters that presumably influence the distribution of precipitation and temperatures, the absolute elevation, the surface aspect factor and the vertical dissection index have been considered. The latter two were calculated by the respective focal operators applied to DEM.

As to the precipitation amounts, the most strongly influencing factors have been the vertical dissection index, the surface aspect factor and the absolute elevation. The absolute elevation was influencing the most strongly when averaged in the 7 km moving window, while the optimal size of the moving window for the vertical dissection index has been 10 km, and 50–70 km for the aspect factor. The largest precipitation amounts are observed on north-western macroslopes, the smallest – on south-eastern ones. The multiple correlation coefficient observed was above 0.98, while the coefficient of partial correlation for the vertical dissection index was above 0.9. When only weather station located in the plains were considered separately from those in the mountains, this relationship nearly disappeared. Thereby the distribution of precipitation is mostly influenced by high-scale terrain dissection, characteristic of mountainous areas.

Average monthly air temperatures, however, have shown the strongest relationship with the absolute elevation, while the vertical dissection index is having some impact, and the impact of the surface aspect factor being rather weak. The influence of elevation on average monthly temperature appeared to be the strongest in summer and the weakest – in winter, probably because of the frequent development of temperature inversions. Vertical temperature gradient appeared to be lower in months when the cyclonic type of atmospheric circulation prevailed. Under the prevailing anticyclonic weather types eastern slopes were somewhat warmer than the western ones, under the prevailing cyclonic weather types – other way round.

It was shown that the terrain morphometric parameters can serve as good predictors of the temperature regime and precipitation amounts and as such can be used for the purpose of the spatial interpolation of weather stations data to obtain spatially distributed data.

Key words: precipitation, air temperature, morphometric parameters, multiple regression.