

УДК 551.513(57)

Паламарчук Л.В., Басіста Є.К.

*Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України;
Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

ОРОГРАФІЧНИЙ ВПЛИВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОСТОРОВИХ ТА ЧАСОВИХ ВІДМІННОСТЕЙ РОЗПОДІЛУ ОПАДІВ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Ключові слова: *циркуляційний вплив, орографічний ефект, мезоструктура поля опадів, динамічні чинники, термічні чинники, річний хід, статистичні параметри.*

Вступ. Умови утворення, режим випадання та особливості поля опадів в Українських Карпатах являють собою значний науковий та практичний інтерес. Основні напрямки досліджень - це створення кліматографічної характеристики поля опадів [2, 5, 17], вивчення синоптичних умов та мезомасштабних особливостей, що впливають на формування поля опадів [3, 4], чисельне моделювання хмаро- та опадоутворюючих процесів [15], а також деякі інші розробки, що спрямовані на вирішення прогностичних та прикладних задач. Отримані у наукових роботах результати використовуються для уточнення регіонального прогнозу хмарності та опадів, прогнозу поверхневого стоку, паводкового режиму річок, а також для вирішення багатьох інших теоретичних та господарських проблем. Водночас залишається актуальною потреба оцінки режиму випадання та просторових відмінностей поля опадів в Українських Карпатах в умовах сучасних кліматичних трансформацій, та врахування отриманих у моделюванні та прогнозуванні динаміки поля опадів.

Основними чинниками, що зумовлюють формування опадів у досліджуваному регіоні, безумовно, є циркуляційні. У помірних широтах .у макромасштабному вимірі, для атмосферної циркуляції характерним є переміщення у західному потоці систем циклонів та антициклонів з їх визначальним впливом на процеси хмаро та опадоутворення. Синоптичні процеси, що спричиняють утворення опадів над Українськими Карпатами, детермінуються зональними чи меридіональними типами висотних деформаційних полів, структура яких власне і визначатиме напрямок інтенсивність та тривалість процесів хмаро та опадоутворення у нижньому шарі атмосфери [3, 16].

У зв'язку з незначною протяжністю гірської системи у порівнянні з просторовими масштабами синоптичних структур, Українські Карпати несуттєво змінюють крупно масштабні циркуляційні процеси, але значно впливають на процеси мезомасштабного рівня, у тому числі і опадоутворюючі. В кінцевому результаті це призводить до перерозподілу сум опадів у регіоні, та зміну структури їх полів. Такі трансформації відбуваються переважно завдяки впливу гірських хребтів на вологонесучі потоки і, відповідно, хмаро та опадоутворення. Зазначимо, що надходження вологи в регіон в основному, пов'язане з адвекцією повітряних мас при переміщеннях циклонів з заходу, північного заходу, південного заходу, а також підтримується внутрішньо масовими процесами випарування та турбулентного перенесення водяної пари. Положення Українських Карпат є таким, що домінуючі

вологонесучі потоки у регіоні для осереднених умов, мають різний напрям для теплого та холодного періодів року. Так, у холодний період року надходження вологи, утворення та випадання опадів в Українських Карпатах у більшості випадків пов'язано з проходженням фронтальних систем південно-західних та південних циклонів, що утворюються на Середземноморській гілці Полярного фронту, а у теплий період- домінуючими у регіоні будуть фронтальні системи західних та північно-західних циклонів [16]. Очевидно, що гірський рельєф має вплив як на динамічні так і та термічні чинники метеорологічних процесів. Найбільших трансформацій за такого впливу зазнаватимуть швидкості турбулентного обміну, швидкості висхідних рухів, вертикальний розподіл температури повітря, температура підстильної поверхні особливо на схилах, характеристики вологості, швидкості випарування та інше. Вважається, що динамічні фактори у орографічному впливі створюють суттєво більше підсилення опадоутворення, ніж термічні [18]. Орографічні зміни метеорологічних процесів у досліджуваному регіоні відносно чітко проявляються у нижньому шарі (~1,5 км), через формування та підсилення динамічної (схилової) конвекція, гірсько -долинної циркуляції, висхідних потоків над зонами горизонтальної конвергенції, що утворюються при обтіканні повітрям гірських хребтів та завдяки безпосередньому термічному впливу гірських хребтів, чи міжгірських улоговин на термічний режим приземного шару повітря. Крім того, у теплий період інтенсивно розвиваються внутрішньо масові опадоутворюючі процеси, які вносять додатковий вклад у формування поля опадів і також зазнають орографічного підсилення. Як було вище зазначено, південні та південно-східні, схили гір, для середнених умов, будуть навітряними по відношенню до основних вологонесучих потоків переважно у холодний період року, а північні та північно-східні у теплий період. Можна припустити, що ефект орографічного впливу на формування і випадіння опадів для станцій, що знаходяться в одній широтній смузі, але на макросхилах різної просторової орієнтації по відношенню до потоків перенесення вологи, буде проявлятися у відмінностях річного ходу опадів, які можна оцінити статистичними показниками.

Метою представлено дослідження є оцінка орографічного впливу на часовий розподіл та просторовий розподіл опадів в Українських Карпатах, що визначався шляхом виділення груп станцій, які знаходяться на макросхилах різної просторової локалізації та мають відносно однотипні статистичні характеристики річного ходу опадів. Отримані значення змін у річному ході середніх місячних сум опадів, у припущенні, що вони виникають під впливом орографії дозволяють встановити їх напрям та інтенсивність і, в подальшому врахувати отримані результати у аналізі часових змін середніх місячних та середніх річних сум опадів за тривалі періоди часу, які формуються переважно під впливом циркуляційних змін процесів опадоутворення.

Методичні підходи та використані дані. Використовувалися дані спостережень, на основі яких встановлювалися середні місячні суми опадів за періоди 1961-1990 рр. (Кліматичний кадастр України), 1990-2015 рр. дані спостережень метеорологічної мережі. Окремі характеристики річного розподілу опадів визначалися на основі даних представлених на ресурсі: <https://ru.climate-data.org>. За допомогою програми «STATISTIKA» визначалися основні статистичні показники розподілу середніх місячних сум опадів для станцій, що розташовані на схилах різної просторової орієнтації.

Результати дослідження. Відомо, що осереднений річний хід опадів в Українських Карпат (континентальні регіони помірних широт) має два екстремуми, максимум – червень (липень) та мінімум – лютий (березень), а за формою кривої

близький до нормального розподілу [9, 12]. Параметри річного розподілу опадів (табл. 1), що отримані за період 1961-2015 рр. для станцій різної просторової локалізації підтверджують цей факт. Так, для більшості станцій основні екстремуми відмічалися: максимум - у червні, мінімум - у лютому. Для південно – східного макросхилу, гірських та станцій міжгірських понижень притаманними є додаткові екстремуми, максимум у грудні та мінімум – у жовтні. Причиною їх появи є особливості сезонної циркуляції, а саме, додатковий зимовий максимум, обумовлений мінливістю та збільшення кількості опадів холодного періоду, що пов'язано з проходженням хмарних систем південно-західних циклонів, по відношенню до яких схили є навітряними. Вторинний мінімум опадів у жовтні обумовлений впливом на погодуутворюючі процеси відрогів Азорського максимуму. Цей вплив ослаблюється на північних і північно-східних схилах і відповідно, там зникає або послаблюється вторинний мінімум у річному ході опадів. Крім того, на станціях південного та південно-східного макросхилу зростають значення сум та опадів та їх мінливість у зимовий період. Мінімуми у лютому підвищуються до 40-43 мм, тоді як літні максимуми тут дещо нижчі (на 8-10 мм) у порівнянні з станціями північно-східного схилу, які в теплий період року є навітряними по відношенню до західних та північно-західних циклонів, де, завдяки цьому, відбувається орографічне підсилення літніх опадів. Як результат орографічного ефекту, річна амплітуда опадів для станцій північно-східного та північно-західного макросхилу зростає, значення A_p (табл. 1) тут вищі, ніж для станцій південного, південно-західного макросхилів. Наведений аналіз результатів метеорологічних спостережень підтверджує наявність орографічного впливу на розподіл опадів при різному місцеположенні станцій та експозиції схилів по відношенню до вологонесучих потоків.

Осереднення даних спостережень, що використовувалися в роботі для аналізу річного розподілу опадів, до певної міри нівелює роль у опадоутворенні циркуляційних чинників з їх значною міжрічною мінливістю інтенсивності та напрямку процесів, але виокремлюватиме вплив сталого орографічного фактору. Тому очікуємо, що отримані статистичні параметри річного розподілу опадів визначатимуть ступінь мінливості величини місячних сум опадів та дозволять виявити фактори, що її обумовлюють. Різниця знаку та величин статистичних параметрів вказуватиме на сезонні відмінності орографічного впливу та його інтенсивність. Основні характеристики, що використовувалися для оцінювання річного розподілу опадів: значення абсолютної та відносної мінливості середніх місячних сум (середньоквадратичне відхилення, коефіцієнт варіації) та величини, за допомогою яких оцінюють форму кривої розподілу - значення асиметрії та ексцесу. Враховувалася також наявність у розподілі вторинних екстремумів та їх відповідність домінуючим у регіоні циркуляційним процесам.

Група станцій, що знаходяться на північних та північно-східних схилах (табл. 1, 2; рис. 1), основне орографічне підсилення опадів отримує у літні місяці за рахунок «втягування» в регіон фронтальних хмарних систем західних та північно-західних фронтів, а також місцевого (внутрішньомасового) опадоутворення, що стимулюється динамічною (силовою) конвекцією або зонами горизонтальної дивергенції повітряних потоків. Найбільшої по площі та інтенсивності орографічна еволюція фронтальних систем хмарності та опадів тут формується у випадку, коли у середній тропосфері на рівні ведучого потоку вітер направлений паралельно хребтам і має незначні швидкості. Саме за таких умов вологе повітря тривалий час перебуває в зонах інтенсивних висхідних рухів над горами, що стимулює процеси опадоутворення особливо, при наявності адвекції нових порцій вологого повітря у приземному шарі.

Таблиця 1. Основні параметри річного розподілу опадів на макросхилах різного просторового розташування

Назва станції, абс. висота, м	Середня річна сума опадів (мм)	Максимальне середнє місячне значення (мм)	Мінімальне середнє місячне значення, (мм)	Вторинний максимум	Вторинний мінімум	Ар (мм)	Примітки
<i>Метеорологічні станції південно-східного схилу</i>							
Рахів (430)	741	105, червень	40, лютий	Листопад, грудень	жовтень	65	Значна мінливість зимових опадів
Великий Бичків (299)	731	101, червень	40, березень	грудень	жовтень	61	Значні місячні суми опадів у зимовий період
Довге (175)	705	93, червень	40, лютий	грудень, (62)	жовтень (43)	53	Значні суми зимових опадів, розподіл утворює вторинний максимум
Хуст (164)	705	93, червень	41, лютий	грудень (62)	березень (41), жовтень (43)	51	Низькогір'я, півд.-схід.
Вилок (120)	661	87, червень	37, лютий	грудень (58)	жовтень (42)	50	Зимові опади значні розподіл у вигляді вкляденої хвилі
Дубове	753	104, червень	42, лютий	грудень	жовтень	62	Збільшення сум опадів холодного періоду. Чіткий літній максимум
Гута	750	110, червень	40, лютий	грудень,	-	70	
Зняцеве (110)	688	86, червень	40, лютий	грудень (60)	-	46	
<i>Метеорологічні станції північно-східного макросхилу</i>							
Яремче (531)	738	106, червень	37, лютий	Грудень 48	березень (38), жовтень (41)	69	
Гошів (217)	733	100, червень	38, лютий	Грудень (53)	не виділяються	62	
Гута (647) Івано-Франк.)	777	110, червень	40, лютий	грудень (55)	жовтень (45)	70	

Назва станції, абс. висота, м	Середня річна сума опадів (мм)	Максимальне середнє місячне значення (мм)	Мінімальне середнє місячне значення, (мм)	Вторинний максимум	Вторинний мінімум	Ар (мм)	Примітки
Путила (619)	718	103, червень	34, лютий	грудень(41)	-	69	Північно-східне низькогір'я
Стороженець (355)	662	105, липень	30, лютий	-	-	75	
Коломия (295)	670	99, червень	31, лютий	грудень	-	68	Північно-східне низькогір'я
<i>Метеорологічні станції північно-західний макросхил</i>							
Рава-Руська (252)	624	105, липень	30, січень, лютий	Грудень (40)	-	75	Зимові опади більш рівномірні ніж на південно-східному макросхилі
Турка (594)	772	106, червень	40, лютий	грудень(55)	-	66	
Славське (592)	793	108, червень	43, лютий	грудень (59)	жовтень	65	
<i>Міжгірські станції</i>							
Усть Черна (525)	772	108, червень	42, лютий	Грудень, січень	жовтень	64	
Міжгір'я (456)	767	104, червень	43, лютий	грудень (61)	жовтень (48)	61	
Н.Ворота	764	102, червень	42, лютий	грудень (58)	жовтень (48)	60	
Воловець	773	104, червень	43, лютий	грудень (60)	жовтень	61	Південно-західний макросхил
Верховина (602)	737	109, червень	36, лютий	грудень	жовтень	73	Північно-східне міжгір'я, низькогір'я

Таблиця 2. Статистичні параметри річного ходу опадів на станціях північно-східного макросхилу

Назва станції та її висота, м	Середня місячна сума, мм	Медіана, мм	σ , мм	C_v , %	A_s	E
Гута (647)	85,6	65,0	36,4	53,7	0,7713	-0,9405
Путила (619)	63,0	46,0	38,9	61,8	0,9103	-0,6313
Пасічна(539)	82,5	65,0	43,6	52,9	0,7844	-0,8617
Яремче(531)	77,9	62,0	48,2	54,1	0,7271	-1,0714
Долина(470)	74,2	61,5	36,4	49,1	0,6935	-1,1205
Стороженець (355)	53,0	53,0	28,2	53,0	0,9132	-0,2241
Коломия (295)	58,3	47,5	30,4	52,9	0,7844	-0,8617
Гошів (217)	74,3	59,0	35,4	47,6	0,7420	-1,1144

Орографічний вплив на процеси опадоутворення у цьому районі (табл. 2, рис. 1) призводить до збільшення середніх місячних сум опадів у літні місяці, відповідно збільшуються суми опадів всього теплого періоду та річні амплітуди (див. табл. 1). На окремих станціях названої групи відбуватиметься підсилення існуючого літнього максимуму (червень). Річний хід опадів для усієї групи станцій, що отриманий на основі осереднених даних (рис. 1), за формою кривих близький до нормального і відповідає стандартному розподілу для континентальних районів помірних широт. Для станцій північно-східного макросхилу абсолютні значення мінливості місячних сум опадів (σ) коливаються в межах 28,2÷45,9 мм, значення відносної мінливості (величина коефіцієнту варіації), знаходиться в межах 47,6-61,8 %, що показує найвищу у досліджуваному регіоні варіативність величин середніх місячних сум опадів у порівнянні з нормою. Дані наведені в табл. 1, показують, що значна мінливість середніх місячних сум опадів для цієї групи станцій обумовлена переважно незначними кількостями зимових опадів (станції у цей час знаходяться на підвітряних схилах по відношенню до волого несучих потоків) та збільшенням опадів у регіоні у теплий період, в тому числі, і за рахунок орографічного підсилення. Річні амплітуди становлять тут 69-70 мм. Отримані значення A_s (0,71÷0,88) показують додатну, «правосторонню» скошеність кривої річного ходу. Така форма розподілу можлива завдяки сталому збільшенню місячних сум опадів у літні та, в меншій мірі, осінні місяці саме при домінуванні у регіоні опадоутворення у фронтальних систем західних та північно-західних циклонів. Відомо, що для правосторонньої асиметрії характерним є співвідношення: $M_e < M_o < X_{ср}$, що виконується практично для усіх станцій, дані наведені у табл. 2,3,4. Величини ексцесу (E) змінюється в межах -0,61÷ -1,06. Такі значення отримуємо у випадку зменшення піків (максимумів) річних розподілів по відношенню до теоретичного нормального розподілу та збільшення «ваги» значень на низхідній гілці розподілу (правостороння витягнутість) у порівнянні з стандартним нормальним розподілом. Як і для усього регіону (табл. 1), так і для окремих станцій цієї групи, переважно у грудні можуть формуються вторинні максимуми, але для цього макросхилу вони мало виражені і відповідно, незначні за абсолютними величинами.

На станціях, що мають абсолютні висоти більше 1000 м, або розміщені на менших висотах, але знаходяться у міжгірських зниженнях, формування орографічних ефектів ускладнене. Для цієї групи станцій вологонесучі потоки, що в подальшому зазнаватимуть орографічного підсилення, можуть формуватися як при зміщенні циклонів з заходу, північного заходу, так і з південного-заходу. Тут орографічний вплив значно більше залежатиме від конкретного положення станції

відносно гірських хребтів, їх простягання та орієнтації по відношенню вологонесучих потоків.

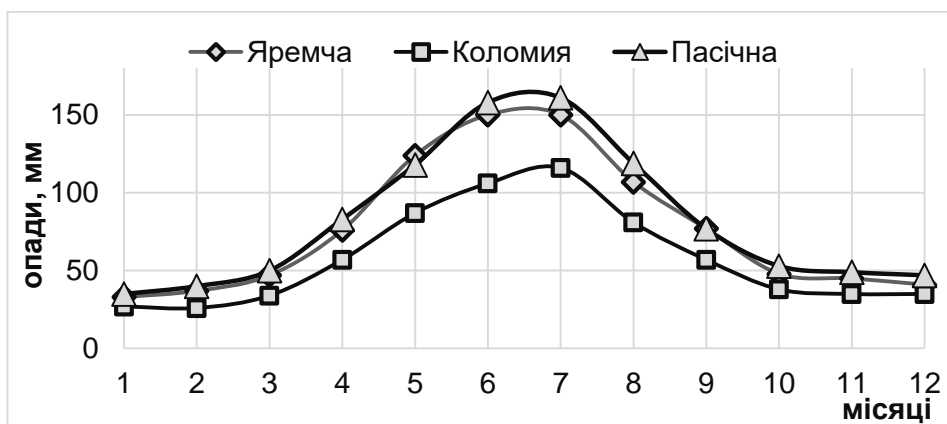


Рис.1. Середній річний хід опадів на окремих станціях північно-східного макросхилу

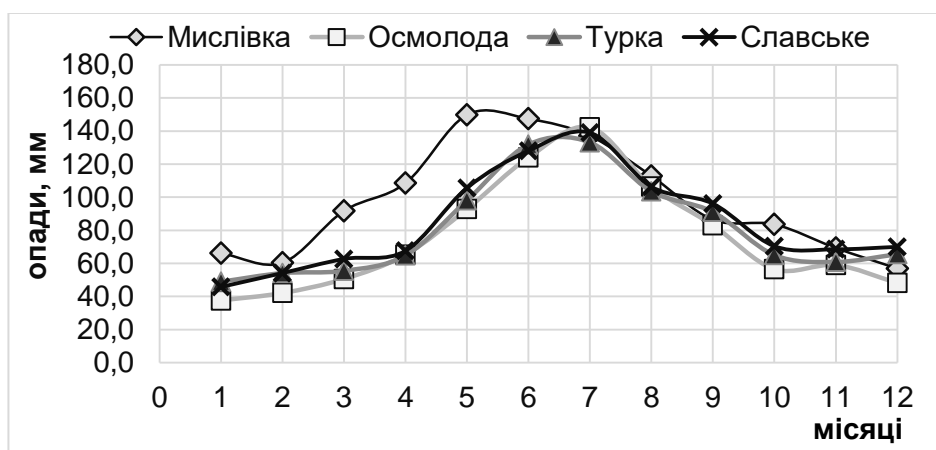


Рис.2. Середній річний хід опадів на окремих станціях північно-західного макросхилу

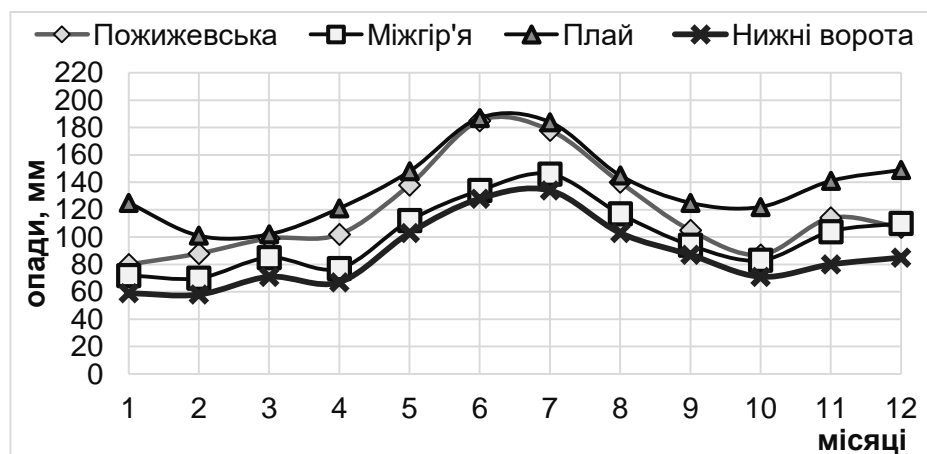


Рис.3. Середній річний хід опадів на окремих міжгірських станціях

Таблиця 3. Статистичні параметри річного ходу опадів на міжгірських станціях.

Назва станції та її висота, м	Середня місячна сума, мм	Медіана, мм	σ , мм	C_v , %	A_s	E
Пожижевська (1451)	118,5	106,0	33,2	27,9	1,0136	-0,0225
Плай (1330)	137,5	133,0	26,4	19,2	0,6243	-0,1265
Ясіня (660)	77,8	68,0	27,2	35,1	0,9037	-0,6656
Верховина (605)	58,8	44,0	34,1	34,1	0,8563	-0,7872
Колочава (525)	110,8	104,5	22,4	20,6	0,6861	-0,4787
Усть-Чорна (525)	109,2	103,5	28,2	22,4	0,3946	-1,5426
Нижні Ворота (496)	87,2	82,5	21,6	22,0	0,8975	-0,2308
Міжгір'я (456)	100,3	99,0	30,4	23,4	0,5078	-0,6571

Таблиця 4. Статистичні параметри річного ходу опадів на станціях північно-західного макросхилу

Назва станції та її висота, м	Середня місячна сума, мм	Медіана, мм	σ , мм	C_v , %	A_s	E
Осмолода (713)	78,3	61,5	37,9	48,8	0,9249	-0,4662
Мислівка (690)	97,3	82,5	38,7	39,8	0,8416	-0,4732
Турка (594)	78,8	65,0	30,1	38,2	0,9732	-0,0520
Славське (592)	82,0	67,0	31,6	38,6	0,8049	-0,6402
Тухля (544)	85,9	72,0	30,7	35,7	0,9805	-0,2390
Дрогобич (275)	62,4	48,5	30,7	49,2	0,7479	-1,0400
Рава Руська (252)	53,2	43,0	18,9	35,6	0,6882	-1,2425

На станціях, розрахунки для яких наведених в табл. 3, рис. 3 зростають середні місячні суми опадів, прослідковується залежність кількості опадів не тільки від абсолютної висоти, але і від інтенсивності орографічного впливу (див. табл. 2,3). Абсолютна та відносна мінливість середніх місячних сум опадів тут менша, ніж для станцій північного та північно-східного схилу. Значення середньоквадратичного відхилення у цьому регіоні змінюється від 21,6 до 34,1 (Верховина), коефіцієнт варіації знаходиться в межах 19,2÷35,1. Виключенням є станція Верховина, де $C_v = 57,9\%$, що скоріше за все вказує на те, що умови опадоутворення під впливом орографії тут наближені до умов північно-східного макросхилу. Знак та величина коефіцієнту асиметрії для цієї групи станцій також показує правостороннє «скошення», але значення його величини змінюються у більш широких межах, що пов'язуємо з виникненням додаткових факторів впливу, які можуть проявлятися тільки для окремих станцій. Так значення A_s близьке до 1,0 (табл.3, Верховина, Ясіня, Нижні Ворота) виникають у випадку зміщення річного максимуму з червня на липень (порушення симетрії) у досліджуваному періоді. Зауважимо, що і для станцій іншої просторової локалізації значення A_s в межах 0,9÷1,0, також отримані для випадків зміщення річного максимуму опадів на липень. Правостороння «скошеність» для річного ходу гірської групи станцій обумовлена переважно суттєвим збільшення опадів у листопаді та грудні, а коливання величини - різними значеннями вторинних максимумів.

Величини ексцесу (E) від'ємні, тобто фактичний розподілу матиме менші максимуми та чіткість їх прояву, ніж теоретичний. У порівнянні з попередньою групою станцій, у досліджуваній, більша мінливість значення E , діапазон змін - 0,0225÷-1,5426, на це впливає значне коливання місячних сум опадів у холодний період та значення вторинних осінньо-зимових максимумів.

Особливостями річного ходу опадів для групи станцій південного та південно-східного макросхилу, є значні середні місячні суми опадів (табл.5), що формуються

як за рахунок зростання абсолютної висоти так і завдяки підсиленню орографічного впливу на процеси утворення опадів (ст. Підполоззя, Довге, Хуст). Станції знаходяться на навітряних схилах по відношенню до потоків вологи при переміщенні південно-західних циклонів, які мають високу повторюваність у холодний період року. У цьому районі формується максимум у просторовому розподілі опадів холодного періоду (ст. Дубове) для регіону Українських Карпат. Крім того, в регіоні відмічається значна часова та просторова мінливість опадів холодного періоду року. Завдяки макроциркуляційним процесам та їх трансформації під впливом орографії у річному ході фіксуються чіткі вторинні екстремуми, максимум у грудні, та мінімум у жовтні.

Статистичні параметри річного ходу опадів для окремих станцій, що знаходяться на південному та південно-східному і наведені в табл.1 та табл.5, вказують на нижчі значення річних амплітуд, абсолютних та відносних показників мінливості середніх місячних сум опадів. Отримані параметри близькі до подібних величин для гірських станцій, так $\delta = 12,9$ мм (Вилок) до $\delta = 24,2$ мм (В. Бичків), $C_v = 20,0$ (Хуст) до $C_v = 32,0$ (В. Бичків). Тільки для на станції В. Бичків отримано високе значення неоднорідності розподілу величини опадів у часі, на інших станцій цієї групи – помірною неоднорідністю. Очевидно, що статистичні варіації місячних сум опадів будуть визначатися впливом окремого чи групи факторів на їх формування, при цьому характер впливу буде визначати величину коливань та їх діапазон. В даному випадку основні фактори впливу на опадоутворення максимально проявляються в різні сезони: термічні (теплий період) циркуляційні (продовж року з підвищенням інтенсивності в холодний період) та орографічний (більш інтенсивно у холодний період). Неспівпадіння часу та інтенсивності факторів впливу на опадоутворення вирівнює варіативність середніх місячних сум опадів.

Станції північно–західного схилу (табл. 4, рис. 2) за значеннями та розподілом статистичних характеристик візначаються помірною абсолютною варіативністю $\delta = 18,9$ мм (Рава Руська) до $\delta = 38,7$ мм (Мислівка), та значною відносною $C_v = 35,7$ (Тухля) до $C_v = 49,1$ (Дрогобич). За значеннями цих величин названа група станцій займає проміжне положення між станція південного макросхилу та станціями північно-східного макросхилу, Для цієї групи співпадає термічний та орографічний фактор (теплий період року), але інтенсивність останнього відносно низька, бо конфігурації траєкторій західних циклонів така, що ймовірність участі у опадоутворенні їх фронтальних хмарних систем тут нижча, ніж на північно-східному макросхилі. Отримані додатні, однорідні значення коефіцієнту асиметрії, за рахунок більших значень сум опадів в літньо-осінній період, коли північно-західні схили будуть навітряними по відношенню до фронтальних систем західних та північно-західних циклонів. Орографічне підсилення опадів літнього періоду призводить до росту значень літнього максимуму у червні, або липні (Славське, Тухля). На макросхилі менш чітко виражені вторинні екстремуми. Як і для інших груп станцій, отримані від'ємні значення ексцесу зі помірною варіативністю самої величини. Тобто, практично для усіх груп станцій отримано зниження піків розподілу та «звуження» правої гілки розподілу у порівнянні з теоретичним.

Маючи статистичні параметри річного розподілу опадів для станцій різної просторової орієнтації та використовуючи ймовірнісну функцію Лапласа, можемо оцінити можливість випадання опадів, кількість яких буде близька до середніх максимальних місячних сум. В табл. 6 вказані інтервали до яких належать осереднені максимальні місячні суми опадів на відповідних станціях за досліджуваний період.

Таблиця 5. Статистичні параметри річного ходу опадів на станціях південного та південно-східного макросхилу

Назва станції та її висота, м	Середня місячна сума, мм	Медіана, мм	σ , мм	C_v , %	A_s	E
Рахів(431)	99,6	94,0	22,6	23,0	0,1679	-1,2192
Підполоззя (396)	96,0	91,5	21,6	22,0	0,7845	-0,2172
Жорнава (346)	85,0	82,5	19,5	23,0	0,5428	-0,7259
Вел. Бичків(299)	75,0	68,5	24,2	32,0	0,8338	0,0236
Довге(175)	95,7	94,0	20,5	21,0	0,3899	-1,0699
Хуст (164)	91,3	93,5	18,1	20,0	0,1679	-1,4667
Вилок (120)	57,1	59,0	12,9	22,6	0,5855	-1,0824
Зняцево(110)	65,9	64,5	14,1	21,4	0,1378	-1,7229

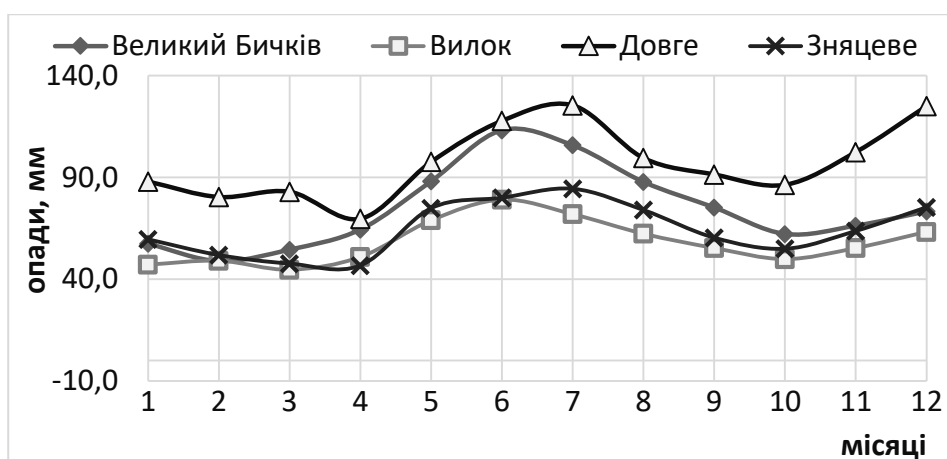


Рис. 4. Середній річний хід опадів на станціях південного та південно-східного макросхилів

Отримані результати розрахунків (табл. 6) показують, що ймовірність випадання місячних сум опадів близьких до середніх максимальних за досліджуваний період для інтервалу сум у 20 мм змінюється залежно від положення станції на макросхилі, її абсолютної висоти та абсолютної мінливості місячних сум опадів у річному розподілі.

Попередні оцінки такі: найвищі ймовірності (11,3÷31,0 %) формування значних сум опадів отримані для станцій південного та південно-східного макросхилу. Для яких абсолютні висотами незначні, а також отримані невисокі значеннями середнього квадратичного відхилення (табл.5, рис.4.), найнижчі ймовірнісні показники отримані для станцій північно-східного макросхилу – 4,1÷7,0 % (табл. 2, рис. 1)

Висновки. Врахування особливостей атмосферної циркуляції в Українських Карпатах та отримані статистичні показники річного розподілу опадів для станцій, що знаходяться на гірських схилах різної експозиції показують, що:

- у регіоні спостерігається зміна напрямку домінуючих циркуляційних процесів, що впливають на опадоутворення та зазнають орографічного впливу від теплового (переважає західне, північно-західне перенесення) до холодного (переважає південно-західне перенесення) періоду року;
- орографічний вплив формує переважно мезомасштабні відмінності просторового та часового розподілу опадів;

Таблиця 6. Ймовірність випадання максимальних місячних сум опадів на станціях різного просторового розташування

Назва станції	Максимальна середня місячна сума опадів (мм)	Діапазони значень середніх місячних сум опадів (мм)	Ймовірність середніх місячних сум опадів в межах діапазону(%)
Мислівка	169	160-170 150-160	1,6 2,8
Осмолода	142,2	140-150 130-140	2,2 3,5
Турка	141,1	130-140 120-130	2,7 4,5
Славське	138,9	130-140 120-130	3,3 5,3
В.Бичків	128,1	120-130 110-120	2,1 4,2
Довге	134,0	130-140 120-130	2,6 7,1
Зняцеве	86,4	80-90 70-80	9,1 21,9
Вилок	80,1	80-90 70-80	5,5 20,3
Гошев	136,7	130-140 120-130	2,9 4,1
Гута	165,8	160-170 150-160	1,7 2,5
Путила	135,9	130-140 120-130	1,9 2,8
Пожижевська	187,0	180-190 170-180	1,7 2,8
Н.Ворота	134,0	130-140 120-130	2,3 4,9
Плай	187,0	180-190 170-180	2,9 5,6
Міжгір'я	146,0	140-150 130-140	2,8 5,7
Яремче	150,0	140-150 130-140	2,7 3,9
Рахів	141	140-150 130-140	2,4 5,3
Підполоззя	139	130-140 120-130	3,8 7,5

- відбувається орографічне зростання середніх місячних сум опадів у випадку, коли станції знаходяться на навітряних по відношенню до вологонесучих потоків схилах. На південному та південно-східному макросхилі інтенсивність орографічного ефекту найбільша і проявляється у зростання місячних сум опадів та їх значній мінливості у холодний період року, навіть на станціях з незначними абсолютними висотами (Підполоззя, Хуст, Довге). На північно-східному макросхилі орографічне підсилення опадів відмічається переважно у літні місяці, збільшуючи літні широтні максимуми;
- отримана значна абсолютна (δ) та відносна (C_v) варіативність середніх місячних сум опадів для станцій північно-східного макросхилу та зменшення таких же

показників для станцій південного та південно-західного макросхилу. Прослідковується залежність ступеню варіативності від величини річної амплітуди сум опадів та одночасного, чи роздільного прояву різних факторів впливу на процеси опадоутворення;

- отримано додатню асиметрію (A_s) та від'ємні значення ексцесу (E) річного розподілу опадів для усіх станцій регіону, що вказує на виникнення правосторонньої скошеності за рахунок переважаючого орографічного збільшення місячних сум опадів у літній період (північно-східний макросхил) та у листопаді-грудні (південний та південно-східний макросхил);
- за попередньою оцінкою, ймовірність формування місячних сум опадів близьких до їх осереднених місячних максимумів, найбільш висока (до 25,8- 31%) для станцій південного та південно-східного макросхилу. Для станцій іншого розташування показники змінюються в межах $4,2 \div 8,6\%$.

Результати отримані у роботі необхідно враховувати при складанні регіональних прогнозів опадів, при параметризації процесів опадоутворення у моделюванні та при дослідженні циклічності часових рядів опадів у регіоні, що формуються тут переважно за рахунок циркуляційного фактору.

Список літератури

1. Алісов Б.П., Полтораус Б.В. Климатология. Учебник для геогр. фак. ун-тов, специализирующихся по метеорологии и климатологии. М.: Изд-во Московского университета, 1974. 299 с.
2. Аксюк О.М. Багаторічні змінення атмосферних опадів холодного періоду року (01.12.–30.04) у районах сніголавинних станцій Плай і Пожежевська (Українські Карпати). Праці УкрНДГМІ, 2016, Вип.269.
3. Антонов В. Генезис климатических особенностей распределения осадков в Украинских Карпатах. В кн.: Доклады XV Международной конференции по метеорологии Карпат, 16-21 сентября 1991 г., г. Ужгород. 1991. с 71-77.
4. Антонов В.С., Друкман И.И. Распределение осадков в Украинских Карпатах при различных потоках воздуха в нижней тропосфере. Метеорология и гидрология. 1974. Выпр. 1. С.89-92.
5. Бабиченко В.Н., Лоева И.Д. Особо обильные осадки в Карпатах. Информ. Бюл. Метеорология и гидрология (Киев). 1967. №12. С.51-56.
6. Бучинський І. О. Клімат Українських Карпат. К. : Наукова думка, 1971. 172 с.
7. Богатырь Л.Ф., Ромов А.И. Влияния орографии на распределение осадков в Украинских Карпатах и предгорьях в теплое время года. Тр. УкрНИГМИ 1971. Вып.108. С.26-40.
8. Влияние орографии на метеорологические процессы. Труды Среднеазиатского регионального НИГМИ им. В.А. Бугаева, № 70(151). М.: Гидрометиздат, 1979. 97 с.
9. Киптенко Е.Н. Распределение осадков в Украинских Карпатах. Труды УкрНИГМИ. 1978. Вып. 165. С. 50-62.
10. Кліматичний кадастр України.
11. Киналь О.В. Особливості зволоження Українських Карпат. Науковий вісник Чернівецького університету. Збірник наукових праць. Вип.391. Географія. Чернівці: Рута, 2008. 208 с.
12. Лебедев А.Н., Лоева И.Д. Пространственно-временные закономерности распределения осадков в Карпатах. В. кн. Доклады международной конференции по метеорологии Карпат 17-22 сентября 1973 г., г. Киев. 1973. С.520-528.
13. Лоева И.Д., Киптенко Е. Н. Изменения месячных количеств осадков в Украинских Карпатах// Труды Укр НИГМИ. М. : Гидрометиздат. 1988. Вып. 227.
14. Моргоч О.В. Орокліматогенні передумови мезокліматичних відмінностей ландшафтів Українських Карпат. Вісн. Львів. ун-ту. Сер.геогр. 2003. Вип.29. Ч.1. С. 53-57.
15. Пірнач Г.М. Моделювання еволюції мезомасштабних хмарних утворень над Карпатами. Наук.праці УкрНДГМІ, 2007, Вип.256.
16. Ромов А.И. К теории орографического циклогенеза. Труды УкрНИГМИ 1985. Вып. 204.
17. Соседко М.Н. Особенности пространственной структуры полей осадков на территории Украинских Карпат. Тр. УкрНИГМИ. 1980. Вып.180. С. 81-85.
18. Шахнович А.В. Влияние местных факторов на распределение и вертикальную зональность осадков в Украинских Карпатах. В кн.: Доклады международной конференции по метеорологии Карпат 17-22 сентября 1973 г., г. Киев. 1973. С. 568- 573.

References

1. Alisov B.P., Poltoraus B.V. Klimatologija. Uchebnik dlja geogr. fak. un-tov, specializirujushihhsja po meteorologii i klimatologii. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1974. 299 s.
2. Aksiuk O. M. Bahatorichni zminennia atmosferykh opadiv kholodnoho periodu roku (01.12.–30.04) u rajonakh sniholavynnykh stantsij Plaj i Pozhezhevs'ka (Ukrains'ki Karpaty). Pratsi UkrNDHMI, 2016, Vyp.269.
3. Antonov V. Genezis klimaticheskikh osobennostej raspredelenija osadkov v Ukrainiskih Karpatah. V kn.: Doklady XV Mezhdunarodnoj konferencii po meteorologii Karpat, 16-21 sentjabrja 1991 g., g. Uzhgorod. 1991. s 71-77.
4. Antonov V.S., Drukman I.I. Raspredelenie osadkov v Ukrainiskih Karpatah pri razlichnyh potokah vozduha v nizhnej troposfere. Meteorologija i gidrologija. 1974. Vopr. 1. S.89-92.
5. Babichenko V.N., Loeva I.D. Osobo obil'nye osadki v Karpatah. Inform. Bjul. Meteorologija i gidrologija (Kiev). 1967. №12. S.51-56.
6. Buchyns'kyj I. O. Klimat Ukrain'skykh Karpat. K. : Naukova dumka, 1971. 172 s.
7. Bogatyr' L.F., Romov A.I. Vlijanija orografii na raspredelenie osadkov v Ukrainiskih Karpatah i predgor'jah v teploe vremja goda. Tr. UkrNIGMI 1971. Vyp.108. S.26-40.
8. Vlijanie orografii na meteorologicheskie processy. Trudy Sredneaziatskogo regional'nogo NIGMI im. V.A. Bugaeva, № 70(151). M.: Gidrometizdat, 1979. 97 s.
9. Kiptenko E.N. Raspredelenie osadkov v Ukrainiskih Karpatah. Trudy UkrNIGMI. 1978. Vyp. 165. S. 50-62.
10. Klimatychnyj kadastr Ukrainy.
11. Kynal' O.V. Osoblyvosti zvolozhennia Ukrain'skykh Karpat. Naukovyj visnyk Chernivets'koho universytetu. Zbirnyk naukovykh prats'. Vyp.391. Heohrafiia. Chernivtsi: Ruta, 2008. 208 s.
12. Lebedev A.N., Loeva I.D. Prostranstvenno-vremennye zakonomernosti raspredelenija osadkov v Karpatah. V. kn. Doklady mezhdunarodnoj konferencii po meteorologii Karpat 17-22 sentjabrja 1973 g., g. Kiev. 1973. S.520-528.
13. Loeva I.D., Kiptenko E. N. Izmenenija mesjachnykh kolichestv osadkov v Ukrainiskih Karpatah// Trudy Ukr NIGMI. M. : Gidrometizdat. 1988. Vyp. 227.
14. Morhoch O.V. Oroklimatehenni peredumovy mezoklimatychnykh vidminostej landshaftiv Ukrain'skykh Karpat. Visn. L'viv. un-tu. Ser.heohr. 2003. Vyp.29. Ch.1. S. 53-57.
15. Pirnach H.M. Modeliuvannia evoliutsii mezomasshtabnykh khmarnykh utvoren' nad Karpatamy. Nauk.pratsi UkrNDHMI, 2007, Vyp.256.
16. Romov A.I. K teorii orograficheskogo ciklogeneza. Trudy UkrNIGMI 1985. Vyp. 204.
17. Sosedko M.N. Osobennosti prostranstvennoj struktury polej osadkov na territorii Ukrainiskih Karpat. Tr. UkrNIGMI. 1980. Vyp.180. S. 81-85.
18. Shahnovich A.V. Vlijanie mestnykh faktorov na raspredelenie i vertikal'nuju zonal'nost' osadkov v Ukrainiskih Karpatah. V kn.: Doklady mezhdunarodnoj konferencii po meteorologii Karpat 17-22 sentjabrja 1973 g., g. Kiev. 1973. S. 568- 573.

Орографічний вплив на формування просторових та часових відмінностей розподілу опадів в Українських Карпатах

Паламарчук Л.В., Басіста Є.К.

В роботі розглянуто орографічний вплив Українських Карпат на річний розподіл опадів для станцій, що мають різне просторове розташування по відношенню до вологонесучих потоків. Вказано, що основними чинниками впливу на формування опадів у регіоні є циркуляційні, а орографія впливає на мезоструктурні особливості часового ходу та поля опадів. Розраховані статистичні параметри річного розподілу показують, що низька абсолютна та відносна варіативність місячних сум опадів притаманна станціям південного та південно-східного макросхилу, а високими такі показники є для станцій північного та північно-східного макросхилу. Розглянуто причини та відмінності у виникненні асиметричності річного розподілу опадів. Оцінено ймовірність формування місячних сум опадів близьких до середніх максимальних, що спостерігалися за досліджуваний період.

Ключові слова: циркуляційний вплив, орографічний ефект, мезоструктура поля опадів, динамічні чинники, термічні чинники, річний хід, статистичні параметри.

Орографическое влияние на формирование пространственных и временных различий распределения осадков в Украинских Карпатах

Паламарчук Л.В., Басиста Е.К.

В работе рассмотрено орографическое влияние Украинских Карпат на годовое распределение осадков для станций, которые имеют разное пространственное расположение по отношению к влагонесущим потокам. Показано, что основные факторами влияния на формирование осадков в регионе являются циркуляционные, а орография будет влиять на мезоструктурные особенности годового распределения и поля осадков. Рассчитанные

статистические параметры годового хода осадков, что низкая абсолютная и относительная вариативность месячных сум осадкам характерна для станций южного и юго-восточного макросклонов, а высокие значения таких показателей получены для станций северного и северо-восточного макросклона. Рассмотрены причины и различия возникновения асимметричности годового распределения осадков. Получена вероятность формирования месячных сум осадков близких по величине к средним максимальным значениям, что наблюдались за исследуемый период.

Ключевые слова: циркуляционное влияние, орографический эффект, мезоструктура поля осадков, динамические факторы, термические факторы, годовой ход, статистические параметры.

The orographic effect on the formation of differences in spatial and temporal distribution of precipitation in the Ukrainian Carpathians.

Palamarchuk L.V. Basista E.K.

Taking into account that, the dominant directions of movement of frontal system of clouds and precipitation systems in the region of the Ukrainian Carpathians vary throughout the year, the orographic effect on the precipitation's distribution at different location and slope exposure should be different for individual stations and should be evident in annual distribution of precipitation. The paper considers the influence of the Ukrainian Carpathians on the annual distribution of precipitation for stations having different spatial location in relation to moisture-transfer flows. It is indicated that the main factors of formation of precipitation in the region are connected to circulation and the orography effects on the mesostructural features of the annual course and the precipitation field. The calculated statistical parameters of the annual distribution show that the low absolute and relative variability of monthly precipitation are typical for stations in the southern and southeastern macro slopes, while the high rates of such variability are for stations in the northern and northeastern macro slopes. The causes and the differences in occurrence of asymmetry of annual distribution of precipitation are considered. The probability of monthly precipitation amounts, which are close to the average maximum, was estimated.

Results which we got could be used in preparing the regional precipitation forecast, in parameterization of precipitation formation processes, in modeling and studying cyclic time series of precipitation in the region, which are formed mainly by circulation factor.

Keywords: impact of atmospheric circulation, orographic effect, mesostructural specifics of the precipitation field, dynamic factors, thermal factors, distribution of annual precipitation, statistical parameters.

Надійшла до редколегії 25.02.2019

УДК 551.583; 551.54

Заболоцька Т.М.¹, Ціла А.Ю.^{1,2}

¹Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

^{1,2}Київський національний університет імені Тараса Шевченка

КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ АТМОСФЕРНОГО ТИСКУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Ключові слова: атмосферний тиск на рівні моря та станції, 30-річні ковзні, 10-річні флуктуації, щомісячні коливання тиску.

Вступ. Зміни у просторовому розподілі тиску головним чином зумовлені горизонтальною адвекцією повітря та мінливістю у термічному полі. Основні фактори впливу на циркуляційні процеси взимку на території України є такі: трансформація повітряних мас з Атлантики, де поглиблюється стійка Ісландська депресія, на сході впливає Сибірський антициклон, а над Середземним морем встановлюється відносно низький тиск. Влітку розповсюджує свій вплив відріг Азорського антициклону, який в цей час досягає свого максимального розвитку, також відбувається слабка трансформація повітряних мас з Атлантики та Арктики.

Зміна зимових процесів на літні і навпаки чітко відображається на розподілі тиску. Весною циклонічна діяльність у районі Ісландії поступово стає більш слабкою,

ISSN:2306-5680 **Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2019. № 2 (53)**