

УДК 504.453

Холоденко Вікторія Святославівна,
кандидат географічних наук, доцент

Національний університет водного
господарства та природокористування, г.
Рівне, України,
e-mail: ХАС2006@ukr.net

Косяк Діана Святославівна,
кандидати географічних наук, доцент

Національний університет водного
господарства та природокористування, г.
Рівне, України,
e-mail: ХАС2006@ukr.net

**ЧАСОВА СТРУКТУРА РІЧНИХ СУМ, ТЕПЛОГО ТА ХОЛОДНОГО
ПЕРІОДІВ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ В МЕЖАХ ПРИП'ЯТСЬКО-
ВОЛИНСЬКОЇ МОРЕННО-ЗАНДРОВОЇ РІВНИНИ ТА ВОЛИНСЬКОЇ
ДЕНУДАЦІЙНОЇ ВИСОЧИНИ**

Мета - охарактеризувати статистичну значущість (визначеність оцінок) регіональних трендів сум атмосферних опадів, а також теплового та холодного періодів опадів, враховуючи можливу зв'язність та циклічність рядів спостережень.

Методика дослідження побудована на основі аналізу часової структури рядів спостережень в таких напрямках: наявність зв'язків між сусідніми членами ряду; регресія даних спостережень на час; можлива наявність різноманітних циклів; однорідність рядів спостережень за статистичними критеріями; розрахунок коефіцієнту нерівномірності випадіння опадів.

Результати дослідження порівняння інтегральних кривих показує, що багаторічні коливання річних сум опадів є синфазними, тобто на різних метеостанціях одночасно спостерігаються однакові фази, але співвідношення середніх значень за ці фази змінюються. Для досліджуваних рядів фактично виявлені статистично значущі додатні тренди річних сум атмосферних опадів, теплового та холодного періодів (крім метеостанції Луцьк для холодного періоду). Оцінка однорідності за параметричними і непараметричними статистичними критеріями показала, що відбуваються зміни по річних сумах опадів та теплового і холодного періодів, яка статистично доведена. Коефіцієнт нерівномірності випадіння опадів змінюється у широких межах.

Наукова новизна полягає у доведеній статистичній значущості регіональних трендів сум атмосферних опадів, а також теплового та холодного періодів опадів, які можуть застосовуватися для інших наукових оцінок, досліджень.

Практична значимість результатів дослідження, а саме факт збільшення річних сум опадів, теплого та холодного періодів опадів, може бути використана при геоморфологічних дослідженнях території Волинського Полісся та Волинської височини.

Ключові слова: атмосферні опади, автокореляція, тренд, інтегральні криві, статистичні критерії однорідності.

УДК 504.453

Холоденко Виктория Святославовна,
кандидаты географических наук, доцент

Национальный университет водного
хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина,
e-mail: XAC2006@ukr.net

Косяк Диана Святославовна,
кандидаты географических наук, доцент

Национальный университет водного
хозяйства и природопользования,
г. Ровно, Украина,
e-mail: XAC2006@ukr.net

Цель - охарактеризовать статистическую значимость (определенность оценок) региональных трендов сумм атмосферных осадков, а также теплого и холодного периодов осадков, учитывая возможную связность и цикличность рядов наблюдений.

Методика исследования построена на основе анализа временной структуры рядов наблюдений в следующих направлениях: наличие связей между соседними членами ряда; регрессия данных наблюдений на время; возможно наличие различных циклов; однородность рядов наблюдений за статистическими критериям; расчет коэффициента неравномерности выпадения осадков.

Результаты исследования сравнения интегральных кривых показывает, что многолетние колебания годовых сумм осадков является синфазными, то есть на разных метеостанциях одновременно наблюдаются одинаковые фазы, но соотношение средних значений за эти фазы меняются. Для исследуемых рядов фактически обнаружены статистически значимые положительные тренды годовых сумм атмосферных осадков, теплого и холодного периодов (кроме метеостанции Луцк для холодного периода). Оценка однородности по параметрическим и непараметрическим статистическим критериям показала, что происходят изменения по годовым суммам осадков и теплого и холодного периодов, которая статистически доказана. Коэффициент неравномерности выпадения осадков изменяется в широких пределах.

Научная новизна заключается в доказанной статистической значимости региональных трендов сумм атмосферных осадков, а также теплого и холодного периодов осадков, которые могут применяться для других научных оценок, исследований.

Практическая значимость результатов исследования, а именно факт увеличения годовых сумм осадков, теплого и холодного периодов осадков, может быть использована при геоморфологических исследованиях территории Волинского Полесья и Волинской возвышенности.

Ключевые слова: атмосферные осадки, автокорреляция, тренд, интегральные кривые, статистические критерии однородности.

УДК 504.453

Kholodenko Victoria Svyatoslavivna,
Candidate of Geographic Sciences,
Associate Professor

National University of Water Management
And Nature Resources Use, Rivne, Ukraine
e-mail: XAC2006@ukr.net

Kosyak Diana Svyatoslavivna.

National University of Water Management
And Nature Resources Use, Rivne, Ukraine

*SENTINEL STRUCTURE OF ANNUAL SUMS, WARM AND COLD PERIODS
ATMOSPHERIC FALLOUTS IN PRIPYAT-VOLYN TERRACE PLAIN AND
VOLYN SUBLIMITY*

Objective – describe statistical significance (certainty estimates) regional trends in precipitation amounts, as well as warm and cool periods of precipitation, including a possible connectivity and cyclical series of observations.

Research methodology is based on analysis of time series observations structures in the following areas: the links between adjacent series members; regression of observational data at the time; there may be different cycles; homogeneous series of observations of the statistical criteria; calculation of the rate of uneven rainfall.

Results of the study comparing the integral curves shows that long-term fluctuations in annual rainfall amounts are in phase, at different weather stations simultaneously observed the same phase, but the ratio of the average values over the phase change. For the studied series actually found a statistically significant positive trends in annual amounts of precipitation, warm and cold periods (except for cold weather stations Luck period). Evaluation of homogeneity for parametric and nonparametric statistical criteria showed that there are changes in annual precipitation amounts and warm and cold periods statistically proven. Coefficient of uneven rainfall varies widely.

Scientific novelty is proven statistical significance of regional trends amounts of rainfall and warm and cold periods of rainfall that can be applied to other scientific assessments, research.

The practical importance of research, namely the fact that increasing amounts of annual rainfall, warm and cool periods of rain, can be used in geomorphological studies of the Volyn Polesie and Volyn hill.

Key words: precipitation, autocorrelation, trend, integral curves, statistical homogeneity criteria.

Постановка проблеми. Інтенсивність екзогенних процесів тісно пов'язана з активністю зовнішніх факторів. Ці процеси в значній мірі визначаються фізичними умовами на поверхні Землі і зокрема, кліматом. Коливання температури і кількості атмосферних опадів є головними факторами, які визначають динаміку екзоморфогенезу. Характеристика змін та коливань атмосферних опадів, а також теплого і холодного періодів, зокрема, може бути достатньо актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значна частина літературних джерел [1,2,3] базується на окремих аспектах досліджень однорідності рядів, модельних оцінках. Які в результаті є мінливими і створюють неспівпадіння модельних оцінок з даними спостережень, ступінь довіри до змін залишається невисоким. Похибки можуть бути настільки суттєвими, що іноді виявляється неможливим не тільки оцінити швидкість змін, які спостерігаються, але й навіть встановити сам факт їх наявності [1,3].

На сьогодні основним методом оцінки змін клімату є порівняння змін за даними натурних спостережень та змін за результатами розрахунку

по моделям загальної циркуляції атмосфери і океану (МЗЦАО). Головна увага приділена аналізу змін температури повітря, як елементу теплообігу, що у свою чергу є одним із процесів утворення клімату. Вважається, що можливість аналізу змін інших елементів в процесах кліматоутворення (і в першу чергу, атмосферних опадів) є обмеженою. Причинами цього вважається недостатньо повне фізичне розуміння кліматичної системи, а також недоліки системи спостережень, що не дозволяє одержати достатньо точну інформацію [4]. При цьому, в регіональному масштабі, порівняння трендів температур (не говорячи вже про опади), розрахованих за моделями та визначених за даними спостережень в ряді випадків є малорезультативним. Вважається, що основною причиною цього є велика невизначеність оцінок трендів за даними спостережень. В свою чергу, однією із причин, зазначеної невизначеності є зв'язність рядів спостережень, проявом якої вважаються різноманітні цикли [4].

Мета даного дослідження – охарактеризувати статистичну значущість (визначеність оцінок) регіональних трендів сум атмосферних опадів, а також теплового та холодного періодів опадів, враховуючи можливу зв'язність та циклічність рядів спостережень.

Постановка завдання. Провести аналіз часової структури рядів спостережень в таких напрямках: наявність зв'язків між сусідніми членами ряду; регресія даних спостережень на час; можлива наявність різноманітних циклів; однорідність рядів спостережень за статистичними критеріями; розрахунок коефіцієнту нерівномірності випадіння опадів.

Виклад основного матеріалу. В роботі для аналізу регіональних змін атмосферних опадів за рік, теплий та холодний періоди, використані дані інструментальних спостережень на 4 метеостанціях (Рівне, Сарни, Луцьк, Ковель) Західного Полісся та північної частини Волино-Подільської височини з 1945 року по 2011 рік (враховуючи базовий період 1961-1990 рр.).

Попередня візуальна оцінка багаторічного ходу річних сум (також теплового і холодного періодів) опадів (H_i), їх модульних коефіцієнтів ($K_i = H_i / H_o$, де H_o – середнє багаторічне значення річних опадів (також теплового і холодного періодів)), відхилень річних опадів (і теплового та холодного періодів) від їх середньої величини ($K_i - 1$) та $(K_i - 1)/C_v$, показує наявність можливої тенденції на збільшення опадів за період спостережень. Ця тенденція показана на рис. 1 для метеостанції Ковель. В результаті був проведений аналіз часової структури рядів спостережень, заявлений у постановці завдання.

Про наявність зв'язності членів ряду між собою говорить коефіцієнт автокореляції r (1). Для його визначення, попередньо утворюють з одного вихідного ряду два, при цьому другий допоміжний ряд буде частиною першого. При цьому в першому ряду відсутній останній член, а в другому – перший і число пар значень вихідної величини на одну менше загального

об'єму сукупності. Для беззв'язного ряду r (1) фактично дорівнює нулю. Для рядів із слабкими внутрішньорядними зв'язками коефіцієнт r (1) зазвичай дорівнює 0,2-0,4 [5].

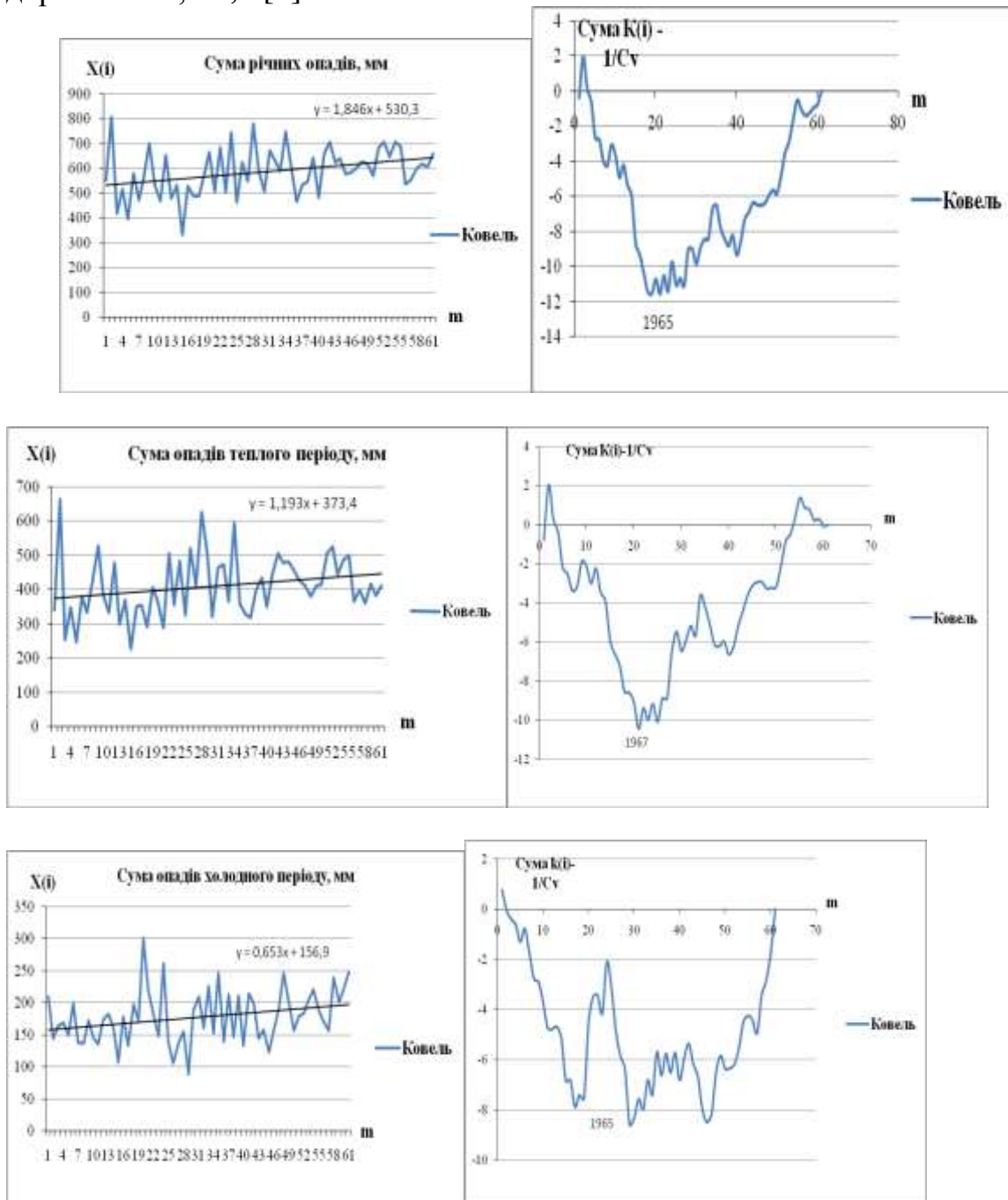


Рис.1. Багаторічний хід річних опадів (теплого та холодного періодів) і різницеві інтегральні криві для метеостанції Ковель

В таблиці 1 наведена характеристика зв'язності рядів річних сум атмосферних опадів (теплого та холодного періодів).

Таблиця 1

Коефіцієнти автокореляції рядів річних сум (теплого та холодного періодів) атмосферних опадів

Метеостанції	Період спостережень	Коефіцієнт автокореляції $r(1)$		
		річний	теплого періоду	холодного періоду
Рівне	1945-2005	-0,031	-0,022	0,108
Сарни	1946-2011	+0,048	+0,024	-0,119
Луцьк	1946-2003	+0,221	+0,113	+0,027
Ковель	1947-2007	-0,016	-0,007	+0,06

Фактично, для зазначеної території можна говорити про відсутність зв'язку між членами рядів річних атмосферних опадів, тобто ряди сформовані із випадкових величин та про ймовірну відсутність проявів різноманітних циклів.

Для вивчення змін параметрів клімату за даними рядів спостережень використовують оцінки трендів середнього значення. Найчастіше визначають коефіцієнт лінійного тренду, який характеризує швидкість зміни рівня ряду на часовому відрізку, що розглядається. В даному дослідженні коефіцієнти лінійних трендів різних сум атмосферних опадів (a) були визначені за співвідношенням регресійного аналізу [6]. Для оцінки статистичної значущості наявності тренду зазвичай застосовують співвідношення a/σ_a , де σ_a – вибіркова мінливість лінійного тренду [4]. В якості критичної умови, за якої не відхиляють наявності тренду, часто використовують умову $\frac{a}{\sigma_a} \geq 2$. В таблиці 2 наведені результати трендового аналізу рядів річних сум (теплого та холодного періодів) атмосферних опадів.

Таблиця 2

Характеристика лінійних трендів рядів річних сум (теплого та холодного періодів) атмосферних опадів

Метеостанція	Річний		Теплий період		Холодний період	
	a , мм/рік	a/σ_a	a , мм/рік	a/σ_a	a , мм/рік	a/σ_a
Рівне	+1,18	2,31	+0,91	2,18	+0,27	2,54
Сарни	+1,26	2,94	+1,12	3,04	+0,14	2,00
Луцьк	+0,69	2,00	+0,96	2,00	+0,27	2,40
Ковель	+1,85	3,77	+1,19	2,81	+0,65	7,08

Для досліджуваних рядів фактично виявлені статистично значущі додатні тренди річних сум (теплого та холодного періодів) атмосферних опадів.

Попередньо, для оцінки можливої циклічності та однорідності рядів спостережень були визначені показники їх мінливості та симетричності. Коефіцієнти варіації (C_v), асиметрії (C_s) були обчислені за відомими співвідношеннями [7]. Для перевірки гіпотези про нормальний розподіл

були визначені критерії узгодженості за методом моментів [8]. Гіпотеза про нормальний розподіл відхиляється, якщо хоча б одне із значень буде перевищувати відповідний критерій узгодженості.

Оцінка часової структури рядів річних сум (теплого і холодного періодів) опадів вимагає визначення однорідності рядів за статистичними критеріями однорідності. Для їх застосування слід точно визначити моменти поділу сукупності на дві частини за характеристикою можливої циклічності опадів. Дослідження циклічності коливань річних сум опадів проводилися за календарними графіками їх змін (рис. 1). Вони не завжди дають повну уяву про можливу циклічність через наявність малих циклів на фоні багаторічних коливань. Тому доцільно використовувати графіки ковзних середніх значень за деякий проміжок часу. Вони включають вплив різких коливань в окремі роки, але завдяки згладжуванню одночасно роблять більш невизначеними межі різних циклів. Більш наглядну уяву про цикли коливання річних сум (теплого і холодного періодів) атмосферних опадів дають різницеві інтегральні криві (сумарні криві відхилень річних значень від середнього його значення за період спостережень).

Інтегральні криві будують для рядів тривалістю спостережень не менше 50-60 років [9] у відносних величинах – модульних коефіцієнтах (K_i). Для цього послідовно додають відхилення модульних коефіцієнтів опадів хронологічного ряду від середнього багаторічного значення, що

дорівнює одиниці, тобто знаходять $\left[\sum_1^t (K_i - 1) \right]$. Поточні ординати інтегральної кривої на кінець t -го року від початку кривої визначають як

$\sum_1^t (K_i - 1) = f(t)$. Для того, щоб виключити вплив ступеня мінливості на модульні коефіцієнти інтегральні криві будують по ординатам $\left[\sum_1^t (K_i - 1) / C_v \right] = f(t)$.

Період часу, для якого ділянка інтегральної кривої має нахил вгору відповідає фазі збільшення опадів. Період часу, для якого ділянка кривої має нахил вниз відповідає фазі зменшення річних сум (теплого та холодного періодів) опадів. Інтегральні криві відповідно річних сум (теплого та холодного періодів) опадів за роками спостережень на метеостанціях Луцьк, Сарни наведено на рисунку 2.

Аналіз різницевої інтегральних кривих показує, що для 2 метеостанцій (Ковель і Сарни) можна виділити одну фазу зменшення річних сум опадів, за якою розпочинається фаза їх збільшення, а для 2 метеостанцій (Рівне і Луцьк) виділяється по дві відповідні фази. Ця тенденція зберігається для теплового і холодного періоду атмосферних опадів (рис.1, 2). Порівняння інтегральних кривих показує, що багаторічні коливання річних сум опадів є синфазними, тобто на різних метеостанціях

одночасно спостерігаються однакові фази, але співвідношення середніх значень за ці фази змінюються.

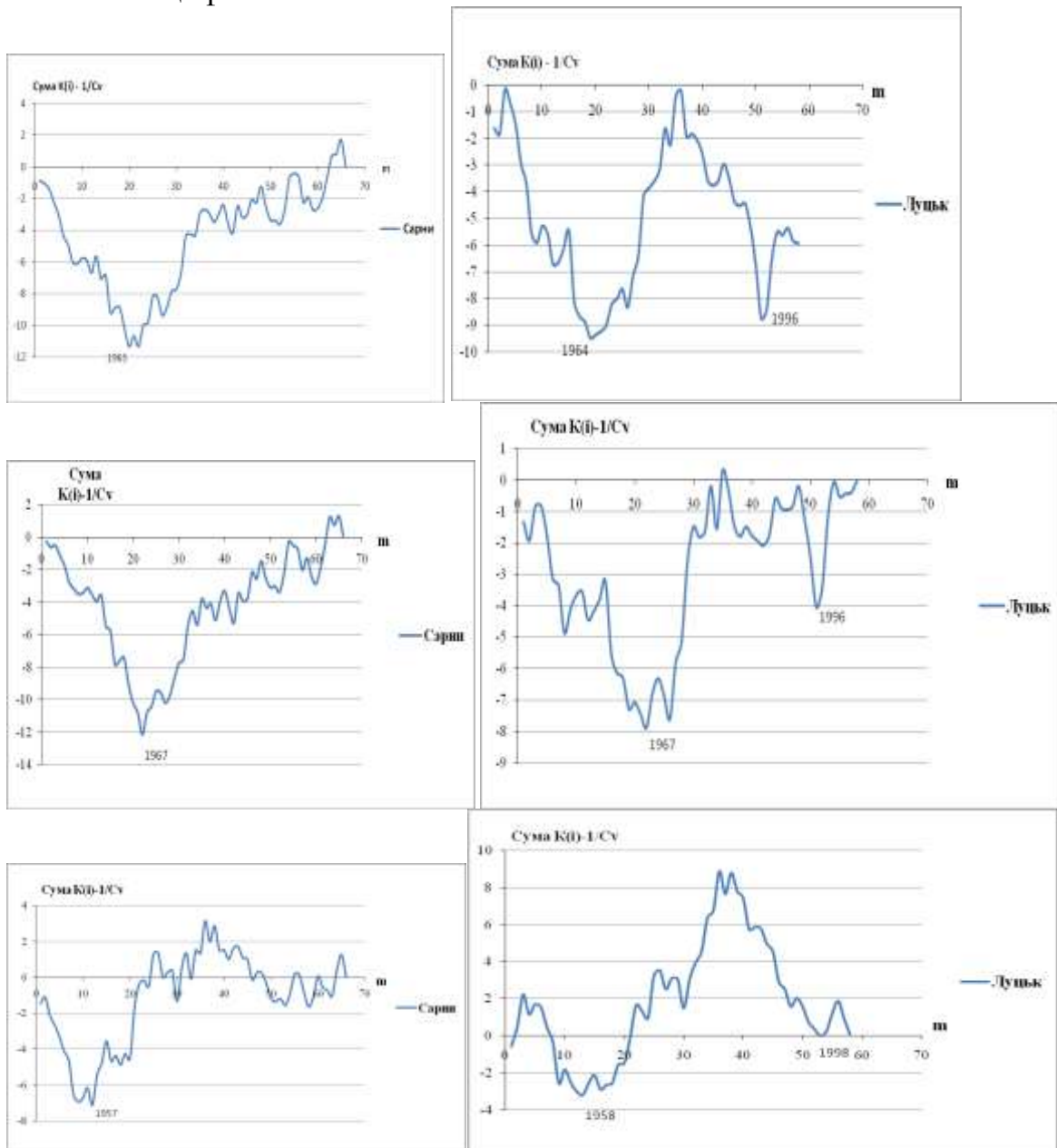


Рис.2. Різницеві інтегральні криві відповідно річних сум (теплого та холодного періодів) опадів за роками спостережень на метеостанціях Сарни, Луцьк

Абсциси інтегральних кривих, які відповідають 1964-1965 рр. та 1996 і 1997 рр. були визначені моментами переходу між фазами зміни опадів.

Послідовність фаз зменшення та зростання опадів дозволяє виділити цикли зміни опадів. За допомогою інтегральних кривих для рядів спостережень на метеостанціях Рівне, Луцьк можна виділити два цикли зміни атмосферних опадів.

Виділені цикли перевірялися на репрезентативність.

Для зазначених метеостанцій (за виключенням метеостанції Луцьк) виділені цикли не можна вважати репрезентативними. Фактично, для даної території можна виділяти один повний цикл зміни річних сум опадів, який включає дві фази. Фаза зменшення – від середини 1940-х до 1960-х років. Фаза зростання – від середини 1960-х рр. і до сьогодення. Моменти переходу від фаз зменшення опадів (річних) до фаз їх зростання (моменти неоднорідності) для метеостанцій Луцьк відповідає 1964-1965 рр., для метеостанцій Рівне, Ковель, Сарни – 1965-1966 рр.

Для підтвердження значущості виділених трендів опадів також були застосовані статистичні критерії оцінки однорідності рядів. Якщо розглянута сукупність буде однорідною, то не можна вважати виділений тренд статистично значущим. Оцінка однорідності проводилася за параметричними і непараметричними статистичними критеріями. Параметричними називають критерії, які ґрунтуються на припущенні, що розподіл ознаки в сукупності підпорядковується деякому відомому закону, наприклад – закону нормального розподілу. Непараметричними називають критерії, використання яких не вимагає попереднього визначення закону розподілу. Кожен ряд спостережень за опадами з урахуванням моменту неоднорідності поділявся на дві сукупності і за дослідженим критерієм оцінювалася їх однорідність.

Оцінку однорідності рядів за параметричними критеріями починають з оцінки однорідності вибірових дисперсій, яку здійснюють за критерієм Фішера F з урахуванням $r(1)$. Для усіх рядів виявлено, що $F < F(\alpha)$, де $F(\alpha)$ – критичне значення статистики Фішера. Таким чином, можна вважати, що відмінності у відхиленнях сукупностей відсутні. Надалі, застосовують критерій Стюдента t , який характеризує однорідність вибірових середніх. Для метеостанцій Сарни (річна сума опадів, теплий і холодний період), Луцьк (холодний період), Ковель (річна сума опадів і теплий період) виявлено, що $t > t(\alpha)$, де $t(\alpha)$ – критичне значення статистики Стюдента при наявності $r(1)$ для рівня значущості $\alpha = 0,005$ (5%). Це свідчить, що за різницею середніх значень, ряди річних сум опадів слід вважати неоднорідними. У всіх інших випадках – однорідні.

Для підтвердження виявленої неоднорідності також були використані непараметричні критерії. Були обчислені: критерій Вілкоксона (W) та критерій Вандер Вандера (X), які виявляють відмінності в середніх значеннях вибірок; критерій Сіджела - Тюкі (S), який виявляє відмінності у відхиленнях; критерій Серійний (Q) та критерій Колмогорова-Смирнова (λ^2), які виявляють відмінності характері розподілів. Всі визначені критерії порівнювалися з критичними значеннями відповідних статистик при рівні значущості. Результати оцінки однорідності за визначеними критеріями наведено у таблиці 3.

Фактично, за найбільш потужним з непараметричних статистичних критеріїв (X), ряди річних сум, теплового та холодного періодів опадів

можна вважати неоднорідними за відмінностями в середніх значеннях та за відмінностями у відхиленнях розподілів.

Таблиця 3

Оцінка однорідності рядів річних сум (теплого і холодного періоду) атмосферних опадів за непараметричними критеріями з урахуванням моментів неоднорідності

Метеостанція	Непараметричні критерії				
	W	X	S	Q	λ^2
Рівне	Річна				
	O	O	H	O	O
	Теплого періоду				
	H	O	H	O	O
	Холодного періоду				
	H	O	O	O	O
Сарни	Річна				
	O	H	H	O	O
	Теплого періоду				
	O	H	H	O	O
	Холодного періоду				
	O	H	H	O	O
Луцьк	Річна				
	O	O	H	O	O
	Теплого періоду				
	O	O	H	O	O
	Холодного періоду				
	O	H	H	O	O
Ковель	Річна				
	O	H	H	O	O
	Теплого періоду				
	O	H	H	H	O
	Холодного періоду				
	O	O	O	O	H

Примітка: O – ряд однорідний; H – ряд неоднорідний.

Нерівномірність в річному розподілі опадів характеризується показником періодичності опадів, який визначається за залежністю:

$$W_H = \left[\frac{\sum \left| m_i - \frac{P}{12} \right|}{P} \right] \cdot 100\%,$$

де P – сума опадів за рік, мм; m_i – сума опадів за конкретний місяць року, мм. Згідно з проведеними дослідженнями коефіцієнт нерівномірності

випадіння опадів на території змінюється у широких межах. Так, для Рівного у період з 1945-2005 рр. W_n знаходиться у межах від 24,7% до 72%; для Сарн (1946-2011 рр.) - від 20,3% до 75,6%; для Луцька (1946-2003 рр.) - від 22,8% до 129%; для Ковеля (1947-2007 рр.) - від 24,5% до 73,4%.

Тому, чим більше нерівномірно випадають опади, тим збільшується значення W_n . Для прикладу, у західних берегів Європи він складає – 25%, а в Центральній Азії – 100%.

Висновок. Таким чином, аналіз часової структури рядів річних сум атмосферних опадів та теплого і холодного періодів опадів для досліджуваної території показує їх постійне зростання. Додатний тренд атмосферних опадів з урахуванням їх циклічності можна вважати статистично значимим. Коефіцієнт нерівномірності випадіння опадів на території змінюється у широких межах. Факт, збільшення річних опадів із середини 60-х років 20 століття слід враховувати при геоморфологічних дослідженнях території Волинського Полісся та Волинської височини.

Список використаних джерел:

1. Тюрин Ю.Н. Непараметрические методы статистики / Ю.Н. Тюрин. – М.: Знание, 1978. – 64 с.
2. Тарасова В.В. Екологічна статистика. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 392 с. ISBN978-966-364-669-5.
3. Застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів спостережень за сучасними локальними змінами температури повітря та опадів/ О.І. Галік, А.М. Рокочинський, Т.В. Олексюк, Т.В. Савчук, А.І. Маринич// Науково-теоретичний, науково-практичний журнал, вісник Дніпропетровського державного аграрного університету/ Головний редактор – А.С. Кобець. – Д.: Друкарня видавництва “Свидлер А.Л.”, 2011. – №1. – с. 96-99.
4. Мелешко В. П. Насколько наблюдаемое потепление климата России согласуется с расчетами по объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана / В. П. Мелешко, В. М. Мирвис, В. А. Говоркова // Метеорология и климатология. – 2007. - № 10. — С. 5 – 19. – (Серия «Метеорология и гидрология»).
5. Кобышева Н. В. Климатология / Кобышева Н. В., Костин С. И., Струнников Э. А. – Л. : Гидрометеиздат, 1980. – 344 с.
6. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 1022 с.
7. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
8. Справочник по математическим методам в геологии / [Родионов Д. А., Коган Р. И., Голубева В. А. и др.]. – М.: Недра, 1987. – 335 с.
9. Галущенко Н. Г. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Н. Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – 248 с.

Список использованных источников:

1. Тюрин Ю.Н. Непараметрические методы статистики / Ю.Н. Тюрин. - М.: Знание, 1978. - 64 с.
2. Тарасова В.В. Экологическая статистика. Учебник. - К.: Центр учебной литературы, 2008. - 392 с. ISBN978-966-364-669-5.
3. Применение непараметрических статистических критериев оценки однородности рядов наблюдений за современными локальными изменениями температуры воздуха и осадков / О.И. Галик, А.Н. Рокочинський, Т.В. Олексюк, Т.В. Савчук, А.И. Маринич // Научно-теоретический, научно-практический журнал, вестник Днепропетровского государственного аграрного университета / Главный редактор - А.С. Кобец. - Д.: Типография издательства "Свидлер А.Л.", 2011. - №1.- с. 96-99.

4. Мелешко В.П. Насколько наблюдаемое потепление климата России согласуется с расчетами по объединенным моделям общей циркуляции атмосферы и океана / В. П. Мелешко, В. М. Мирвис, В. А. Говоркова // Метеорология и климатология. - 2007. - № 10. - С. 5 - 19. - (Серия «Метеорология и гидрология»).
5. Кобышева Н. В. Климатология / Кобышева Н. В., Костин С. И., Струнников Э. А. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. - 344 с.
6. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С.А. Айвазян, В. С. Мхитарян. - М.: ЮНИТИ, 1998. - 1022 с.
7. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 448 с.
8. Справочник по математическим методам в геологии / [Родионов Д.А., Коган Г. И., Голубева В. А. и др.]. - М.: Недра, 1987. - 335 с.
9. Галущенко Н. Г. Гидрологические и водно-балансовые расчеты / Н. Г. Галущенко. - М.: Высшая школа, 1987. - 248 с.

References:

1. Tyurin Y.N. Neparаметrycheskiye methods statistics / Y.N. Tyurin. - M.: Knowledge, 1978. - 64 p.
2. V.V. Tarasov. Environmental Statistics. Tutorial. - K.: Center of educational literature, 2008. - 392 p. ISBN978-966-364-669-5.
3. The use of nonparametric statistical criteria for assessing homogeneity series of observations of the current local changes in air temperature and precipitation / O.I. Halik, A.M. Rokochynskyy, T.V. Oleksyuk, T.V. Savchuk, A. Marinich // Scientific-theoretical, scientific journal, Bulletin of Dnepropetrovsk State Agrarian University / Editor - AS Kobets. - D.: Typography publishing "Svydler AL", 2011. - №1. - with. 96-99.
4. Meleshko V.P. How much of the observed warming of the climate in Russia is consistent with calculations by obyedinenny models of the General circulation of the atmosphere and ocean / C. P. Meleshko, V. M. Mirvis, V. A. Govorkova // Meteorology and climatology. - 2007. No. 10. p. 5 - 19. - (Series "Meteorology and hydrology").
5. Kobychев N. Century Climatology / Kobychев N. Century, Kostin, S. I., String Players, E. A. - L.: Gidrometeoizdat, 1980. - 344 p.
6. Ayvazian S.A. Applied statistics and econometrics / S.A. Aivazian, V.S. Mkhitaryan. - M.: UNITY, 1998. - 1022 p.
7. Manual determination of hydrological characteristics. - L.: Gidrometeoizdat, 1984. - 448 p.
8. Handbook of mathematical methods in Geology / [Rodionov D.A., Cohen R.I., Golubeva Century A. and others]. - M.: Nedra, 1987. - 335 p.
9. Galushenko N.G., Hydrological and water balance calculations / N.G. Glushenko. - K.: high school, 1987. - 248 p.