

Вплив атмосферних опадів на формування стоку річки Золота Липа протягом 1945-2015 років

Ольга ПАЛАНІЧКО^{1*}  <https://orcid.org/0000-0002-4407-4218>
Наталія ПРИГОДА¹

УДК 556.161(282.2:477.84)

АНАЛІТИЧНА СТАТТЯ

¹ Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
кафедра географії України та регіоналістики

Листування – *o.palanychko@chnu.edu.ua

Ключові слова: атмосферні опади, річковий стік, стандартна кліматична норма, різниця інтегральна крива, коефіцієнт кореляції.

Анотація: У статті розглянуто основні природні умови та чинники формування стоку в басейні річки Золота Липа. Проведено аналіз існуючих досліджень річкового стоку. Проаналізовано досвід вимірювання основних характеристик атмосферних опадів та методи аналізу річкового стоку. Визначено і проаналізовано тенденцію зміни показників температури повітря за період спостережень з 1945 по 2015 роки. Досліджено режим випадання атмосферних опадів в межах басейну річки Золота Липа. Проаналізовано багаторічні зміни та внутрірічний розподіл атмосферних опадів, зокрема дощових, за даними спостережень метеостанції Бережани. Виявлено періоди коливань атмосферних опадів відносно стандартної норми та визначено вплив атмосферних опадів на формування стоку. Графік залежності стоку р. Золота Липа від атмосферних опадів показав досить чітку залежність між змінними величинами стоку та атмосферних опадів.

1. ВСТУП

В різних куточках нашої планети протягом останнього десятиріччя спостерігається збільшення кількості гідрологічних небезпек. Відомо, що річковий стік у природних умовах формується під впливом багатьох пов'язаних між собою чинників. Основним з них є кліматичні умови, а саме атмосферні опади, що безпосередньо впливають на формування стоку. У багатьох наукових публікаціях відображено основні аспекти того, як зміни клімату впливають на кількісні та якісні характеристики річкового стоку. Відповідно, це потребує різноманітних заходів, з метою адаптації, для всіх галузей економіки, населення та екосистем. Тому аналіз змін водного режиму річок та дослідження впливу атмосферних опадів на формування стоку є актуальними питаннями для вивчення.

Загальновідомо, що глобальні зміни клімату минулого століття призвели до збільшення приземних температур повітря приблизно на $0,6 \pm 0,2$ °C, що спричинило порушення у водному балансі окремих регіонів нашої планети. В північній півкулі на 5–10 % збільшились опади, тому і кількість злив та катастрофічних паводків на річках суттєво зростає. В нашій



країні також спостерігаються зміни кліматичних та гідрологічних характеристик протягом останнього сторіччя (Вишневецький 2001, 2002).

На сьогоднішній день багато наукових досліджень в усьому світі присвячена вивченню питань зміни річкового стоку під впливом кліматичних чинників. В Україні питанням впливу кліматичних змін на сезонний розподіл стоку присвятили свої дослідження Loboda, Vozhok (2015), Гребінь (2010), Купріков (2013), Вишневецький (2001, 2002), Горбачова, Кошкіна (2013), Липистій, Лук'янець (2014) та інші. Варто зазначити, що через зміни стоку річок нашої держави під впливом кліматичних змін, можливі негативні наслідки для країни. Тому подібні дослідження обов'язково потрібно продовжувати та поглиблювати.

Зважаючи на актуальність даної теми, мета нашого дослідження полягала у виявленні та аналізі особливостей впливу атмосферних опадів на формування стоку, а саме на прикладі річки Золота Липа протягом 1945–2015 років.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для аналізу впливу атмосферних опадів на формування стоку інформаційною базою були фондові матеріали метеостанції Бережани та Тернопільського обласного центру з гідрометеорології, картографічні матеріали та статистичні дані.

Метеорологічну станцію Бережани було відкрито ще в 1930 році. Вона працювала з перервами до 1940 року, переносилася без суттєвих змін координат. Проте з серпня 1944 року станція розташована на південно-західній окраїні і працює до сьогодні. Щодо назви станції, то вона не змінювалася, з моменту організації працювала за програмою II розряду (Структурні підрозділи... 2023).

Варто зауважити, що на метеостанції Бережани, як і на більшості метеостанцій України, опади вимірюють за допомогою опадомірів Третьякова. Цей прилад дозволяє виконати точні вимірювання кількості опадів (Настанови гідрометеорологічним станціям і постам 2011). Проте у інших країнах світу уже використовують сучасні інноваційні прилади, що характеризуються високою точністю, надійністю та є простішими у використанні (компаній: *DeltaOhm, Vaisala, Seba Hydrometrie, KNTR* та інші).

Гідрологічні спостереження на річці Золота Липа також були розпочаті досить давно. Гідрологічний пост у с. Задарів відкрито у 1899 році, у м. Бережани – у 1933 році.

На жаль, майже не існує чітких методичних рекомендацій щодо отримання обґрунтованих оцінок стану водних ресурсів в умовах змін клімату. Для встановлення впливу атмосферних опадів на річковий стік нами було застосовано метод співставлення різницево-інтегральних кривих річного стоку та опадів, де потрібно виділити однакову кількість маловодних та багатоводних років, а також водно-балансові методи.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Основними чинниками, що впливають на формування річкового стоку є такі основні умови: метеорологічні, підстилаючі поверхня, рослинність та ін. Господарська діяльність на території водозбору (розораність ґрунту, залісненість території, наявності меліоративних та водогосподарських систем і т. п.) також відіграє важливу роль. Звісно, що опади є основним метеорологічним чинником. Найбільше значення має площа поширення та загальний хід дощів, їх тривалість, сумарний шар опадів, їх середня та максимальна інтенсивність, повторюваність зливових дощів. Чинники підстильної поверхні визначають інфільтрацію (втрати опадів, що випали) та швидкість добігання води по схилах і русловій мережі (час формування паводків). Зазначимо, що середній річний стік характеризується складними закономірностями зміни в часі та в просторі. Виділяють періодичні, циклічні та однонаправлені зміни, які відбуваються під дією складної системи чинників.

Для басейну річки Золота Липа характерним є помірно-континентальний клімат із нежарким літом, м'якою зимою і достатньою кількістю опадів. Дана територія рівнинна, тут немає високих гір. Саме тому протягом року перебуває під впливом циклонів, які формуються над Атлантичним океаном та арктичних повітряних мас, що надходять у вигляді ядер високого тиску. Досить часто вони проникають у тил циклонів і зумовлюють взимку перехідні періоди з різкими похолоданнями, а влітку сприяють збільшенню тривалості посушливої погоди та, відповідно, зменшенню кількості опадів. Варто зазначити, що важливе значення має геологічна будова території, а саме склад порід і характер їх залягання.

Щодо динаміки середніх річних температур, то вона відповідає тенденціям змін місячних та сезонних значень. Порівнявши температури повітря ХХ ст. (1945–1999 рр.) і початку ХХІ ст., (2000–2015 рр.) можемо відмітити, що відбулося підвищення температур повітря (середніх річних значень) (рис.1).

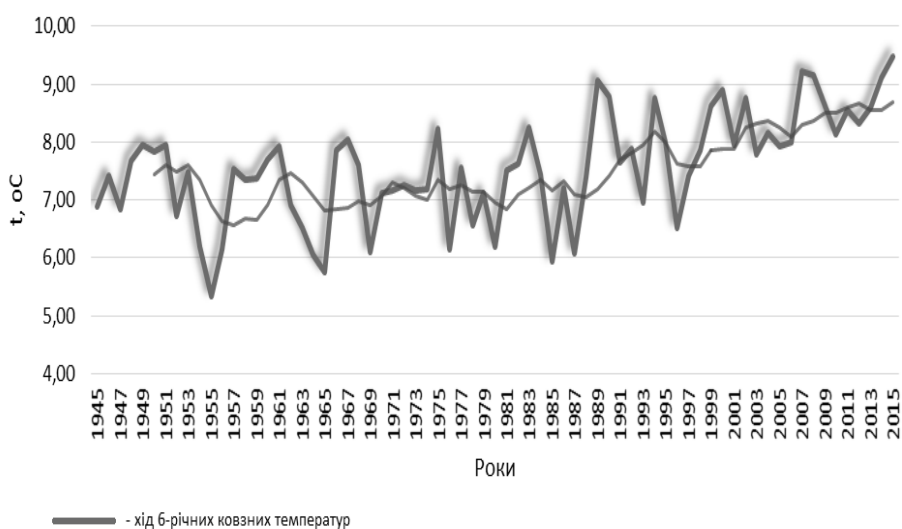


Рис. 1. Графік ходу річних сум температур повітря 1945–2015 рр.

Протягом досліджуваного періоду загалом середня річна температура повітря в межах території дослідження змінювалась від +5,3 °C у 1955 до +9,4 °C у 2015 році. Найхолоднішими (+5,7–6,3 °C) були 1954, 1956, 1964, 1965, 1969, 1976, 1980, 1985, 1987, роки, а найтеплішими (із середньорічними температурами +8,8–9,3 °C) були 1989, 1990, 1994, 2000, 2002, 2007, 2008, 2014 роки. Простий якісний аналіз такої вибірки показує, що найчастіше високі середньорічні температури повітря спостерігались протягом 1990–2015 років. Хід 6-річних ковзних температур показав, що досліджуваний період складається з декількох періодів підвищення і зниження температур. Амплітуда коливань становила близько 2 °C. Стійка тенденція підвищення середніх річних температур повітря почала проявлятися після 1989 року і простежується по 2015 рік включно.

Здійснений детальний аналіз різницевої інтегральної кривої річних температур повітря в межах території дослідження протягом 1945–2015 років дозволив нам чітко виділити 3 періоди коливання температури повітря (рис. 2). Перший із них тривав з початку моменту дослідження до 1953 року. Показники температури повітря були в межах норми. Другий період (1954–2000 рр) характеризується відхиленням від норми у бік зменшення середніх річних показників температур повітря і становив 78–85 % від багаторічної норми (6,9 °C). Третій період, згідно кривої, починається значним стрибком збільшення температур з 2000 по 2015 рр. Отже, показники перевищували багаторічну норму на 20–25 %.

Отже, можна сказати, що тепер простежується збільшення температур повітря, і в майбутньому це призведе до змін у погоді, насамперед, збільшення кількості опадів, що в

свою чергу викличе підвищення рівнів води у річках. Влітку стає більш спекотно, а зима – м'якшою. Можна помітити, що протягом останніх 15 років температура суттєво збільшилася. Цей процес далі продовжується – середні температури постійно підвищуються. За обраний нами період спостереження середньорічна температура підвищилася в середньому на 1,6 °С.

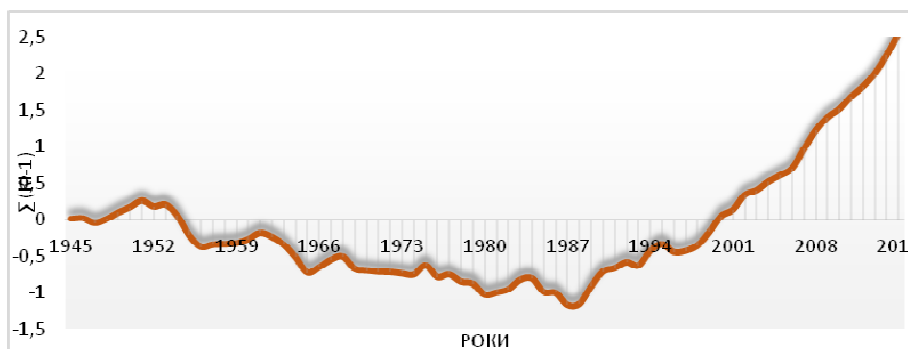


Рис. 2. Різницєва інтегральна крива модульних коефіцієнтів показників середньої річної температури повітря (1945–2015 рр.)

Відомо, що опади в межах басейну річки Золота Липа утворюються в результаті проходження атмосферних фронтів, інколи внаслідок процесів, які відбуваються всередині повітряних мас. Річна кількість опадів за останні 71 років коливається від 411 до 983 мм в рік в середньому практично 631,8 мм.

Беручи до уваги дані про середньомісячні значення атмосферних опадів з усіх метеорологічних постів протягом 1945–2015 років, можемо побачити, що основна кількість опадів (75–85 % річної суми) на даній території випадає протягом теплого періоду (з квітня до жовтня). Найбільші середньомісячні значення опадів спостерігались у літні місяці (рис. 3).

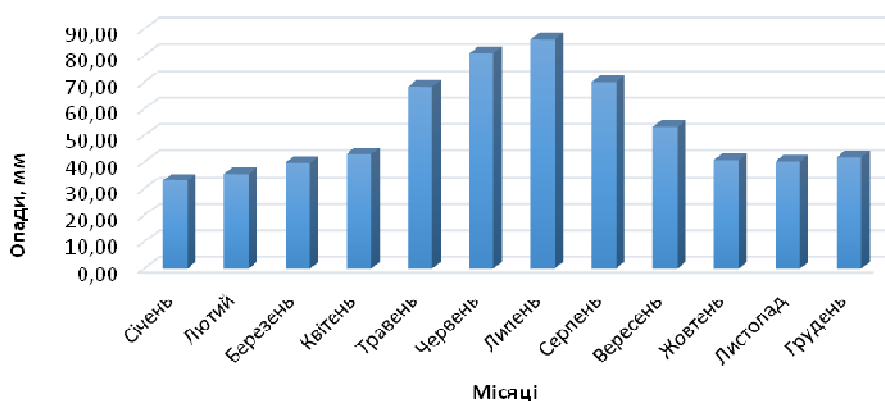


Рис. 3. Середня місячна кількість атмосферних опадів у Березанському районі протягом 1945–2015 років

Зауважимо, що річний хід – стабільний, тобто найбільша кількість атмосферних опадів припадає на літо, де спостерігаються інтенсивні грози і зливи, найменша – взимку.

Середньорічна кількість атмосферних опадів за період з 1945 по 2015 рік становить приблизно 631,6 мм, що є нормальним для досліджуваної території.

За період спостереження нами було чітко виявлено періоди багаторічного коливання середньої річної кількості атмосферних опадів. У діапазоні дослідження є періоди, у яких кількість атмосферних опадів відхиляється від кліматичної стандартної норми (600–660 мм). За проаналізований період спостережень найбільша річна кількість атмосферних опадів становить 983,5 мм і припадає на 1980 рік відповідно. Така річна кількість атмосферних

опадів характерна для гірських районів. Найменша кількість атмосферних опадів (370–400 мм) спостерігалась у 1946, 1961, 2015 роках, що характерно для Азово-Чорноморського узбережжя України, а не для даного регіону (рис. 4).

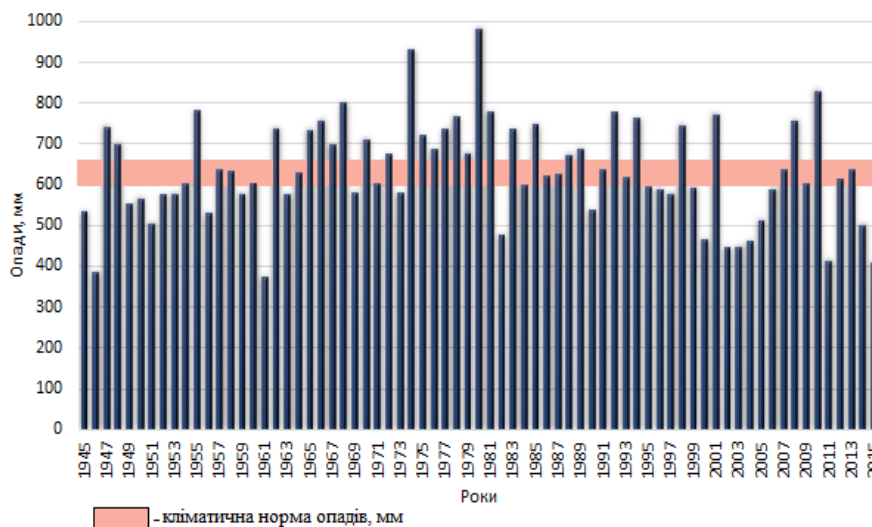


Рис. 4. Гістограма багаторічного розподілу атмосферних опадів з 1945 по 2015 роки

Згідно даних із трьох метеорологічних постів, було побудовано різницеві інтегральні криві модульних коефіцієнтів середньої річної кількості атмосферних опадів. Візуально різницеві інтегральні криві по даних, з усіх метеорологічних постів відображають однакову тенденцію, тому можна виявити хід сум атмосферних опадів (рис. 5).

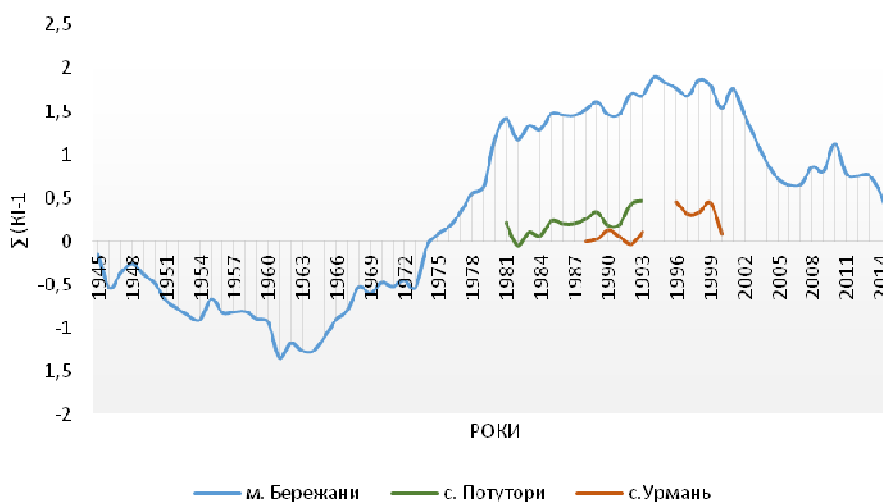


Рис. 5. Різницева інтегральна крива модульних коефіцієнтів середньої річної кількості опадів (1945–2015 рр.)

Виходячи із побудованого графіка (рис. 5) можна визначити періоди багаторічного коливання середньої річної кількості атмосферних опадів, що характерні для басейну річки Золота Липа. У діапазоні спостереження чітко простежується період, який починається з 1945 року і закінчується 1974 роком. 29-річний період характеризується багаторічними сумами опадів, що не досягали багаторічну норму. Початок цього періоду був посушливий (533 мм за 1945 рік і 384 мм за 1946 рік), протягом наступних 27 років (1947–1973 рр) річні

суми опадів змінювались від 374 до 799 мм, складали, у середньому, 596 мм, що становить 98 % багаторічної норми. Аналіз різницевої інтегральної кривої ходу атмосферних опадів показав, що період з 1945 по 1973 роки був неоднорідним, спостерігалася непритаманна даному району річна кількість опадів, але в загальному їх кількість була близька до багаторічної норми.

Окремо може бути виділений період, протягом якого багаторічні суми опадів перевищували норму. Тенденція до збільшення річних сум опадів почала простежуватись, починаючи від 1974 і триває далі по 2015 рік включно. Можна вважати, що початок цього періоду був багатководний, оскільки кількість атмосферних опадів перевищувала норму приблизно на 18 % (1974–1981 рр.).

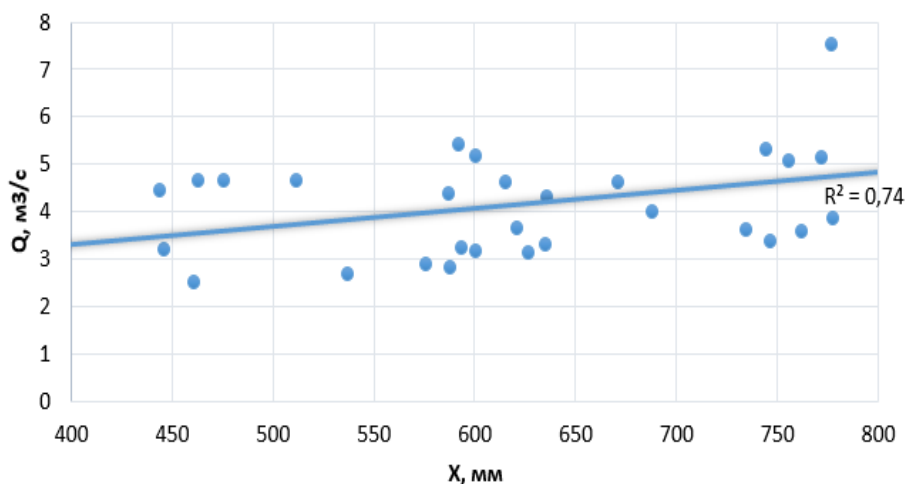


Рис. 6. Графік залежності стоку річки Золота Липа від атмосферних опадів за досліджуваний період

Кількість атмосферних опадів з 1982 по 1999 рр. становив 100 % багаторічної норми. В цьому періоді лише 6 років (2000–2006 рр) можна спостерігати значне зменшення кількості опадів, що становила лише 87 % багаторічної норми. Вже починаючи з 2007 року, кількість атмосферних опадів знов почала зростати, як і в межах норми, так і суттєво перевищуючи її на відносно високі позначки (до 828 мм, 2010 рік).

Для аналізу водного режиму річки Золота Липа ми використали дані спостережень двох гідрологічних постів (м. Бережани та с. Задарів).

За побудованим нами графіком залежності стоку річки Золота Липа від атмосферних опадів за досліджуваний період (рис. 6) можемо простежити досить чітку залежність між змінними величинами стоку та атмосферних опадів. Для оцінки тісноти зв'язку між атмосферними опадами і витратами води, був розрахований коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,74, що являє собою позитивну апроксимацію. В такому випадку (при тісному зв'язку), ми можемо стверджувати, про пряму залежність стоку основних водотоків в межах басейну річки Золота Липа від кількості атмосферних опадів.

5. ВИСНОВКИ

Отже, як бачимо, середньорічна кількість атмосферних опадів за період з 1945 по 2015 рік становить приблизно 631,8 мм, що знаходиться у межах норми для басейну річки Золота Липа. Річний хід також стабільний, тобто найбільша кількість атмосферних опадів припадає на літо, коли спостерігаються інтенсивні грози і зливи, найменші – взимку.

Проаналізувавши водний режим річки Золота Липа можемо сказати, що структура живлення її змішана. Основну частку займає дощова, дещо меншу – снігова і підземна

складові стоку. Навесні домінуючу роль у живленні відіграють талі води і опади у вигляді дощу, в літньо-осінній період дощі, в зимовий – підземні води.

Протягом обраного періоду спостережень нами було виявлено пряму залежність стоку від опадів. Зрозуміло, що певний тип залежності є наслідком розташування річкового водозбору у відповідних фізико-географічних умовах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вишневський, В.І. (2001). Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 249. 89-105. [Vyshnevskiy, V.I. (2001). Zminy klimatu i richkovoho stoku na terytorii Ukrainy i Bilorusi. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*, 249. 89-105.]
2. Вишневський, В.І. (2002). Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режим річок. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 250. 190-201. [Vyshnevskiy, V.I. (2002). Vplyv klimatychnykh zmin i hospodarskoi diialnosti na termichnyi ta lodovyi rezhym richok. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*, 250. 190-201.]
3. Горбачова, Л.О., Кошкіна, О.В. (2013). Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні річки Десна. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2, 30-37. [Horbachova, L.O., Koshkina, O.V. (2013). Chasovi zakonomirnosti dat nastannia osnovnykh kharakterystyk vesnianoho vodopillia v baseini richky Desna. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, 2, 30-37.]
4. Гребінь, В.В. (2010) *Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): Монографія*. Київ : Ніка-Центр. [Hrebin, V.V. (2010) *Suchasnyi vodnyi rezhym richok Ukrainy (landshaftno-hidrolohichnyi analiz): Monohrafiia*. Kyiv : Nika-Tsentr.]
5. Купріков, І.В. (2013). *Просторово-часова динаміка річкового стоку на території України під впливом кліматичних змін*. [Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук, Київський національний університет імені Т. Шевченка], Київ. [Kuprikov, I.V. (2013). *Prostorovo-chasova dynamika richkovoho stoku na terytorii Ukrainy pid vplyvom klimatychnykh zmin*. [Avto-ref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. heohr. nauk, Kyivskiy natsionalnyi universytet imeni T. Shevchenka], Kyiv.]
6. Липистій, О.В., Лук'янець, О.І. (2014). Оцінка сучасних змін характеристик водно-теплового балансу річкових басейнів (на прикладі річок Велика Вись та Золота Липа). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 1, 47-53. [Lypystii, O.V., Lukianets, O.I. (2014). Otsinka suchasnykh zmin kharakterystyk vodno-teplovoho balansu richkovykh baseiniv (na prykladi richok Velyka Vys ta Zolota Lypa). *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia*, 1, 47-53.]
7. *Настанови гідрометеорологічним станціям і постам* (2011). Метеорологічні спостереження на станціях 3(1). Київ : Державна гідрометеорологічна служба. [Nastanovy hidrometeorolohichnym stantsiiam i postam (2011). Meteorolohichni sposterezhennia na stantsiiakh 3(1). Kyiv : Derzhavna hidrometeorolohichna sluzhba.]
8. Loboda, N., Bozhok, Y. (2015). Impact of climate change on water resources of North-Western Black Sea region. *International Journal of Research in Earth and Environmental Sciences*, 2(9), 1-6.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

9. *Структурні підрозділи Тернопільського обласного центру із гідрометеорології* (2023). [Strukturni pidrozdily Ternopilskoho oblasnoho tsentru iz hidrometeorolohii (2023).] [Джерело](#)

O. Palanychko, N. Prygoda

The influence of atmospheric precipitation on the formation of the flow of the Zolota Lypa River during 1945-2015

Keywords: atmospheric precipitation, river runoff, standard climate norm, difference integral curve, correlation coefficient.

Abstract: The article describes the main natural conditions and factors of runoff formation in the Zolota Lypa river basin. An analysis of existing studies of river flow was carried out. The experience of measuring the main characteristics of atmospheric precipitation and methods of river flow analysis are analyzed. The trend of air temperature changes during the observation period from 1945 to 2015 was determined and analyzed. The regime of atmospheric precipitation within the basin of the Zolota Lypa River was studied. Long-term changes and intra-annual distribution of atmospheric precipitation, in particular rain, were analyzed, and based on the data of observations of the

Berezhany weather station. Periods of atmospheric precipitation fluctuations relative to the standard norm were identified and the influence of atmospheric precipitation on the formation of runoff was determined. The graph of the dependence of the flow of the Zolota Lypa River on atmospheric precipitation showed a fairly clear dependence between the variable values of the flow and atmospheric precipitation.

Research of precipitation, water balance of river basins, and the impact of precipitation on river runoff remain relevant in the context of global and regional climate change. Nowadays, many scientific researches all over the world are devoted to the research of the problem of river runoff change under the influence of climatic factors. This kind of research has been developing strongly in Ukraine in recent decades.

The basin of the river Zolota Lypa has a temperate-continental climate with mild summers, mild winters and sufficient rainfall. This area is flat, there are no high mountains. That is why during the year it is under the influence of cyclones that form over the Atlantic Ocean and arctic air masses that come in the form of high pressure cores. The average annual runoff is characterized by rather complex patterns of change both in time and space. There are periodic, cyclical and unidirectional changes that occur under the influence of a complex system of factors. Climate is a major factor of the water change.

To determine the effect of precipitation on river runoff, the method of comparing difference-integral curves of annual runoff and precipitation, as well as water-balance methods are used. Long-term changes and intra-annual distribution of precipitation, in particular rainfall, according to the observations of the meteorological station Berezhany were analyzed.

We constructed a differential integrated curve of modular coefficients of the average annual precipitation. It clearly reflects the cyclical changes in precipitation. Long-term changes and intra-annual distribution of water runoff in the Zolota Lypa River also were analyzed. During the observation period, periods of long-term fluctuations of the average annual precipitation were revealed. The average annual rainfall is 631,8 mm.

The annual course is stable, in the greatest amount of precipitation falls in the summer, when there are intense thunderstorms and showers, the least – in winter. For the analysis of the water regime of the Zolota Lypa River, observation data from two hydrological stations (Berezhany and Zadariv) were used.

According to the graph of the dependence of the flow of the Zolota Lypa River on precipitation for the studied period, a fairly clear connection between the variable values of the flow and precipitation can be traced. To assess the closeness of the relationship between the amount of precipitation and water consumption, a correlation coefficient of 0.74 was calculated, which is a positive approximation. In this case (with a close connection), it can be asserted that the flow of the main watercourses within the basin of the Zolota Lypa River is directly dependent on the amount of precipitation.

Стаття надійшла до редакції 14.03.2023