

31. Gorbachova L.O. Osoblyvosti stvorennja tematychnyh blokiv cyfrovyh baz danyh rozrahunkovoi' gidrologichnoi' informacii' [Features of the creation of thematic blocks of digital databases of calculation hydrological information]. Trudy UkrNIGMI. 2006. Vyp. 255. S. 282-289.

32. Using ArcGIS. Geostatistical Analyst. Redlands (CA): ESRI Press, 2001. 278 c. [http://downloads2.esri.com/support/documentation/ao\\_/Using\\_ArcGIS\\_Geostatistical\\_Analyst.pdf](http://downloads2.esri.com/support/documentation/ao_/Using_ArcGIS_Geostatistical_Analyst.pdf)

33. Kolganova O.O., Tereshchenko L.Yu., Kravchenko V.V., Kornienko S.P. Matematychnyj metod splajn-obrobky grafichnyh danyh [Mathematical method of spline processing of graphical data]. Problemy informatyzacii' ta upravlinnja. 2020. №63. S. 42-48.

### **Spatial distribution of the calculation characteristics of the main phases of the ice regime in the Prypiat river basin within Ukraine with the using GIS**

**Afteniuk O.O., Gorbachova L.O.**

*Maps of the spatial distribution of hydrological indicators are of great importance in the educational, scientific and practical spheres. There are very few maps dedicated to the spatial distribution of the characteristics of the ice regime of the rivers. The last thorough research on the creation of maps of the calculation characteristics of the appearance dates of ice phenomena and the freeze-up on the rivers of Ukraine was carried out in the 70s of the 20th century. In these maps, the Prypiat river basin is represented by observation data on the ice regime of rivers for only a few water gauges and, accordingly, such maps are the very general. In addition, such maps were created in the form of isolines on paper media by the manual interpolation. Along with this, the development of computer technology and geographic information systems (GIS) have changed the approaches to mapping hydrological characteristics. In modern research the hydrological maps are creating in the GIS in the form of digital layers using various methods of spatial interpolation. Therefore, the main objective of this research is the present the spatial distribution of the calculation characteristics of the main phases of the ice regime of the rivers of the Prypiat basin within Ukraine using the ArcGIS program. The research used information from 29 water gauges, based on the data of which the statistical indicators of the ice regime of the rivers of the Prypiat basin within Ukraine were calculated. For the creating of digital maps, such statistical parameters as the multi-year average value, the mean square deviation and the asymmetry coefficient were used, which were calculated for the main phases of the ice regime of the rivers, namely the appearance date of ice, date of freeze-up, break-up date (i.e., melt onset), date of ice disappearance in the Prypiat River basin within Ukraine. Maps were created in the form of digital layers by spline interpolation in the form of isolines, which allows you to get rid of subjective factors and improve the accuracy of such maps. On all created digital maps, the isolines are characterized by fairly smooth shapes, which, in general, reflect the zonal distribution of the characteristics of the ice regime of rivers. The analysis of the created of digital layers of the spatial distribution of the calculated characteristics of the ice regime of the rivers of the Prypiat basin, as well as the accuracy of their created, allow us to recommend such maps for practical use. The approach used in the research can be applied to create the spatial distribution of digital maps of the calculated characteristics of the ice regime of rivers for other basins, as well as other characteristics, for example, the duration of ice phenomena and freeze-up.*

**Keywords:** ice regime, mean square deviation, spatial interpolation, Spline, geographic information systems, digital maps, Prypiat.

**Надійшла до редколегії 04.03.2024**

**DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4>**

УДК 556.162

**Большот Г.В.<sup>1</sup>, Капуста Т.Я.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

<sup>2</sup> Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

### **АНАЛІЗ ВНУТРІШНЬОРІЧНОГО РОЗПОДІЛУ СТОКУ ВОДИ ЛІВОБЕРЕЖНИХ ПРИТОК ДНІСТРА В МЕЖАХ ТЕРНОПІЛЬСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Встановлено тенденції багаторічних коливань середнього річного стоку води річок лівобережжя Дністра. Проаналізовано внутрішньорічний розподіл стоку лівобережних приток Дністра у різні фази водності. Виявлено відмінності у внутрішньорічному розподілі стоку маловодних та багатоводних фаз. Встановлено, що сучасний внутрішньорічний розподіл стоку приток Дністра в межах Тернопільської області зазнає суттєвих змін.*

**Ключові слова:** стік води, фази водності, середній річний стік, внутрішньорічний розподіл стоку, Дністер.

**Вступ.** Басейн Дністра характеризується неоднорідністю та різноманіттям умов формування стоку води. Тому питанню вивченості басейну цієї річки та басейнам її приток завжди приділялась увага науковців [3; 12; 14]. Незважаючи на досить велику кількість публікацій, особливо з аналізом даних гідрологічного режиму річок Тернопілля, до цього

ISSN:2306-5680 **Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2024. № 1 (71)**

часу не існує комплексних досліджень саме річково-басейнових систем регіону [11]. Внутрішньорічний розподіл стоку річок обумовлюється зональними та азональними факторами, а отже його дослідження включає комплексну оцінку формування стоку. Вивчення та розрахунки внутрішньорічного розподілу стоку є надзвичайно важливим завданням гідрології як з практичної, так і з наукової точки зору [9; 17].

**Аналіз попередніх досліджень.** Вивчення динаміки циклічності гідрометеорологічного процесу, має важливе значення для раціонального використання водних ресурсів та довгострокових прогнозів, що є особливо важливим для паводконебезпечного регіону басейну Дністра [2]. Актуальним питанням сьогодення є вплив кліматичних змін на водні ресурси. В Україні та у світі опубліковано чисельні результати досліджень [1; 8; 21; 22], які підтверджують достовірність висновків про те, що зміни клімату впливають на характеристики гідрологічного режиму, водний баланс, водні ресурси та стік в межах окремих річкових басейнів. Прояв зміни клімату найбільш помітний на малих та середніх водозборах річок, саме тому оцінка циклічності коливань гідрометеорологічних характеристик та внутрішньорічного розподілу стоку річок лівобережжя Дністра в межах Тернопільської області є актуальним завданням.

Внутрішньорічний розподіл стоку визначають, переважно, кліматичні фактори. Зміни клімату, через зміни складових водного балансу, визначають зміни у внутрішньорічному розподілі стоку. Місцеві фізико-географічні фактори (озерність, залісеність, заболоченість, площа водозбору, ґрунтовий покрив, глибина залягання ґрунтових вод, карст та інші), в свою чергу, також впливають на внутрішньорічний розподіл стоку. Фактори впливу на внутрішньорічний розподіл стоку поділяються на дві основні групи: кліматичні фактори та фактори підстильної поверхні (до них відносять і антропогенний фактор). Серед представлених вище груп виділяють стокоутворюючі фактори (прямі), які формують стік, непрямі та умовні. Стокоутворюючі – опади та підземні води, їх розподіл по території підпорядковується закону географічної зональності. Непрямі – температура повітря і ґрунту, дефіцит вологості повітря, випаровування. Умовні – площа басейну, середня висота/довжина/ширина водозбору, глибина ерозійного врізу русла, похил русла, густина річкової мережі. Антропогенний вплив відносять до факторів впливу підстильної поверхні, а за генетичним впливом до непрямих факторів [5; 10].

**Вихідні дані та методи дослідження.** До басейну річки Дністер у межах Тернопільської області належить 1174 річок і струмків загальною довжиною 5195 км. Основною особливістю гідрографічної сітки басейну Дністра є відсутність значних приток: в межах України налічується лише 6 річок, що належать до середніх (дві з яких в межах Тернопільської області – р. Серет та р. Збруч). Переважають малі річки завдовжки до 10 км, їх загальна довжина становить 94% від сумарної довжини всіх річок в українській частині басейну [16].

У дослідженні розглянуто саме малі та середні річки такі як р. Золота Липа, р. Коропець, р. Стрипа, р. Серет, р. Нічлава, р. Збруч. Для оцінки тенденцій багаторічних коливань стокових характеристик та розподілу стоку у межах місяців та сезонів використано дані спостережень за середньорічним стоком води на 11 гідрологічних постах лівобережжя Дністра (рис.1).

У роботі застосовано методи математичної статистики, а також метод різницевого інтегральних кривих, що широко використовуються при вивченні закономірностей коливань часових рядів – тенденцій до групування років з відносно великими та малими їх значеннями [15; 18; 19; 20; 23]. Зокрема, за аналізом різницевого інтегральних кривих можна простежити динаміку розвитку циклів водності щодо лінії часу та встановити якісну та кількісну тенденцію цих змін. Позитивна наростаюча разом з негативною спадною сумою утворюють повний цикл водності досліджуваної стокової характеристики.

Для правомірної статистичної обробки вихідної інформації та подальшої оцінки тенденцій багаторічних коливань стоку необхідно мати тривалий, безперервний ряд спостережень. З обраних для дослідження гідрологічних постів у басейні Дністра, такий часовий ряд наявний лише для гідрологічного поста р. Серет – м. Чортків (період спостережень за середньорічним стоком води - 1945 – 2020 рр.). Саме тому за допомогою рівняння лінійної регресії на основі поста-аналога було відновлено ряди спостережень на гідрологічних постах Бережани, Задарів, Підгайці, Коропець, Стрілківці та Волочиськ.

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2024. № 1 (71)

Коефіцієнт кореляції між зазначеними постами та гідрологічним постом р. Серет – м. Чортків коливається в межах 0,8 – 0,9, що дає підстави для статистично обґрунтованого відновлення даних спостережень і приведення їх до спільного періоду.

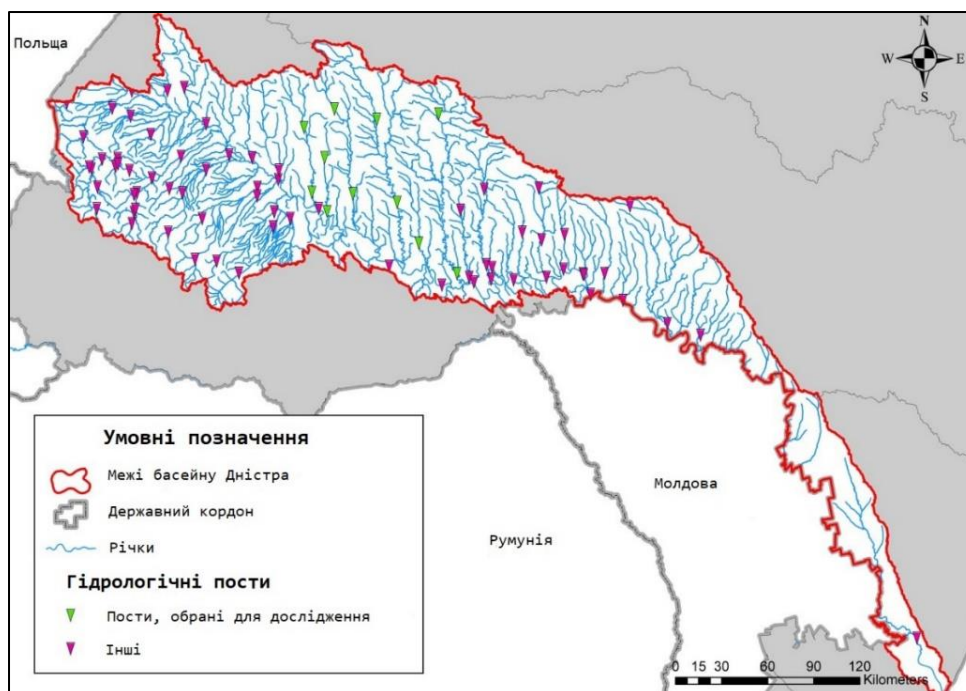


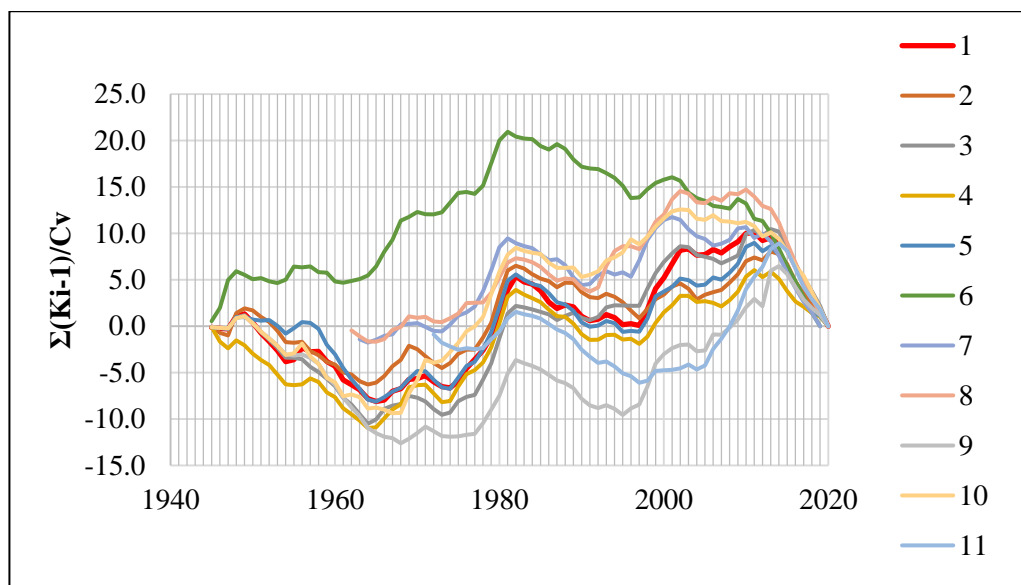
Рис.1 Карто-схема розташування гідрологічних постів у межах басейну Дністра

За наявності достатніх даних спостережень (не менше 15 років) розрахунок внутрішньорічного розподілу стоку рекомендовано виконувати за моделлю реального року або методом компонування сезонів. Розрахунок внутрішньорічного стоку лівобережних приток Дністра у роботі виконано за допомогою моделі реального року. Цей метод полягає у виборі з наявного ряду спостережень за стоком води моделей трьох реальних років, характерних за водністю і розподілом стоку з емпіричною забезпеченістю річного та сезонного стоку близькою до заданої [7]. Внутрішньорічний розподіл стоку розраховується за водогосподарськими роками, початок яких припадає на багатоводний сезон (весняне водопілля). Межі сезонів обираються однаковими для всіх років за період спостережень з заокругленням до місяця. Розрахункова імовірність перевищення стоку за рік визначається у відповідності до водогосподарського використання стоку річки. Для розрахунку внутрішньорічного стоку річок басейну Дністра обрано три роки моделі: багатоводний рік – величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 25%-ї забезпеченості; середній за водністю рік – величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 50%-ї забезпеченості; маловодний рік - величина середньорічної витрати води близька до середньорічної витрати води 75%-ї забезпеченості.

**Результати дослідження.** За допомогою аналізу побудованих різницевоїх інтегральних кривих оцінено тенденції змін багаторічної динаміки середньорічного стоку води річок басейну Дністра. Побудовано суміщені різницеві інтегральні криві коливань середньорічних витрат води для кожного досліджуваного гідрологічного поста в басейні (рис.2).

Формування річного стоку води є багатофакторним процесом, що знаходиться під впливом фізико-географічних чинників та господарської діяльності. Різницеві інтегральні криві середньорічних витрат води, побудовані для річок басейну свідчать про те, що їх коливання є синфазними, але в окремі роки спостерігається асинхронність коливань, обумовлена нерівномірністю випадіння атмосферних опадів у межах басейну. Відхилення від загальних тенденцій досліджуваних річок виявлено для гідрологічних постів р. Серет – смт Велика Березовиця, р. Стрипа – м. Бучач, р. Збруч – м. Волочиськ, що, в свою чергу,

пов'язано з впливом зарегулювання на гідрологічний режим річок (Буцацька ГЕС, Тернопільське водосховище). Річки лівобережжя характеризуються незначною мінливістю коливань в багаторічному розрізі.



1 – р. Серет – м. Чортків, 2 – р. Золота Липа – м. Бережани, 3 – р. Золота Липа – с. Задарів, 4 – р. Коропець - м. Підгайці, 5 – р. Коропець – смт Коропець, 6 – р. Стрипа – х. Каплинці, 7 – р. Стрипа – м. Бучач, 8 – р. Серет – смт Велика Березовиця, 9 – р. Нічлава – с. Стрілківці, 10 – р. Збруч – м. Волочиськ, 11 – р. Збруч – с. Завалля

**Рис.2 Багаторічні тенденції коливань середньорічних витрат води лівобережних приток Дністра**

У результаті аналізу було отримано наступні тенденції багаторічних коливань характерних витрат лівобережних приток Дністра. Для гідрологічних постів Чортків, Підгайці, Коропець, Стрілківці, Завалля та Бережани до початку 60-х років на річках басейну спостерігається маловодна фаза водності, після неї до початку 80-х років тривала багатоводна фаза. Наступна маловодна фаза на річках басейну спостерігалась до кінця 90-х років, а у 1998 році відбувся перехід до багатоводної фази водності. На гідрологічних постах Волочиськ та Бучач виявлено подібні тенденції коливань водності, проте сучасна (2015 – 2020 рр.) маловодна фаза має дещо пізніший початок.

Встановлено певні відмінності у багаторічних коливаннях середньорічного стоку лівих приток Дністра. Середньорічні витрати води спостережені на гідрологічних постах Завалля, Задарів та Каплинці характеризуються значно меншою мінливістю коливань відносно решти досліджуваних гідрологічних постів. Різницею інтегральні криві, побудовані для окремих постів виділяються із загальної спрямованості коливань середньорічного стоку води. А саме – р. Стрипа – с. Каплинці характеризується більшою тривалістю багатоводної фази – до 1982 року, а р. Золота Липа – с. Задарів – до 2013 року. Відмінною рисою в тенденції коливань стокових характеристик, що спостережені на гідрологічних постах р. Стрипа – м. Бучач та р. Збруч – м. Волочиськ є те, що у середині 80-х на початку 90-х років виявлено певне вирівнювання середньорічних витрат води, що не дає можливості чітко визначити наявні фази водності.

У роботі виділялися лише повні цикли водності, адже різна тривалість спостережень на гідрологічних постах не дає можливості чітко виділити всі фази водності та порівняти їх між собою. Тому можемо чітко виділити один повний цикл водності для всіх досліджуваних річок.

З 2012 (2014) року на річках басейну розпочалася маловодна фаза. Зміни клімату, зокрема підвищення температури повітря взимку, зменшення запасів води у сніговому покриві [6] та збільшення величини випаровування зумовили те, що на більшості річок спостерігається тенденція до зменшення середньорічних витрат води.

Внутрішньорічний розподіл стоку річок басейну спершу було оцінено за весь період

спостережень. Для лівобережних приток басейну Дністра найбільшими за обсягами стоку місяцями є березень та квітень, на них припадає 10 - 16% від загального об'єму річного стоку, залежно від забезпеченості року. Найменшими за об'ємом стоку є меженні місяці – листопад та грудень, на них припадає 5 - 6% від річного стоку. Найбільш забезпеченим сезоном для усіх розглянутих градацій водності є літньо – осіння межень, під час якої проходить 52 – 57% річного стоку води.

В ході роботи оцінено внутрішньорічний розподіл стоку для річок басейну Дністра та виконано порівняльний аналіз внутрішньорічного розподілу стоку для виділених у попередніх роботах фаз водності, згідно побудованих різницевоїх інтегральних кривих для річок басейну Дністра. Виділено дві маловодні фази - 1949-1966, 1983-1997 рр. та дві багатоводні фази – 1967-1982, 1998-2011 рр. (рис.3).

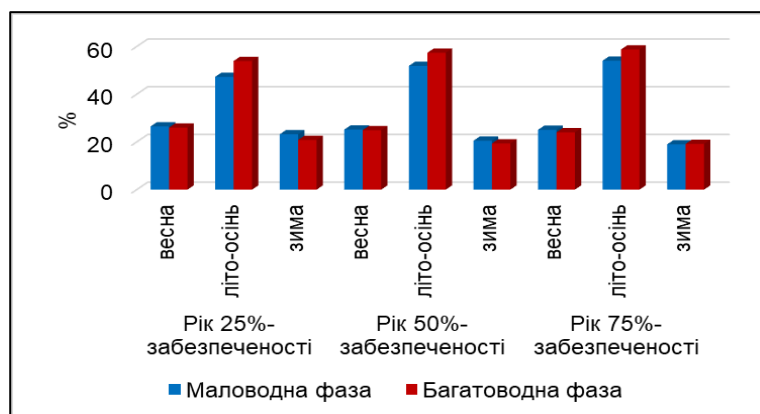


Рис.3. Осереднений за характерні фази водності внутрішньорічний розподіл стоку по сезонах лівобережних приток Дністра

Порівняльний аналіз результатів дослідження показав, що для багатоводного року зменшилась частка весняного водопілля у багатоводну фазу на 8%, а для маловодної фази цієї ж градації водності збільшилась частка межених періодів (літо-осінь та зима) в діапазоні 6-8%.

В середній за водністю рік внутрішньорічний розподіл стоку за маловодну та багатоводну фази має подібні тенденції, виявлено зменшення частки весняного водопілля в річному розрізі в межах 4-8%.

Маловодний рік яскраво відображає вплив кліматичних змін та господарської діяльності в басейні, тому для такого року виявлені найбільші відмінності між розподілом стоку у визначені фази водності. В багатоводну фазу частка весняного водопілля зменшилась на 12% та відбулось збільшення частки зимового періоду на 6%. Оскільки для маловодної фази весняне водопілля не є вираженою фазою водного режиму, його зменшення було незначне (на 2%). Натомість помітні зміни відбулись для періоду літньо-осінньої межені, її частка збільшилась на 8% (табл.1).

Таблиця 1. Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонам лівобережних приток Дністра у межах Тернопільської області за визначені фази водності

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонам, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Золота Липа - Березани										
1949-1966	маловодна	24	54	22	28	50	22	23	51	26
1967-1982	багатоводна	16	64	20	17	63	20	15	73	12
1983-1997	маловодна	22	49	29	18	59	24	19	62	19
1998-2011	багатоводна	22	58	20	23	60	17	16	68	16

Період, роки	Фаза водності	Внутрішньорічний розподіл стоку по сезонам, %								
		Рік 25%-забезпеченості			Рік 50%-забезпеченості			Рік 75%-забезпеченості		
		весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима	весна	літо-осінь	зима
Золота Липа - Задарів										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	26	57	17	24	58	18	22	59	20
1983-1997	маловодна	21	56	23	19	61	20	22	60	18
1998-2011	багатоводна	27	52	21	21	59	21	22	55	23
Коропець - Підгайці										
1949-1966	маловодна	27	40	33	27	60	13	31	53	16
1967-1982	багатоводна	32	45	23	29	55	16	22	63	15
1983-1997	маловодна	27	53	20	18	56	26	20	62	18
1998-2011	багатоводна	27	55	18	22	59	19	21	56	23
Коропець - Коропець										
1949-1966	маловодна	23	53	24	27	53	20	33	51	15
1967-1982	багатоводна	28	49	23	27	57	16	22	59	20
1983-1997	маловодна	21	57	22	23	56	20	21	59	20
1998-2011	багатоводна	18	55	27	25	58	17	24	57	20
Стрипа - Каплиці										
1949-1966	маловодна	41	38	21	35	44	21	34	45	21
1967-1982	багатоводна	37	44	18	30	54	16	18	60	22
1983-1997	маловодна	37	38	25	25	53	22	26	60	14
1998-2011	багатоводна	20	51	29	29	55	17	33	54	14
Стрипа - Бучач										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	33	45	22	30	50	20	23	58	19
1983-1997	маловодна	26	53	21	21	59	20	24	60	17
1998-2011	багатоводна	27	55	17	26	57	17	26	57	17
Серет - Велика Березовиця										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	27	56	18	26	56	18	20	60	20
1983-1997	маловодна	22	54	24	20	61	19	20	60	20
1998-2011	багатоводна	14	64	22	17	66	17	16	63	20
Серет - Чортків										
1949-1966	маловодна	24	37	13	24	36	21	23	43	18
1967-1982	багатоводна	32	59	20	35	67	21	39	66	19
1983-1997	маловодна	27	42	21	20	46	22	22	51	19
1998-2011	багатоводна	24	60	20	28	60	22	27	65	25
Нічлава - Стрілківці										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	24	59	17	23	50	27	32	49	19
1983-1997	маловодна	22	54	24	20	60	20	23	55	22
1998-2011	багатоводна	26	57	16	22	58	20	24	53	23
Нічлава - Волочиськ										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	34	42	24	28	52	20	33	53	14
1983-1997	маловодна	29	40	31	26	49	25	21	57	22
1998-2011	багатоводна	28	53	20	22	50	27	30	49	21
Нічлава - Завалля										
1949-1966	маловодна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967-1982	багатоводна	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983-1997	маловодна	23	57	20	34	45	21	17	65	17
1998-2011	багатоводна	18	56	26	17	62	21	23	56	21

Незалежно від водності року, зокрема і у багатоводну фазу, частка стоку, що припадає на весняний період (проходження весняного водопілля) зменшилась. Зафіксовано незначне зростання частки зимового стоку, що яскраво помітно у маловодні роки. Що пов'язано зі збільшенням повторюваності паводків, що спричинені змінами клімату, які спостерігаються для всієї території України [19; 24].

**Висновки.** За допомогою апарату різницевих інтегральних кривих оцінено багаторічні коливання середньорічного стоку лівобережних приток Дністра за обраний період спостережень. Виявлено, що коливання характеристик стоку досліджуваних річок загалом є синфазними, а для окремих гідрологічних постів - синхронними. Встановлено, що сучасний період характеризується тенденцією до зниження величин стокових характеристик, що пов'язано з впливом сучасних кліматичних змін та господарською діяльністю в басейнах річок.

На основі аналізу різницевих інтегральних кривих, побудованих для досліджуваних річок басейну, виділено спільний цикл водності, що розпочався в середині 60-х років, а закінчився в другій половині 90-х.

Підсумовуючи вищенаведені результати дослідження можемо зробити висновок, що, за виключенням окремих приток, коливання середнього річного стоку річок лівобережжя Дністра мають закономірний характер.

Сучасний внутрішньорічний розподіл стоку лівобережних приток басейну Дністра характеризується зменшенням об'єму стоку весняного водопілля, що пов'язано з підвищенням температури повітря в період формування снігозапасів та зменшенням кількості опадів взимку та збільшенням стоку літньо-осінньої та зимової межени від об'єму річного стоку між досліджуваними періодами.

#### Список літератури

1. Балабух В.А. Региональное проявление глобального изменения климата в бассейне р. Днестр. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2012. № 2(27). С. 117 – 129.
2. Баужа Т.О., Горбачова Л.О. Циклічні коливання гідрометеорологічних характеристик у басейні р. Ріка. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2013. Вип.264. С. 34-43.
3. Бойко А.І., Лободзінський О.В., Лук'янець О.І. Розрахункові характеристики середнього річного стоку води правобережної та лівобережної частин басейну р. Дністер до м. Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. Т. 3(58). С.58-72.
4. Больбот Г.В., Лук'янець О.І., Гребінь В.В. Структура часових рядів річного стоку води річок басейну Сіверського Дінця на основі стохастичного аналізу його багаторічних коливань. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2021. № 4(62). С. 18-34. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.4.2>.
5. Больбот, Г.В., Гребінь, В.В. Сучасна трансформація сезонного розподілу стоку води річок басейну Сіверського Дінця. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. № 3(58). С. 48-58. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.5>.
6. Вишневецький В.І., Куций А.В. Багаторічні зміни водного режиму річок України. К.: Наукова думка, 2022. 252 с.
7. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 484 с.
8. Горбачова Л.О. Оцінка можливих майбутніх змін водного стоку річок України (на середину ХХІ століття). *Культура народів Причорномор'я*. 2014. № 267. С.89-94.
9. Горбачова Л.О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал*. 2015. № 3. С. 16-23.
10. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
11. Капуста Т.Я., Сивий М.Я., Бицюра Л.О. Аналіз стану вивченості річок басейну Дністра в межах Тернопільщини. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. Т. 4(66). С.68-80.
12. Кожем'якін Д.В., Чорноморець Ю.О. Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2018. Т. 1(41). С.24-36.
13. Лук'янець О.І., Ободовський О.Г., Гребінь В.В., Почаєвець О.О., Корнієнко В.О. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. *Укр. геогр. Журнал*. 2021. N1, С. 06-14.
14. Мудра К.В. Аналіз багаторічної динаміки коливань стоку Дністра та його приток. *Фізична географія та геоморфологія*. 2018. Вип.3 (91). С. 15-20.
15. Мудра К.В. Відновлення стоку на гідрологічних постах річки Дністер з метою вивчення

його довгоперіодних коливань. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. Т.2 (45). С.30-39.

16.Регіональний офіс водних ресурсів у Тернопільській області. Опис басейну річки Дністер. URL: <https://rovrtto.davr.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/1.1.pdf> (дата звернення: 05.02.2024).

17.Сніжко С. І., Павельчук Є. М. Основні закономірності внутрішньорічного розподілу водного стоку річок Житомирського Полісся. *Фізична географія та геоморфологія*. 2014. Вип. 1(73). С. 89-94.

18.Bolbot H., Grebin V. Comparative analysis of the annual runoff distribution of the left-bank and right-bank tributaries of the Siverskyi Donets River Basin. 19th International Conference on Geoinformatics: *Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2020: Conference Proceedings*. Volume 2020, Kyiv, Ukraine, 11–14 May 2020. Kyiv, 2020. P.1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo116>.

19.Bolbot H., Grebin V. Long-term dynamics and current trends in fluctuations of the flow characteristics of the Siverskyi Donets River Basin. *13th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2019: Conference Proceedings*. Volume 2019, Kyiv, Ukraine, 12–15 November 2019. Kyiv, 2019. P.1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903229>.

20.Bolbot H., Grebin V., Obodovskyi O. and Snizhko S. Water budget elements of the Siverskyi Donets River Basin in different water runoff periods. *XXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2021: Conference Proceedings*. Volume 2021, Kyiv, Ukraine, 10-14 May 2021. Kyiv, 2021. P. 1 – 6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521135>.

21.Climate Change 2021: The Physical Science Basis / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, 2021. P. 2391. URL: [https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf). (дата звернення: 10.02.2024).

22.Didovets Iu., Krysanova V., Hattermann F. F., et al. Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Volume 32. P. 1 – 13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>.

23.Lukianets O.I., Obodovskyi O.G., Grebin V.V., Moskalenko S.O., Pochaievets O.O., Korniienko V.O. Forecast estimates of water runoff of rivers of Ukraine on the basis of stochastic patterns of its long-term fluctuations. *Ukrainian Geographical Journal*. 2021. 2021(4), P. 18–29. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.04.018>

24.Obodovskyi O., Korniienko V., Pochaievets O. Water flow distribution changes for characteristic sections of Pripyat River basin (Ukraine). *15th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2021: Conference Proceedings*. Volume 2021, Kyiv, Ukraine, 17–19 November 2021. Kyiv, 2021. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20190>.

## References

1. Balabukh V.A. Rehyonal'noe proyavlenye hlobal'noho yzmenenyia klymata v baseyne r. Dnestr. [Regional global climate change manifestation in the Dniester River basin]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya, hidroekolohiya*. 2012. № 2(27). S. 117 – 129.

2. Bauzha T.O., Horbachova L.O. Tsyklichni kolyvannya hidrometeorolohichnykh kharakterystyk u baseyni r. Rika. [Cyclical fluctuations of the hydrometeorological characteristics in the Rika River Basin]. *Naukovi pratsi UkrNDHMI*. 2013. Vyp.264. S. 34-43.

3. Boyko A.I., Lobodzins'kyi O.V., Luk'yanets' O.I. Rozrakhunkovi kharakterystyky seredn'oho richnoho stoku vody pravoberezhnoyi ta livoberezhnoyi chastyn baseynu r. Dnister do m. Zalishchyky. [Calculated characteristics of the average annual runoff of the right-bank and left-bank parts of the river basin Dniester to the city of Zalishchyky]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya*. 2020. Т. 3(58). S.58-72.

4. Bol'bot H.V., Luk'yanets' O.I., Hrebin' V.V. Struktura chasovykh ryadiv richnoho stoku vody richok baseynu Sivers'koho Dintsya na osnovi stokhastychnoho analizu yoho bahatorichnykh kolyvan'. [The structure of the annual water flow time series of the Siverskyi Donets basin rivers based on the stochastic analysis of its long-term fluctuations]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya*. 2021. № 4(62). S. 18-34. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2021.4.2>.

5. Bol'bot, H.V., Hrebin', V.V. Suchasna transformatsiya sezonnoho rozpodilu stoku vody richok baseynu Sivers'koho Dintsya. [Modern transformation of the seasonal distribution of water flow in the rivers of the Siverskyi Donets basin]. *Hidrolohiya, hidrokhiimiya i hidroekolohiya*. 2020. № 3(58). S. 48-58. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.5>.

6. Vyshnevs'kyi V.I., Kutsyy A.V. Bahatorichni zminy vodnoho rezhymu richok Ukrayiny. [Long-term changes in the water regime of the rivers of Ukraine]. K.: Naukova dumka, 2022. 252 s.

7. Hopchenko YE.D., Loboda N.S., Ovcharuk V.A. Hidrolohichni rozrakhunky : pidruchnyk. [Hydrological calculations: textbook]. Odesa : TES, 2014. 484 s.

8. *Horbachova L.O.* Otsinka mozhyvykh maybutnikh zmin vodnoho stoku richok Ukrayiny (na seredynu KHKHI stolittya). [Assessment of possible future changes in the water flow of the rivers of Ukraine (for the middle of the 21st century)]. *Kul'tura narodov Prychernomor'ya*. 2014. № 267. S.89-94.
9. *Horbachova L.O.* Suchasnyy vnutrishn'orichnyy rozpodil vodnoho stoku richok Ukrayiny. [Modern intra-annual distribution of water flow of rivers of Ukraine]. *Ukrayins'kyi heohrafichnyy zhurnal*. 2015. № 3. S. 16-23.
10. *Hrebin' V.V.* Suchasnyy vodnyy rezhym richok Ukrayiny (landshaftnohidrolohichnyy analiz) : monohrafiya. [Modern water regime of rivers of Ukraine (landscape hydrological analysis): monograph]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2010. 316 s.
11. *Kapusta T.Ya., Syvyy M.Ya., Bytsyura L.O.* Analiz stanu vyvchenosti richok baseynu Dnistra v mezhakh Ternopil'shchyny. [Analysis of the State of Study of the Rivers of the Dniester Basin in Ternopil Region]. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya*. 2022. T. 4(66). S.68-80.
12. *Kozhem'yakin D.V., Chornomorets' Yu.O.* Vodnyy balans baseyniv richok Dnistra do mista Zalishchyky. [Water balance of the Dniester rivers basins to Zalishchyki city]. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya*. 2018. T. 1(41). S.24-36.
13. *Luk'yanets' O.I., Obodovs'kyi O.H., Hrebin' V.V., Pochayevets' O.O., Korniyenko V.O.* Prostorovi zakonomirnosti zminy seredn'oho richnoho stoku vody richok Ukrayiny. [Spatial patterns of changes in the average annual water flow of the rivers of Ukraine.]. *Ukr. heohr. Zhurnal*. 2021. N1, S. 06-14.
14. *Mudra K.V.* Analiz bahatorichnoyi dynamiky kolyvan' stoku Dnistra ta yoho prytok. [Analysis of long-term dynamics of flow fluctuations of the Dniester River and its tributaries]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*. 2018. Vyp.3 (91). C. 15-20.
15. *Mudra K.V.* Vidnovlennya stoku na hidrolohichnykh postakh richky Dnister z metoyu vyvchennya yoho dovhoperiodnykh kolyvan'. [Restoration of flow at hydrological gauges of the Dniester River for the purpose of studying its long-term fluctuations.]. *Hidrolohiya, hidrokimiya i hidroekolohiya*. 2017. T.2 (45). C.30-39.
16. Rehional'nyy ofis vodnykh resursiv u Ternopil's'kiy oblasti. Opys baseynu richky Dnister. [Regional office of water resources in Ternopil region. Description of the Dniester River basin]. URL: <https://rovrtto.davr.gov.ua/wp-content/uploads/2021/05/1.1.pdf> (last access: 05.02.2024).
17. *Snizhko S. I., Pavel'chuk YE. M.* Osnovni zakonomirnosti vnutrishn'orichnoho rozpodilu vodnoho stoku richok Zhytomyrs'koho Polissya. [The main regularities of the intra-annual distribution of water flow of the rivers of Zhytomyr Polissia]. *Fizychna heohrafiya ta heomorfolohiya*. 2014. Vyp. 1(73). S. 89-94.
18. *Bolbot H., Grebin V.* Comparative analysis of the annual runoff distribution of the left-bank and right-bank tributaries of the Siverskyi Donets River Basin. 19th International Conference on Geoinformatics: *Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2020: Conference Proceedings*. Volume 2020, Kyiv, Ukraine, 11–14 May 2020. Kyiv, 2020. P.1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo116>.
19. *Bolbot H., Grebin V.* Long-term dynamics and current trends in fluctuations of the flow characteristics of the Siverskyi Donets River Basin. *13th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2019: Conference Proceedings*. Volume 2019, Kyiv, Ukraine, 12–15 November 2019. Kyiv, 2019. P.1 – 5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201903229>.
20. *Bolbot H., Grebin V., Obodovskiy O. and Snizhko S.* Water budget elements of the Siverskyi Donets River Basin in different water runoff periods. *XXth International Conference "Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, Geoinformatics 2021: Conference Proceedings*. Volume 2021, Kyiv, Ukraine, 10-14 May 2021. Kyiv, 2021. P. 1 – 6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521135>.
21. Climate Change 2021: The Physical Science Basis / Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva, 2021. P. 2391. URL: [https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_FullReport.pdf](https://report.ipcc.ch/ar6/wg1/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf). (дата звернення: 10.02.2024).
22. *Didovets Iu., Krysanova V., Hattermann F. F., et al.* Climate change impact on water availability of main river basins in Ukraine. *Journal of Hydrology: Regional Studies*. 2020. Volume 32. P. 1 – 13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2020.100761>.
23. *Lukianets O.I., Obodovskiy O.G., Grebin V.V., Moskalenko S.O., Pochaievets O.O., Korniyenko V.O.* Forecast estimates of water runoff of rivers of Ukraine on the basis of stochastic patterns of its long-term fluctuations. *Ukrainian Geographical Journal*. 2021. 2021(4), P. 18–29. DOI: <https://doi.org/10.15407/ugz2021.04.018>
24. *Obodovskiy O., Korniyenko V., Pochaievets O.* Water flow distribution changes for characteristic sections of Pripyat River basin (Ukraine). *15th International Scientific Conference on Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Monitoring 2021: Conference Proceedings*. Volume 2021, Kyiv, Ukraine, 17–19 November 2021. Kyiv, 2021. P. 1-5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20190>.

## Analysis of the intra-annual runoff distribution of the Dniester left-bank tributaries within the Ternopil region

**Bolbot H.V., Kapusta T.Ya.**

The Dniester basin is characterized by heterogeneity and diversity of water runoff formation conditions. Therefore, the issue of studying the basin of this river and its tributary basins has always received attention from scientists. Despite a fairly large number of publications, especially those analyzing the hydrological regime of the rivers of Ternopil, there are still no comprehensive studies of river-basin systems in the region.

The Dniester River basin within Ternopil Oblast includes 1174 rivers and streams with a total length of 5195 km. The main feature of the Dniester basin's hydrographic network is the absence of significant tributaries: there are only 6 medium rivers in Ukraine (two of which are within Ternopil Oblast - the Seret and the Zbruch rivers). Small rivers with a length of up to 10 km prevail, and their total length is 94% of the total length of all rivers in the Ukrainian part of the basin.

This research focuses on small and medium rivers such as the Zolota Lypa, the Koropets, the Strypa, the Seret, the Nichlava, and the Zbruch. To assess the trends of long-term fluctuations in runoff characteristics and distribution of runoff within months and seasons, we used data from observations of the average annual water flow at 11 hydrological stations on the left bank of the Dniester. The period used for the research is from the beginning of the observation to 2020 inclusive.

Using the difference integral curves, the long-term fluctuations of the average annual runoff of the left-bank tributaries of the Dniester for the selected observation period were estimated. It was found that the fluctuations in the runoff characteristics of the studied rivers are generally in-phase, and for some hydrological stations - synchronous. It has been established that the modern period is characterized by a downward trend in the values of runoff characteristics, which is associated with the impact of modern climate change and economic activity in river basins.

Based on the analysis of the difference integral curves constructed for the studied rivers of the basin, a common water cycle was identified, which began in the mid-1960s and ended in the second half of the 1990s.

Summarizing the above results of the study, we can conclude that, with the exception of some tributaries, fluctuations in the average annual runoff of the rivers on the left bank of the Dniester are natural.

The current intra-annual distribution of runoff in the left-bank tributaries of the Dniester basin is characterized by a decrease in the volume of spring flood runoff, which is associated with an increase in air temperature during the period of snow accumulation and a decrease in precipitation in winter and an increase in the flow of the summer-autumn and winter low water marks as a percentage of the annual runoff between the studied periods.

**Key words:** water runoff, water runoff phases, average annual runoff, intra-annual runoff distribution, Dniester.

Надійшла до редколегії 20.02.2024

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.5>

УДК 556.166

**Москаленко С.О., Тарраф В.Т.**

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

### ЧАСОВА ДИНАМІКА, РОЗПОДІЛ ТА СУЧАСНІ ЗМІНИ ПАРАМЕТРІВ ТА ХАРАКТЕРИСТИК ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА Р. ДЕСНА – М. ЧЕРНІГІВ

В статті проаналізовано багаторічну мінливість основних параметрів та характеристик весняного водопілля на р. Десна – м. Чернігів. Основні методи, що застосовано – це методи математичної статистики, систематизації, узагальнення та аналізу вихідних даних та отриманих результатів. Для проведення дослідження сформовано банк середньодобових витрат води р. Десна – м. Чернігів за період спостережень 1895–2020 рр. (126 років). Проведено аналіз вихідної інформації та сформовано за багаторічний період наступні ряди випадкових величин: ряд дат початку весняного водопілля (в кількості днів від 01 січня); ряд максимальних витрат води весняного водопілля (в м<sup>3</sup>/с); ряд дат настання максимумів (в кількості днів від 01 січня); ряд дат закінчення весняного водопілля (в кількості днів від 01 січня); ряд тривалості весняного водопілля (в кількості днів). Для виявлення сучасних змін застосовано метод порівняння. Для цього, всі вищезазначені ряди параметрів та характеристик весняного водопілля поділено на два рівних за кількістю років періодів – 1895-1957 рр. (63 роки) та 1958-2020 рр. (63 роки). Визначено для всіх досліджуваних періодів середні значення (норми), коефіцієнти варіації та асиметрії показників та характеристик весняного водопілля р. Десна – м. Чернігів. Побудовані гістограми відносних частот у вигляді часткових інтервалів всіх досліджуваних показників та характеристик весняного водопілля р. Десна – м. Чернігів продемонстрували особливості їх розподілу за період спостережень 1895–2020 рр.

**Ключові слова:** річка Десна, весняне водопілля, статистичний аналіз, багаторічна мінливість, максимуми стоку води та його дати, початок, закінчення та тривалість весняного водопілля.

ISSN:2306-5680 Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2024. № 1 (71)