

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.4>

УДК 556.047 (477)

Очеретнюк А.І., Лук'янець О.І.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

БАГАТОРІЧНА МІНЛИВІСТЬ СТАТИСТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОЗПОДІЛУ СЕРЕДНЬОГО РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ РІЧОК УКРАЇНИ З НАЙДОВШИМИ РЯДАМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ключові слова: багаторічна мінливість, середній річний стік води, норма стоку води, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії, найдовші ряди спостережень, річки України.

Вступ. В гідрологічних розрахунках важливе значення мають статистичний аналіз досліджуваних характеристик стоку води та їх аналітичні криві розподілу ймовірностей. Для впевнених оцінок та надійних висновків у практичному використанні аналітичних стокових характеристик певної ймовірності перевищення важливим знати наскільки стійкими, достовірними є основні статистичні параметри розподілу (норма, коефіцієнти варіації та асиметрії), що можуть визначатися за різні періоди спостережень.

Об'єктом дослідження є середній річний стік води річок, а предметом – основні статистичні параметри розподілу річкового стоку води – норма, коефіцієнти варіації та асиметрії. **Мета дослідження** – провести вивчення та аналіз багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України, що мають найдовші ряди спостережень.

Вихідні передумови. Фундаментальними поняттями статистичної теорії є поняття генеральної сукупності і вибірки. Генеральна сукупність зазвичай інтерпретується як сукупність всіх можливих значень випадкової величини, які в принципі можуть мати місце при даних умовах, і відносно яких ми б хотіли робити певні прикладні висновки. Вибірка – це кінцевий набір значень випадкової величини, отриманий в результаті спостережень. В гідрології, в переважній більшості, мають справи з вибірками з генеральної сукупності. Вибірка (статистична сукупність випадкової величини) буде репрезентативною, якщо вона досить повно характеризує генеральну сукупність. Тоді сенс статистичних методів полягає в тому, щоб за вибіркою обмеженого обсягу, тобто за деякою частиною з генеральної сукупності, висловити обґрунтоване судження про її властивості в цілому. Вважається, що такі властивості не змінюються в часі і притаманні генеральній сукупності закономірності зберігають постійним свій характер, тобто є стійкими [3, 5]. Загалом властивості досліджуваного об'єкту можуть бути охарактеризовані за допомогою відповідних законів розподілу ймовірностей, які тісно пов'язані з числовими статистичними параметрами – нормою ($\bar{x}$), коефіцієнтами варіації (C_v) та асиметрії (C_s) [4].

Норма – це центр, відносно якого розподіляються члени статистичної сукупності і розраховується як середнє значення з усіх членів ряду за формулою:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

де n - кількість членів ряду (від 1 до n), x_i - значення змінної величини.

Коефіцієнт варіації є безрозмірним параметром мінливості статистичного ряду:

$$C_v = \sqrt{\sum_{i=1}^N [(K_i - 1)^2 / n]} \quad (2)$$

де $K_i = x_i / \bar{x}$ - модульні коефіцієнти значень змінної величини.

Коефіцієнт асиметрії є теж безрозмірним параметром, що характеризує асиметричність ряду:

$$C_s = \sum_{i=1}^N [(K_i - 1)^3 / n \cdot C_v]. \quad (3)$$

Основу методів пізнання закономірностей гідрологічного режиму у гідрології суші становлять безперервні протягом тривалого часу спостереження на мережі гідрометричних постів, розташованих на річках, озерах, водоймищах тощо. Гідрологічна мережа України є однією з найстаріших, яка бере свій відлік з початком 18 століття [1]. Перший гідрологічний пост на річках почав діяти у 1818 р. на р. Дніпро біля с. Кам'янки Лоцманської. Після будівництва в 1932 році греблі ДніпроГЕСу в Запоріжжі пороги зникли під водою водосховища. З 1962 р. біля Лоцманської Кам'янки не вимірювали витрати води, а після будівництва всього каскаду водосховищ, а їх на Дніпрі шість і останнім було побудовано Канівське водосховище в 1974 р., найстаріший пост був закритий (у 1974 р.) [1]. У 1880-1890 рр. з'явилися гідрологічні пости, що працюють й зараз, вимірюючи рівні і витрати води на р. Десна біля м. Чернігів, р. Дністер біля с. Заліщики, р. Прут біля м. Чернівці. Саме ці пости мають найтриваліші періоди спостережень в Україні [1, 7].

Для дослідження багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу було сформовано банк даних середнього річного стоку води для 8 річок України з найдовшими рядами спостережень (табл. 1). Інформація про стік води взята з гідрологічних щорічників з архіву матеріалів мережі спостережень Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) імені Бориса Срезневського, з наукових видань та статей [6, 7]. На рис. 1 представлено графіки хронологічного перебігу середньорічних витрат води для 8 досліджуваних річок.

Оскільки сформовані ряди середньорічних витрат води не представляють собою генеральних сукупностей, а є лише деякими випадковими вибірками з них, то перш, ніж приступити до об'єктивної оцінки багаторічної мінливості параметрів розподілу середнього річного стоку води, проведено перевірку статистичних гіпотез на однорідність часових рядів спостережень, яка проводилася за стандартними параметричними критеріями Стюдента та Фішера і непараметричним Вількоксона [2, 4, 5]. Аналіз результатів такої перевірки для всіх восьми досліджуваних річок як за параметричними, так й за непараметричними критеріями при рівнях значимості $2\alpha = 5\%$ і $2\alpha = 1\%$ показав, що майже всі ряди однорідні як за середніми значеннями, так й за дисперсіями. Лише середні річні витрати води, що були спостережені на гідрологічному посту р. Прут – м. Чернівці виявився неоднорідним за критерієм Фішера при рівні значимості як $2\alpha = 5\%$, так й $2\alpha = 1\%$.

Основний метод даного дослідження – метод порівняння. У нашому випадку, порівнювалися основні статистичні параметри розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок за окремі 30-річні періоди – послідовні та з перекриттям у 15 років – з параметрами, які було визначено за весь період спостережень на річках.

Таблиця 1. Досліджувані річки з найдовшими рядами спостережень за середнім річним стоком води, їх площі водозборів в створах гідрологічних постів, періоди та тривалість спостережень

Річка- гідрологічний пост	Площа водозбору, F (км ²)	Період спостереження, роки	Тривалість спостережень у кількості років
р. Дністер біля м. Заліщики	72100	1882 -2015	134
р. Тиса біля м. Вилोक	9140	1883-2015 .	132
р. Прут біля м. Чернівці	27540	1895 -2015	121
р. Десна біля м. Чернігів	81400	1895- 2015	121
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь)	101000	1882- 2014	133
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	46200	1914- 2015	102
р. Дунай біля м. Рені	811000	1861-2015	155
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	459000	1818-1961 (спостережені) + 1962-2015 (відновлені) [5].	(144+54) 198

Вибір 30-річних періодів пояснюється наступним. У відповідності з Технічним регламентом ВМО (WMO, 2007) [8], кліматична норма певного гідрометеорологічного елементу визначається як середнє арифметичне значення протягом послідовних періодів тривалістю 30 років. А на 17 Всесвітньому Метеорологічному конгресі, що проходив у травні-червні 2015 р. [9], було вирішено зберегти подібний підхід до питань моніторингу клімату та інших дослідницьких цілей.

В табл. 2 представлено статистичні параметри розподілу вибірок середнього річного стоку води, які розраховано для всього періоду спостережень на досліджуваних річках, а в табл. 3 – за послідовні 30-ти річні періоди та за 30-річними періодами з перекриттям (15 років). Опорним періодом для певних порівнянь у змінах статистичних параметрів розподілу обрано період кліматичної норми – 1961-1990 рр.

Таблиця 2. Основні параметри розподілу вибірок середнього річного стоку води (норми $\bar{x}$, коефіцієнти варіації C_v та асиметрії C_s), розраховані для всього періоду спостережень на досліджуваних річках

Річка – пост (тривалість спостережень за середнім річним стоком води)	Статистичні параметри		
	Норма $\bar{x}$, м ³ /с	C_v	C_s
р. Дністер біля м. Заліщики (134 роки)	232	0,31	1,16
р. Тиса біля м. Вилोक (132 роки)	207	0,23	0,50
р. Прут біля м. Чернівці (121 рік)	74,8	0,41	1,04
р. Десна біля м. Чернігів (121 рік)	328	0,27	0,64
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь) (133 роки)	393	0,30	0,42
р. Південний Буг біля м. Олександрівка(102 роки)	88,3	0,36	0,98
р. Дунай біля м. Рені (155 років)	6418	0,18	0,43
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка (198 років)	1649	0,25	0,49

Аналізуючи табл. 2, можна сказати, що норми середніх річних витрат води для досліджуваних річок відповідають фізико-географічним особливостям їх басейнів (гірські та рівнинні річки) та площам, з яких утворюється стік води річок. Коефіцієнти варіації змінюються в невеликому діапазоні від 0,18 до 0,41, теж саме й для коефіцієнтів асиметрії – від 0,42 до 1,16.

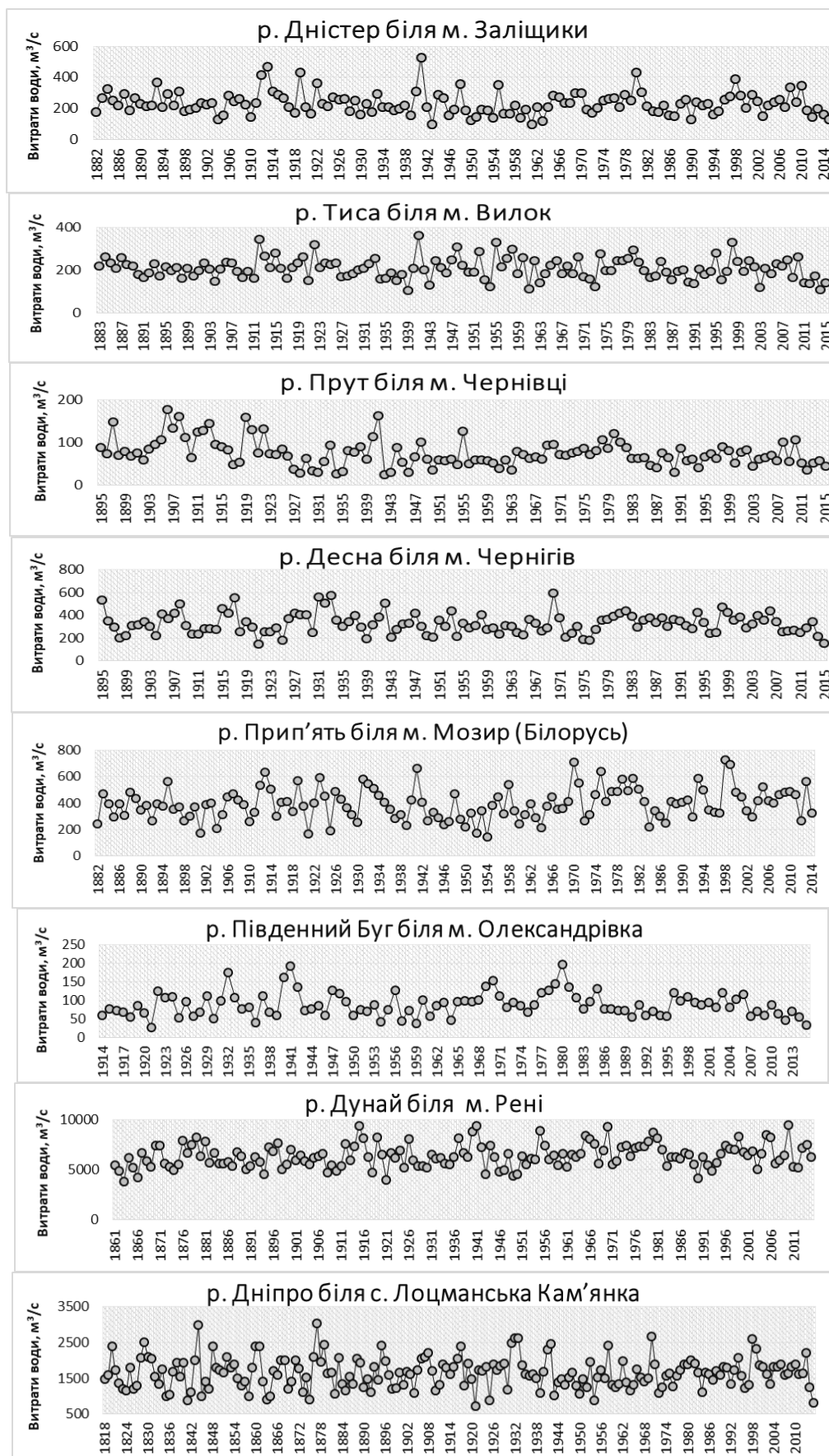


Рис. 1 Багаторічні послідовності середніх річних витрат води на досліджуваних річках

Таблиця 3. Параметри розподілу середнього річного стоку за послідовні 30-ти річні періоди та за 30-річними періодами з перекриттям (15 років)

Річка - пост	Статистичні параметри	Періоди														
		1818-1825	1818-1840	1826-1855	1841-1870	1856-1885	1871-1900	1886-1915	1901-1930	1916-1945	1931-1960	1946-1975	1961-1990	1976-2005	1991-2015	
р. Дністер біля м. Заліщики	Норма $\bar{x}$						242	248	250	240	216	209	226	234	231	
	C_v						0,22	0,29	0,32	0,34	0,39	0,31	0,29	0,28	0,28	
	C_s						0,97	1,44	1,36	2,33	2,78	0,68	0,64	1,25	0,74	
р. Тиса біля м. Вилोक	Норма $\bar{x}$						208	210	215	206	215	213	202	207	196	
	C_v						0,15	0,20	0,21	0,25	0,28	0,27	0,22	0,23	0,28	
	C_s						0,23	1,58	1,17	1,10	0,57	0,25	0,10	0,58	0,52	
р. Прут біля м. Чернівці	Норма $\bar{x}$						88,2	103,8	93,1	72,1	64,9	65,7	71,8	70,5	65,5	
	C_v						0,33	0,33	0,42	0,52	0,48	0,30	0,29	0,28	0,28	
	C_s						6,77	0,76	0,44	1,04	1,59	0,98	0,13	0,36	0,65	
р. Десна біля м. Чернігів	Норма $\bar{x}$						369	327	327	346	341	306	324	348	321	
	C_v						0,22	0,28	0,28	0,32	0,28	0,27	0,26	0,18	0,24	
	C_s						0,66	0,91	0,51	0,52	0,89	1,89	0,96	-0,21	0,12	
р. Прип'ять біля м. Мозир (Білорусь)	Норма $\bar{x}$						369	380	385	394	360	361	413	434	442	
	C_v						0,22	0,27	0,31	0,31	0,35	0,36	0,29	0,28	0,27	
	C_s						0,66	0,42	0,10	0,31	0,64	0,96	0,54	0,57	0,79	
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	Норма $\bar{x}$								75,9	90,0	91,5	86,8	99,6	97,0	79,5	
	C_v								0,35	0,42	0,42	0,33	0,32	0,31	0,30	
	C_s								0,38	1,24	1,16	0,37	1,17	1,58	0,23	
р. Дунай біля м. Рені	Норма $\bar{x}$				5535	6114	6285	6175	6252	6499	6405	6472	6822	6678	6666	
	C_v				0,20	0,19	0,16	0,17	0,19	0,20	0,20	0,18	0,17	0,16	0,18	
	C_s				0,36	0,25	0,42	1,28	0,84	0,47	0,81	0,61	0,14	-0,03	0,61	
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	Норма $\bar{x}$	1593	1641	1682	1632	1643	1662	1640	1655	1727	1648	1520	1611	1704	1705	
	C_v	0,24	0,26	0,29	0,31	0,32	0,28	0,21	0,23	0,29	0,29	0,25	0,20	0,19	0,22	
	C_s	1,89	0,41	0,54	0,68	0,71	0,93	0,28	-0,26	0,15	0,86	1,61	1,09	0,65	0,17	

На рис. 2 графічно показано результати розрахунків багаторічної мінливості основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок. Наочно прослідковується багаторічна стабільність (з деякими невеликими відхиленнями) норм та коефіцієнтів варіації. Коефіцієнти асиметрії – змінюються в широких межах.

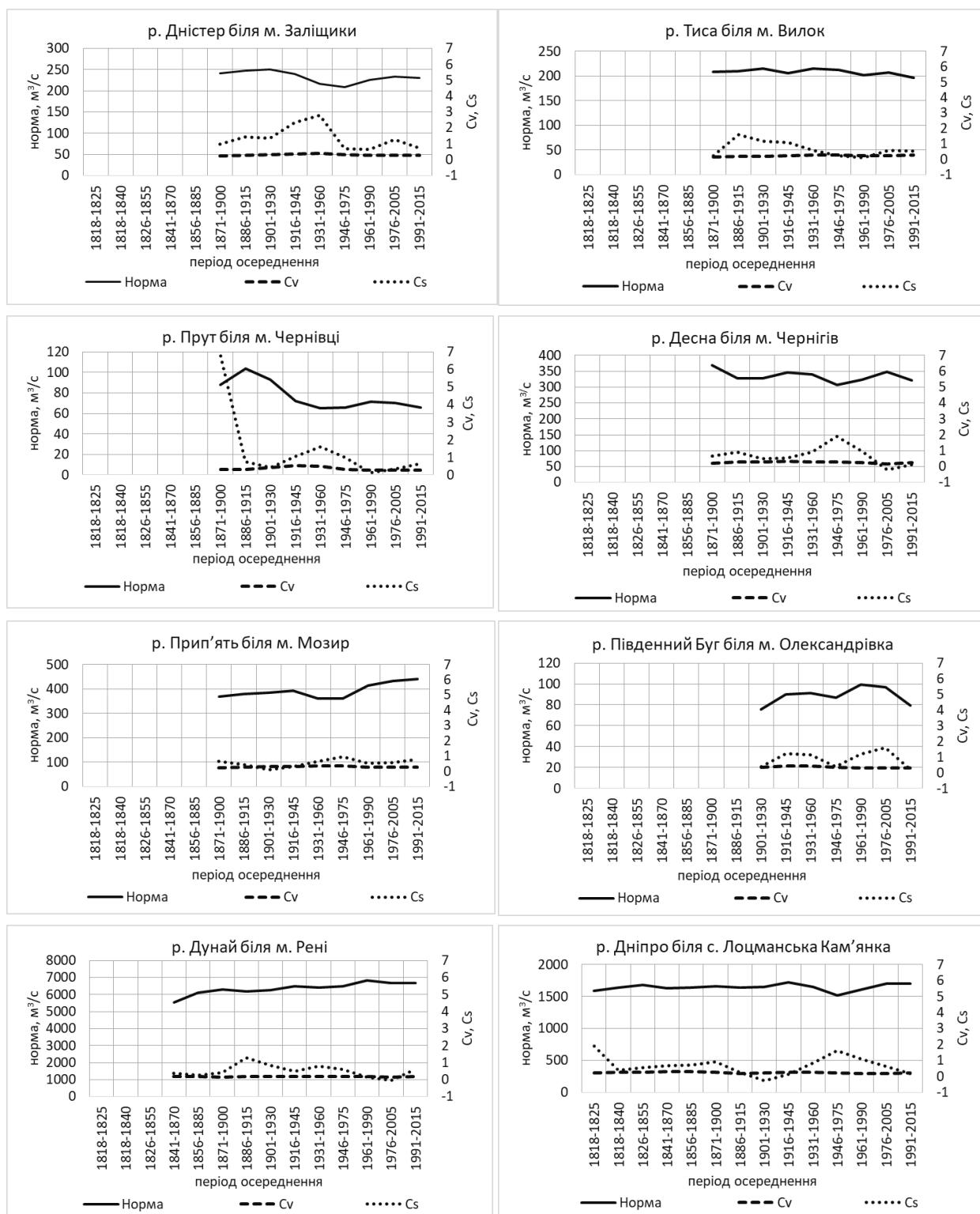


Рис. 2. Багаторічна зміна основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води досліджуваних річок за 30-річними періодами з перекриттям (15 років)

Для оцінки мінливості основних параметрів середнього річного стоку використано статистичний параметр – середнє абсолютне відхилення випадкової величини, яке представляє собою середнє арифметичне з модулів відхилень змінної величини x_i від її норми $\bar{x}$. Воно розраховувалося за формулою (4):

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (4)$$

В результаті для середнього річного стоку води досліджуваних річок визначено наступні показники (в одиницях виміру та у %): середнє абсолютне відхилення норм за 30 річні періоди від норми за багаторічний період; середнє абсолютне відхилення C_v за 30 річні періоди від C_v за багаторічний період; середнє абсолютне відхилення C_s за 30 річні періоди від C_s за багаторічний період (табл. 4).

Таблиця 4. Середні абсолютні відхилення норм середнього річного стоку води для досліджуваних річок, його коефіцієнтів варіації та асиметрії за 30 річні періоди від норми за багаторічний період

Річка – пост	Норма за багаторічний період (м³/с)	Середнє абсолютне відхилення норм за 30 річні періоди від норми за багаторічний період		C_v за багаторічний період	Середнє абсолютне відхилення C_v за 30 річні періоди від C_v за багаторічний період		C_s за багаторічний період	Середнє абсолютне відхилення C_s за 30 річні періоди від C_s за багаторічний період	
		м³/с	%		безроз-мірна	%		безроз-мірна	%
р. Дністер біля м. Заліщики	232	11,2	4,8	0,31	0,03	10,2	1,16	0,6	47,6
р. Тиса біля м. Вилк	208	4,7	2,2	0,24	0,03	14,0	0,50	0,38	74,3
р. Прут біля м. Чернівці	74,9	11,0	14,6	0,41	0,10	23,0	1,05	1,03	98,0
р. Десна біля м. Чернігів	328	14,1	4,3	0,27	0,03	11,1	0,65	0,41	63,9
р. Прип'ять біля м. Мозир	394	19,7	5	0,30	0,03	10,8	0,43	0,23	52,7
р. Південний Буг біля м. Олександрівка	88,3	6,81	7,7	0,37	0,05	13,0	0,98	0,28	28,6
р. Дунай біля м. Рені	6419	253	3,9	0,18	0,01	7,4	0,44	0,28	63,0
р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка	1650	34,7	2,1	0,26	0,03	13,4	0,49	0,45	90,7

Висновки. Середні абсолютні відхилення основних статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води за 30 річні періоди від параметрів за багаторічний період, визначених у %, дало можливість проаналізувати ступінь їх багаторічної мінливості.

Незначну змінність у часі мають норми стоку та коефіцієнти варіації, які можна вважати найбільш стабільними параметрами розподілу. Треба відзначити, що

найбільші відсотки відхилень (14% і 23% відповідно) приходиться для спостереженого середнього річного стоку води на р. Прут біля м. Чернівці, які при перевірці їх на однорідність, виявилися при рівнях значимості як $2\alpha = 5\%$, так й $2\alpha = 1\%$ неоднорідними за критерієм Фішера. Для інших досліджуваних річок в багаторічному розрізі мінливість цих параметрів відбувається для норм в межах від 2% до 7,7%, для коефіцієнтів варіації - від 7% до 14%. Найбільша амплітуда мінливості в часі приходиться на коефіцієнти асиметрії, для яких середнє абсолютне відхилення цього параметру за 30 річні періоди від параметра за багаторічний період для досліджуваних річок знаходиться в межах від 29% до 98%.

Список літератури

1. Гідрометеорологічна служба України / За редакцією В.М. Ліпінського. Київ. 2011. 232 с.
2. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т.1. С.22-31.
3. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. С. 42-54.
4. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Математичні методи в гідрометеорології» / Упорядник О. І. Лук'янець. К.: ВПЦ «Київський університет», 2010. 60 с.
5. Рождественский А. В., Чеботаев А. И. Статистические методы в гидрологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. С.5-24, 35-54, 184-208.
6. Чорноморець Ю.О., Павленко П.О., Лук'янець О.І. Відновлення середнього річного стоку води річки Дніпро. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2017. №4(47). С.36-47.
7. Швец Г.И. Выдающиеся гидрологические явления на юго-западе СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1972.
8. WMO, 2007: "The role of climatological normals in a changing climate", World Climate Data and Monitoring Programme. No.61, WMO-TD No.1377.
9. WMO Media Centre, 2015: New Two-Tier approach on "climate normal". URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-climate-normals>.

References

1. Hidrometeorologichna sluzhba Ukrainy [Hydrometeorological Service of Ukraine] / Za redaktsiieiu V.M. Lipins'koho. Kyiv. 2011. 232 s.
2. Horbachova L.O. Metodychni pidkhody schodo otsinky statsionarnosti i odnoridnosti hidrolohichnykh riadiv sposterezhen' [Methodical approaches to the assessment of stationarity and homogeneity of hydrological series of observations]. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia. 2014. T.1. S.22-31.
3. Goroshkov I.F. Gidrologicheskie raschety [Hydrological calculations]. L.: Gidrometeoizdat, 1979. S. 42-54.
4. Metodychni vkazivky do vykonannia praktychnykh robіt z dystsypliny «Matematychni metody v hidrometeorolohii» [Methodical instructions for practical work in the discipline "Mathematical methods in hydrometeorology"] / Uporiadnyk O. I. Luk'ianets'. K.: VPTs «Kyivs'kyj universytet», 2010. 60 s.
5. Rozhdestvenskij A. V., Chebotaev A. I. Statisticheskie metody v gidrologii [Statistical methods in hydrology]. L.: Gidrometeoizdat, 1974. S.5-24, 35-54, 184-208.
6. Chornomorets' Yu.O., Pavlenko P.O., Luk'ianets' O.I. Vidnovlennia seredn'oho richnoho stoku vody richky Dnipro [Restoration of the average annual water runoff of the Dnieper River]. Hidrolohiiia, hidrokhimiiia i hidroekolohiiia, 2017. №4(47). S.36-47.
7. Shvec G.I. Vydajushiesja gidrologicheskie javleniia na jugo-zapade SSSR [Outstanding hydrological phenomena in the south-west of the USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1972.
8. WMO, 2007: "The role of climatological normals in a changing climate", World Climate Data and Monitoring Programme. No.61, WMO-TD No.1377.
9. WMO Media Centre, 2015: New Two-Tier approach on "climate normal". URL: <https://public.wmo.int/en/media/news/new-two-tier-approach-climate-normals>.

Багаторічна мінливість статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України з найдовшими рядами спостережень

Очеретнюк А.І., Лук'янець О.І.

Мета дослідження – провести вивчення та аналіз багаторічної мінливості статистичних параметрів розподілу середнього річного стоку води річок України- норм, коефіцієнтів варіації та асиметрії, що мають найдовші ряди спостережень. Для цього використано послідовності спостережень за середньорічними витратами води на гідрологічних постах: р. Дністер – м. Заліщики, період спостережень 1882-2015 рр.; р. Прут – м. Чернівці, 1895-2015 рр.; р. Десна біля м. Чернігів 1895-2015 рр.; р. Прип'ять біля м. Мозир, 1882-2014 рр.; р. Південний Буг біля м.

Олександрівка, 1914-2015 рр.; р. Дунай біля м. Рені, 1861-2015 рр.; р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка, 1818-2015 рр. Тривалість фактичних безперервних спостережень змінюється від 102 до 155 років. Найдовший ряд середніх річних витрат води склав 198 років (р. Дніпро біля с. Лоцманська Кам'янка), але він складається зі спостережених (1818-1961 рр. – 144 роки) та відновлених (1962-2015 рр. – 54 роки).

Для виявлення багаторічної мінливості основних параметрів розподілу середнього річного стоку води використано метод порівняння. У нашому випадку, порівнювалось основні статистичні параметри досліджуваних річок за окремі 30-річні періоди з параметрами, які було визначено за весь період спостережень.

Визначення середніх абсолютних відхилень основних статистичних параметрів за 30 річні періоди від параметрів за багаторічний період, визначених у %, дало можливість проаналізувати ступінь їх багаторічної мінливості. Незначну змінність у часі мають норми стоку та коефіцієнти варіації, які можна вважати найбільш стабільними параметрами розподілу. Найбільшу мінливості в часі приходить на коефіцієнти асиметрії.

Ключові слова: багаторічна мінливість, середній річний стік води річок, норма стоку води, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії, найдовші ряди спостережень, річки України.

Многолетняя изменчивость статистических параметров распределения среднего годового стока воды рек Украины с длинными рядами наблюдений

Очеретнюк А.И., Лукьянец О.И.

Цель исследования - провести изучение и анализ многолетней изменчивости статистических параметров распределения среднего годового стока воды (норм, коэффициентов вариации и асимметрии) рек Украины, которые имеют длинные ряды наблюдений. Для этого использовано последовательности наблюдений за среднегодовыми расходами воды на гидрологическом постах: р. Днестр - г. Залещики, период спостережень 1882-2015 гг.; р. Прут - г. Черновцы, 1895-2015 гг.; р. Десна - г. Чернигов 1895-2015 гг.; р. Припять - г. Мозырь, 1882-2014 гг.; р. Южный Буг - г. Александровка, 1914-2015 гг.; р. Дунай - г. Рени, 1861-2015 гг.; р. Днепр - с. Лоцманская Каменка, 1818-2015 гг. Продолжительность фактических непрерывных наблюдений меняется от 102 до 155 лет. Самый длинный ряд средних годовых расходов воды составил 198 лет (р. Днепр - с. Лоцманская Каменка), но он состоит из наблюдаемых (1818-1961 гг. - 144 года) и восстановленных (1962-2015 гг. - 54 года).

Для выявления многолетней изменчивости основных параметров распределения среднего годового стока воды использован метод сравнения. В нашем случае, сравнивались основные статистические параметры исследуемых рек за отдельные 30-летние периоды с параметрами, которые были определены за весь период наблюдений.

Определение средних абсолютных отклонений основных статистических параметров за 30-летние периоды от параметров за многолетний период, определенных в %, позволило проанализировать степень их многолетней изменчивости. Незначительную изменчивость во времени имеют нормы стока и коэффициенты вариации, которые можно считать наиболее стабильными параметрами распределения. Наибольшую изменчивости во времени приходится на коэффициенты асимметрии.

Ключевые слова: многолетняя изменчивость, средний годовой сток воды рек, норма стока воды, коэффициент вариации, коэффициент асимметрии, длинные ряды наблюдений, реки Украины.

Long-term variability of statistical parameters of the distribution of the average annual water flow of Ukraine's rivers with long series of observations

Ocheretnyuk A.I., Lukianets O.I.

The purpose of the study is to study and analyze the long-term variability of the statistical parameters of the distribution of the average annual water flow (norms, variation coefficients, and asymmetry) of the rivers of Ukraine, which have long series of observations. For this, we used the sequence of observations of the average annual water discharge at hydrological posts: river Dniester - the city of Zalishchyky, an observation period of the year 1882-2015; river Prut - the city of Chernivtsi, 1895-2015; river Desna - the city of Chernihiv 1895-2015; river Pripyat - the city of Mozyr, 1882-2014; river Southern Bug - the city of Alexandrovka, 1914-2015; river Danube - the city of Reni, 1861-2015; river Dnipro - the village of Lotsmanskaya Kamenka, 1818-2015. The duration of actual continuous observations varies from 102 to 155 years. The longest series of average annual water discharges was 198 years (the Dnieper River - the village of Lotsmanskaya Kamenka), but it consists of observations (1818-1961 - 144 years) and restored (1962-2015 - 54 years).

To identify the long-term variability of the main parameters of the distribution of the average annual water flow, a comparison method is used. In our case, we compared the main statistical parameters of the

rivers understudy for individual 30-year periods – sequential and with an overlap of 15 years – with the main parameters that were determined for the entire observation period.

The determination of the average absolute deviations of the main statistical parameters for 30-year periods from the parameters for a long-term period, defined in %, made it possible to analyze the degree of their long-term variability. Slight variation in time has runoff norms and variation coefficients, which can be considered the most stable distribution parameters. In a long-term section, the variability of these parameters for runoff norms is in the range from 2 % to 14 %, for variation coefficients - from 7 % to 23 %. It should be noted that the highest percent deviations (14 % and 23 %, respectively) are for the observed average annual flow of water on the river Prut - the city of Chernivtsi, which turned out to be heterogeneous according to the Fisher criterion. The greatest amplitude of time variability falls on asymmetry coefficients, for which the average absolute deviation of parameters over 30-year periods from parameters over a long-term period for the studied rivers is in the range from 29 % to 98 %.

Key words: long-term variability, average annual river water flow, water flow rate, coefficient of variation, asymmetry coefficient, longest series of observations, rivers of Ukraine.

Надійшла до редколегії 30.03.2020

DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.3.5>

УДК 556.162

Большот Г.В.¹, Гребінь В.В.²

¹ Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка

СУЧАСНА ТРАНСФОРМАЦІЯ СЕЗОННОГО РОЗПОДІЛУ СТОКУ ВОДИ РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ

Ключові слова: стік води, внутрішньорічний розподіл стоку, зміни клімату.

Вступ. Важливою складовою сталого економічного та соціального розвитку країни є її забезпеченість водними ресурсами. Глобальні зміни клімату, викликані збільшенням концентрації парникових газів, а також антропогенною діяльністю, можуть призвести до зміни доступності водних ресурсів майже у всіх регіонах світу [9]. В умовах сучасних змін клімату завдання виявлення та оцінки змін водного режиму річок стає надзвичайно актуальним. Зокрема, окремого розгляду потребують зміни внутрішньорічного розподілу стоку під впливом кліматичних перетворень. Це завдання стає особливо актуальним для антропогенно змінених водозборів, яким є басейн Сіверського Дінця.

Вихідні передумови та постановка завдання. Дослідження змін водного режиму річок України під дією змін клімату виконувалося багатьма вченими [1-3,6,8,10]. Впродовж останніх трьох десятиліть відбулися певні зміни внутрішньорічного розподілу стоку річок. Проведені дослідження вказують на те, що весняне водопілля вже не є найбагатководнішою фазою водного режиму. Мінімальні зимові середньомісячні витрати зросли практично по всій території країни [4]. Доволі значних змін зазнала водність річок країни в період літньо-осінньої межени. Вказані результати підтверджують дослідження європейських вчених, де проаналізовано характеристики весняних водопіль у Європі за останні п'ять десятиліть. Використовуючи загальноєвропейську базу даних 4262 спостережних гідрометричних станцій, виявлено чіткі закономірності зміни термінів проходження весняного водопілля - тепліші температури призвели до більш раннього танення снігу та раннього початку повені [7].

Водогосподарське використання будь-якої річки відбувається на основі результатів розрахунків внутрішньорічного розподілу її стоку. Вивчення розподілу