

УДК 556.16

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.3-48.24>

## ПРОСТОРОВА І ЧАСОВА МІНЛИВІСТЬ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ В БАСЕЙНІ ВІСЛИ В УМОВАХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Мартинюк М.О., Овчарук В.А.

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

valeriya.ovcharuk@gmail.com, martyniuk0904@gmail.com

У статті виконаний гідролого-генетичний аналіз часових рядів максимального стоку річок в басейні р. Вісла в межах України. Не зважаючи на те, що площа досліджуваного басейну становить лише 2,13% території держави, він налічує 3112 річок, і представлений двома суббасейнами – р. Західний Буг та р. Сян, в межах яких періодично виникають повені внаслідок паводків різного походження. Значна частина річного стоку на досліджуваній території переважно проходить навесні під час танення снігу, але в теплий період року також можуть спостерігатися значні паводки, які значно перевищують стік меженого періоду, і можуть спричинити повені різного масштабу. Просторова і часова мінливість максимального стоку річок досліджуваного басейну має значний вплив на галузі господарства, водозабезпечення, гідроенергетики, а також на життя та безпеку людей, а отже потребує комплексного підходу і прийняття відповідних мір для мінімізації збитків. В якості вихідної інформації використані дані стаціонарних спостережень по 17 гідрологічних постах за період з початку спостережень по 2015 р. включно. У роботі наведено визначення однорідності часових рядів даних спостережень за максимальним стоком весняного водопілля та дощових паводків, а також проаналізована циклічність коливань максимального стоку та виділені фази водності. Розрахунки статистичних параметрів проведені у відповідності до чинних нормативних документів з використанням методу моментів та найбільшої правдоподібності. Витрати води та шари стоку рідкісної імовірності перевищення для періоду весняного водопілля та дощових паводків розраховані за трьохпараметричним гамма-розподілом С.М. Крицького – М.Ф. Менкеля. Наведене в роботі порівняння розрахованих характеристик максимального стоку рідкісної імовірності перевищення з максимальними спостереженими показало добру збіжність відповідних величин, що, враховуючи точність вихідної інформації дозволяє використовувати отримані результати в подальших розрахунках. *Ключові слова:* максимальний стік, кліматичні зміни, Вісла, дощові паводки, весняні водопілля.

**Spatial and temporal transition of maximum runoff in the Vistula river basin under the conditions of climate changes. Martyniuk M., Ovcharuk V.**

The article considers a hydro-genetic analysis of time series of the maximum runoff of rivers in the Vistula River basin within Ukraine is performed. Despite the fact that the area of the studied basin is only 2.13% of the territory of the country, it has 3,112 rivers and is represented by two sub-basins – the Western Bug River and the Sian River, within which floods periodically occur due to floods of various origins. A significant part of the annual runoff in the study area mainly occurs in the spring during the melting of snow, but in the warm period of the year, significant floods can also be observed, which significantly exceed the runoff of the watershed period, and can cause floods of various scales. The spatial and temporal variability of the maximum runoff of the rivers of the studied basin has a significant impact on the fields of economy, water supply, hydropower, as well as on the life and safety of people, and therefore requires a comprehensive approach and the adoption of appropriate measures to minimize losses. The data of stationary observations at 17 hydrological posts for the period from the beginning of observations to 2015 were used as the initial information. including. The paper defines the homogeneity of the time series of observations of the maximum runoff of spring and rain floods, as well as analyzes the cyclicity of fluctuations in the maximum runoff and selected phases of water. Calculations of statistical parameters were carried out in accordance with current regulatory documents using the method of moments and maximum likelihood. Water consumption and runoff layers with a rare probability of exceedance for the period of spring and rain floods are calculated according to the three-parameter gamma distribution distribution of S. Krytskyi – M. Menkel. The comparison of the calculated characteristics of the maximum runoff of the rare probability of exceedance with the maximum observed showed a good convergence of the corresponding values, which, taking into account the accuracy of the initial information, allows the use of the obtained results in further calculations. *Key words:* maximum flow, climate changes, Vistula, rain floods, spring irrigation.

**Постановка проблеми.** Вісла – найбільша річка, що впадає в Балтійське море. Вона бере свій початок у Західних Бескидах в Польщі від злиття Чорної та Білої Вісли і впадає у Гданську затоку. Басейн р. Вісли на території України розташований у межах Львівської та Волинської областей, а його площа в межах України становить 12892 км<sup>2</sup>, що становить 2,13% території держави і налічує 3112 річок, загальна довжина яких складає 7356 км [1]. На території України басейн р. Вісла представлений двома суббасейнами – р. Західний Буг та р. Сян, на тери-

торії яких періодично виникають повені внаслідок паводків різного походження.

Перші історичні відомості про паводки у басейні р. Вісла знаходять у різноманітних архівах та літописах від 988 року. Кількість друкованих джерел, що збереглися, суттєво збільшилося на початку XVI сторіччя, а з початку XIX сторіччя велике розповсюдження набула картографічна інформація про масштаби паводків. Дослідженню цих джерел присвячені роботи вчених університету імені Яна Казимира (Львівський державний університет

ім. Івана Франка) [2, 3]. Починаючи з 1919 року за вимірювання кількості опадів, рівнів води та дослідження паводків відповідав Інститут Гідрології та Метеорології (згодом – Інститут Метеорології та Водного Управління Польщі). Найбільш повно історія вивчення паводків і водопіль у всьому басейні р. Вісла описана в роботах [4, 5].

В українській частині басейну р. Вісла затоплення внаслідок паводків різного походження також є серйозною проблемою, яка потребує комплексного підходу і прийняття відповідних мір для мінімізації збитків. Так, наприклад, аналіз затоплень в українській частині басейну р. Вісла показує, що за період з 1987 по 2010 роки спостерігалось 67 затоплень, в його дослідженні також представлені масштаби та наслідки затоплень [6].

**Актуальність дослідження.** В період кліматичних змін, які за дослідженнями провідних українських вчених-гідрологів, почали активно впливати на стік річок України з 1989 р. [7], представляє безумовний науковий і практичний інтерес дослідження процесів формування максимального стоку та визначення просторового та часового розподілу його чисельних характеристик. Отримані максимальні витрати води та шари стоку 1%-ої ймовірності перевищення, тобто ті що можуть спостерігатися один раз на 100 років, можуть бути в подальшому використані для визначення територій, що мають потенційно значні ризики затоплення, а також для побудови карт загроз та ризиків затоплення.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Дане дослідження виконане в межах науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету «Гідрологічний і гідрохімічний режими річок України в сучасних умовах водокористування і зміни клімату» (№ держреєстрації 0123U101578), та відповідає пріоритетному напрямку наукових досліджень «Рациональне природокористування».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одними з перших досліджень басейну р. Вісла в межах України, а саме її притоки р. Західний Буг, слід відзначити роботи К.І. Геренчука [8, 9], в яких наведено фізико-географічне районування значної території басейну в межах Львівської та Волинської областей.

Важливий внесок у вивченні водотоків і водойм басейну р. Західний Буг складають роботи О.М. Маринича [10] (Українське Полісся). Результати дослідження водойм, лімно-географічні характеристики озер Волинської області наведені в роботах Я.О. Мольчака і Л.В. Ільїна [11, 12].

Дослідженню максимального стоку в басейні р. Західний Буг та формуванню дощових паводків в басейні р. Вісла в межах України присвячені роботи В.О. Розлач та М.М. Соседко [13].

Характеристика водного, льодового, термічного режиму та стоку наносів була виконана

В.К. Хільчевським та І.П. Ковальчуком [14]. В роботі В.І. Вишневецького та О.О. Косовця [15] наведені дані про характерні рівні та витрати води за деякими гідрологічними постами включно по 2000 р.

Аналізуючи публікації останніх років серед закордонних вчених, перш за все необхідно відмітити масштабне дослідження часових трендів у рядах максимального стоку річок Європи [16, 17]. Згідно з цими роботами, для басейну р. Вісла спостерігається стійкий тренд до більш ранніх дат формування максимального річкового стоку.

Ю. Дідовець у своєму дисертаційному дослідженні та подальших роботах [18, 19] займався оцінкою впливу зміни клімату на водні ресурси в басейнах Тетерева, Самари та Західного Бугу до кінця століття. Аналізу результатів оцінки впливу зміни клімату на річковий стік досліджуваних рівнинних річкових басейнів виконувався з використанням 7 кліматичних сценаріїв з проекту IMPRESSIONS, які створено на основі двох РТК (РТК 4.5 та РТК 8.5) та п'яти МЗЦАО. Для трьох досліджуваних басейнів результати різняться в залежності від групи сценаріїв та показують широке поле невизначеності для сценаріїв високого та середнього рівнів. Тим не менш, зміни в сезонній динаміці водного стоку досить схожі для всіх періодів, що розглядалися – весняне водопілля настає раніше у зв'язку з підвищенням температури та більш раннім таненням снігу. Досить стійкою тенденцією є збільшення стоку рік у зимовий період, і більшість сценаріїв показують потенційне зменшення стоку річок навесні.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття.** Дослідження динаміки та просторового розподілу величин максимального стоку річок є задачею, яка потребує постійного моніторингу та ретельного вивчення, враховуючи потенційну небезпеку, яку може завдати шкідлива дія вод під час проходження паводків різного генетичного походження. В період кліматичних змін ймовірність появи екстремально високих паводків збільшується, тому необхідно постійно доповнювати існуючу базу спостережень сучасними даними та їх аналізом.

**Новизна** представленого дослідження полягає у тому, що вперше для басейну р. Вісли в межах України на сучасних вихідних даних з періодом спостережень від їх початку до 2015 року включно, комплексно проаналізовані розрахункові характеристики паводків і водопіль, їх циклічність та однорідність у часі.

**Методологічне значення** пропонованої роботи полягає в удосконаленні статистично-генетичного аналізу гідрологічних характеристик максимального стоку річок.

**Викладення основного матеріалу.** Дослідження просторової та часової мінливості характеристик максимального стоку проведено за матеріалами періодичних видань гідрологічної інформації по

17 гідрологічних постам за період від початку спостережень по 2015 рік [20, 21]. Схема розташування гідрологічних постів представлена на рис. 1.

Відомо, що у багатьох випадках впродовж всього періоду спостережень, який рідко складає більше 100 років, можлива зміна умов формування стоку внаслідок водогосподарських перетворень, кліматичних змін та інших факторів. В таких випадках доцільно виконати аналіз статистичної однорідності вихідних стокових рядів. Для перевірки гіпотези про статистичну однорідність двох рядів даних, які підлягають нормальному закону розподілу, в гідрології широко використовуються параметричні критерії Стьюдента та Фішера-Снедекора, наряду з непараметричними критеріями, які засновані на порівнянні

емпіричних кривих розподілу, наприклад критерій Вілкоксона [22, 23].

Оцінка однорідності проводилась окремо для максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля та аналогічних характеристик дощових паводків. Слід також відмітити, що для рядів тривалістю менше 20 років розрахунки не виконувались. За результатами аналізу однорідності характеристик максимального стоку басейну р. Вісла в межах України побудовані відповідні діаграми (рис. 2).

З рис. 2 видно, що 52 рядів даних лише 12 є неоднорідними, тобто однорідні 72%. Також, однорідність рядів даних більша для періоду дощових паводків (84%) ніж для періоду весняного водопілля (69%).

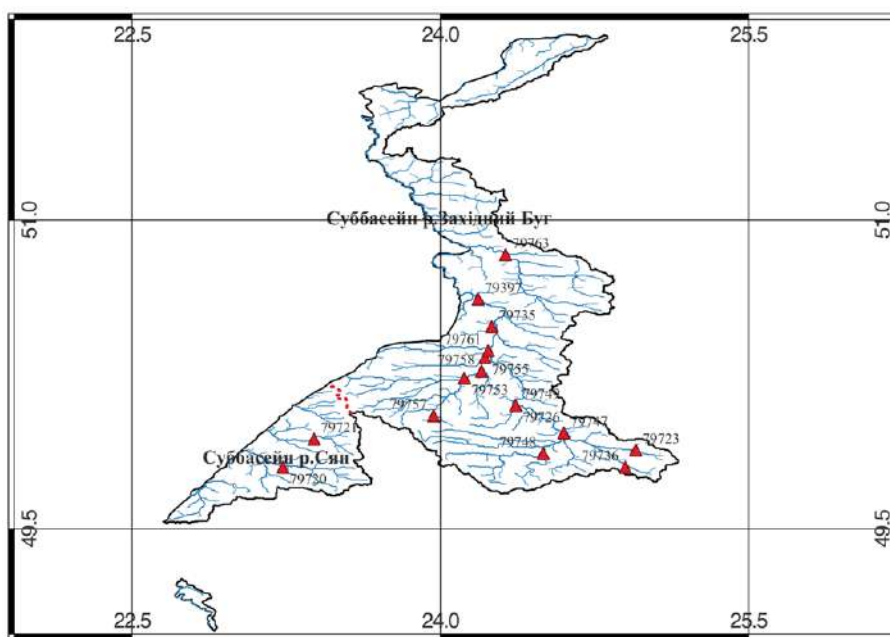


Рис. 1. Карта-схема розташування гідрологічних постів у басейні р. Вісли в межах України

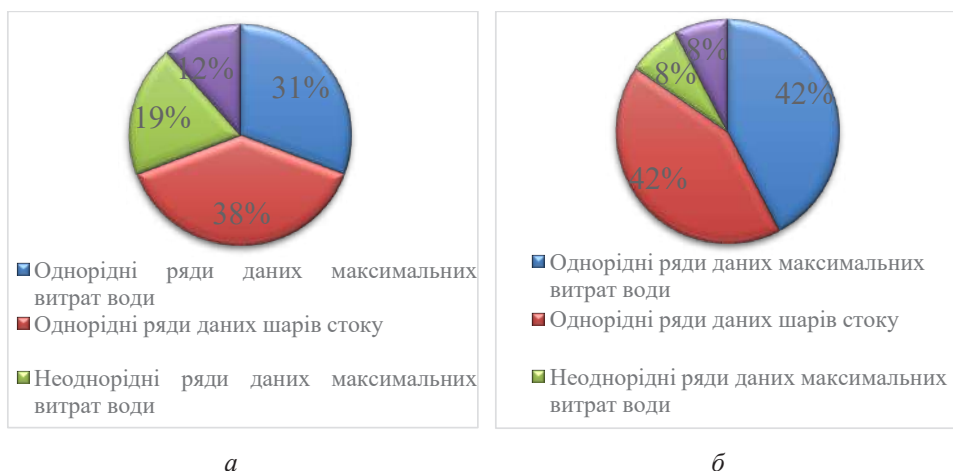


Рис. 2. Розподіл однорідних і неоднорідних рядів даних витрат води та шарів стоку за період весняного водопілля (а) та дощових паводків (б) басейну р. Вісла у межах України

З рис. 3 видно, що гідрологічні пости, на яких спостерігається спадаючий тренд водності розташовані у південно-східній частині басейну. Пости зі зростаючим трендом водності відмічені у центральній та південно-західній частині (суббасейн Сяну).

Наступним етапом аналізу часових рядів максимального стоку на розглядуваній території стало дослідження його циклічності. Для цього можливо використовувати різні методи – хронологічні гра-

фіки, метод лінійної фільтрації, сумарні та різницево-інтегральні криві. Останні добре себе зарекомендували для виділення маловодних та багатоводних років та циклів водності в цілому.

Для визначення синхронності коливань характеристик максимального стоку, таких як максимальні витрати води і шари стоку, були побудовані осереднені різницево-інтегральні криві окремо для весняного водопілля і дощових паводків (рис. 4–5).

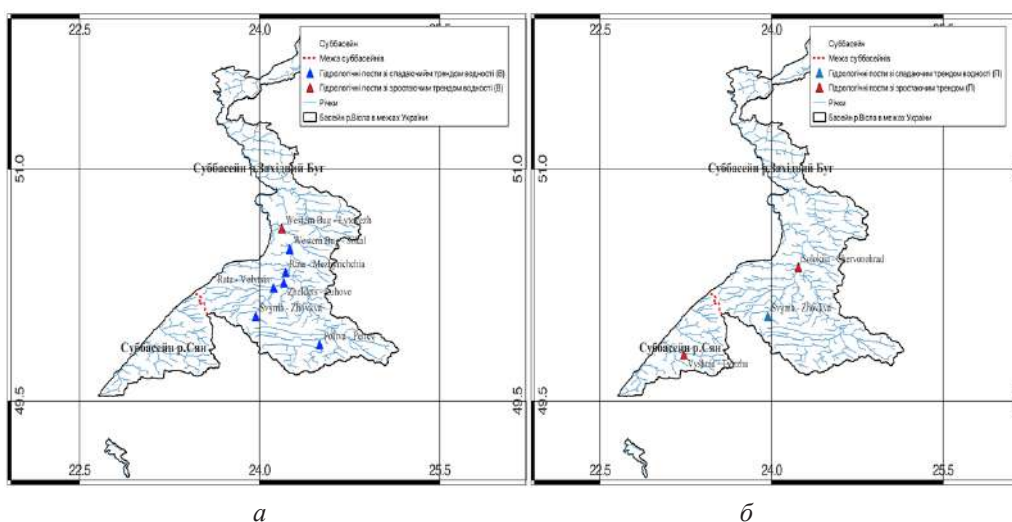


Рис. 3. Розташування гідрологічних постів з різнонаправленими трендами водності під час весняних водопіль (а) та дощових паводків (б)

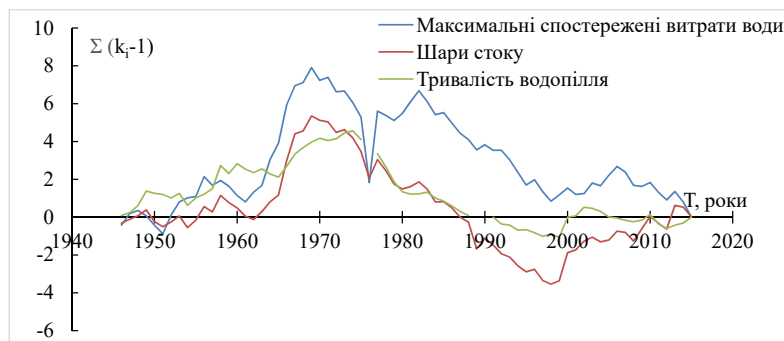


Рис. 4. Осереднені різницево-інтегральні криві витрат води та шарів стоку весняного водопілля річок басейну р. Вісла

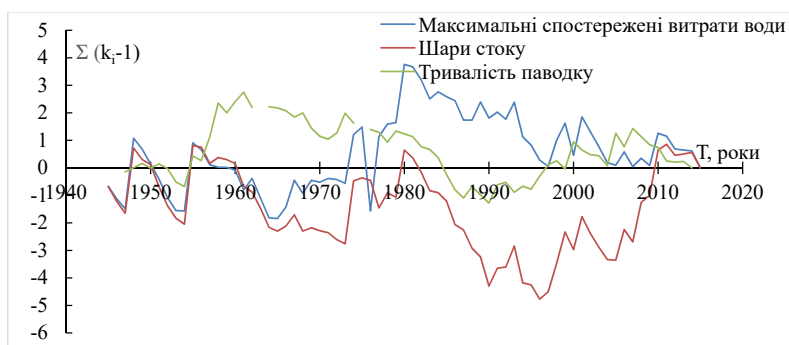


Рис. 5. Осереднені різницево-інтегральні криві витрат води та шарів стоку дощових паводків річок басейну р. Вісла

За осередненими різницево-інтегральними кривими витрат води та шарів стоку виділені фази водності для весняного водопілля та дощових паводків (табл. 1).

Аналізуючи в цілому циклічність максимального стоку в басейні р. Вісла, можна відмітити, що починаючи з 1980-х років і до тепер має місце тривала маловодна фаза як для паводків так й для весняних водопіль. На фоні загального спадаючого тренду, в окремі роки спостерігались нетривалі підйоми, які тим не менш загальну тенденцію до зменшення стоку не змінили. Цікавим також є той факт, що шари стоку з середини 1990-х років мали тенденцію до

зростання, яка потім все ж також змінилась на протилежну, й у 2010–2015 рр. знову відмічається спадаючий тренд. Таку розбіжність у циклічності витрат та шарів стоку можна пояснити тим, що змінився характер гідрографів паводків, тобто його підстава стала більш розтягнутою у часі, отже шари стоку в результаті мають тенденцію до зростання.

Останнім етапом розрахунків стало визначення максимальних витрат та шарів стоку заданої ймовірності перевищення. З цією метою виконана стандартна статистична обробка, згідно з рекомендаціями [24], а її результати представлені табл. 2 та 3. Як видно з цих таблиць, в якості розрахункових

Таблиця 1

## Фази водності весняного водопілля і дощових паводків в басейні р. Вісла (в межах України)

Фаза водності	Весняне водопілля		Дощові паводки	
	Витрати води	Шари стоку	Витрати води	Шари стоку
Багатоводна	1945–1969	1946–1969	1945–1948	1945–1948
Маловодна	1970–1979	1970–1988	1949–1954	1949–1954
Багатоводна	1980–1982	1989–2013	1955–1956	1955–1956
Маловодна	1983–1998	2014–2015	1957–1965	1957–1973
Багатоводна	1999–2006		1966–1980	1974–1980
Маловодна	2007–2015		1981–1997	1981–1996
Багатоводна			1998–2001	1997–2001
Маловодна			2002–2009	2002–2005
Багатоводна			2010–2011	2006–2011
Маловодна			2012–2015	2012–2015

Таблиця 2

Розрахунок максимальних витрат (при  $C_s = 3,0 C_v$ ) та шарів стоку дощових паводків (при  $C_s = 2,5 C_v$ ) забезпеченістю  $P=1\%$  в басейні р. Вісла в межах України

№ з/п	Річка-пост	$F$ , км <sup>2</sup>	$\bar{Q}_m$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$K_{1\%}$	$\bar{Q}_{1\%}$ , м <sup>3</sup> /с	$\sigma Q_{1\%}$	$Y_m$ , мм	$C_v$	$K_{1\%}$	$Y_{1\%}$ , мм	$\sigma Y_{1\%}$	
1	р. Вишня – с. Твіржа	562	28,4	0,82	4,05	115	15,1	17,3	0,89	4,28	74,0	16,6	
2	р. Шкло – м. Яворів	236	9,15	0,78	3,87	35,4	26,7	13,5	0,99	4,73	64,0	33,5	
3	р. Західний Буг – смт. Сасів	107	5,92	1,31	6,31	37,4	22,1	25,7	0,96	4,60	118	17,6	
4	р. Західний Буг – м. Кам'янка-Бузька	2350	50,5	0,82	4,05	205	15,0	18,6	0,81	3,91	73,0	14,5	
5	р. Західний Буг – м. Сокаль	6250	86,9	1,16	5,61	488	31,6	15,5	1,74	8,40	130	40,8	
6	р. Золочевка – с. Золочевка	90,0	7,00	0,52	2,74	19,2	33,9	11,6	0,74	3,60	42,0	44,9	
7	р. Західний Буг – с. Литовеж	6740	81,8	0,70	3,50	286	18,0	14,0	0,88	4,23	59,0	20,7	
8	р. Полтва – м. Буськ	1440	29,2	0,69	3,46	101	13,5	15,8	0,76	3,69	58,0	13,9	
9	руч. Каменка – м. Каменка-Бугская	141	5,62	1,00	4,87	27,3	41,6	17,4	1,42	6,81	119	50,7	
10	р. Рата – с. Волиця	1140	26,2	0,73	3,64	95,5	15,0	12,8	0,75	3,64	46,0	15,1	
11	р. Рата – с. Межиріччя	1740	37,0	0,92	4,50	167	17,4	13,3	0,82	3,96	53,0	16,2	
12	р. Свиня – м. Жовква (м. Нестерів)	98,6	3,71	0,81	4,00	14,8	15,8	9,12	0,96	4,60	42,0	17,8	
13	р. Желдець – с. Лугове	246	9,32	1,06	5,15	48,0	26,9	14,1	1,14	5,45	77,0	29,3	
14	р. Солокія – м. Червоноград	931	12,6	0,70	3,50	44,0	16,3	11,8	0,94	4,50	53,0	19,6	
15	р. Луга – м. Володимир-Волинський	1270	9,08	0,64	3,24	29,4	17,4	9,22	0,85	4,09	38,0	20,5	
16	р. Полтва – с. Пельтев	725	19,0	0,88	4,32	81,9	30,1	12,3	0,91	4,37	54,0	30,3	
								$\overline{\sigma Q_{1\%}} \pm 22,3\%$		$\overline{\sigma Y_{1\%}} \pm 25,1\%$			



Таблиця 3

Розрахунок максимальних витрат (при  $C_s = 2,0C_v$ ) та шарів стоку весняного водопілля (при  $C_s = 1,5C_v$ ) забезпеченістю  $P=1\%$  в басейні р. Вісла в межах України

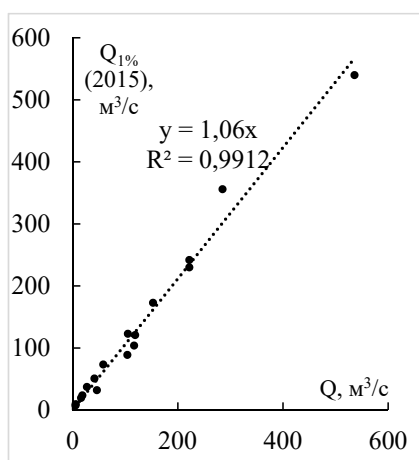
№ з/п	Річка-пост	$F$ , км <sup>2</sup>	$Q_m$ , м <sup>3</sup> /с	$C_v$	$K_{1\%}$	$Q_{1\%}$ , м <sup>3</sup> /с	$\sigma Q_{1\%}$	$Y_m$ , мм	$C_v$	$K_{1\%}$	$Y_{1\%}$ , мм	$\sigma Y_{1\%}$
1	р. Вишня – с. Твіржа	562	34,8	0,76	3,54	123	13,1	49,0	0,70	3,11	152	12,7
2	р. Шкло – м. Яворів	236	9,83	0,82	3,80	37,3	25,2	27,8	0,56	2,62	72,8	20,6
3	р. Західний Буг – смт. Сасів	107	6,19	1,13	5,19	32,1	15,6	64,3	0,56	2,62	168	10,8
4	р. Західний Буг – м. Кам’янка-Бугська	2350	75,3	0,64	3,05	230	11,6	49,0	0,54	2,56	125	10,3
5	р. Західний Буг – м. Сокаль	6250	153	0,76	3,54	540	18,6	44,5	0,81	3,53	157	19,0
6	р. Золочевка – с. Золочевка	90,0	2,22	0,94	4,33	9,60	49,0	43,5	0,44	2,22	96,6	29,8
7	р. Західний Буг – с. Литовеж	6740	115	0,65	3,09	356	15,8	39,1	0,62	2,83	111	15,5
8	р. Полтва – м. Буськ	1440	41,4	0,61	2,93	121	10,9	44,9	0,53	2,52	113	10,2
9	руч. Каменка – м. Каменка-Бугская	141	9,08	0,53	2,62	23,8	21,2	48,2	0,64	2,90	140	24,5
10	р. Рага – с. Волиця	1140	43,5	0,86	3,97	173	13,9	43,2	0,72	3,19	138	13,0
11	р. Рага – с. Межиріччя	1740	61,0	0,86	3,97	242	13,9	41,5	0,72	3,19	132	13,0
12	р. Свиня – м. Жовква (м. Нестерів)	98,6	4,56	0,93	4,28	19,5	15,6	31,6	0,75	3,30	104	13,3
13	р. Желдець – с. Лугове	246	13,7	0,80	3,71	51,0	17,0	37,9	0,78	3,41	129	17,2
14	р. Солокія – м. Червоноград	931	21,2	0,91	4,20	89,0	15,4	37,7	0,78	3,41	128	14,8
15	р. Луга – м. Володимир-Волинський	1270	20,6	1,10	5,05	104	18,8	26,9	0,67	3,01	80,8	13,9
16	р. Полтва – с. Пельтев	725	31,1	0,46	2,37	73,6	14,6	54,0	0,45	2,26	122	15,2
17	р. Холоевка – х. Бирок	46,0	2,42	0,64	3,05	7,39	26,3	49,2	0,50	2,42	119	22,2
$\sigma Q_{1\%} \pm 18,6\%$								$\sigma Y_{1\%} \pm 16,2\%$				

представлені характеристики максимального стоку 1%-ої забезпеченості, тобто ті які можуть бути перевищені не більше ніж 1 раз у 100 років. На рис. 6 та 7 представлено порівняння отриманих величин з максимальними спостереженими за весь період, їх аналіз показує добру збіжність між розрахунковими та спостереженими величинами. Так для весняного водопілля розрахункові величин в середньому вище за спостережені на 6%, а для дощових паводків – на

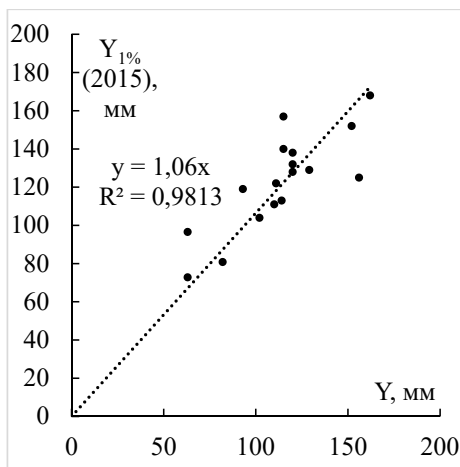
15–16%, однак враховуючи точність вихідної інформації, яка представлена в табл. 2 та 3, такий результат можна вважати задовільним та рекомендувати отримані параметри для практичного використання при гідротехнічному проектуванні.

**Головні висновки:**

– басейн р. Вісла займає незначну територію в Україні, але стік його річок відіграє важливу роль у економіці західного регіону. На жаль, періодично



а



б

Рис. 6. Порівняння розрахованих витрат води (а) та шарів стоку (б) 1%-ї забезпеченості весняного водопілля з максимальними спостереженими

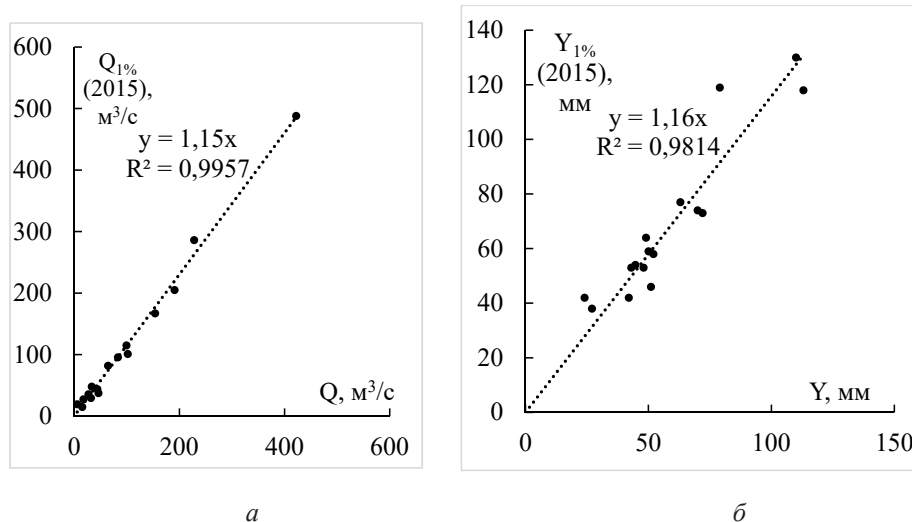


Рис. 7. Порівняння розрахованих витрат води (а) та шарів стоку (б) 1%-ї забезпеченості дощових паводків з максимальними спостереженими

виникаючі повені, внаслідок весняного водопілля та дощових паводків, завдають збитків суб'єктам господарювання регіону, а іноді можуть призводити до жертв серед його населення;

– дослідження максимального стоку річок розглядуваного регіону є актуальною науково-практичною задачею, яка набуває ще більшого значення в зв'язку зі змінами клімату, що відбуваються;

– гідролого-генетичний аналіз часових рядів максимального стоку в басейні р. Вісла в межах України показав, що більшість з них (72%) однорідні у часі; що стосується просторового розподілу виявлених неоднорідних рядів, то гідрологічні пости, на яких спостерігається спадаючий тренд водності розташовані у південно-східній частині басейну, пости зі зростаючим трендом водності відмічені у центральній та південно-західній частині (суббасейн Сяну);

– циклічність коливань максимального стоку річок басейну Вісли характеризується тривалою маловодною фазою, починаючи з 1980-их років, що підтверджує дослідження провідних українських вчених-гідрологів стосовно початку впливу кліматичних змін на стік річок України з 1989 року;

– в результаті дослідження отримані розрахункові величини максимальних витрат води та шарів стоку 1% ймовірності перевищення під час проходження весняного водопілля та дощових паводків.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Отримані результати будуть використані при подальшому виконанні науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші ОДЕКУ, а також є складовою дисертаційного дослідження Мартинюка М.О.

### Література

1. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К. Західний Буг. Енциклопедія сучасної України / ред. рада: І.М. Дзюба (гол.) та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001–2022.
2. Walawender, A. Kronika klks elementarnych w Polsce i w krajach ssiednich w latach 1450–1586. I. Zjawiska meteorologiczne i pomory (z wykresami) (Chronicle of elemental disasters in Poland and in neighbouring countries in the years 1450–1586. I. Meteorological phenomena and blights (with graphs), in Polish). Badania z Dziejów Spoecznych i Gospodarczych, nr. 10, Lwów, 1932.
3. Szewczuk, I. Kronika klks elementarnych w Galicji w latach 1772–1848 (Chronicle of elemental disasters in Galicia in 1772–1848, in Polish). Badania z Dziejów Spoecznych i Gospodarczych, nr. 35, Lwów, 1938.
4. Bielaski, A. K. Materiay do historii powodzi w dorzeczu górnej Wisy (Materials on the history of floods in the Upper Vistula Basin, in Polish). Monografia Politechniki Krakowskiej im. T. Kociuszki no 217, Kraków, 1997.
5. Cyberski J., Grzes M., Gutry-Korycka M., Nalchik E. & Kundzewicz Z. W. History of floods on the River Vistula, Hydrological Sciences Journal, 2006, 799–817 pp.
6. План управління ризиками затоплення на окремих територіях у межах району басейну річки Вісла на 2023–2030 роки. Затверджено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8 жовтня 2022 р. № 895-р / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/895-2022-p#Text> (дата звернення: 23.05.2023).
7. Н. С. Лобода, Ю. В. Божок. Вплив кліматичних змін на водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я у сценарних умовах (за RCP4.5 та RCP8.5). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, Т. 2, 2016. С. 48–58.
8. Геренчук К.І. Природа Волинської області. Вид.во Львів. Ун-ту, 1975. 147 с.
9. Хільчевський В.К., Гребінь В.В. Гідрографічне та водогосподарське районування території України, затверджене у 2016 р.–реалізація положень ВРД ЄС. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2017. № 1(44). С. 8–20.
10. Маринич А.М. Українське Полісся. К.: Радянська школа, 1962. 163 с.

11. Ільїн Л.В., Мольчак Я.О. Озера Волині. Лімно-географічна характеристика. Луцьк: Вид-во «Надстир'я», 2000. 149 с.
12. Мольчак Я.О., Ільїн Л.В. Озерні ресурси Волині. Український географічний журнал, № 4, 1994. С. 45–50.
13. Дутко, В. О., Сосєдко, М. М. Из досвіду ідентифікації параметрів математичної моделі дощового стоку в залежності від орографії місцевості. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, (3), 2011. С. 73–80.
14. Ковальчук І.П., Хільчевський В.К. Гідроекологічні проблеми Поліського регіону. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, Т. 5, 2003. С. 179–194.
15. Вишневецький В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. К., 2003. 324 с.
16. Bloschl, G, Hall, J, Parajka, J, Perdigo, RAP, Merz, B, Arheimer, B & Kjeldsen, T. Changing climate shifts timing of European floods, *Science*, vol. 357, no. 6351, 2017. pp. 588–590.
17. Blöschl, G., Hall, J., Viglione, A. et al. Changing climate both increases and decreases European river floods. *Nature* 573, 2019. pp. 108–111.
18. Didovets, I.; Lobanova, A.; Bronstert, A.; Snizhko, S.; Maule, C.F.; Krysanova, V. Assessment of Climate Change Impacts on Water Resources in Three Representative Ukrainian Catchments Using Eco-Hydrological Modelling. *Water* 2017, 9. P. 204.
19. Didovets I., Bronstert A., Snizhko S., Balabukh V., Krysanova V., 2019. Climate change impact on regional floods in the Carpathian region. *Journal of Hydrology: Regional Studies*.
20. Державний водник кадастр. Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші (за 1981–2000 рр. та весь період спостережень), Вип. 1, ч. 1. Річки. Басейни Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. Київ: центральна геофізична обсерваторія, 2008
21. Державний водник кадастр. Щорічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші. Ч.1. Річки і канали. Витрати води Т. II, Вип. 1 Басейн Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. Київ: центральна геофізична обсерваторія.
22. Riggs, Henry Chiles. Some statistical tools in hydrology. US Government Printing Office, 1968.
23. Wilcoxon, Frank. "Individual Comparisons by Ranking Methods." *Biometrics Bulletin*, vol. 1, no. 6, 1945, pp. 80–83.
24. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.