

Аналіз і оцінка граничних інтенсивностей формування максимального стоку води річок правобережжя та лівобережжя Дністра

Станіслав Москаленко

к. геогр. н., асистент, кафедра гідрології та гідроекології,
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна,
e-mail: stanislavmoskalenko@knu.ua,  <https://orcid.org/0000-0003-0644-5046>

У статті подано результати дослідження максимального стоку води річок щодо проявів найбільшої інтенсивності процесів його формування. Розглядалися річки правобережної (Карпатської) і лівобережної (Подільської) частин басейну р. Дністер. За матеріалами даних багаторічних спостережень Державної гідрометеорологічної служби ДСНС України створено вибірку найбільших річних максимальних витрат води із 44 гідрометричних постів на річках. Для можливості просторового порівняння зазначені витрати перераховано в максимальні модулі стоку, оскільки ця характеристика стоку дає можливість оцінити інтенсивність формування стоку води в річковому басейні. Тривалість періодів спостережень на 59 % постів складала >60 років, на 32 % - 50-60 років і лише на 9% постів спостереження < 50 років. Оскільки періоди спостережень різні, визначено аналітичні значення максимумів повторюваністю 1 раз в 100 років (1 % забезпеченості). Для розрахункових цілей емпіричний розподіл апроксимовано аналітичним розподілом Пирсона III типу. Для правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер виявлено та узагальнено закономірності просторової мінливості проявів найбільшої інтенсивності процесів формування максимального стоку води. Для цього встановлено зв'язки між максимальними модулями стоку води (л/с·км²) в окремих створах річок 1 % забезпеченості від відповідних площ (км²) їх басейнів. На основі їх аналізу чітко прослідковується, що яскравими проявами граничної інтенсивності формування максимального стоку на річках відзначаються малі й елементарні водозбори, які й відображають максимальні можливості природи до формування стоку води річок в досліджуваному регіоні. За проведеними розрахунками максимальні модулі стоку води з елементарних водозборів правобережної (Карпатської) частини басейну р. Дністер площею 2-10 км² можуть досягати 7500-4500 л/с·км², а площею 10-20 км² – 4500-3500 л/с·км². Для лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер інтенсивності процесів формування максимального стоку води менші - з елементарних водозборів площею 2-10 км² максимальні модулі стоку води можуть досягати 3200-1500 л/с·км², площею 10-20 км² – 1500-1000 л/с·км².

Ключові слова: р. Дністер, річки правобережної і лівобережної частин басейну, максимальний стік води, гранична інтенсивність формування стоку.

Як цитувати: Москаленко Станіслав (2025). Аналіз і оцінка граничних інтенсивностей формування максимального стоку води річок правобережжя та лівобережжя Дністра. Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», (62), 273-286. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-20>

In cites: Moskalenko Stanislav (2025). Analysis and assessment of the limiting intensities of processes forming maximum water runoff rivers of the right and left banks of the Dniester River basin. Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series Geology. Geography. Ecology, (62), 273-286. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2025-62-20> [in Ukrainian]

Постановка проблеми. Максимальний стік води річок, з одного боку, відноситься до екстремальних показників їх водного режиму, який слугує найвищою мірою небезпеки для населення та економіки і може обумовити різні прояви катастрофічних ситуацій (затоплення територій, населених пунктів, руйнування мостів, будівель, гідротехнічних споруд тощо), а з іншого – природне явище, що відображає максимальний потенціал природи щодо його формування в межах річкового басейну чи певної території.

Мета даного дослідження – виявлення та узагальнення закономірностей просторової мінливості проявів найбільшої інтенсивності процесів формування максимального стоку води річок окремо для правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер, розрахунок граничних інтенсивностей з приведенням до певних водозбірних площ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Загалом, максимальний стік води річок завжди викликав і наразі викликає достатньо великий інтерес вітчизняних і закордонних вчених-гідрологів. При цьому він досліджувався і досліджується в різноманітних теоретичних та практичних напрямках та аспектах. Тут треба згадати низку українських гідрологів минулого століття – А. В. Огієвського, А. М. Бефані, Г. І. Швеця, В. І. Мокляка, П. Ф. Вишневецького, Й. А. Железняка, Я. О. Фоменка, А. І. Шерешевського, Є. Д. Гопченка, В. М. Бойко, М. М. Сусідка, М. І. Кирилюка [1, 6, 10, 11, 20-23, 26, 32], які всебічно присвячувати себе вивченню процесів та умов формування максимального стоку води паводків і весняного водопілля на рівнинних та гірських водозборах, обґрунтовуванню та розробленню методів та методик їх розрахунку та прогнозу. В подальшому, накопичення даних гідрометричних спостережень,

цебто зі збільшенням часових послідовностей стокових характеристик, сприяло більш ретельним дослідженням максимального стоку води річок, обґрунтованим розрахункам та прикладним висновкам, створенню гідрологічних стохастичних і детермінованих моделей, вивченню просторового розподілу характеристик максимального стоку з використанням ГІС-технологій тощо, які наведені в дисертаційних дослідженнях та наукових працях В. І. Вишневецького, О. О. Косовця, В. А. Овчарук, В. В. Гребеня, О. І. Лук'янець, Ж. Р. Шакірзанової, Ю. О. Чорноморець, М. В. Гопцій, О. І. Тодорової, О. Г. Ободовського, С. О. Москаленка, Л. О. Горбачової, В. А. Овчарук, О. М. Гончар [3-5, 7-9, 12-15, 18, 24, 28-30]. Аналізуючи публікації вчених-гідрологів останніх років, як серед закордонних, так й українських, перш за все треба відмітити появу масштабних досліджень часових трендів та багаторічних коливань максимального стоку річок, майбутніх тенденцій його змін, обумовлених змінами клімату [2, 16, 17, 19, 25, 31]. Останні наукові публікації і дослідження, що стосуються вивченню стоку води, зокрема, й максимального, р. Дністер та річок його басейну, представлено в роботах [2, 4, 7, 12, 15-17, 19, 24, 25, 31].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується стаття. Стосовно розрахунків граничних інтенсивностей процесів формування максимального стоку річок правобережжя та лівобережжя басейну р. Дністер, то такі оцінки проведені автором статті для досліджуваного регіону вперше. Але запропоновані в представленому дослідженні методичні підходи були апробовані для басейнів річок Тиси та Пруту [27, 33].

Методи та матеріали дослідження. Для певного гідрометричного створу на річці максимальний стік води, зазвичай, виражається найбільшою (максимальною) витратою води. Її величина знаходиться в прямій залежності від площі водозбору річки, тобто, за інших рівних умов, чим більше площа річкового басейну, тим більша буде й витрата води. Витрати води двох різних річок не можна порівнювати між собою, через те що площі їх водозборів неоднакові. Оскільки основним завданням даного дослідження – це розрахунок граничних інтенсивностей процесів формування максимального стоку з водозборів правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер, тому для розрахунків використана характеристика стоку води – модуль стоку в л/(с км²), який показує кількість води в л або м³, що стікає за 1 секунду з 1 км². Цебто, модуль стоку – це витрата води з 1 км². Саме за цією характеристикою можна оцінити інтенсивність формування стоку води в річковому басейні та порівнювати її для різних за розмірами

водозборів. Для цього найбільші спостережені максимальні за рік витрати води на річках $Q_{\max}$ були перераховані в модулі стоку $q_{\max}$ за формулою:

$$q_{\max} = \frac{Q_{\max}}{F} \cdot 10^3, \quad (1)$$

де F – площа водозбору.

Через те, що на досліджуваних річках гідрологічні пости, як вже зазначалося, мають різні за тривалістю періоди спостережень, було визначено, використовуючи наявні ряди річних максимумів, аналітичні значення річних максимумів забезпеченістю 1 % (або повторюваністю 1 раз в 100 років). У нашому випадку, для розрахункових цілей емпіричний розподіл апроксимовано аналітичним біноміальним розподілом Пірсона III типу, який залишається одним з найбільш популярних у світовій практиці гідрологічних розрахунків [6, 11, 33]. Для цього визначено параметри цього розподілу – середнє багаторічне значення (норму) річних максимальних витрат води $\bar{Q}_{\max}$, середнє квадратичне відхилення (стандарт) річних максимальних витрат води $\sigma_{\max}$, коефіцієнт варіації $C_{V\max}$ та коефіцієнт асиметрії $C_{S\max}$ досліджуваних рядів річних максимумів. Встановив нормовані відхилення ϕ ординат розподілу Пірсона III типу в залежності від величини $C_{S\max}$ при даному значенні $C_V=1$, обчислено перехідні модульні коефіцієнти 1% ймовірності перевищення $k_{1\%}$:

$$k_{1\%} = C_{V\max} \cdot \phi + 1. \quad (2)$$

Річні максимальні витрати води 1% ймовірності перевищення розраховано за формулою:

$$Q_{\max 1\%} = k_{1\%} \cdot \bar{Q}_{\max}. \quad (3)$$

А за формулою (1) отримано річні максимальні модулі стоку води 1% ймовірності перевищення $q_{\max 1\%}$.

При цьому вибірці річних максимумів зі всіх досліджуваних гідрометричних постів на річках басейну р. Дністер оцінено на репрезентативність, визначивши відносну середню квадратичну похибку коефіцієнта варіації $\varepsilon_{C_{V\max}}$:

$$\varepsilon_{C_{V\max}} = \pm \sqrt{\frac{1+C_{V\max}}{2 \cdot N}} \cdot 100, \%. \quad (4)$$

де N – тривалість спостережень (кількість років). Якщо $\varepsilon_{C_{V\max}} \leq 10-15\%$, то тривалість ряду достатня для надійних оцінок та розрахунків.

Вихідними даними для виконання дослідження слугували вибірки найбільших річних максимальних витрат води із 44 гідрометричних постів на річках басейну р. Дністер, які створені за матеріалами багаторічних спостережень Державної гідрометеорологічної служби України (табл. 1, 2) [3].

Основні гідрографічні характеристики досліджуваних річок
правобережжя басейну р. Дністер та їх водозборів /
Main hydrographic characteristics of the investigated rivers of the right bank
of the river basin Dniester and their catchment areas

Річка	Гідрологічний пост	Середній похил річки, ‰	Водозбір				
			Площа, км ²	Середня висота, м абс.	Середній похил, ‰	Заболоченість, ‰	Лісистість, ‰
Дністер	с.Стрілки	10,1	384	620	180	0	40
Дністер	м.Самбір	6,5	850	570	171	0	51
Стрв'яж	с.Хирів		355	550			
Стрв'яж	с.Луки	4,0	910	400	85	10	23
Бистриця	с.Озимина	9,1	206	520	152	1	37
Тисьмениця	м.Дрогобич	20,9	250	390	85	5	36
Стрий	с.Матків	15,3	106	860	161	0	56
Стрий	с.Завадівка	6,9	740				
Стрий	с.Ясениця	4,7	2400	760	-	0	48
Стрий	смт Верхнє Синьовидне	3,2	2720	-			
Опір	м.Сколе	12,8	733	820	294	0	50
Славська	смт Славське	38,1	76,3	860	285	0	24
Головчанка	с.Тухля	21,1	130	810	250	0	28
Орава	х.Святослав	15,2	204	860	314	0	68
Свіча	х.Мислівка	23,9	201	1000	322	0	95
Свіча	с.Зарічне	10,2	1280	730	-	<1	64
Лужанка	с.Гошів	26,7	146	660	240	0	55
Сукіль	с.Тисів	26,0	138	770	297	0	80
Лімниця	с.Осмолода	23,7	203	1200	322	0	83
Лімниця	с.Перевозець	10,6	1490	760	-	2	55
Чечва	с.Спас	12,6	269	820	270	0	72
Луква	с.Боднарів	5,4	185	480	46	0	50
Бистриця-Надвірнянська	с.Пасічна	19,5	482	1000	336	0	72
Бистриця Солотвинська	с.Гута	44,6	112	1000	330	0	92

Для даного дослідження взято річки, що протікають в межах правобережної (Карпатської) і лівобережної (Подільської) частин басейну р. Дністер (табл. 1, 2). Такий поділ обумовлений різними умовами формування максимального стоку води річок на зазначених територіях. Як відомо, формування стоку відбувається під впливом фізико-географічних чинників, основними з яких є орографічні (положення щодо переважаючого переносу повітряних мас, крутизна схилів, ґрунтовий і рослинний покрив, товщина водопроникних шарів тощо) та гідрометеорологічні (кількість опадів, їх інтенсивність, тривалість і частота).

Правобережна (Карпатська) частина басейну р. Дністер – це передгірна та гірська область північно-східних схилів Українських Карпат з панівними абсолютними висотами 500-1500 м і найвищими 1600-1800 м. У цій частині досліджуваного

басейну беруть початок основні праві притоки Дністра – це гірські річки зі значними похилами, скалисто-валунним і гальковим ложем та мало проникними підстильними ґрунтами. Гідрографічна річкова мережа цієї частини басейну досить густа і становить 1,0-1,5 км/км². Середні похили річок, що протікають у Карпатській частині басейну р. Дністер змінюються в межах 3-45 ‰, середні висоти їх водозборів – від 400 до 1000-1200 м абс., середні похили водозборів – від 40 до 340 ‰, заболоченість на водозборах – від 0 до 10 ‰, а лісистість – від 20 до 95 % (табл. 1) [3-5, 16, 19, 23].

Лівобережна (Подільська) частина досліджуваного басейну знаходиться у межах Волино-Подільської височини, де переважаючими є абсолютні висоти 200-400 м і протікають ліві притоки р. Дністер. Ця частина басейну являє собою горбку-

Основні гідрографічні характеристики досліджуваних річок
лівобережжя басейну р. Дністер та їх басейнів /
Main hydrographic characteristics of the investigated rivers of the left bank
of the river basin Dniester and their catchment areas

Річка	Гідрологічний пост	Середній похил річки, ‰	Водозбір				
			Площа, км ²	Середня висота, м абс.	Середній похил, ‰	Заболоченість, ‰	Лісистість, ‰
Золота Липа	с.Задарів	1,4	1390	360	-	1	27
Коропець	м.Підгайці	2,0	227	380	51	2	2
Коропець	смт Коропець	2,4	476	370	49	4	21
Стрипа	х.Каплинці	1,5	411	370	50	2	2
Стрипа	м.Бучач	1,0	1270	360	-	2	2
Серет	смт Велика Березовиця	1,0	939	357	58	5	16
Серет	м.Чортків	0,9	3170	346	-	2	11
Нічлава	с.Стрілківці	2,3	584	295	41	<1	14
Збруч	м.Волочиськ	1,1	712	320	51	3	<1
Жванчик	с.Кугайці	2,3	229	320	53	2	11
Жванчик	с.Ластівці	2,0	703	280	33	<1	10
Смотрич	с.Купин	1,6	799	310	61	6	7
Смотрич	с.Цибулівка	1,3	1790	300	-	4	8
Мукша	с.Мала Слобідка	4,0	302	280	60	1	16
Студениця	с.Голозубинці		246				
Ушиця	с.Тимків	2,0	1150	290	-	<1	19
Калюс	смт Нова Ушиця	4,0	259	280	73	0	15
Лядова	с.Жеребилівка		652				
Мурафа	с.Кудіївці		70,0				
Марківка	с.Підлісівка	6,4	59,7	260	86	0	7

вату поверхню з розвиненою гідрографічною мережею з коефіцієнтом її густоти 0,5-0,7 км/км². Середні похили річок, що протікають у Подільської частини басейну р. Дністер змінюються в межах 1-4 ‰, середні висоти їх водозборів – 260-340 м абс., середні похили водозборів – 40-85 ‰, заболоченість на водозборах – від 0 до 6%, а лісистість – від 2 до 20 ‰ (табл. 2) [2-4, 16, 23].

Кількість опадів в басейні Дністра розподілена досить нерівномірно. В межах правобережної (Карпатської) частини басейну у формуванні клімату велику роль відіграють Карпати. Схили гір впливають на повітряні потоки, гальмуючи їх переніс, створюючи орографічні баричні утворення і, як наслідок, відбувається інтенсифікація випадіння атмосферних опадів. Річні суми атмосферних опадів у Карпатській частині басейну становлять в середньому 800-1000 мм, а в окремі роки – до 1400-1500 мм. На лівобережжі Дністра – Подільської частини басейну випадає у середньому на рік 650-700 мм опадів [7, 12, 16].

Періоди спостережень за максимальним стоком води річок бралися від їх початку до 2019 р. включно. На 59 ‰ гідрологічних постів в дослід-

жуваному басейні мають періоди спостережень тривалістю > 60 років, на 32 ‰ – від 50-60 років, на 9 ‰ постів – < 50 років.

Результати. Для виявлення та узагальнення закономірностей у просторовій мінливості проявів найбільшої інтенсивності процесів формування максимального стоку з водозборів річок правобережжя і лівобережжя басейну р. Дністер на першому етапі дослідження проаналізовано найбільші максимальні витрати води, що фіксувалися в досліджуваних створах річок за період спостережень, які представлено, відповідно, для правобережжя і лівобережжя, у таблицях 3 та 4.

За даними зазначених таблиць проаналізовано тенденції зміни найбільших за період спостережень максимальних модулів стоку води річок в залежності від площі їх водозборів окремо для правобережної (рис. 1, А) та лівобережної частин басейну р. Дністер (рис. 1, Б).

Аналіз побудованих зв'язків (рис. 1, А, Б) показав, що прослідковуються тенденції збільшення максимальних модулів стоку води річок зі зменшенням площі їх водозборів. Але, через різні фізико-географічні та гідрометеорологічні умови

Таблиця 3 / Table 3

Найбільші максимуми стоку води за період гідрометричних спостережень
на річках правобережної частини басейну р. Дністер /
Greatest maxima of water flow during the period of hydrometric observations
on the rivers of the right-bank part of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	Площа водозбору, км ²	Найбільші за період спостережень максимуми стоку		Дата	Рік
			витрата води м ³ /с	модуль стоку, л/с·км ²		
Дністер	с.Стрілки	384	721	1878	25.лип	2008
Дністер	м.Самбір	850	1040	1224	25.лип	2008
Стрв'яз	с.Хирів	353	200	567	28.сер	1966
Стрв'яз	с.Луки	910	328	360	21.кві	1998
Бистриця	с.Озимина	206	453	2199	25.лип	2008
Тисьмениця	м.Дрогобич	250	361	1444	27.сер	1966
Стрий	с.Матків	106	133	1255	05.лис	1998
Стрий	с.Завадівка	740	710	960	23.лип	1980
Стрий	с.Ясениця	1020	678	665	25.лип	2008
Стрий	сміт Верхнє Синьовиднє	2400	2610	1088	09.чер	1969
Опір	м.Сколе	733	1120	1528	25. лип	2008
Славська	сміт Славське	76,3	96,8	1269	28.сер	1968
Головчанка	с.Тухля	130	197	1515	08. лип	2010
Орава	х.Святослав	204	489	2397	08.чер	1969
Свіча	х.Мислівка	201	450	2239	08.чер	1969
Свіча	с.Зарічне	1280	1970	1539	09.чер	1969
Лужанка	с.Гошів	146	478	3274	25.лип	2008
Суکیل	с.Тисів	138	402	2913	25.лип	2008
Лімниця	с.Осмолода	203	178	877	14.лют	1957
Лімниця	с.Перевозець	1490	1710	1148	24.лип	1966
Чечва	с.Спас	269	457	1699	23.лип	2001
Луква	с.Боднарів	185	348	1881	13.лип	1971
Бистриця-Надвірнянська	с.Пасічна	482	577	1197	25.лип	2008
Бистриця Солотвинська	с.Гута	112	400	3571	23.лип	1980

формування стоку річок, максимальні модулі стоку води, якщо порівнювати їх з однакових площ водозборів, для річок правобережної частини басейну р. Дністер, загалом, значно вище щодо лівобережної, де в 3,5-4,5 разів.

На наступному етапі дослідження розраховано аналітичні значення максимального стоку води з приведенням до 100-річного періоду повторення (або 1 % ймовірності перевищення) для всіх створів досліджуваних гідрометричних постів на річках правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер, дотримуючись методичних рекомендацій, представлених у розділі статті «Методи та матеріали дослідження». В таблицях 5 та 6 подано основні статистичні параметри функцій розподілу максимального стоку води відповідно для правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер – середні багаторічні значення річних максимальних витрат води $\bar{Q}_{\text{макс}}$, коефіцієнти

варіації $C_{V\text{макс}}$ та коефіцієнти асиметрії $C_{S\text{макс}}$, а також відносні середні квадратичні похибки коефіцієнта варіації $\varepsilon_{C_{V\text{макс}}}$ та нормовані відхилення ϕ ординат розподілу.

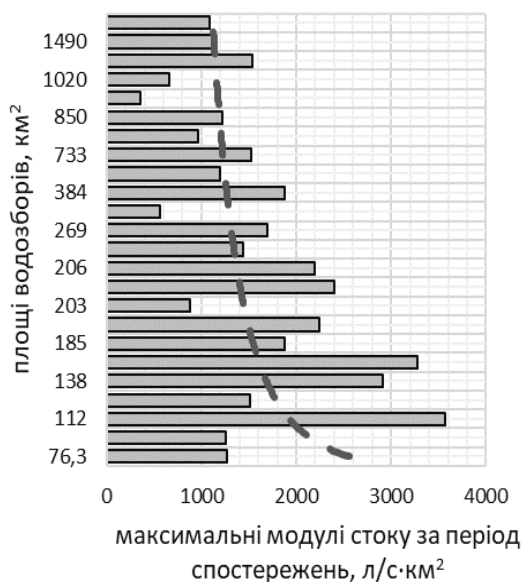
Багаторічна мінливість річних максимумів стоку води річок правобережної частини р. Дністер менша (осереднене значення $C_{V\text{макс}} = 0,76$) у порівнянні з лівобережжям (осереднене значення $C_{V\text{макс}} = 1,13$). Характерним для обох частин досліджуваного басейну є переважання незначних за висотою максимумів, про це свідчать розраховані коефіцієнти асиметрії $C_{S\text{макс}}$ (для правобережжя р. Дністер осереднене значення, $C_{S\text{макс}} = 1,80$, для лівобережжя – $C_{S\text{макс}} = 2,78$).

За розрахованими показниками середньої квадратичної похибки $\varepsilon_{C_{V\text{макс}}}$ досліджувані вибірки річних максимумів стоку води на річках басейну р. Дністер можна вважати репрезентативними (табл. 5 та 6).

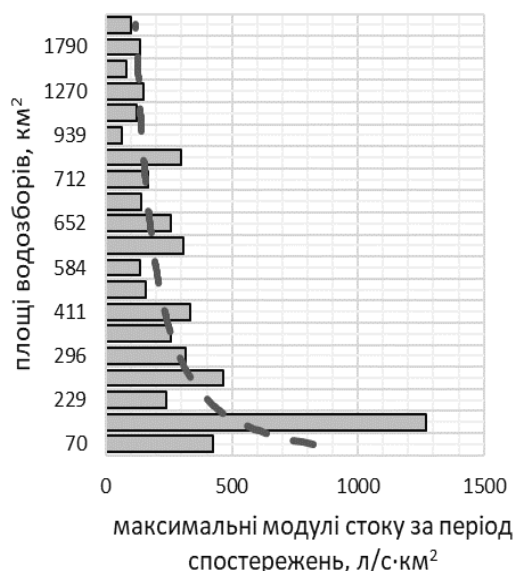
Таблиця 4 / Table 4

Найбільші максимуми стоку води за період гідрометричних спостережень
на річках правобережної частини басейну р. Дністер /
Greatest maxima of water flow during the period of hydrometric observations
on the rivers of the left-bank part of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	Площа водозбору, км ²	Найбільші за період спостережень максимуми стоку		Дата	Рік
			витрата води м ³ /с	модуль стоку, л/с·км ²		
Золота Липа	с.Задарів	1390	115	82,7	13.чер	1957
Коропець	м.Підгайці	227	289	1273	13.чер	1957
Коропець	смт Коропець	476	75,5	159	02.лип	1953
Стрипа	х.Каплинці	411	137	333	03.кві	1969
Стрипа	м.Бучач	1270	192	151	04.кві	1969
Серет	смт Велика Березовиця	939	61,1	65,1	21.бер	1979
Серет	м.Чортків	3070	303	98,7	05.кві	1956
Нічлава	с.Стрілківці	584	78,5	134	13.лип	1955
Збруч	м.Волочиськ	712	118	166	22.бер	1979
Жванчик	с.Кугаївці	229	55	240	03.кві	1956
Жванчик	с.Ластівці	703	100	142	04.кві	1956
Смотрич	с.Купин	799	238	298	04.кві	1956
Смотрич	с.Цибулівка	1790	243	136	03.кві	1969
Мукша	с.Мала Слобідка	302	78	258	18.чкр	1962
Студениця	с.Голозубинці	296	93,6	316	17.бер	1979
Ушиця	с.Тимків	1150	141	123	16.бер	1973
Калюс	смт Нова Ушиця	259	121	467	22.чер	1975
Лядова	с.Жеребилівка	652	168	258	28.чер	1980
Мурафа	с.Кудіївці	70	29,7	424	17.бер	1979
Марківка	с.Підлісівка	615	190	309	06.бер	1970



А)



Б)

Рис. 1. Тенденції зміни найбільших за період спостережень максимальних модулів стоку води річок в залежності від площі їх водозборів для А) – правобережної (Карпатської) частини та Б) – лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер /

Fig. 1. Trends in changes in the largest maximum specific runoff of rivers during the observation period, depending on the area of their catchments for А) - the right-bank (Carpathian) part and Б) - the left-bank (Podilskyi) part of the river basin. Dniester

Таблиця 5 / Table 5

Основні статистичні параметри розподілу максимального стоку з водозборів
річок правобережної частини басейну р. Дністер /
Main statistical parameters of the distribution of maximum runoff from the river catchments
of the right-bank part of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	N	$\bar{Q}_{\max}$	$C_{V\max}$	$\varepsilon_{C_{V\max}}$	$C_{S\max}$	$\phi_{1\%}$
Дністер	с.Стрілки	58	122,2	0,979	13,0	3,307	4,15
Дністер	м.Самбір	70	246,8	0,872	11,2	1,701	3,45
Стрв'яз	с.Хирів	45	69,6	0,646	12,5	0,984	3,01
Стрв'яз	с.Луки	59	92,4	0,730	11,4	1,526	3,32
Бистриця	с.Озимица	60	112,6	0,996	12,9	1,388	3,27
Тисьмениця	м.Дрогобич	75	100,6	0,902	11,0	1,528	3,32
Стрий	с.Матків	61	47,7	0,505	10,1	1,467	3,29
Стрий	с.Завадівка	54	311,7	0,440	10,5	0,939	3,00
Стрий	с.Ясениця	33	335,3	0,400	13,3	0,918	2,95
Стрий	сmt Верхнє Синьовиднє	65	738,6	0,594	10,2	1,89	3,54
Опір	м.Сколе	59	312,8	0,688	11,2	1,888	3,54
Славська	сmt Славське	62	29,5	0,607	10,5	1,769	3,49
Головчанка	с.Тухля	61	55,1	0,657	10,8	1,708	3,45
Орава	х.Святослав	71	75,8	0,980	11,7	3,366	4,17
Свіча	х.Мислівка	60	95,7	0,885	12,2	2,323	3,73
Свіча	с.Зарічне	63	451,7	0,951	12,3	2,4	3,78
Лужанка	с.Гощів	66	87,7	1,103	13,0	2,002	3,60
Сукіль	с.Тисів	57	89,9	0,964	13,0	1,935	3,57
Лімниця	с.Осмолода	59	72,6	0,486	10,2	1,176	3,13
Лімниця	с.Перевозець	62	439,3	0,798	11,5	1,779	3,49
Чечва	с.Спас	60	140,6	0,752	11,4	1,506	3,33
Луква	с.Боднарів	62	89,2	0,840	11,7	1,703	3,46
Бистриця-Надвірнянська	с.Пасічна	59	189,9	0,619	10,8	1,264	3,21
Бистриця Солотвинська	с.Гута	67	80,8	0,934	11,8	2,549	3,83

В таблицях 7 та 8 проведено обчислення максимальних витрат води 1 % забезпеченості $Q_{\max 1\%}$ (за формулами 2, 3) і розрахунки максимальних модулів стоку води 1 % забезпеченості $q_{\max 1\%}$ (л/с·км²) для правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер (за формулою 1). Використовуючи вихідні дані з таблиць 1, 2, 7, 8, знайдено кореляційні залежності між розрахованими максимальними модулями стоку води річок 1% забезпеченості $q_{\max 1\%}$ і площами їх водозборів F для правобережної (Карпатської) частини та лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер (рис. 2).

За побудованими зв'язками $q_{\max 1\%} = f(F)$ чітко прослідковується те, що крайніми проявами найбільшої інтенсивності процесів формування максимального стоку на річках відзначаються малі й елементарні водозбори (рис. 2). Й такі інтенсивності будуть тим більше виражені, чим менше масштаб розгляду.

Для правобережжя рівень апроксимації зв'язку між розрахованими максимальними модулями стоку води річок 1% забезпеченості та площами їх водозборів (рис. 2, А) становить $R^2 = 0,363$, відповідно кількісна міра тісноти через кореляційні відношення $r = 0,60$, що якісно цей зв'язок можна охарактеризувати як помітний. Для лівобережжя р. Дністра (рис. 2, Б) зазначені показники вище – $R^2 = 0,516$, $r = 0,72$, що характеризує зв'язок, як високий.

Використовуючи отримані рівняння зв'язку між розрахованими максимальними модулями стоку води річок 1% забезпеченості від площі їх водозборів (рис. 2, А і Б)

для правобережної (Карпатської) частини басейну р. Дністер

$$q_{\max 1\% \text{ПБ}} = 9926,8 \cdot F^{-0,346}$$

та лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер

$$q_{\max 1\% \text{ЛБ}} = 4568 \cdot F^{-0,493},$$

проведено розрахунки ймовірних максимальних модулів стоку води 1% забезпеченості з невеликих водозбірних площ – 2, 5, 10, 20, 50 та 100 км² (табл. 9).

За представленими розрахунками максимальні модулі стоку води річок з малих елементарних водозборів площею від 2 до 10 км² можуть досягати для правобережної (Карпатської) частини басейну р. Дністер 4500-7500 л/с·км², а для лівобережної (Подільської) частини 1500-3200 л/с·км².

Треба зазначити, що розраховані максимальні модулі стоку води 1% забезпеченості, що приведені до водозбірних площ 2, 5, 10, 20, 50 та 100 км² для річок правобережної (Карпатської) частини та лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер (табл. 9) не можна вважати однозначними, тобто, що саме з цієї водозбірної площі інтенсивність процесів формування максимумів на річках буде такою і тільки такою. Звісно, очевидна значна просторово-часова мінливість поля максимальних модулів стоку в межах досліджуваних територій. Так, через складний рельєф в гірській Карпатській частині басейну р. Дністер інтенсивність формування максимумів стоку води річок тут досить мозаїчна. Причин багато, які впливають комплексно та опосередковано – це й різноманітні похили навітряних та підвітряних

гірських схилів, нерівномірності не тільки кількості та й інтенсивності атмосферних опадів тощо.

Обговорення та висновки. В представленому дослідженні проведена оцінка можливих граничних інтенсивностей процесів формування максимального стоку з водозборів річок правобережної (Карпатської) та лівобережної (Подільської) частин басейну р. Дністер за даними багаторічних спостережень мережі гідрометричних постів Державної гідрометеорологічної служби України. Вихідними даними слугували найбільші річні максимальні витрат води із 44 гідрометричних постів від початку спостережень до 2019 р. включно. Оскільки періоди спостережень різні (59 % постів має спостереження >60 років, 32 % - 50-60 років і н 9% < 50 років), визначено аналітичні значення максимумів 1% забезпеченості (повторюваністю 1 раз в 100 років). Для розрахункових цілей емпіричний розподіл апроксимовано аналітичним розподілом Пирсона III типу. Побудовані зв'язки між максимальними модулями стоку води (л/с·км²) в окремих створах річок 1 % забезпеченості від відповідних площ (км²) їх басейнів чітко показали, що яскравими проявами граничної інтенсивності формування максимального стоку на річках відзначаються малі й елементарні водозбори. Міра тісноти зв'язків (через кореляційні відношення) для правобережжя та лівобережжя

Таблиця 6 / Table 6

Основні статистичні параметри розподілу максимального стоку з водозборів
річок лівобережної частини басейну р. Дністер /
Main statistical parameters of the distribution of maximum runoff from the river catchments
of the left-bank part of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	N	$\bar{Q}_{\text{макс}}$	$C_{V\text{макс}}$	$\varepsilon_{C_{V\text{макс}}}$	$C_{S\text{макс}}$	$\Phi_{1\%}$
Золота Липа	с.Задарів	61	31,1	0,588	10,5	2,478	3,81
Коропець	м.Підгайці	69	14,0	2,467	22,7	7,675	4,71
Коропець	смт Коропець	58	27,4	1,084	13,7	4,414	4,42
Стрипа	х.Каплинці	71	25,1	1,161	12,9	2,347	3,74
Стрипа	м.Бучач	52	40,3	0,942	13,5	2,048	3,61
Серет	смт Велика Березовиця	54	24,0	0,835	12,5	4,343	4,4
Серет	м.Чортків	90	72,1	0,864	9,9	1,724	3,47
Нічлава	с.Стрілківці	62	15,6	1,018	12,8	1,637	3,42
Збруч	м.Волочиськ	59	24,1	1,004	13,0	2,262	3,71
Жванчик	с.Кугаївці	74	7,9	1,119	12,3	2,807	3,96
Жванчик	с.Ластівці	59	17,6	1,036	13,3	2,631	3,88
Смотрич	с.Купин	76	42,9	1,064	11,8	2,031	3,61
Смотрич	с.Цибулівка	82	60,4	1,146	11,9	3,265	4,12
Мукша	с.Мала Слобідка	62	9,5	1,34	15,0	3,693	4,27
Студениця	с.Голозубинці	45	12,8	1,282	17,1	3,241	4,11
Ушиця	с.Тимків	44	39,5	0,742	13,3	1,489	3,34
Калюс	смт Нова Ушиця	65	25,3	1,27	14,2	1,403	3,27
Лядова	с.Жеребилівка	52	22,5	1,318	16,2	3,232	4,11
Мурафа	с.Кудіївці	51	5,3	1,215	15,6	1,596	3,39
Марківка	с.Підлісівка	63	18,8	1,201	13,9	1,309	3,21

Таблиця 7 / Table 7

Розрахункові значення максимального стоку води 1 % ймовірності перевищення
з водозборів річок правобережної частин басейну р. Дністер /
Estimated values of maximum water flow with a 1% probability of exceedance
from the river catchments of the right-bank parts of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	$\bar{Q}_{\text{макс}}$	$k_{1\%}$	$Q_{\text{макс}1\%}$	$M_{\text{макс}1\%}$
Дністер	с.Стрілки	122,2	5,06	618,6	1611
Дністер	м.Самбір	246,8	4,01	989,1	1164
Стрв'яж	с.Хирів	69,6	2,94	205,1	581
Стрв'яж	с.Луки	92,4	3,42	316,2	347
Бистриця	с.Озимина	112,6	4,26	479,3	2327
Тисьмениця	м.Дрогобич	100,6	3,99	401,7	1607
Стрий	с.Матків	47,7	2,66	127,0	1198
Стрий	с.Завадівка	311,7	2,32	723,2	977
Стрий	с.Ясениця	335,3	2,18	730,9	717
Стрий	смт Верхнє Синьовидне	738,6	3,10	2291,8	955
Опір	м.Сколе	312,8	3,44	1074,6	1466
Славська	смт Славське	29,5	3,12	91,9	1205
Головчанка	с.Тухля	55,1	3,27	180,1	1385
Орава	х.Святослав	75,8	5,09	385,8	1891
Свіча	х.Мислівка	95,7	4,30	411,8	2049
Свіча	с.Зарічне	451,7	4,59	2075,4	1621
Лужанка	с.Гошів	87,7	4,97	436,0	2987
Сукіль	с.Тисів	89,9	4,44	399,2	2893
Лімниця	с.Осмолода	72,6	2,52	182,9	901
Лімниця	с.Перевозець	439,3	3,79	1662,6	1116
Чечва	с.Спас	140,6	3,50	492,6	1831
Луква	с.Боднарів	89,2	3,91	348,4	1883
Бистриця-Надвірнянська	с.Пасічна	189,9	2,99	567,1	1177
Бистриця Солотвинська	с.Гута	80,8	4,58	369,7	3301

Таблиця 8 / Table 8

Розрахункові значення максимального стоку води 1 % ймовірності перевищення з водозборів річок
правобережної і лівобережної частин басейну р. Дністер / Estimated values of maximum water flow
with a 1% probability of exceedance from the river catchments of the left-bank parts of the Dniester River basin

Річка	Гідрологічний пост	$\bar{Q}_{\text{макс}}$	$k_{1\%}$	$Q_{\text{макс}1\%}$	$M_{\text{макс}1\%}$
Золота Липа	с.Задарів	31,1	3,24	100,9	73
Коропець	м.Підгайці	14,0	12,62	176,5	777
Коропець	смт Коропець	27,4	5,79	158,5	333
Стрипа	х.Каплинці	25,1	5,34	133,9	326
Стрипа	м.Бучач	40,3	4,40	177,3	140
Серет	смт Велика Березовиця	24,0	4,67	112,0	119
Серет	м.Чортків	72,1	4,00	288,2	94
Нічлава	с.Стрілківці	15,6	4,48	70,0	120
Збруч	м.Волочиськ	24,1	4,72	113,8	160
Жванчик	с.Кугаївці	7,9	5,43	42,9	187
Жванчик	с.Ластівці	17,6	5,02	88,4	126
Смотрич	с.Купин	42,9	4,84	207,6	260
Смотрич	с.Цибулівка	60,4	5,72	345,4	193
Мукша	с.Мала Слобідка	9,5	6,72	64,0	212
Студениця	с.Голозубинці	12,8	6,27	80,5	272
Ушиця	с.Тимків	39,5	3,48	137,5	120
Калюс	смт Нова Ушиця	25,3	5,15	130,3	503
Лядова	с.Жеребилівка	22,5	6,42	144,4	221
Мурафа	с.Кудіївці	5,3	5,12	27,3	390
Марківка	с.Підлісівка	18,8	4,86	91,5	149

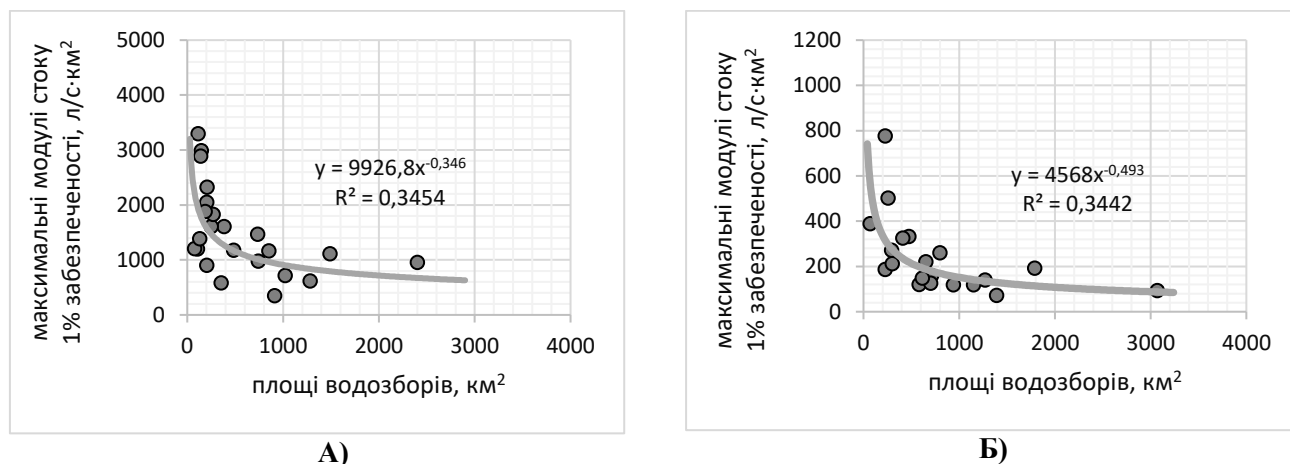


Рис. 2. Залежності між розрахованими максимальними модулями стоку води річок 1% забезпеченості від площі їх водозборів для А) – правобережної (Карпатської) частини та Б) – лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер /
Fig. 2. Dependencies between the calculated maximum specific runoff of river with a 1% probability of exceedance and the areas of their catchments for А) – right-bank (Carpathian) part and Б) – left-bank (Podilsky) part of the Dniester River basin

Таблиця 9 / Table 9

Розрахунок максимальних модулів стоку води, приведених до водозбірних площ 2, 5, 10, 20, 50 та 100 км² для річок правобережної (Карпатської) частини та лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер /
Calculation of maximum specific runoff, reduced to catchment areas of 2, 5, 10, 20, 50 and 100 km² for rivers of the right-bank (Carpathian) part and the left-bank (Podilsky) part of the Dniester River basin

Розраховані максимальні модулі стоку води (л/с·км²) 1% забезпеченості, що проведені до площ водозборів					
2 км²	5 км²	10 км²	20 км²	50 км²	100 км²
Правобережна (Карпатська) частина басейну р. Дністер					
7810	5688	4475	3521	2564	2017
Лівобережна (Подільська) частина басейну р. Дністер					
3245	2066	1468	1043	663	472

р. Дністер дозволило якісно охарактеризувати отримані залежності, відповідно, як помітні і високі. За проведеними розрахунками максимальні модулі стоку води з елементарних водозборів правобережної (Карпатської) частини басейну р. Дністер площею 2-10 км² можуть досягати 7500-4500 л/с·км², а площею 10-20 км² – 4500-3500 л/с·км². Для лівобережної (Подільської) частини басейну р. Дністер інтенсивності процесів формування максимального стоку води менші - з елементарних водозборів площею 2-10 км² максимальні

модулі стоку води можуть досягати 3200-1500 л/с·км², площею 10-20 км² – 1500-1000 л/с·км². Вищезазначені величини відображають максимальні можливості природи з формування стоку води річок в досліджуваному регіоні. Однак, враховуючи притаманну мінливість гідрологічних процесів, ці оцінки не є абсолютними і повинні розглядатися як показники потенційної граничної інтенсивності формування стоку води річок, а не точні порогові значення для всіх локацій певного масштабу.

Список використаних джерел

1. Бойко, В. М., Кульбіда, М. І., Сусідко, М. М. (1999). Визначний дощовий паводок на річках Закарпаття в листопаді 1998 р. Наукові праці УкрНДГМІ. 247. 91-101.
2. Більбот, Г. В., Капуста, Т. Я. (2024). Аналіз внутрішньорічного розподілу стоку води лівобережних приток Дністра в межах Тернопільської області. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 1(71), 40-49. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4>
3. Вишневецький, В. І., Косовець, О. О. (2003). Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-центр. 324.
4. Гончар, О. М. (2011). Загальний аналіз гідрологічного режиму річок у басейні Дністра. Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т.: Географія, 553-554. 83-87. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2011_553-554_19

5. Гонцій, М. В., Гонченко, Є. Д. (2011). Дощові паводки в Українських Карпатах та їх розрахункові характеристики. *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*, 2(23). 57-62. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2011_2_8
6. Гонченко, Є. Д. (1994). Максимальний стік із річкових водозборів (теоретичне обґрунтування, методика побудови та практична реалізація розрахункових моделей) : дис. на здобуття наукового ступеня док. геогр. наук: спец. 11.00.07 – «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія». Київ. 356.
7. Гребінь, В. В. (2010). Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К. : Ніка-Центр. 316. DOI: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf.pdf
8. Гребінь, В. В., Лук'янець, О. І. (2022). Оцінки стокоформуючих опадів при формуванні високих паводків 1998 та 2001 років на річках басейну Тиси (в межах України). *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 1(63). 20-30. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.1.2>
9. Гребінь, В. В., Лук'янець, О. І., Андрела, С. П. (2013). Характер змін режиму водності та повторюваності паводків в холодний і теплий періоди року в басейні Тиси (у межах України). *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса: Вид-во ПП «ТЕС», 13. 147-154. DOI: <http://uhmj.odetu.edu.ua/harakter-zmin-rezhymu-vodnosti-ta-povtoryuvanosti-pavodkiv-v-holodnyi-i-teplyj-periody-roku-v-basejni-r-tyssa-u-mezhah-ukrayiny/>
10. Дячук, В. А., Сусідко, М. М. (1999). Паводки в Закарпатті та причини їх виникнення. *Укр. географ. журн.*, 1. 48-51.
11. Кирилюк, М. І. (2001). Режим формування історичних паводків в Українських Карпатах. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2. 163-167.
12. Кожем'якін, Д. В., Чорноморець, Ю. О. (2018). Водний баланс басейнів річок Дністра до міста Заліщики. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 1(41). 24-36. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2018_1_5
13. Лук'янець, О. І., Камінська, Т. П. (2015). Закономірності та просторова синхронність багаторічних циклічних коливань водного стоку річок Українських Карпат. *Науковий вісник Чернівецького університету: збірник наукових праць*. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т.: Географія, 744-745. 18-24. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2015_744-745_6
14. Лук'янець, О. І., Москаленко, С. О. (2019). Співвідношення між середньодобовими та строковими максимумами на річках басейну Тиси в межах України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 3 (54). 57-58.
15. Лук'янець, О. І., Москаленко, С. О. (2019). Узагальнення та багаторічна мінливість максимального річного стоку води річок відповідно до гідрографічного районування України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 2 (53). 6-20. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2019_2_3
16. Мудра, К. В. (2019). Основні характеристики водного режиму річок басейну Дністра в умовах змін клімату: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.07. Київ. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ. 21.
17. Мудра, К. В. (2018). Аналіз багаторічної динаміки коливань стоку Дністра та його приток. *Фізична географія та геоморфологія*, 3 (91). 15-20.
18. Овчарук, В. А., Тодорова, О. І., Прокоф'єв, О. М. (2017). Максимальний стік дощових паводків річок гірського Криму в умовах активного впливу підстильної поверхні. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*, 4 (47). 29-35. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2017_4_4
19. Проект ініціативи ENVSEC «Зниження вразливості до екстремальних повеней та зміни клімату в басейні річки Дністер». С. Краковська, В. Балабух, Л. Горбачова, Ю. Набіванець (2012). Київ : УкрГМІ. 118.
20. Сусідко, М. М. (1973). Залежність характеристик максимальних витрат води дощових паводків у басейні Дністра від ландшафтних умов. *Праці УкрНДГМІ*, 123. 100-118.
21. Сусідко, М. М. (1974). Дослідження циклічних коливань дощового стоку у басейні Дністра. *Тр. УкрНДГМІ*, 127. 16-37.
22. Сусідко, М. М., Лук'янець, О. І. (1999). Паводки в Карпатах – причини їх виникнення та повторюваність // *Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Стихійні явища у Карпатах"*. Рахів. 316-321.
23. Сусідко, М. М., Полякова, С. О., Щербак, А. В. (2006). Каталог характеристик дощових і сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону за 1989–2002 роки. *Наук. праці УкрНДГМІ*, 255. 299-310. DOI: https://old.uhmi.org.ua/pub/np/255/12_Susid_Pol_Sherbak.pdf
24. Gorbachova, L., Nabyvanets, Yu. (2012). Forecasted estimations of runoff change in the Dniester Basin under conditions of climate change. *EGU Leonardo 2012, Hydrology and Society*, November 14th – 16th. Torino, Italy. 87.
25. Grebin, Vasyl, Mudra, Kateryna (2018). Forecasting the Runoff on Rivers of the Dniester River Basin According to the Remo Numeric Climatic Model. *World Science. Multidisciplinary Scientific Edition*. 9 (37). 26-32.
26. Luk'yanets, O., Sossedko, M. (1998). Die Abflussbewertung auf nächste Jahre in den Karpaten unter Berücksichtigung der mehrjährigen Abflussschwankungen. *Sammelband der XIX. Konferenz der Donauländer. Osijek (Kroatien)*. 393-401.
27. Moskalenko, S., Malyska, L. (2021). Peak maxima on the rivers of the Prut and Siret basins (within Ukraine). *Acta Hydrologica Slovaca*, 22, 2. 177–186. DOI: https://doi.org/10.31577/ahs-2021_0022.02.0021
28. Oleksandr, Obodovskyi, Olga, Lukianets (2017). Patterns and Forecast of Long-term Cyclical Fluctuations of the Water Runoff of Ukrainian Carpathians Rivers. *Scientific Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, 73, 1. Kaunas University of Technology. 33-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.73.1.15799>
29. Olga, Lukianets and Iurii, Obodovskyi (2015). Spatial, Temporal and Forecast Evaluation of Rivers' Streamflow of the Drainage Basin of the Upper Tisa under the Conditions of Climate Change. *Scientific Journal: ENVIRONMENTAL Research, Engineering and Management*, 71(1). Kaunas, KTU. 36-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.71.1.10286>

30. Olga, Lukianets (2017). *Stochastic regularities of long-term fluctuation of average annual runoff of rivers of Tisza river basin (within the Ukraine). Electronic Book with full papers from XXVII Conference of Danubian Countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management.* 26-28 September 2017, Golden Sands, Bulgaria. 280-290.
31. OSCE/UNECE Project: *Transboundary Co-operation and Sustainable Management of the Dniester River TRANS-BOUNDARY DIAGNOSTIC STUDY FOR THE DNIESTER RIVER BASIN.* 2005. DOI: <https://www.osce.org/ukraine/104057?download=true>
32. Shendrik, S. P. Sosedko, M. M. Lukianets, O. I. (1996). *Ein Versuch zur genaueren Bestimmung der Wahrscheinlichkeit maximaler Regenhochwasserabflüsse / XVIII. Konferenz d. Donauländer. Graz, August Band 19/1 TU.*
33. Stanislav, Moskalenko, Liudmyla, Malytska (2024). *Estimation of the limiting intensities of processes forming maximum water runoff in the Tisza and Prut river basins within Ukraine. Hydrological Processes, Ecosystems and Climate Change. E-Book, IH SAS, Bratislava, 121-129. ISBN: 978-80-89139-61-3. DOI: https://1778df732d.clvaw-cdnwnd.com/464163c6c58a7760d10c2dc0e217449b/200000721-6edad6edb0/E-Book%20of%20Pa-pers%20UH%20SAV_2024_11.11..pdf?ph=1778df732d*

Analysis and assessment of the limiting intensities of processes forming maximum water runoff rivers of the right and left banks of the Dniester River basin

Stanislav Moskalenko

PhD (Geography), Assistant, Department of Hydrology and Hydroecology,
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ABSTRACT

Introduction. The maximum flow of rivers, on the one hand, refers to extreme indicators of their water regime, which is the highest degree of danger and catastrophic situations, and on the other hand, it is a natural phenomenon that reflects the maximum potential of nature for its formation within the river basin or a certain territory. The purpose of the study is to generalize the patterns of spatial variability of the manifestations of the greatest intensity of the processes of formation of maximum runoff separately for the right-bank (Carpathians) and left-bank (Podillia) parts of the Dniester River basin, and to calculate the limiting intensities with reduction to certain catchment areas.

Methods. The methods of mathematical statistics and the theory of probabilities were used in the research - correlations between random variables, Pearson's analytical distribution of type III. Initial data - series of the largest annual maximum water discharges from 44 hydrometric stations of the State Hydrometeorological Service of Ukraine on the rivers of the Dniester River basin, from the beginning of their observations to 2019 inclusive. 59% of hydrological stations have observation periods > 60 years, 32% - from 50-60 years, 9% of stations - < 50 years.

Results. Analysis of the observed maximum water flows for the right-bank and left-bank parts of the Dniester River basin showed trends in their change - an increase in the maximum specific runoff ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$) of river water is observed with a decrease in the area of their catchments. However, due to different physical, geographical and hydrometeorological conditions, the maximum specific runoff of water flow from the same catchment areas for the rivers of the right-bank of the Dniester River basin are significantly higher than for the left-bank part, by about 3,5-4,5 times.

Since the observation periods are different, analytical values of the maxima reduced to 1% exceedance probability were determined, approximated by a Pearson type III distribution. The constructed relationships between the maximum specific runoff of water ($l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$) in individual sections of rivers with 1% exceedance probability from the corresponding areas (km^2) of their basins clearly showed that small and elementary catchments are marked by bright manifestations of the limiting intensity of the formation of maximum runoff on rivers. The measure of the tightness of the relationships for the right-bank and left-bank parts of the Dniester River allowed us to qualitatively characterize the obtained dependencies, respectively, as noticeable and high. This made it possible, using the obtained coupling equations, to calculate the probable maximum modules of water runoff of 1% exceedance probability from small catchment areas – 2, 5, 10, 20, 50 and 100 km^2 .

Conclusions. The maximum specific runoff of water from elementary catchments of the right-bank (Carpathian) of the Dniester River basin with an area of 2-10 km^2 can reach 7500-4500 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, and with an area of 10-20 km^2 – 4500-3500 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. For the left-bank (Podillia) the intensity of the processes of formation of maximum water runoff is lower - from elementary catchments with an area of 2-10 km^2 – 3200-1500 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$, with an area of 10-20 km^2 – 1500-1000 $l \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$. However, given the variability of hydrological processes these estimates are not absolute and should be considered indicative of potential intensities rather than precise thresholds for all locations.

Keywords: Dniester River, rivers of the right-bank and left-bank parts of the basin, maximum water flow, maximum intensity of runoff formation.

References

1. Boyko, V. M., Kulbida, M. I., Susidko, M. M. (1999). *Significant rain flood on the rivers of Transcarpathia in November 1998. Scientific works of UkrNDGMI, 247, 91-101 [in Ukrainian].*

2. Bolbot, G. V., Kapusta, T. Ya. (2024). Analysis of the intraannual distribution of water runoff of the left-bank tributaries of the Dniester within the Ternopil region. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 1(71), 40-49. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2024.1.4> [in Ukrainian].
3. Vyshnevskiy, V. I., Kosovets O. O. (2003) Hydrological characteristics of the rivers of Ukraine. Kyiv: Nika-center, 324 [in Ukrainian].
4. Honchar, O. M. (2011). General analysis of the hydrological regime of rivers in the Dniester basin. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Collection of Scientific Papers*. Chernivtsi: Chernivtsi National University: Geography. 553-554, 83-87. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2011_553-554_19 [in Ukrainian].
5. Hoptsi, M. V., Hopchenko, E. D. (2011). Rain floods in the Ukrainian Carpathians and their calculated characteristics. *Hydrology, Hydrochemistry, Hydroecology*. 2(23), 57-62. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2011_2_8 [in Ukrainian].
6. Gopchenko, E. D. (1994). Maximum runoff from river catchments (theoretical justification, construction methodology and practical implementation of calculation models): dis. at the scientific level doc. geogr. Sciences: spec. 11.00.07 – Hydrology of land, water resources, hydrochemistry. Kyiv, 356. [in Ukrainian]
7. Hrebin, V. V. (2010). Modern water regime of the rivers of Ukraine (landscape hydrological analysis). Kyiv: Nika-Center, 316. DOI: https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2021/03/10_n_lit_gidrol.pdf.pdf [in Ukrainian].
8. Hrebin, V. V., Lukianets, O. I. (2022). Estimates of runoff-forming precipitation during the formation of high floods in 1998 and 2001 on the rivers of the Tysa basin (within Ukraine). *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 1(63), 20-30. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2022.1.2> [in Ukrainian].
9. Hrebin, V. V., Lukianets, O. I., Andrela, S. P. (2013). The nature of changes in the water regime and the recurrence of floods in the cold and warm periods of the year in the Tisza basin (within Ukraine). *Ukrainian Hydrometeorological Journal: Scientific Journal*. Odesa: Publishing House PP "TES". 13, 147-154. DOI: <http://uhmj.odku.edu.ua/harakter-zmin-rezhymu-vodnosti-ta-povtoryuvanosti-pavodkiv-v-holodnyj-i-teplyj-periody-roku-v-basejni-r-tysa-u-mezhah-ukrayiny/> [in Ukrainian]
10. Dyachuk, V. A., Susidko, M. M. (1999). Floods in Transcarpathia and the causes of their occurrence. *Ukr. geogr. zhurn.*, 1, 48-51 [in Ukrainian].
11. Kyrylyuk, M. I. (2001). The formation regime of historical floods in the Ukrainian Carpathians. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 2, 163-167 [in Ukrainian]
12. Kozhem'yakin, D. V., Chornomorets, Yu. O. (2018). Water balance of the Dniester river basins to the city of Zalishchyky. *Hydrology, hydrochemistry and hydroecology*. 1(41). 24-36. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2018_1_5 [in Ukrainian].
13. Lukianets, O. I., Kaminska, T. P. (2015). Regularities and spatial synchrony of long-term cyclic fluctuations of water flow of rivers of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Collection of scientific papers*. Chernivtsi: Chernivtsi National University: Geography. 744-745, 18-24. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchnu_2015_744-745_6 [in Ukrainian]
14. Lukianets, O. I., Moskalenko, S. O. (2019). The relationship between average daily and term maxima on the rivers of the Tisza basin within Ukraine. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 3 (54). 57-58 [in Ukrainian]
15. Lukianets, O. I., Moskalenko, S. O. (2019). Generalization and multi-year variability of the maximum annual water flow of rivers according to the hydrographic zoning of Ukraine. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 2 (53), 6-20. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2019_2_3 [in Ukrainian]
16. Mudra, K. V. (2019). Main characteristics of the water regime of the rivers of the Dniester basin under climate change conditions: author's abstract of dissertation ... candidate of geographical sciences: 11.00.07. Kyiv Taras Shevchenko National University. Kyiv. 21 [in Ukrainian].
17. Mudra, K. V. (2018). Analysis of the long-term dynamics of fluctuations in the Dniester River flow and its tributaries. *Physical Geography and Geomorphology*. 3 (91), 15-20. [in Ukrainian]
18. Ovcharuk, V. A., Todorova, O. I., Prokofiev O. M. (2017). Maximum runoff of rain floods of rivers of mountainous Crimea under conditions of active influence of the subsoil. *Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology*. 4 (47). 29-35. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2017_4_4 [in Ukrainian]
19. Project of the ENVSEC initiative "Reducing vulnerability to extreme floods and climate change in the Dniester River basin" (2012). S. Krakovskaya, V. Balabukh, L. Gorbacheva, Yu. Nabivanets. Kyiv: UkrHMI. 118 [in Ukrainian].
20. Susidko, M. M. (1973). Dependence of characteristics of maximum water discharges of rain floods in the Dniester basin on landscape conditions. *Proceedings of UkrNDHMI*. 123. 100-118 [in Ukrainian]
21. Susidko, M. M. (1974). Study of cyclic variations of rainfall runoff in the Dniester basin. *Proceedings of UkrNDHMI*. 127, 16-37. [in Ukrainian]
22. Susidko, M. M., Lukianets, O. I. (1999). Floods in the Carpathians – causes of their occurrence and recurrence // *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Natural Phenomena in the Carpathians"*. Rakhiv. 316-321. [in Ukrainian]
23. Susidko, M. M., Polyakova, S. O., Shcherbak, A. V. (2006). Catalog of characteristics of rain and snow-rain floods on the rivers of the Carpathian region for 1989–2002. *Scientific works of UkrNDHMI*. 255. 299-310. DOI: https://old.uhmi.org.ua/pub/np/255/12_Susid_Pol_Sherbak.pdf [in Ukrainian]
24. Gorbachova, L., Nabyvanets, Yu. (2012). Forecasted estimations of runoff change in the Dniester Basin under conditions of climate change. *EGU Leonardo, Hydrology and Society*, November 14th – 16th. Torino, Italy. 87.

25. Grebin, Vasyi, Mudra, Kateryna (2018). *Forecasting the Runoff on Rivers of the Dnister River Basin According to the Remo Numeric Climatic Model*. World Science. Multidisciplinary Scientific Edition. №9 (37). 26-32.
26. Luk'yanets, O., Sossedko, M. (1998). *Die Abflussbewertung auf nächste Jahre in den Karpaten unter Berücksichtigung der mehrjährigen Abflussschwankungen // Sammelband der XIX. Konferenz der Donauländer. Osijek (Kroatien)*. 393-401 [in German].
27. Moskalenko, S., Malyska, L. (2021) *Peak maxima on the rivers of the Prut and Siret basins (within Ukraine)*. *Acta Hydrologica Slovaca*, 22, 2, 177–186. DOI: <https://doi.org/10.31577/ahs-2021.0022.02.0021>
28. Obodovskyi Oleksandr, Lukianets Olga (2017). *Patterns and Forecast of Long-term Cyclical Fluctuations of the Water Runoff of Ukrainian Carpathians Rivers*. *Scientific Journal of Environmental Research, Engineering and Management*, 73, 1. Kaunas, KTU. 33-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.73.1.15799>
29. Lukianets Olga and Obodovskyi Iurii (2015). *Spatial, Temporal and Forecast Evaluation of Rivers' Streamflow of the Drainage Basin of the Upper Tisa under the Conditions of Climate Change*. *Scientific Journal: Environmental Research, Engineering and Management*, No. 71(1). Kaunas, KTU. P. 36-46. DOI: <http://dx.doi.org/10.5755/j01.erem.71.1.10286>
30. Lukianets Olga (2017). *Stochastic regularities of long-term fluctuation of average annual runoff of rivers of Tisza river basin (within the Ukraine)*. *Electronic Book with full papers from XXVII Conference of Danubian Countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management*. 26-28 September, Golden Sands, Bulgaria. 280-290.
31. OSCE/UNECE Project: *Transboundary Co-operation and Sustainable Management of the Dniester River TRANS-BOUNDARY DIAGNOSTIC STUDY FOR THE DNIESTER RIVER BASIN*. November 2005. DOI: <https://www.osce.org/ukraine/104057?download=true>
32. Shendrik, S. P. Sosedko, M. M. Lukianets, O. I. (1996). *An attempt to more accurately determine the probability of maximum storm flood runoff*. XVIII. Conference of the Danube Countries. Graz, August, 19/1 TU [in German].
33. Stanislav, Moskalenko, Liudmyla, Malyska (2024). *Estimation of the limiting intensities of processes forming maximum water runoff in the Tisza and Prut river basins within Ukraine*. *Hydrological Processes, Ecosystems and Climate Change*. E-Book, IH SAS, Bratislava, 121-129. DOI: https://1778df732d.cdvaw-cdnwnd.com/464163c6c58a7760d10c2dc0e217449b/200000721-6edad6edb0/E-Book%20of%20Pa-pers%20UH%20SAV_2024_11.11..pdf?ph=1778df732d

Received 31 January 2025

Accepted 20 March 2025