

**МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ  
УКРАЇНИ**

**НАУКОВО-ДОСЛІДНА УСТАНОВА  
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ»**

**ХІХ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА:  
ПРОБЛЕМИ І ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ СТАТЕЙ**

*Відповідальний за випуск: Н. С. Цапко  
Комп'ютерна верстка: В. В. Гладкова*

14-15 вересня 2023 р.  
м. Харків, Україна

Харків 2023

УДК 502.58:504.064.4

Електронний примірник.

Розміщено на офіційному сайті установи згідно рішення Вченої ради УКРНДІЕП

Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. статей  
XIX Міжнародної науково-практичної конференції (м. Харків,  
14-15 вересня 2023 р.) / УКРНДІЕП., 2023. — 416 с.

У збірнику наукових статей висвітлено проблеми, що пов'язані з регіональною екологією, охороною атмосферного повітря та водних об'єктів, переробкою промислових та побутових відходів, моніторингом навколишнього природного середовища, радіоекологічною безпекою та екологічно чистими енергозберігаючими технологіями.

Збірник розраховано на вчених та спеціалістів академічних та галузевих науково-дослідних і проектних інститутів, керівників підприємств різних форм власності, організацій МОЗ України, представників департаментів екоресурсів обласних та міських державних адміністрацій та екологічних інспекцій, управлінь з питань надзвичайних ситуацій, органів державної виконавчої влади та місцевого самоврядування і громадських організацій.

Статті надруковано за авторською редакцією.

© Укладач Науково-дослідна установа  
«Український науково-дослідний  
інститут екологічних проблем»  
(УКРНДІЕП), 2023

**Шакірманова Ж. Р.**, д-р геогр. наук, проф.;

**Шевченко О. П.**, магістр

*Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна*

## **ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ РІЧОК БАСЕЙНУ ДЕСНИ ТА ЛІВОБЕРЕЖЖЯ СЕРЕДНЬОГО ДНІПРА**

**Актуальність.** У гідрологічному режимі більшості рівнинних річок України й зокрема басейну р. Десна і лівих приток Середнього Дніпра, весняне водопілля відноситься до характерної багатоводної фази. Весняне водопілля супроводжується підйомом рівня води та виходом її у заплаву.

В умовах змін клімату й водного режиму весняного водопілля річок для раціонального використання водних ресурсів важливою є задача прогностичної оцінки характеристик максимального стоку за сучасними прогностичними методами, зокрема методикою територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля, яка реалізована у програмних комплексах [1].

Реалізація методики територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води весняного водопілля [1] ускладнюється необхідністю розрахунку величини середньобагаторічної величини максимального модуля весняного водопілля. За відсутності даних спостережень за стоком води річок середньобагаторічні величини максимального модуля весняного водопілля можуть бути визначені за методикою, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля.

**Об'єкт дослідження.** Максимальний стік весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.

В роботі використані матеріали багаторічних гідрометеорологічних спостережень на станціях і постах системи Державної гідрометеорологічної служби України: характеристиками весняних водопіль і морфометричними характеристиками водозборів

**Мета роботи** - визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра.

**Результати дослідження.** Визначення середньобагаторічних характеристик максимального стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра здійснюється в методі територіальних довгострокових прогнозів

характеристик весняного водопілля рівнинних річок, що базується на передчасному визначенні типу водності весни за комплексом гідрометеорологічних факторів та встановленні регіональних залежностей максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля (для опорних водозборів) від сумарного надходження талодощових вод [1]. При цьому в роботі на основі методики, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля Є.Д. Гопченка і В.А. Овчарук [2] здійснено визначення середньобогаторічних величин максимальних модулів весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра, як:

- за наявності часових рядів стокових спостережень за статистичними середньобогаторічними величинами максимальних витрат води водопілля;
- за відсутності часових рядів стокових спостережень за моделлю типового редуційного гідрографу весняного водопілля за рівнянням Є.Д.Гопченка і В.А.Овчарук [2]

$$q_0 = q'_0 \psi(t_p/T_0) \varepsilon_F * r, \quad (1)$$

де  $q_0$  – середньобогаторічний модуль максимального стоку,  $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ;

$q'_0$  – середньобогаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу,  $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ;

$\psi(t_p/T_0)$  – трансформаційна функція розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання;

$\varepsilon_F$  – коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

$r$  – коефіцієнт трансформації водопіль під впливом озер і водосховищ руслового типу.

Середньобогаторічний модуль максимальної витрати води схилового припливу  $q'_0$  в (1), визначається в рамках редуційних гідрографів за рекомендаціями [1].

Для розрахунку трансформаційної функції розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання  $\psi(t_p/T_0)$  в (1) необхідно обрати формулу для розрахунку  $\psi(t_p/T_0)$  річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра при встановленому співвідношенні  $t_p/T_0$ .

З цією метою в роботі розрахована тривалість руслового добігання  $t_p$ , год за формулою:

$$t_p = L/V_{\partial}, \quad (2)$$

де гідрографічна довжина водотоку  $L$ , км (відстань від найдальшої точки водозбору) змінюється від мінімальних 2 до максимальних 702 км. За відсутності даних про гідрографічну довжину водотоку вона визначається по залежностях від площ водозборів річок  $F$ . Вигляд залежності  $L = f(F)$  показаний на рис. 1.

Швидкість добігання  $V_{\partial}$ , км/год в (2) визначена за формулою

$$V_{\partial} = a_2 * F^{\alpha_2} * I^{0,33}, \quad (3)$$

де  $a_2$  – швидкісний параметр становить для річок басейну Десни (Полісся) 1,27 та для річок лівобережжя Середнього Дніпра (Лісостепова географічна зона) – 1,38 (за табл. 1 [1]);

$\alpha_2$  - параметр становить для річок басейну Десни (Полісся) 0,12 та для річок лівобережжя Середнього Дніпра (Лісостепова географічна зона) – 0,14 (за табл. 1 [1]).

Таблиця 1 – Значення параметрів  $a_2$  і  $\alpha_2$

Географічна зона	$a_2$	$\alpha_2$
Полісся	1,37	0,12
Лісостепова	1,51	0,17

Середньозважений ухил річки  $I$ , ‰ в (3) змінюється для річок території від 0,1 ‰ до 23,0 ‰. За відсутності даних про середньозважені ухили річок можна визначити в залежності від площ водозборів  $I = f(F)$ . Вигляд залежності  $I = f(F)$  показаний на рис. 2.

Таким чином, одержані значення швидкості добігання  $V_{\partial}$ , км/год за формулою (3) змінюється від 1,93 км/год до 5,11 км/год.

В свою чергу розрахована тривалість руслового добігання  $t_p$ , год за формулою (2) змінюється від 0,52 год до 320 год, а в середньому становить 47,8 год.

Визначення тривалості силового припливу  $T_0$  доволі складне і виконано авторами роботи [1]. Її значення змінюються для річок розглядуваної території від 248 год до 1429 год, а в середньому становить 580 год. Таким чином, для річок

басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра визначене співвідношення  $t_p/T_0$ , яке дорівнює 0,086, тобто величина  $t_p$  знаходиться в межах  $0 < t_p < T_0$ .

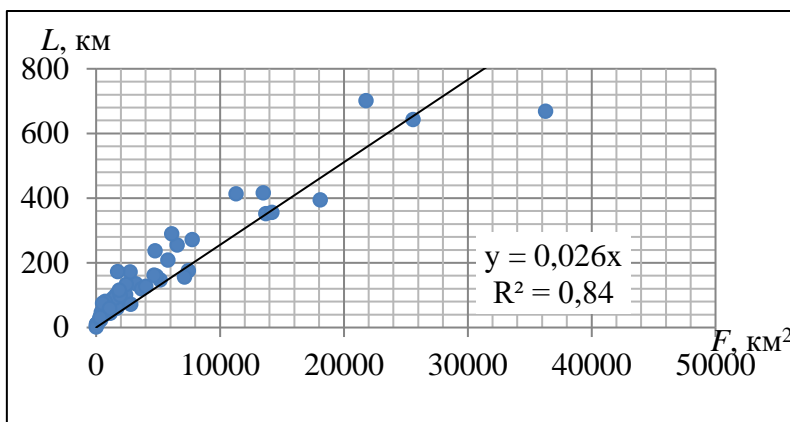


Рисунок 1 – Залежність  $L = f(F)$  для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

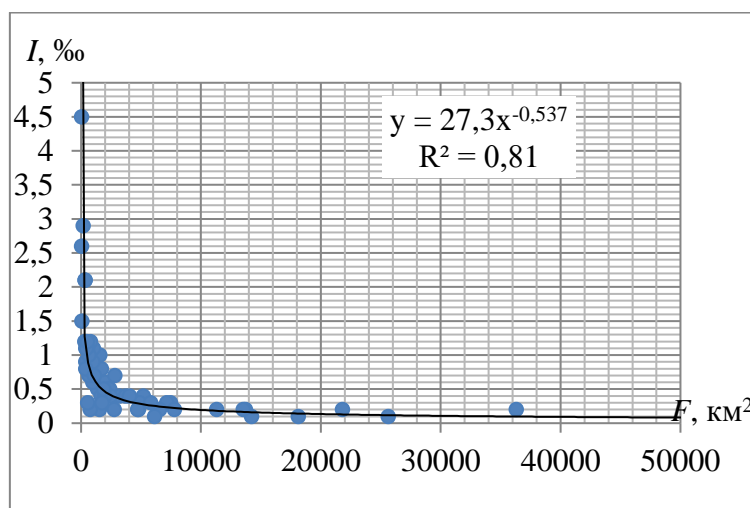


Рисунок 2 - Залежність  $I = f(F)$  для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

В такому разі розрахункова формула для визначення трансформаційної функції розпластування повеневих хвиль під впливом руслового добігання  $\psi(t_p/T_0)$  в (1) встановлюється за рівнянням:

- при  $0 < t_p < T_0$

$$\psi(t_p/T_0) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left( \frac{t_p}{T_0} \right)^n, \quad (4)$$

де  $t_p$  – тривалість руслового добігання, год;

$m$  – показник степені у рівнянні кривої ізохрони ( $m=1,0$ );

$n$  – показник степені у рівнянні кривої припливу поверхневих вод ( $n=0,14$ ).

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання  $\varepsilon_F$  в (1) визначений за формулою в залежності від розмірів водозборів  $F$ , км<sup>2</sup>

$$\varepsilon_F = e^{-0,18 \cdot \lg(F+1)}. \quad (5)$$

Його величини змінюються для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра від 0,44 до 1,00.

Коефіцієнт трансформації максимального стоку весняного водопілля під впливом озер і водосховищ руслового типу  $r$  в (1) визначений за формулою

$$r = 1/(1 + Cf'_{оз}), \quad (6)$$

де  $f'_{оз}$  – середньозважена озерність;

$C$  – емпіричний коефіцієнт, який визначений за величиною  $Y_0$  за табл.2 для кожного водозбору річки [1].

Таблиця 2 – Значення коефіцієнта  $C$

$Y_0$ , мм	>100	99-50	49-20	<20
$C$	0,2	0,25	0,35	0,40

Визначені за моделлю типового редуційного гідрографа водопілля в (1) середньобогаторічні величини максимального модуля весняного водопілля  $q_{0\text{розр.}}$ , м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра змінюються від 0,012 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) до 0,255 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>).

Графік збіжності розрахункових середньобогаторічних величин максимального модуля весняного водопілля  $q_0$ , м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) для річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра, визначений за моделлю (1) та їх статистичних величини, залучених з даних Державного водного кадастру представлений на рис. 3.

Збіжність максимальних модулів стоку весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра показала, що розрахункові величини максимальних модулів нижчі за статистичні середньобогаторічні їх величини на 10%.

Застосування методики для розрахунку середньобагаторічних величин максимальних модулів весняного водопілля річок виконано авторами при реалізації методу територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води в басейні р. Десна та лівобережжя Середнього Дніпра [3].

При цьому основою для довгострокового прогнозування характеристик максимального тало-дощового стоку рівнинних річок є регіональні залежності модульних коефіцієнтів шарів стоку чи максимальних витрат води від сумарних запасів води в сніговому покриві та весняних опадів. Такі характеристики виражені відносно їх середніх значень за багаторічний період. Попередня оцінка водності максимального тало-дощового стоку здійснюється при використанні методу дискримінантного аналізу за сполученням гідрометеорологічних чинників. Величини шарів стоку чи максимальних витрат води прогнозуються за регіональними залежностями при визначенні середніх багаторічних величин максимальних витрат (модулів) води за запропонованою в роботі моделлю типового редуційного гідрографа водопілля.

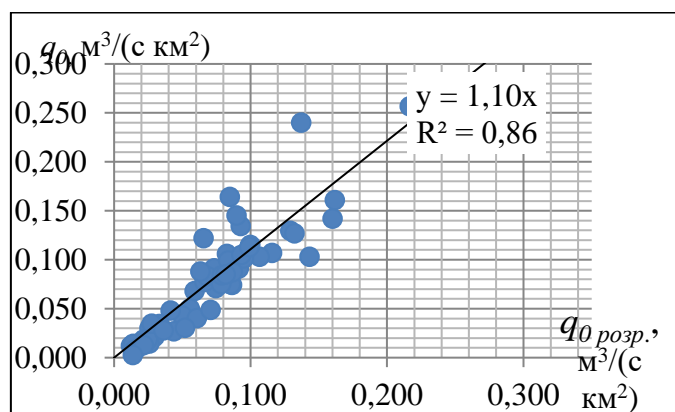


Рисунок 3 – Збіжність розрахункових максимальних модулів стоку весняного водопілля та їх статистичних величин річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра

### Висновок

Враховуючи, що точність визначення максимальних витрат води весняного водопілля та дощових паводків за даними СНІП 2.01.14-83 становить 20 %, можна зробити висновок, що методика, яка спирається на модель типового редуційного гідрографа водопілля (при точності 10%) може бути використана для розрахунку середньобагаторічних величин максимальних модулів весняного водопілля річок басейну Десни та лівобережжя Середнього Дніпра. Запропонована методика реалізована в методі територіальних довгострокових прогнозів максимальних витрат води річок за відсутності даних спостережень за стоком води на них.



## Література

1. Zhannetta Shakirzanova, Anhelina Dokus, Territorial long-term forecasting of hydrological characteristics of spring floods of lowland rivers. Editor(s): Sughosh Madhav, Shyam Kanhaiya, Arun Srivastav, Virendra Singh, Pardeep Singh, Ecological Significance of River Ecosystems, Elsevier, 2022, Chapter 17. Pages 325-350. ISBN 9780323850452  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85045-2.00020-0>
2. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. ТЭС, Одесса, 2002, 110 с.
3. Шакірманова Ж. Р., Перевозчиков І. М., Шевченко О. П. Застосування методу територіальних довгострокових прогнозів для визначення максимальних витрат води в умовах формування весняного водопілля 2022-2023 року в басейні р. Десна. *Український гідрометеорологічний журнал*, 2023, № 31. С. 5-21.  
<https://doi.org/10.31481/uhmj.31.2023>