

## **ДОЩОВІ ПАВОДКИ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ ТА ЇХ РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

*Ключові слова:* нормативний документ; максимальний стік; дощові паводки; нормативна база; Українські Карпати

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі, як і протягом останніх майже 30 років, розрахунок максимального стоку весняного водопілля та дощових паводків в Україні здійснюється за нормативним документом СНиП 2.01.14-83 [1], який розроблявся у складі державних стандартів колишнього Радянського Союзу. Методичною основою їх були, головним чином, напівемпіричні формули редуційного типу або формули максимальної інтенсивності, які застосовувались для розрахунку максимального стоку дощових паводків з невеликих водозборів ( $F < 200 \text{ км}^2$ ). І як вже відомо, запропоновані підходи мають суттєві недоліки, що полягають у недостатньому теоретичному обґрунтуванні базових структур та в неврахуванні особливостей процесів формування схилового стоку і його трансформації у русловій мережі [2]. Отже, діючий в Україні нормативний документ СНиП 2.01.14-83, по-перше, в юридичному відношенні вже не правоздатний, по-друге, потребує змін як за часом визначення параметрів, так і в наслідок його неефективності.

**Метою роботи** було дослідження існуючих методів розрахунку максимального стоку весняного водопілля і дощових паводків та розробка більш досконалої нормативної бази.

**Матеріали та методика дослідження.** Важливим етапом при розробці моделі будь-яких процесів є її практична реалізація. Авторами дослідження вона здійснювалася по даних спостережень 35 водозборів правобережжя Дністра з площами водозборів від 35,1 до 24 600  $\text{км}^2$  з періодами спостережень по 2005 рік, включно. Усі притоки знаходяться у межах Передкарпатської височини, тому при розробці методики розрахунку необхідно було приділити особливу увагу місцевим факторам [3].

З паводковим режимом річок Українських Карпат пов'язані як важливі природні закономірності їх формування, так і цілий комплекс питань взаємодії суспільства та природи. Паводки в цілому мають різний характер, а катастрофічні ще більший, оскільки витрати води в цей час перевищують норму стоку в десятки разів. Історичні паводки спостерігалися на дослідженій території у 1941, 1969, 1980 та 2008 роках. Тому для зменшення наслідків дій катастрофічних паводків необхідна розробка досконалої нормативної бази розрахунку максимального стоку дощових паводків цього регіону [4].

На першому етапі була здійснена статистична обробка часових рядів максимальних шарів стоку  $Y_m$  та максимальних витрат води  $Q_m$  за теплий період методами моментів та найбільшої правдоподібності. Їх аналіз показав, що за методами моментів і найбільшої правдоподібності отримані практично однакові значення коефіцієнтів варіації  $C_{v_m}$  і  $C_{v_\lambda}$  (рис. 1).

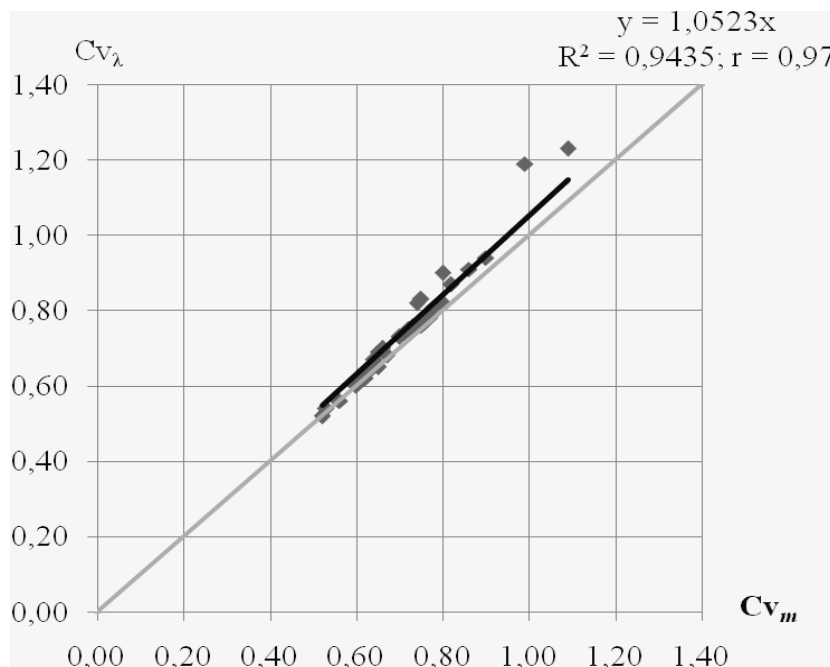


Рис. 1. Співвідношення коефіцієнтів варіації, отриманих на основі методів моментів та найбільшої правдоподібності

Для розробки самої методики розрахунку максимального стоку була прийнята модель руслових ізохрон (в залежності від співвідношення між тривалістю схилового припливу  $T_0$  і руслового добігання  $t_p$ ).

За допомогою емпіричних кривих забезпеченості було оцінено паводок 2008 року, з точки зору його ймовірності перевищення. Виявилось, що на 12 з 35 постів (34%) паводок 2008 року мав забезпеченість менше 1%. Середні максимальні витрати води  $\bar{Q}_m$  по рядах до 2005 та по 2008 років мають розбіжності у межах усього 3% (рис. 2), коефіцієнти варіації  $C_v$  - у межах 1%, співвідношення коефіцієнтів варіації та асиметрії  $C_s/C_v$  в свою чергу мають розбіжність у межах 4%. Стосовно максимальних витрат води 1%-ої забезпеченості розбіжності знаходяться у межах 6% (рис. 3).

Для більш наочного представлення оцінки катастрофічних паводків за весь період спостереження за територією представлена карта-схема розподілу спостережених максимумів по роках в межах правобережжя Дністра (рис. 4)

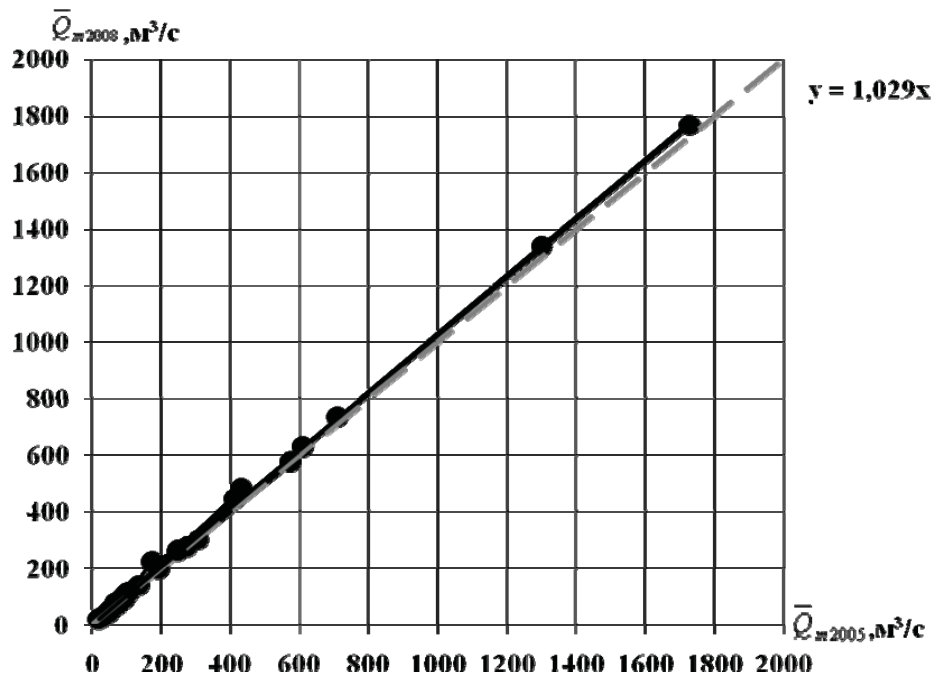


Рис. 2. Порівняння середніх максимальних витрат води часових рядів (по даних до 2005 та 2008 років)

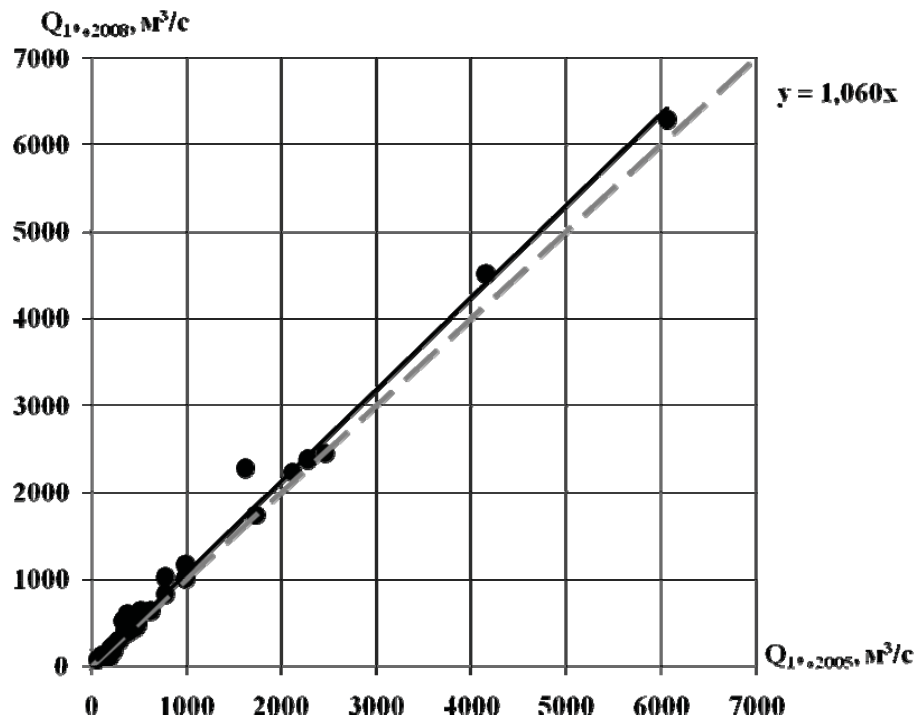


Рис. 3. Порівняння максимальних витрат води 1%-ої забезпеченості (по даних до 2005 та 2008 років)

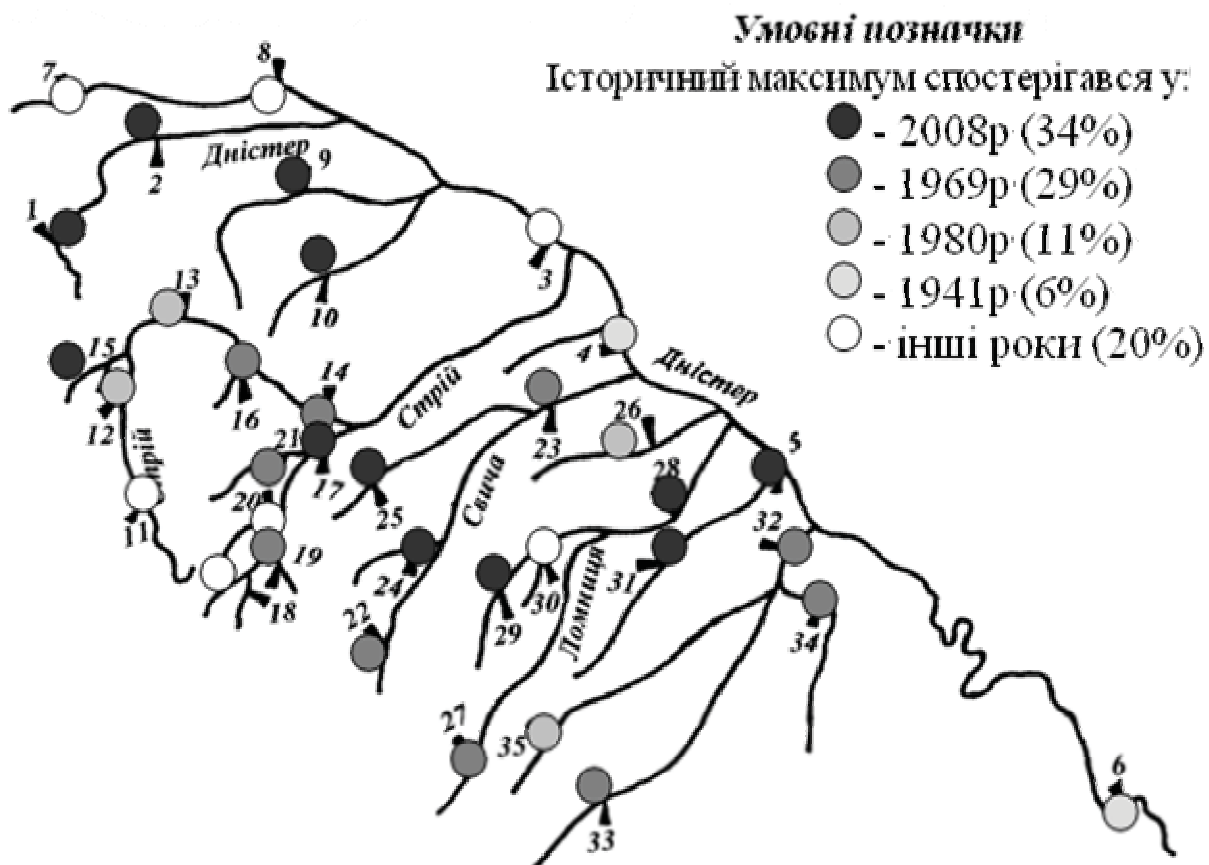


Рис. 4. Карта-схема розподілу спостережених максимумів по роках в межах правобережжя Дністра

Нами запропонована методика розрахунку максимальних витрат води дощових паводків у межах правобережжя р. Дністер, яка ґрунтується на формулі операторного вигляду Є.Д. Гопченка [5]:

$$q_{1\%} = q'_{1\%} \psi \left( \frac{t_p}{T_0} \right) \varepsilon_{FT}, \quad (1)$$

де  $q'_{1\%}$  - максимальний модуль схилового припливу,  $m^3/s \cdot km^2$ , причому

$$q'_{1\%} = 0.28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}, \quad (2)$$

$\frac{n+1}{n}$  - коефіцієнт нерівномірності схилового припливу у часі;  $T_0$  - тривалість схилового припливу, год.;  $Y_{1\%}$  - максимальний шар стоку дощових паводків, мм;  $\psi \left( \frac{t_p}{T_0} \right)$  - трансформаційна функція, що обумовлена часом руслового добігання  $t_p$ :

при  $\frac{t_p}{T_0} < 1.0$

$$\psi \left( \frac{t_p}{T_0} \right) = 1 - \frac{m+1}{(n+1)(m+n+1)} \left( \frac{t_p}{T_0} \right)^n, \quad (3)$$

при  $t_p/T_0 \geq 1.0$

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

де  $\varepsilon_F$  - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;  $T$  - регулювання проточними озерами.

Реалізація (1) передбачає визначення усіх складових та дослідження впливу місцевих факторів на кожну з розрахункових характеристик.

Величини розрахункових шарів стоку визначаються за допомогою рівняння вигляду:

$$Y_{1\%} = 191 + 0,144(H_{ср} - 800), \quad (5)$$

де  $H_{ср}$  - середня висота водозборів, м.

Впливу географічного положення водозборів, ступені їхньої залісеності та заболоченості не було виявлено.

Наступним етапом є визначення параметрів схилового припливу  $\frac{n+1}{n}$  та  $T_0$ . Спостереження, як відомо, за характеристиками схилового стоку на водозборах не проводяться, тому вони були встановлені чисельним шляхом, виходячи з базового рівняння (1), причому  $\frac{n+1}{n} = 8,86$ , а  $n = 0,13$ .

На кафедрі гідрології суші ОДЕКУ розроблено прикладне програмне забезпечення також для визначення тривалості надходження талих і дощових вод до руслової мережі. Вирішується ця задача з використанням методу простої однокрокової ітерації у декілька етапів. На одній з ітераційних процедур вдається визначити, крім тривалості схилового припливу  $T_0$ , ще й коефіцієнт русло-заплавного регулювання  $\varepsilon_F$ .

Впливу місцевих факторів на  $T_0$ , як і у попередньому випадку, тобто при дослідженні шарів стоку  $Y_{1\%}$ , не було виявлено. Це дає змогу для високих дощових паводків осереднити по території тривалість схилового припливу і прийняти її на рівні 78 год., що близько до 3 діб.

Трансформаційна функція  $\psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ , яка обумовлена часом руслового добігання  $t_p$ , розраховується відповідно до (3) або (4), в залежності від співвідношення  $\frac{t_p}{T_0}$ , при  $n = 0,13$  і  $m = 1,0$ .

Коефіцієнт русло-заплавного регулювання  $\varepsilon_F$  узагальнений по території у вигляді залежності

$$\varepsilon_F = \exp[-0,19 \lg(F + 1)]. \quad (6)$$

Точність методики після проведення перевірочних розрахунків (з урахуванням дощового паводку 2008 року) знаходиться на рівні 19,7%, що відповідає точності вихідної інформації по максимальному стоку ( $\sigma_{Q_{1\%}} = 17,9\%$ ).

**Висновки.** 1. Запропонована методика повною мірою адаптована до характеристик дощових паводків правобережжя Дністра (з урахуванням 2008 року). Без якихось доробок вона може бути застосована у практичній діяльності проектних установ.

2. На відміну від існуючих методик, розрахункова схема є універсальною як для паводків, так і водопіль, причому для всього діапазону водозбірних площ – від окремих схилів до великих річкових систем.

#### **Список літератури**

1. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 448 с. 2. *Гопченко Е.Д.*. Об особенностях формул предельной интенсивности / Е.Д. Гопченко, А.Е. Родюшкина // Метеорология, климатология та гідрологія. – 2002. – Вип.46. – С. 400-406. 3. Ресурси поверхневих вод СРСР. – 1974. – Т. 6, вып. 1. – Л. : Гидрометеиздат. – 884 с. 4. *Ющенко Ю.С.* Вплив катастрофічного паводку 2008 року на русла річок Передкарпаття / Ю.С. Ющенко, О.В. Паланичко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, – 2009. – Т. 17. – С. 40-54. 5. *Гопченко Е.Д.* Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности : Монография / Е.Д. Гопченко, М.Е. Романчук. – К. : КНТ, 2005. – 148 с.

#### **Дощові паводки в Українських Карпатах та їх розрахункові характеристики**

*Гопцій М.В., Гопченко Е.Д.*

*Проблема розрахунку максимального стоку є однією з важливіших як в теоретичному, так й практичному відношенні. Історичні максимуми спостерігаються на річках не часто, а наслідки катастрофічних паводків надовго остаються у пам'яті людей. Тому вельми актуальним являється створення та розробка більш надійної методики розрахунку максимального стоку дощових паводків в Українських Карпатах.*

**Ключові слова:** *нормативний документ; максимальний стік; дощові паводки; нормативна база; Українські Карпати.*

#### **Дождевые паводки в Украинских Карпатах и их расчетные характеристики**

*Гопций М.В., Гопченко Е.Д.*

*Проблема расчета максимального стока является одной из важнейших как в теоретическом, так и практическом отношении. Исторические максимумы наблюдаются на реках не часто, а последствия катастрофических паводков надолго остаются в памяти людей. Поэтому весьма актуальным является создание и разработка более надежной методики расчета максимального стока дождевых паводков в Украинских Карпатах.*

**Ключевые слова:** *нормативный документ; максимальный сток; дождевые паводки; нормативная база; Украинские Карпаты.*

#### **Rain floods in the Ukrainian Carpathians and their calculated characteristics**

*Goptsiy M., Gopchenko E.*

*The problem of calculating the maximum runoff is one of the most important both in theoretical and practical terms. Historical highs seen in the rivers are not common and the consequences of catastrophic floods for a long time remain in the memory of people. It is therefore very urgent is the creation and development of more reliable methods of calculating the maximum runoff of rain floods in the Ukrainian Carpathians.*

**Keywords:** *normative document; maximal flow; rain floods; normative base; Ukrainian Carpathians.*

*Надійшла до редколегії 02.06.11*