

**ЕКСТРЕМАЛЬНО ВИСОКІ МОДУЛІ СХИЛОВОГО ПРИПЛИВУ У
ЗАКАРПАТТІ**

У статті наводяться характеристики схилового припливу на території Закарпаття під час високих паводків і вплив на них місцевих факторів

Ключові слова: максимальні модулі схилового припливу, тривалість схилового припливу, шар паводкового стоку, максимальний стік дощових паводків.

Вступ. Закарпаття є одним із зливонебезпечних регіонів України. На протязі теплого і перехідного періодів тут може спостерігатись по декілька дощових паводків. Через гірський рельєф, велику густоту річок, значну кількість опадів ці паводки часто набувають катастрофічного характеру, як, наприклад, у недавні 1998 (3-5 листопада), 2001 (4-9 березня), 2008 (22-27 липня) роки. Було підтоплено тисячі будинків, сільськогосподарські угіддя, пошкоджені водозахисні греблі, автомобільні дороги, мости, залізниця та саме головне - паводки стали причиною загибелі людей.

Гідрографічна мережа представлена переважно невеликими і середніми за розмірами водозборами (табл.1). На відміну від багатьох регіонів країни, тут існує і водно-балансова станція, на якій здійснюються спостереження за процесами формування стоку. Річкові водозбори знаходяться у висотному поясі, головним чином, від 300 до 1200 м, залісеність території досить висока – від 17 і до 89%.

Таблиця 1 – Розподіл водозборів за їх площами

Площа	<500 км ²	500-1000 км ²	>1000 км ²
Кількість гідрологічних постів	27	6	10

Для того щоб уберегти населення, забезпечити надійне та безпечне функціонування гідротехнічних споруд на річках Закарпаття, будувати та реконструювати захисні дамби, потрібно перш за все удосконалювати науково-методичну базу для розрахунку характеристик максимального стоку.

Сучасна нормативна база. Сучасна розрахунково-нормативна база характеристик максимального стоку дощових паводків в основному обмежується напівемпіричними формулами – редуційними і граничної інтенсивності, які не досить пристосовані до гірських умов. Оскільки Україна зараз знаходиться на порозі розробки нового нормативного документу в галузі максимального стоку, замість застарілого СНіП 2.01.14-83, то необхідно, перш за все, зосередитись на деяких принципових питаннях, що стосуються таких важливих розрахункових характеристик, як шари стоку і тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі, які у свою чергу дають змогу визначити екстремальні модулі схилового припливу.

Стосовно розрахунку максимального стоку дощових паводків у нормативному документі СНіП 2.01.14-83 пропонується два варіанта формул в залежності від розміру водозбірних площ річок [1]:

а) граничної інтенсивності (при $F < 200 \text{ км}^2$)

$$q_m = A_{1\%} H_{1\%} \eta \lambda_p \delta, \quad (1)$$

де q_m - максимальний модуль стоку розрахункової забезпеченості P , %;

$H_{1\%}$ - добовий максимум опадів 1%-ї ймовірності перевищення;

λ_p - коефіцієнт забезпеченості;
 δ - коефіцієнт регулюючого впливу ставок і водосховищ на максимальний стік річок;
 $A_{1\%} = 16,67\Psi(\tau)$ - ординати редуційних кривих середньої інтенсивності дощових опадів за розрахунковий проміжок часу τ

$$\tau = 1,2t_p^{1,1} + t_{cx}, \quad (2)$$

t_p - час руслового добігання;
 t_{cx} - час схилового добігання;
 η - коефіцієнт паводкового стоку;

б) редуційна структура (при $F > 200 \text{ км}^2$)

$$q_m = q_{200} \left(\frac{200}{F} \right)^{n_1} \lambda_p \delta \delta_1 \delta_2, \quad (3)$$

де q_{200} - максимальний модуль стоку, приведений до площі $F=200 \text{ км}^2$;

δ_1 і δ_2 - коефіцієнти для врахування впливу залісеності і заболоченості водозборів на максимальний стік річок.

Відносно структури формули (1) слід зазначити, що вона є не зовсім зрозумілою стосовно процесів, що відбуваються у гідрографічній мережі, та не зовсім відповідає природному ланцюжковому формуванню стоку «опад-схиловий приплив-русовий стік»

У формулі (3) штучно використовується модуль стоку q_{200} , тоді як базова структура редуційного типу повинна мати вигляд [2]

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (4)$$

де q'_m - максимальний модуль схилового припливу, який описується рівнянням

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m, \quad (5)$$

$\frac{n+1}{n}$ - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу до руслової мережі;

T_0 - тривалість схилового припливу;

Y_m - шар стоку за паводок.

Параметр $\frac{n+1}{n}$ на регіональному рівні стосовно високих паводків більш-менш стійкий, тоді як T_0 та Y_m можуть змінюватись в досить широких межах, причому кожний з них має свої особливості розподілу. Тому складові схилового модуля q'_m (Y_m і T_0) підлягають окремому дослідженню.

Запропонована методика для нормування характеристик силових гідрографів стоку річок Закарпаття. Дослідження питань, пов'язаних з використанням Y_m і T_0 , дозволяють підвищити якість розрахункових схем.

Найбільш перспективною з них є формула операторного типу:

$$q_m = q'_m \Psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right) \varepsilon_F, \quad (6)$$

де q_m - максимальний модуль стоку;

ε_F - коефіцієнт русло-заплавного регулювання;

$\Psi\left(\frac{t_p}{T_0}\right)$ - трансформаційна функція розпластування паводкових хвиль під впливом руслового добігання.

Потенційно-високі модулі схилового припливу q'_m рекомендується визначати за рівнянням (5).

Об'єкти та матеріали дослідження. При реалізації (5) використані дані по максимальному стоку річок Закарпаття з періодами спостережень до 2000 р. (включно) і площами водозборів від 25,4 км² (р.Студений – с. Нижній Студений) до 9140 км² (р.Тиса – пгт Вилोक). В межах досліджуваної території пункти спостережень розподілені більш-менш рівномірно, діапазон висот від 300 м (р.Тересва – с.Нересниця) до 1200 м (р.Тур'я - с. Тур'я Поляна), залісеність водозборів від 17% (р.Боржава-с. Довге) до 89% (р.Репінка-с. Репіне).

Здійснена авторами статистична обробка шарів паводкового стоку показала, що $Y_{1\%}$ коливаються від 88 (р.Уж-м.Ужгород) до 384 мм (р.Косовська-с.Косовська Поляна).

Пристаюючи до узагальнення $Y_{1\%}$ по території, необхідно було, перш за все, проаналізувати вплив місцевих факторів дощових паводків. На шар стоку в гірських районах головним чином впливає висотне положення водозборів. Зокрема у Закарпатті шар стоку 1% забезпеченості дощових паводків в цілому підпорядковується висотній закономірності, причому зі збільшенням висоти водозборів $Y_{1\%}$ теж збільшується.

Отримана залежність дозволяє привести усі дані до однієї умовної висоти, наприклад, $H=1000$ м, тобто:

$$(Y_{1\%})_{H=1000} = Y_{1\%} - a(H_{cp} - 1000), \quad (7)$$

де $(Y_{1\%})_{H=1000}$ – приведені до висоти $H=1000$ м значення шарів стоку 1%-ої забезпеченості, $a=0,17$

Після приведення усіх значень $Y_{1\%}$ до умовної висоти $H_{cp}=1000$ м було досліджено вплив на шари стоку залісеності водозборів та їх широтного положення. Значущого впливу залісеності не встановлено – коефіцієнт кореляції між $(Y_{1\%})_{H=1000}$ і залісеністю становить лише 0,03. Більш суттєво, ніж залісеність, на розрахункові шари стоку $Y_{1\%}$ впливає географічне положення водозборів. Коефіцієнт кореляції не досить високий, але він відноситься до значущих.

Тому у розрахунковому варіанті шари стоку $(Y_{1\%})_{H=1000}$ картовані (рис. 1).

Аналізуючи карту величин $(Y_{1\%})_{H=1000}$, можна відмітити, що в районі водозбору р. Косовська спостерігаються замкнуті ізолінії 300 та 350 мм, які віднесені до висот хребта Свядовець. Загально ж значення $Y_{1\%}$ змінюються в межах від 150 мм (верхів'я річки Чорна Тиса) до 350 мм (межиріччя р.Косовська та р. Чорна Тиса). Не зважаючи на те, що шари стоку приведені до однієї висоти 1000 м, можна зробити висновок, що їх просторовий розподіл має доволі складний характер. На нашу думку,

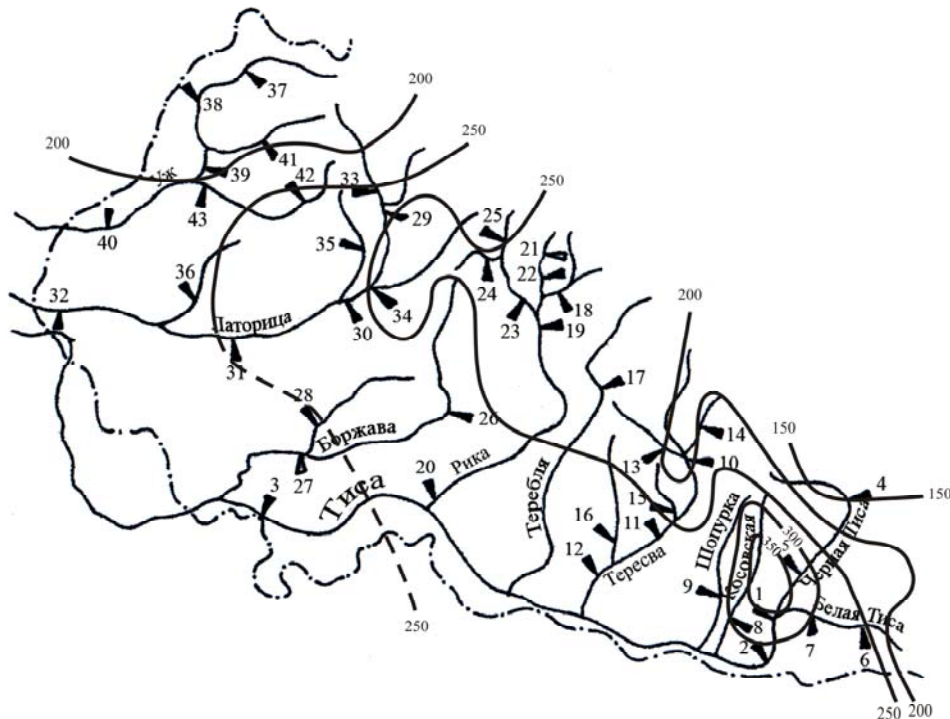


Рис. 1 – Розподіл за територією приведених до висоти $H=1000$ м шарів паводкового стоку $(Y_{1\%})_{H=1000}$, мм.

це залежить від різного напрямку схилів відносно вологонесучих повітряних мас.

Для оцінки 1%-их шарів стоку за період дощових паводків $Y_{1\%}$ рівняння (7) запишеться у вигляді

$$Y_{1\%} = (Y_{1\%})_{H_{cp}=1000} + 0,17(H_{cp} - 1000), \quad (8)$$

де $(Y_{1\%})_{H=1000}$ - приведений до висоти $H_{cp}=1000$ м шар стоку, який знімається з карти (рис. 2) по геометричних центрах того чи іншого водозбору.

Коефіцієнти нерівномірності схилового припливу були визначені на підставі аналізу відповідних величин $\frac{m+1}{m}$ руслового стоку.

Причому верхнє граничне значення $\frac{m+1}{m}$ при $F \Rightarrow 0$ і є фактично шуканий параметр

нерівномірності схилового припливу у часі $\frac{n+1}{n}$ (він дорівнює 8,7, чому відповідає $n=0,13$).

Тривалість схилового припливу визначалась за допомогою чисельних розрахунків у структурі операторної моделі «схиловий приплив-русловий стік» (6) з використанням прикладного пакету, розробленого на кафедрі гідрології суші ОДЕКУ.

Змінюються T_0 у широких межах – від 51,8 (р.Голятинка- с. Голятин, $H=800$ м) до 266 год (р. Шопурка-с. Кобылицька Поляна, $H=1000$ м).

Узагальнення за територією виконувалась з урахуванням залісеності, висотного та географічного положення водозборів. Враховуючи, що коефіцієнт кореляції між T_0 і залісеністю водозборів f_L значно більший, ніж між T_0 і H_{cp} , спочатку була обґрунтована залежність тривалості припливу саме від залісеності. Вона описується рівнянням

$$T_0 = 19,9 + 108 \lg \frac{f_L}{10}. \quad (9)$$

Коефіцієнт впливу залісеності на тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі можна визначити, виходячи з (9), причому

$$k_3 = 1 + 5,43 \frac{f_l}{10}. \quad (10)$$

Приведені до $f_3=10\%$, значення $T_{0,f_3=10}$ були досліджені у подальшому на їх залежність від географічного положення водозборів, яке визначається широтою геометричних центрів водозборів.

Відповідне рівняння має вигляд

$$T_0 / k_3 = 23,9 + 8,96(\varphi^\circ - 48), \quad (11)$$

при коефіцієнті кореляції $r=0,42$. Наявність значущого коефіцієнта кореляції є підставою для картування $T_{0,f_3=10}$ (рис.2).



Рис. 2 – Розподіл за територією приведеної тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі $T_{0, k_3=10}$ (год).

При просторовому узагальненні $T_{0, k_3=10}$ крок у часі становив 10 год. Як і розрахункові шари стоку $(Y_{1\%})_{H=1000}$, тривалість схилового припливу має складний розподіл у просторі, хоча й коливається у не досить значному діапазоні – від 20 до 50 год.

Отримані розрахункові характеристики схилового припливу дають змогу реалізувати структуру (5), використовуючи карти $(Y_{1\%})_{H=1000}$ (рис. 1) і $T_{0, k_3=10}$ (рис.2) з внесенням відповідних поправок до них.

На території Закарпаття максимальні модулі схилового припливу q'_m змінюються від 2,38 (р.Тур'я - с.Тур'я Поляна) до 9,09 $\text{м}^3/\text{скм}^2$ (р.Латориця-м. Мукачево).

Не зважаючи на те, що з висотою шар стоку $Y_{1\%}$ дещо збільшується, все ж максимальні модулі схилового припливу $q'_{1\%}$ від висотного положення водозборів в цілому зменшуються, завдяки протилежному впливу на $q'_{1\%}$ тривалості T_0 . Але ще більший ефект на $q'_{1\%}$, причому регулюючий, має залісеність водозборів, про що свідчить рівняння (12) і рис. 3

$$q_{1\% \cdot H=1000} = 10,3 - 6,09 \lg\left(\frac{f_{\pi}}{10}\right). \quad (12)$$

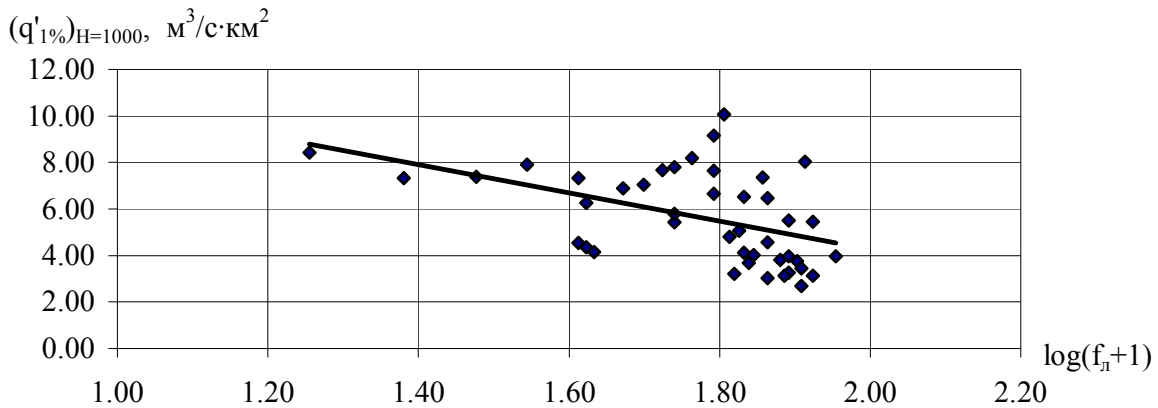


Рис. 3 – Залежність приведенного до $H=1000$ м максимального модуля схилового стоку від залісеності водозборів річок Закарпаття

Висновки. Авторами у структурі операторної формули максимального стоку визначено базовий параметр – розрахунковий модуль стоку схилового припливу $q'_{1\%}$, і його складові (шари стоку, тривалість і коефіцієнти часової нерівномірності схилового припливу), які узагальненні по території з урахуванням впливу основних чинників формування стоку у Закарпатті.

Але найбільш важливим є результат, який свідчить про велику зарегульованість дощових паводків у Закарпатті на залісених водозборах. Фізично регулювання паводків на залісених водозборах відбувається за рахунок переводу значної частини поверхневого стоку у підповерхневий. Таким чином, вирубка Закарпатських лісів слід вважати фактором, який підвищує паводкову безпеку у регіоні.

Список використаної літератури:

1. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик.* – Л.: Гидрометеиздат, - 1984. – 448 с.
2. *Гопченко Є.Д., Гушля О.В.* Гідрологія з основами водних меліорацій. – Київ: «Віпол»; 1993. – 295 с.

Экстремально высокие модули склонового притока в Закарпатье. *Є.Д.Гопченко, А.С. Харитоновна*
 В статье рассматриваются характеристики склонового притока на территории Закарпатье во время высоких паводков и влияние на них местных факторов.

Ключевые слова: максимальные модули склонового притока, продолжительность склонового притока, слой паводочного стока, максимальный сток дождевых паводков.

Extremely high modules of the slope inflow on the territory of Zakarpathia. *E.D.Gopchenko, A.S.Kharitonova*

The characteristics of the slope inflow on the territory of Zakarpathia during the temple flood and the influence of the local factors on them are considered in the article.

Keywords: maximum slope inflow modules, duration of the slope inflow, layer flow, maximum runoff rain flood.