
ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 551.482.2

**ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК МІЖ РОЗРАХУНКОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ
МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ І БУДОВОЮ РІЧКОВИХ СИСТЕМ
НА ПРИКЛАДІ РІЧОК ПОДІЛЬСЬКОЇ ВИСОЧИНИ**
*Бірюков О.В.**Харківський гідрометеорологічний технікум ОДЕКУ*

Стаття присвячена вирішенню важливої наукової проблеми дослідження будови, формування та функціонування річкової мережі Подільської височини. Вперше для річок Подільської височини отримані залежності коефіцієнта структури з морфометричними показниками. Виконаний розрахунок максимального стоку весняної повені для річок Подільської височини на базі формул, редуційної та операторної структур, запропоновані варіанти заміни площі водозбору річок в редуційних формулах на коефіцієнт структури.

Ключові слова: річкові системи; гідрографічні мережі; максимальний стік.

Вступ. Особливістю водного режиму Подільських річок є, те, що основна маса води, до 65% річного стоку, формується в період весняної повені. Виходячи з цього, цілком обґрунтовано можна припустити про існування певних співвідношень, що складаються між характеристиками річкових структур і показниками водності річок у період формування максимального стоку. При цьому необхідно врахувати, що різні елементи руслових структур по-різному беруть участь у формуванні стоку повені. Так, елементи нижчого порядку (до 3-го), беруть участь майже виключно в концентрації вод і скидають їх в руслові системи вищих порядків без істотної трансформації. Руслова мережа приток, порядок яких вище 3-го, ймовірно, не стільки бере участь в концентрації притоки води з схилів, скільки в трансформації хвиль, паводків і повеней, сприяючи зниженню пікових витрат.

Іншими словами, можна вважати, що максимальна витрата води Q_m весняних повеней в замикаючому створі річкових систем повинна зростати із збільшенням абсолютного числа водотоків 1-го порядку, що належать до неї, проте така залежність не може бути прямою лінійною. Останнє пов'язане з тим, що через певні закони біфуркації із зростанням абсолютного числа водотоків 1-го порядку повинна зростати і протяжність руслової мережі вищих порядків, що визначають, як наголошувалося вище, зниження пікових витрат.

Отже, аналіз взаємозв'язку між розрахунковими характеристиками максимального стоку і будовою річкових структур може надати неоцінимої допомоги в розкритті специфіки формування стоку повені.

Мета дослідження встановити взаємозв'язок між розрахунковими характеристиками максимального стоку і будовою річкової мережі.

Матеріали та методи дослідження. У дослідженні використані матеріали спостережень за стоком води по 41 опорному пункту, що мають різні періоди спостережень за гідрологічними та морфометричними характеристиками. Наявні пункти спостережень за стоком достатньо рівномірно охоплюють річкову систему регіону [6].

Першим етапом дослідження стало встановлення взаємозв'язку між морфометричними параметрами та структурою річкової мережі.

Згідно сучасних наукових уявлень, до числа основних морфометричних характеристик річкової системи відносяться: площа басейну F , довжина річок L і сумарна довжина всієї річкової мережі L [3].

Як показник будови руслової мережі вибрана величина коефіцієнта структури річкової мережі K [7]. Використання цієї характеристики пов'язане з тією обставиною, що показник K розраховується залежно від числа приток першого порядку S_1 :

$$K = 1 + \log_2 S_1 \quad (1)$$

Величина S_1 є характеристикою ступеня складності структури річкової мережі [7].

Для визначення чисельних значень коефіцієнта K , по кожному з 41 пункту спостережень виконані розрахунки кількості приток першого порядку S_1 [6].

Використовуючи топографічні карти масштабу 1 : 100000 і довідкові матеріали [8], розраховані гідрографічні характеристики річкових систем Подільської височини. Результати обробки цієї інформації представлені на (рис. 1) у вигляді графіків залежності $F=f(K)$, $L=f(K)$, $L=f(K)$.

Аналізуючи ці залежності можна зробити вивід, що всі перераховані показники мають степеневий зв'язок із структурним коефіцієнтом. Значення кореляційного відношення змінюються від 0,93 до 0,98, що показує на наявність стійкого зв'язку. Розкид точок можливо пояснити різними довжинами приток першого порядку P_1 . Умови

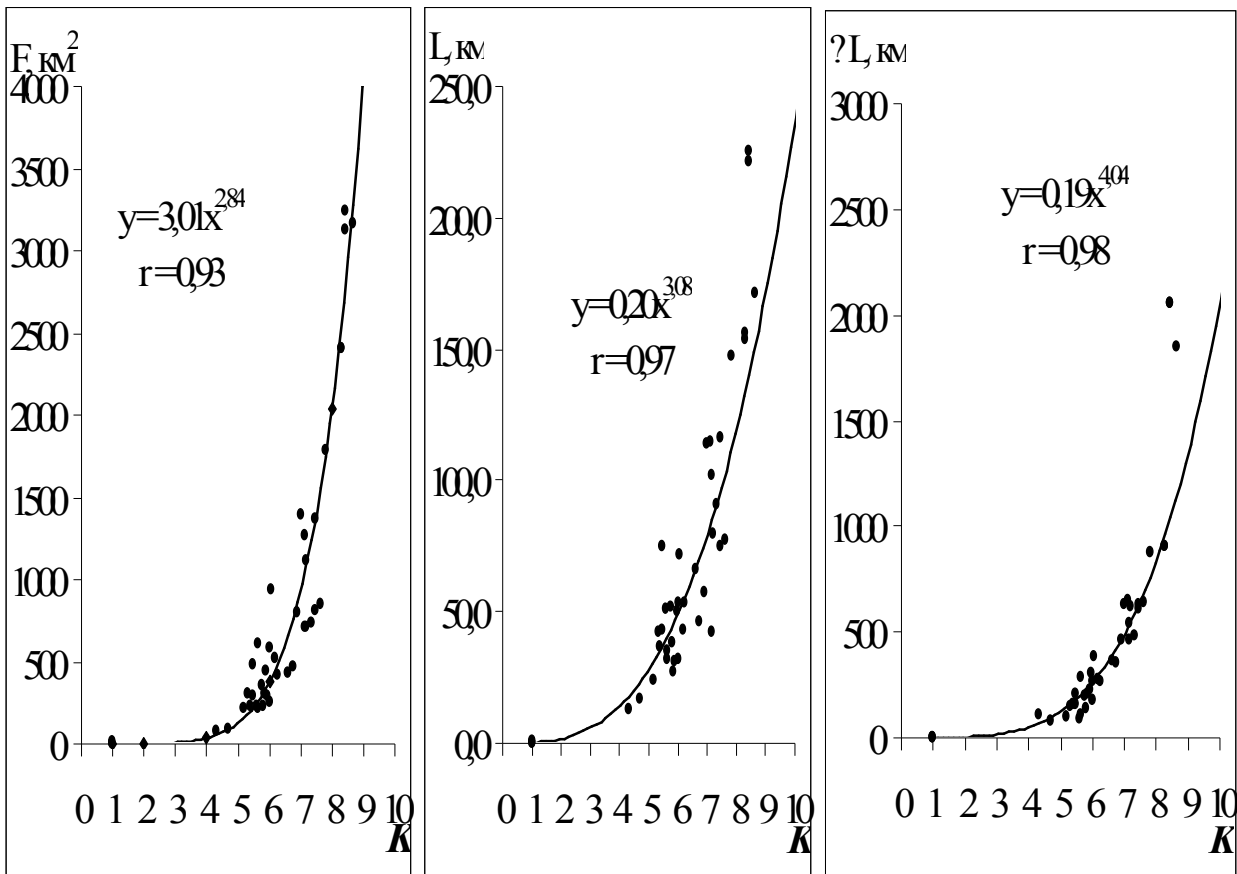


Рис. 1. Зв'язки морфометричних характеристик річкової мережі з коефіцієнтом структури

формування протяжності елементарних водотоків Π_i залежать від водності і геологічної структури басейну, в більшості випадків вони мають не значний ерозійний вріз а вплив підземних вод можна практично повністю виключити.

Отримані дані для досліджуваних річкових систем підтверджуються аналогічними залежностями, встановленими І.Н. Гарцманом [1,2], М.С. Карасем і Г.І. Худяковим [5] для річок Далекого сходу Російської Федерації, а також Б.В. Киндюком [7] для річок Українських Карпат, що свідчить про достовірність отриманих залежностей.

Всі розглянуті вище характеристики взаємно зв'язані між собою і складають єдиний комплекс, що визначає особливості тієї або іншої річки, будь-якої її структури. Користуючись цими характеристиками, можна встановлювати розмір кожного водотоку і навпаки, для кожної з річок може бути встановлений певний комплекс взаємозв'язаних характеристик, що визначають даний водотоків. Це дозволяє нам замінити морфометричні показники структурним коефіцієнтом у розрахункових формулах.

Наступним кроком роботи стало розгляд методів розрахунку характеристик весняного водопілля та встановлення взаємозв'язку між ними та структурою річкової системи. Для об'єктивної оцінки точності розрахованих максимальних витрат

води 1%-ої вірогідності перевищення були обчислені середньоквадратичні відхилення, які для досліджуваних річок в середньому складають $\pm 19,8 \%$.

З розглянутих схем вибрані найбільш поширені з погляду автора, редуційного та операторного типу формули визначення максимального стоку.

Визначення характеристик максимального стоку в рамках редуційних формул виконується за рівнянням:

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^n} \quad (2)$$

де q'_m – максимальний модуль схилового стоку; F – площа водозбору;

Співвідношення (2) збігається з формулою яку рекомендується нормативним документів СНіП 2.01.14-83 для розрахунку максимальних модулів стоку. Параметру q'_m дорівнює:

$$q'_m = 0.28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m = k_0 Y_m, \quad (3)$$

де Y_m – шар весняної повені; k_0 – коефіцієнт трансформації стоку схилу

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}. \quad (4)$$

де T_0 – тривалість припливу води зі схилів у руслову мережу

З урахуванням (2)

$$q_m = \frac{k_0 Y_m}{(F+1)^n} \quad (5)$$

У роботі Е.Д. Гопченко [4] показано, що формули вигляду (5) є наслідком усереднювання по території T_0 .

Звичайна практика визначення k_0 і n полягає в перетворенні (5) до вигляду:

$$\frac{q_m}{Y_m} = \frac{k_0}{(F+1)^n} \quad (6)$$

Потім в логарифмічних координатах будується залежність $\lg(q_m/Y_m) = f(\lg(F+1))$, яка показана на рис. 2.

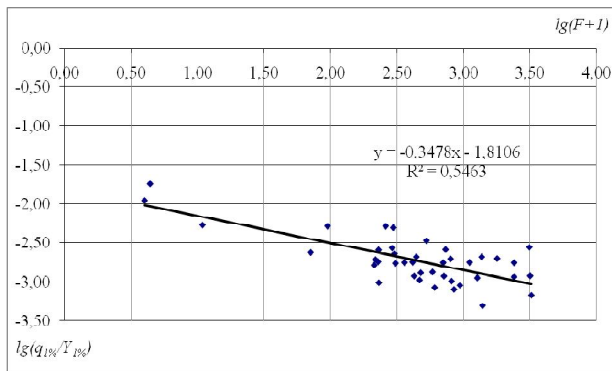


Рис. 2 Залежність співвідношення $q_{1\%}/Y_{1\%}$ від площі водозбору

Виходячи з рис. 2 степеневий показник $n=0.35$, а коефіцієнт трансформації $k_0=0.016$. Перевірочні розрахунки по (5) показали, що середнє відхилення розрахункових максимальних модулів $(q_{1\%})_p$ від початкових даних $(q_{1\%})_ф$ складає $\pm 36.9\%$.

Автором пропонується замінити площу водозбору, коефіцієнтом структури, виходячи з зв'язку між K та F (рис. 1) та достатню тісного взаємозв'язку між середньорічними витратами води та K [7]. Для цього нами було побудовано рівняння $q_m/Y_m = f(K)$ (рис. 3).

Виходячи з цього запропоновано нову формулу:

$$q_{1\%} = \frac{0.011 Y_{1\%}}{K} \quad (7)$$

Другим етапом роботи стала Перевірочні розрахунки по (7) показали, що середнє відхилення розрахункових максимальних модулів $(q_{1\%})_p$ від початкових даних – $(q_{1\%})_ф$ складає $\pm 33.6\%$.

Нормування характеристик максимального стоку за допомогою схеми операторної структури

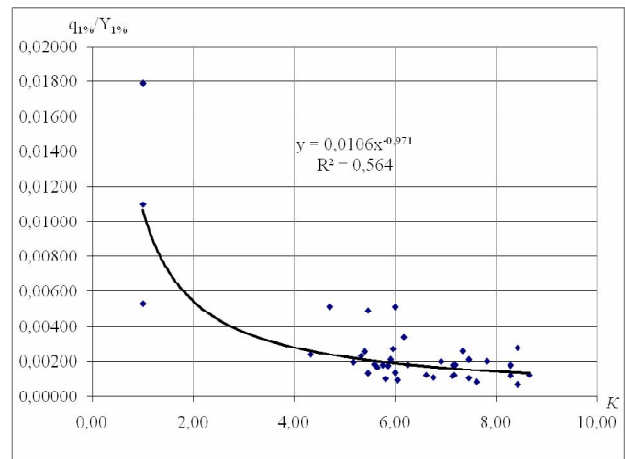


Рис. 3 Залежність співвідношення $q_{1\%}/Y_{1\%}$ від коефіцієнта структури K

яке запропоноване Є.Д. Гопченко, має вигляд [4]:

$$q_m = q'_m u(t_p/T_0) e_F r \quad (8)$$

де r – коефіцієнт зарегулювання максимального стоку озерами, водохранилищами, прудами; $u(t_p/T_0)$ – трансформаційна функція; e_F – коефіцієнт русло-заплавного регулювання.

Розраховані характеристики схилового стоку за методикою Є.Д. Гопченка [4], параметри часової нерівномірності схилового припливу та його тривалість T_0 . Просторове узагальнення T_0 здійснено у вигляді усереднювання по території Поділля зі значенням 131 годин, а $n=0,10$.

Взаємозв'язок редуційних коефіцієнтів $q_{1\%}/q'_{1\%}$, $u(t_p/T_0)$ і e_F із структурою річкової системи приводяться на сумісному графіку (рис. 4).

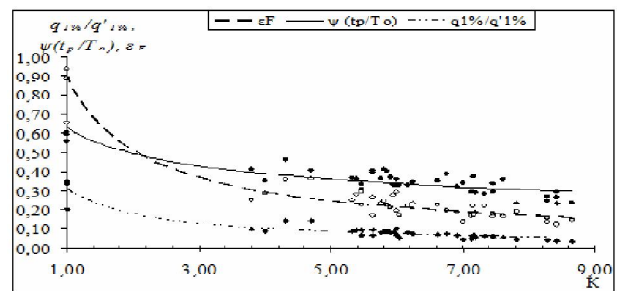


Рис. 4 Трансформаційна функція максимального стоку весняної повені річок Подільської височини

Як можливе побачити з (рис. 4) в умовах Подільської височини, обидва оператори трансформації – $u(t_p/T_0)$ і e_F взаємозв'язані із структурою річкових систем, найбільший вплив для річок вищих за 4-й порядок.

Висновки:

1. Вперше для річок Подільської височини отримані залежності коефіцієнта структури з морфометричними показниками;

2. Виконаний розрахунок максимального стоку весняної повені для річок Подільської височини на базі формул: редуційної і операторної структури, запропонованої Е.Д. Гопченко.

3. Вперше для річок Подільської височини встановлений зв'язок параметрів розрахункових схем максимального стоку з будовою річкових систем, запропоновані варіанти заміни площі водозбору річок в редуційних формулах на коефіцієнт структури.

4. Встановлені зв'язки між характеристиками формули максимального стоку запропонованих Е.Д. Гопченко та структурою річкових систем.

Таким чином, на прикладі розрахункових схем показаний стійкий взаємозв'язок між будовою річкових систем і параметрами гідрологічного режиму, весняної повені річок, на території Подільської височини.

Література

1. Гарцман И.Н. Руслонная сеть и характеристики поводочного стока рек юга Дальнего Востока / И.Н. Гарцман // Тр. ДВНИГМИ, 1970. – Вып. 31. – С.63-68.
2. Гарцман И.Н. Топология речных систем и гидрографические индикационные исследования / И.Н. Гарцман // Водные ресурсы, 1973. – №3. – С. 109-123.
3. Гопченко Е.Д. Гидрология суши с основами мелиорации / Е.Д. Гопченко, А.В. Гушля – Л.: Гидрометеиздат. 1989. – 303 с.
4. Гопченко Е.Д. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности / Е.Д. Гопченко, М.Е. Романчук – К.: Изд-во КНТ, 2005. – 148 с.
5. Карасев М.С. Речные системы на примере Дальнего Востока / М.С. Карасев Г.И. Худяков - М.: Изд-во Наука, 1984. – 142 с.

Бирюков О.В. Взаимосвязь между расчетными характеристиками максимального стока весеннего наводнения и строением речных систем на примере рек подольской возвышенности. Статья посвящена решению важной научной проблемы исследования строения, формирования и функционирования речной сети Подольской возвышенности. Впервые для рек Подольской возвышенности получены зависимости коэффициента структуры, с морфометрическими показателями. Выполнен расчет максимального стока весеннего наводнения для рек Подольской возвышенности на базе формул, редуционной и операторной структур, предложены варианты замены площади водосбора рек в редуционных формулах на коэффициент структуры

Ключевые слова: речные системы; гидрографические сети; максимальный сток.

Biryukov O.V. The relationship between the calculated maximal flow characteristics of the spring floods and by the structure of the river systems on the example of the rivers of podolskoy sublimity. The article is devoted the decision of important scientific problem of research of structure, forming and functioning of river network of Podol'skoy sublimity. For the first time for the rivers of Podol'skoy sublimity dependences of coefficient of structure are got, with morph metric parameters. The calculation of maximal flow of spring flood is executed for the rivers of Podol'skoy sublimity on the base of formulas, reduction and statement structures, the variants of replacement the area of columbine of the rivers are offered in reduction formulas on the coefficient of structure.

Key words: river systems; hydrographical networks; maximal flow.

6. Кіндюк Б.В. Дослідження гідрологічної вивченості та показників водності річок Подільської височини / Б.В. Кіндюк, В.А. Овчарук, О.В. Бірюков // Вісник Дніпропетровського нац. ун-т. (Серія геол. геогр.) – №9, – Вип. 7 – 2005. – С. 22-29.
7. Кіндюк Б.В. Гидрографическая сеть и ливне вой сток рек Украинских Карпат / Кіндюк Б.В. – Одесса, «ТЭС», – 2003. – 221с.
8. Материалы по типизации рек Украинской ССР. – Т.2 / Под ред. Н.И. Дрозда. – К.: Изд-во АН УССР, - 1953. – 348 с.

References

1. Gartsman I.N. (1970). Run-of-network and characteristics flood river flow south of the Far East. Proc. FERHRI, Vol. 31. 63-68.
2. Gartsman I.N. (1973). Topology of river systems and hydrographic indicator investigations. Water Resources, №3. 109-123.
3. Gopchenko E.D., Gushlya A. V. (1989). Hydrology with the basics of reclamation. Leningrad: Gidrometeoizdat.
4. Gopchenko E.D., Romanchuk M.E. (2005). Normalization of peak flow characteristics of spring floods on the rivers of the Black Sea Lowland. Kiev: Publishing House of the CST.
5. Karasev M.S., Khudyakov G.I. (1984) River systems on the example of the Far East. Moscow: Publishing House of Science.
6. Kindyuk B.V., Ovcharuk V.A., Biryukov O.V. (2005) Research hydrological parameters of scrutiny and water content of rivers Podolsk Upland. Bulletin of the Dnipropetrovs'k th. Univ. (Series Geol. Geography.) №9, Vol. 7, 22-29.
7. Kindyuk B.V. (2003). The hydrographic network of rivers and storm runoff Ukrainian Carpathians. Odessa: "TES".
8. Materials typing rivers of the Ukrainian SSR. Vol.2 (1953). Ed. N.I. Drozd. Kiev: Publishing House of the USSR Academy of Sciences.