

УДК 556.166:556.51(477)

РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ

Бурлуцька М.Е. – к.геогр.н., доцент,
Одеський державний екологічний університет
Мартинюк М.О. – магістр,
Одеський державний екологічний університет

У статті наведені матеріали щодо виконання просторового узагальнення характеристик стоку весняного водопілля рідкісної імовірності перевищення. Побудовані карти ізоліній характеристик стоку весняного водопілля, а саме максимальних шарів стоку і модулів стоку і визначена похибка карти. За допомогою побудованих карт ізоліній характеристик максимального стоку весняного водопілля можливо отримати значення максимальних характеристик стоку у будь-якій частині досліджуваного басейну для подальших гідрологічних розрахунків.

Ключові слова: Південний Буг, характеристики стоку, весняне водопілля, шар стоку, модуль стоку.

Бурлуцкая М.Э., Мартинюк М.О. Расчётные характеристики максимального стока весеннего половодья в бассейне р. Южный Буг

В статье изложены материалы касательно выполнения пространственного обобщения характеристик стока весеннего половодья редкостной вероятности превышения. Построены карты изолиний характеристик стока весеннего половодья, а именно максимальных слоев стока и модулей стока и определена погрешность карт. С помощью построенных карт изолиний характеристик максимального стока весеннего половодья возможно получить значения максимальных характеристик стока в любой части исследуемого бассейна для дальнейших гидрологических расчётов.

Ключевые слова: Южный Буг, характеристики стока, весеннее половодье, слой стока, модуль стока.

Burlutska M.E., Martyniuk M.O. Calculated characteristics of maximum flow of spring flood in the southern Bug basin

The article presents the materials of the spatial generalization of the characteristics of the spring water runoff of the rare probability of excess. There were constructed maps of isolines of the characteristics of the spring runoff, namely the maximum layers of runoff and runoff modules, and map errors were determined. The constructed maps of isolines make it possible to obtain the values of the maximum flow characteristics in any part of the studied basin for further hydrological calculations.

Key words: Southern Bug, characteristics of runoff, spring flood, runoff, runoff module.

Постановка проблеми. Недостатнє обґрунтування рекомендацій з розрахунку максимального стоку може не лише принести збитки народному господарству в результаті руйнування споруд, побудованих на річках, але і привести до катастрофічних наслідків у населених пунктах і спорудах, розташованих нижче за течією.

Надзвичайно важливо визначати характеристики максимального стоку весняного водопілля найбільш точно на недосліджених річках, що стає можливим після побудови карт ізоліній характеристик максимального стоку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Детальні дослідження у напрямку розрахунків максимальних характеристик стоку були виконані Є.Д. Гопченко і В.А. Овчарук [1, с. 2], а також саме нормування максимальних характеристик стоку весняного водопілля для річок басейну р. Дністер і р. Прип'ять [3, с. 4].

Постановка завдання. Метою дослідження є узагальнення характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг для подальших досліджень.

При розрахунках максимального стоку весняного водопілля важливо провести географічне узагальнення шарів стоку і модулів стоку, визначити ступінь впливу зовнішніх факторів на формування шарів стоку і модулів стоку рідкісної імовірності перевищення.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Статистична обробка характеристик максимального стоку

Для дослідження числових рядів характеристик максимального стоку весняного водопілля були обрані дані для басейну р. Південний Буг з початку спостережень по 2010 р. Розрахунки за шарами стоку і модулями стоку велись по 21 гідрологічному посту з періодом спостережень від 24 до 97 років. Закриваючий створ – смт. Олександрівка [5].

Схема розташування гідрологічних постів наводиться на рис. 1

Статистична обробка виконувалась за двома методами: моментів і найбільшої правдоподібності з використанням програми StokStat. Були визначені коефіцієнти варіації (C_v), асиметрії (C_s), та їх співвідношення (C_s / C_v) за обома методами.

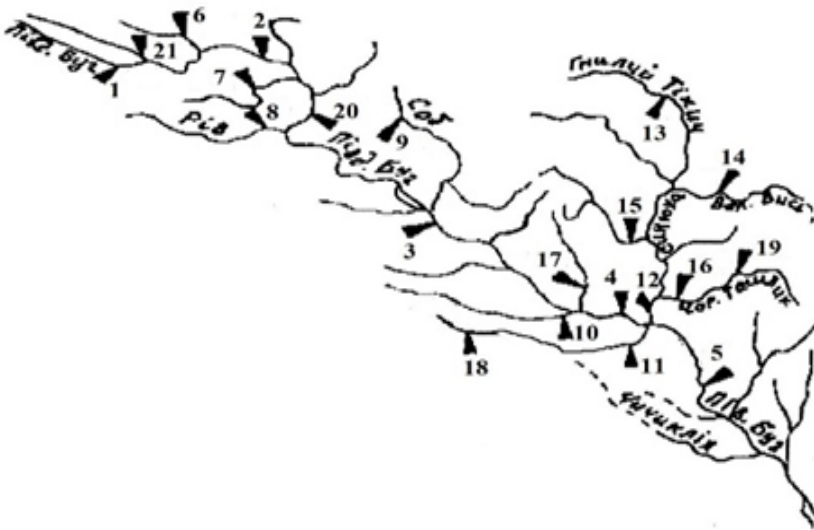


Рис. 1. Карта-схема розташування гідрологічних постів в басейні р. Південний Буг

Розраховані статистичні параметри характеристик максимального стоку за методом моментів та методом найбільшої правдоподібності відрізняються незначно. В середньому коефіцієнт варіації $C_v > 0,5$, тому за рекомендаціями СНіП 2.01.14.83 для подальших розрахунків були використані статистичні параметри, розраховані за методом найбільшої правдоподібності.

Розрахунок характеристик максимального стоку рідкісної імовірності перевищення

Розрахунок шарів стоку весняного водопілля різної забезпеченості ($P = 1, 3, 5, 10\%$) виконується за допомогою кривої трипараметричного гама-розподілу [6]. За допомогою СНіП 2.01.14.83 були визначені модульні коефіцієнти $k_{1\%}$, $k_{3\%}$, $k_{5\%}$, $k_{10\%}$ і розраховані шари стоку забезпеченістю 1%, 3%, 5%, 10%.

Також були розраховані перехідні коефіцієнти і витрати води одновідсоткової забезпеченості, максимальні модулі стоку та інші параметри.

За даними розрахунку побудована залежність $\lambda_p = q/q_{1\%}$ (рис. 2).

По залежності був визначений степеневий показник $n_1 = 0,29$.

Для переходу від опорної забезпеченості 1% до інших необхідно розрахувати перехідні коефіцієнти λ_p . З цієї метою будується залежність $q_p = f(q_{1\%})$ для $P = 3, 5, 10\%$, яка показана на рис. 3.

Згідно з формулою (1), λ_p є тангенс кутів нахилу лінії зв'язку до осі абсцис [7].

$$\lambda_p = q/q_{1\%}, \quad (1)$$

2. Географічне узагальнення максимальних шарів стоку

У гідрологічних розрахунках використовується велика кількість методик визначення характеристик стоку при відсутності даних спостережень. Для підвищення надійності оцінок статистичних параметрів за вибірковими даними рекомендується виконувати їх просторове узагальнення – це побудова карти ізоліній досліджуваної величини або їх побудови у вигляді карти районів. Будуються карти за даними вивчених річок з вимогами точності обчислювання. Враховуючи істотний вплив на стік малих річок місцевих та антропогенних факторів, при складанні карт використовуються тільки репрезентативні матеріали.

Таким чином, при відсутності даних спостережень СНіП 2.01.14-83 рекомендує для рівнинних територій використовувати карти ізоліній стоку, а для гірських – залежність вигляду:

$$\bar{Y}_m = f(H), \quad (2)$$

Якщо досліджуваний водозбір розміщується між двома ізолініями, то шар стоку визначається шляхом інтерполяції між значеннями двох ізоліній. Можливе використання регіональних методик, в яких шар стоку розраховується за рівнянням парної або множинної регресії, де в якості аргументів виступають показники стокоформуєчих факторів.

Для визначення впливу місцевих факторів та висоти водозборів (H , м) необхідно спочатку виключити вплив широтного положення водозборів. Для цього побудовано залежність $Y_{1\%} = f(\varphi = 49^\circ)$, показана на рис. 4.

З рис. 3 видно, що 1%-і шари стоку водопілля підкорюються досить чіткій широтній закономірності ($r = 0,71$).

$$Y_{1\%} = Y_{\varphi=49^\circ} + 30,2(\varphi - 49^\circ), \quad (3)$$

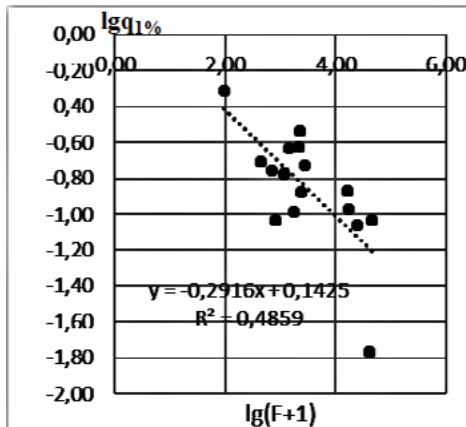


Рис. 2. Залежність $\lg q_{1\%} = f(\lg(F+1))$

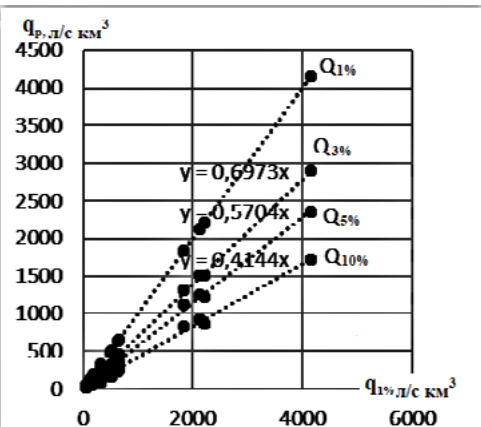


Рис. 3. Залежність $q_p = f(q_{1\%})$ для $P = 3, 5, 10\%$

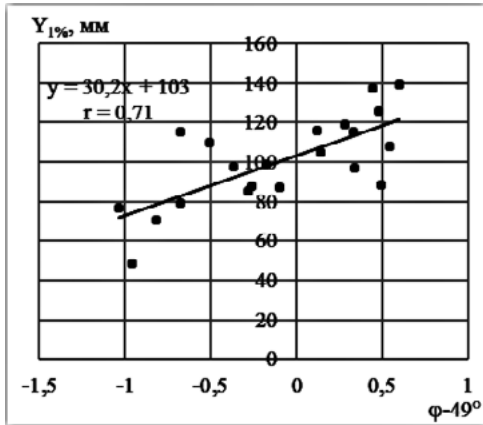


Рис. 4. Залежність шарів стоку рідкісної імовірності перевищення ($Y_{1\%}$) від середньої широти водозбору ($\varphi = 49^\circ$)

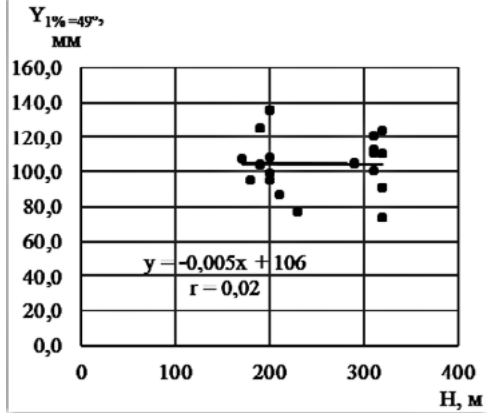


Рис. 5. Залежність шарів стоку рідкісної імовірності перевищення ($Y_{1\%}$) від середньої висоти водозборів ($H_{ср}$)

Отримана залежність дозволяє привести всі ці дані до однієї широти (49° пн. ш.), тобто

$$Y_{1\% \varphi=49} = Y_{1\%} + 30,2(\varphi^\circ - 49), \quad (4)$$

де $Y_{1\% \varphi=49}$ – приведені до широти 49° пн. ш. значення 1%-го шару стоку.

Далі значення $Y_{1\% \varphi=49}$ використовуються для побудови залежності 1%-х шарів стоку від середньої висоти водозборів $Y_{1\% \varphi=49} = f(H_{ср})$, наведеної на рис. 5.

Як вбачаємо з графіку, залежність 1%-х шарів стоку від середньої висоти водозборів незначна, про що свідчить низький коефіцієнт кореляції ($r = 0,02$).

Також значення $Y_{1\% \varphi=49}$ використовуються для побудови залежності 1%-х шарів стоку від залісненості $q_p = f(q_{1\%})$, наведеної на рис. 6.

Як видно з графіку, залежність 1%-х шарів стоку від залісненості водозборів також незначна, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,17$.

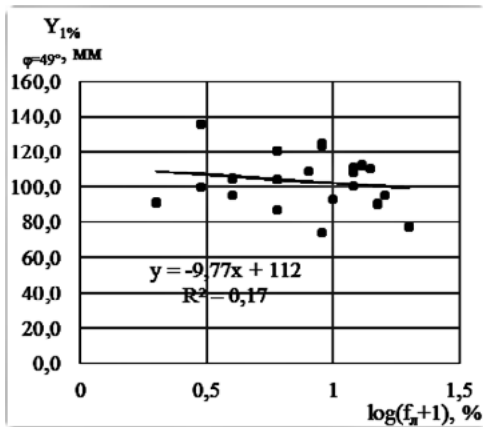


Рис. 6. Залежність шарів стоку рідкісної імовірності перевищення ($Y_{1\%}$) від залісненості $\log(f_a + 1)$

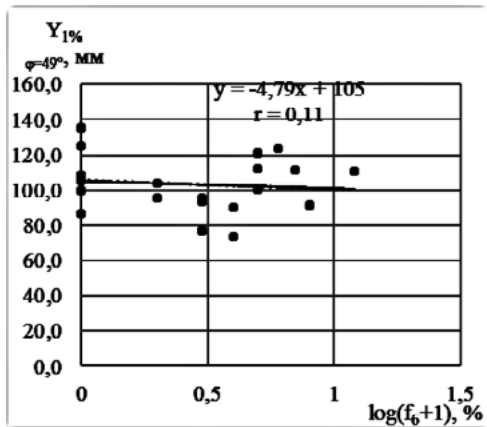


Рис. 7. Залежність шарів стоку рідкісної імовірності перевищення ($Y_{1\%}$) від заболоченості $\log(f_b + 1)$

Також була побудована залежність 1%-х шарів стоку від заболоченості водозборів $Y_{1\% \varphi=49^\circ} = f(\log(f_0 + 1))$, яка наведена на рис. 7.

Як видно з графіку, залежність 1%-х шарів стоку від заболоченості водозборів також незначна, про що свідчить коефіцієнт кореляції $r = 0,11$.

За допомогою графіків залежності визначено, що спостерігається залежність 1%-их шарів стоку від географічної широти центрів тяжіння водозборів. Коефіцієнт кореляції (r) статистично значущий і становить 0,72, що дозволяє будувати карти ізоліній стоку.

Враховуючи досить чітку залежність 1%-их шарів стоку ($Y_{1\%}$, мм) від географічної широти водозборів (φ пн. ш), побудована карта ізоліній 1%-их шарів стоку весняного водопілля (рис. 8). Ізолінії проведені через 20 мм. Шари стоку зменшуються з північного сходу на південний захід від 120 мм до 60 мм.

Точність розрахунку максимальних шарів стоку за картою ізоліній можна визначити за методикою, наданою у СНіП 2.01.14-83

$$\Delta = \frac{|Y_{1\%p} - Y_{1\%ф}|}{Y_{1\%ф}} \cdot 100\%, \quad (5)$$

Розраховані значення були порівняні з фактичними. Середня похибка карти 1%-х шарів стоку весняного водопілля дорівнює 5,67%, що дозволяє використовувати карту для визначення 1%-х шарів стоку при відсутності спостережень.

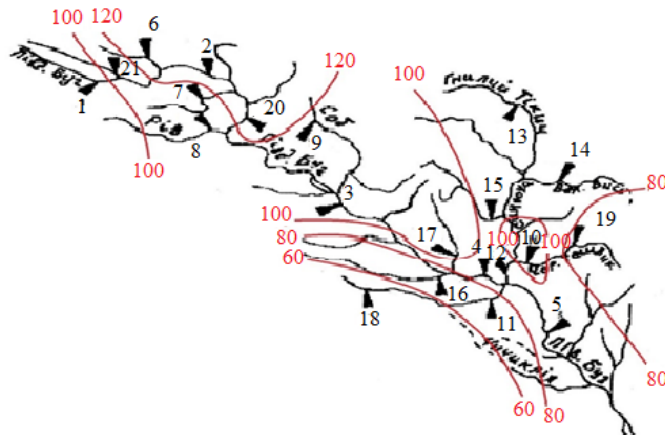


Рис. 8. Карта ізоліній шарів стоку в басейні р. Південний Буг

2. Географічне узагальнення максимальних модулів стоку

Просторовий розподіл модулів схилового припливу весняного водопілля ($q_{1\%}$) в басейні р. Південний Буг від широти (φ півн. ш.) наводиться на рис. 9.

Як видно з графіка, залежність модулів схилового припливу від географічної широти центру тяжіння водозборів відсутня, тому неможливо провести картування. Тому було прийняте рішення визначати модулі стоку за допомогою двох параметрів – розрахункових шарів стоку і коефіцієнтів K_0 [8].

Одновідсоткові шари стоку можуть бути визначені за допомогою карти, а коефіцієнти K_0 визначаються за формулою (6).

$$K_0 = \frac{q_{\varphi 1\%}}{Y_{1\%}} (F + 1)^{0,29}, \quad (6)$$

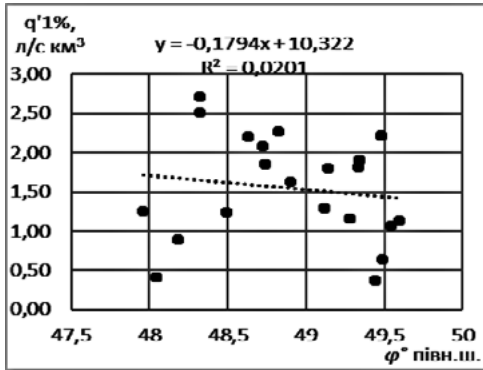


Рис. 9. Залежність модулів схилового припливу весняного водопілля ($q_{1\%}$) в басейні р. Південний Буг від широти (ϕ півн. ш.)

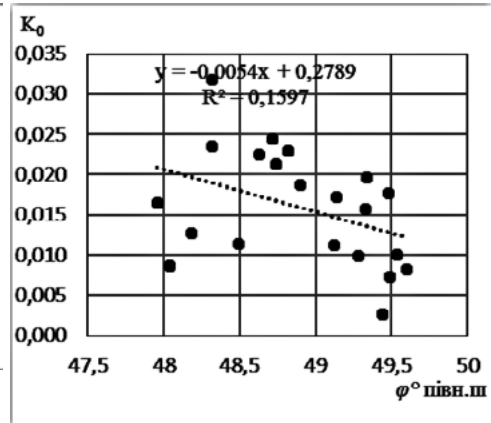


Рис. 10. Залежність коефіцієнту K_0 від географічної широти водозборів

де $q_{\phi 1\%}$ – фактичні значення одновідсоткового модуля; $Y_{1\%}$ шари стоку, зняті з карти.

Розрахунок модулів стоку за двома параметрами наведений у формулі (7).

$$q_{1\%} = \frac{1,27Y_{1\%}}{(F+1)^{0,29}}, \quad (7)$$

де 1,27 – антилогарифм степеня 0,29; $Y_{1\%}$ шари стоку, зняті з карти.

Для можливості подальшого використання коефіцієнту K_0 потрібно визначити його залежність від географічної широти водозборів. Графік залежності зображений на рис. 10.

Як видно з рис. 10, спостерігається залежність коефіцієнту K_0 від географічної широти центрів тяжіння водозборів.

Для визначення модулів стоку 1%-ї забезпеченості за допомогою двох параметрів – 1%-х шарів стоку і коефіцієнту для недосліджених річок потрібно побудувати карту ізоліній коефіцієнту K_0 . Побудована карта зображена на рис. 11.

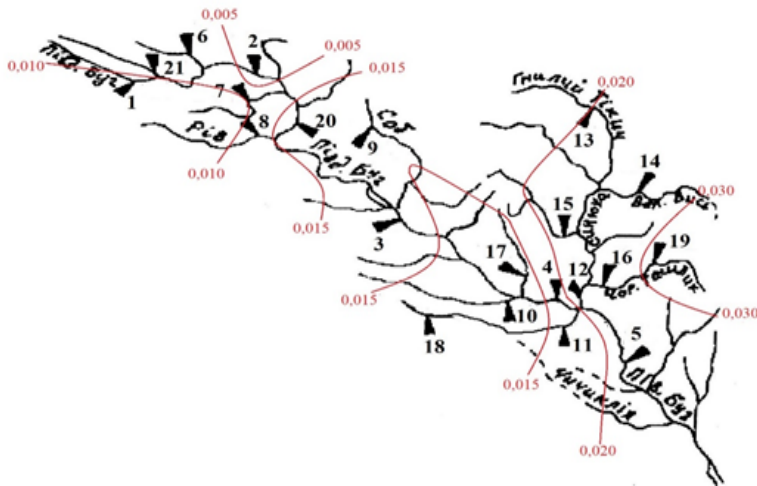


Рис. 11. Карта ізоліній коефіцієнту K_0

Висновки і пропозиції. В результаті дослідження отримали карти ізольній характеристик максимального стоку, а саме максимальних шарів стоку і максимальних модулів стоку.

Результати дослідження досить важливі для практичних цілей і подальших досліджень. Користуючись результатами роботи можливо визначати 1%-і шари стоку весняного водопілля, а також 1%-і модулі стоку весняного водопілля у будь-якій точці досліджуваного басейну.

Результати роботи можливо використовувати для подальших досліджень максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Лобода Н.С. Гідрологічні розрахунки : підручник. Одеса : ТЕС, 2014. 483 с.
2. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Романчук М.Є. Удосконалення розрахунково-нормативної бази для визначення характеристик максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2017. Вип. 21. 55 с.
3. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Траскова А.В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Дністер : монографія. Одеса : ТЕС, 2017. 251 с.
4. Гопченко Є.Д., Погорелова М.П. Нормування розрахункових характеристик весняного водопілля в басейні р. Прип'ять на базі формули об'ємного типу : монографія. Одеса : ТЕС, 2018. 134 с.
5. Ресурси поверхневих вод СРСР. Т.6. Україна и Молдавия. Вып. 1. Западная Украина и Молдавия / под ред. Каганера М.С. Ленинград : Гидрометиз, 1967. 883 с.
6. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации Ленинград : Гидрометеиз, 1989. 295 с.
7. Лобода Н.С. Збірник методичних вказівок до практичних занять з дисципліни «Гідрологічні розрахунки». Одеса : ТЕС, 2005. 56 с.
8. Рождественський А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии Ленинград : Гидрометеиз, 1974. 424 с.