

ПРОСТОРОВЕ УЗАГАЛЬНЕННЯ НОРМ РІЧНОГО СТОКУ ВОДИ

Горбачова Л.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м.Київ

Ключові слова норма стоку води, цифрова карта, просторове узагальнення

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій.

Узагальненням норм річного стоку води в різні роки займалось багато видатних гідрологів (Д.І.Кочерін, А.В.Огієвський, Д.Л.Соколовський, В.І.Мокляк, К.П.Воскресенський та ін.) [1-4]. В їхніх роботах було викладено методики щодо картування норм річного стоку та побудовано карти їхнього розподілу. Однак, незважаючи на велику кількість досліджень в цьому напрямку на сьогодні не існує єдиних науково обґрунтованих підходів щодо просторового узагальнення норм річного стоку. А з появою географічних інформаційних систем (ГІС), які дозволяють виконувати різні види інтерполяції виникають питання застосування цих технологій до просторового узагальнення розрахункових гідрологічних характеристик та розробки методичних підходів щодо такого застосування. Тому основним завданням даної статті є обґрунтування методичних підходів узагальнення та просторової інтерполяції норм річного стоку на основі ГІС-технологій.

Виклад основного матеріалу досліджень. Просторове узагальнення норм річного стоку можна виконати застосовуючи різні підходи. Найбільше застосування набув метод картування [4]. Зрозуміло, що побудована карта норм річного стоку повинна відповісти вимогам надійності й точності визначення по ній норм стоку, в першу чергу, для невивчених у гідрологічному відношенні річок. У випадку коли карта норм стоку буде створена із застосуванням ГІС, наприклад, MapInfo Version 7.0. доцільно розглянути два аспекти, які й визначають точність такої побудови. По-перше, необхідно визначити метод комп’ютерної інтерполяції, від якого буде залежати ступінь перетворення вихідної інформації та подальше її просторове представлення. По-друге, застосувати обґрунтовані у гідрологічному відношенні методичні підходи щодо картування норм річного стоку.

Методи комп’ютерної інтерполяції, які можна застосувати для побудови цифрової карти норм річного стоку детально розглянуті у роботі [5]. В ній доведено, що найбільш доцільно будувати інтерпольовану поверхню норм річного стоку тріангуляційним методом, який дозволяє позбутися суб’єктивних чинників, автоматично отримувати значення норми річного стоку у будь-який точці карти. Також перевагою тріангуляційної моделі є те, що точність побудови інтерполяційної поверхні знаходиться в межах точності вихідних даних.

Застосовані у даній роботі методичні підходи щодо картування норм річного стоку використовують і розвивають концептуальні підвалини просторового узагальнення характеристик стоку, що викладені у роботах В.І.Мокляка, Л.Г.Онуфрієнко, Н.Ф.Бефані, Є.Д.Гопченка, В.А.Овчарук [4, 6, 7].

Зрозуміло, що на формування величини річкового стоку впливають зональні й азональні чинники. Зональні відображають зміну кліматичних факторів (опадів, температури, випаровування та ін.) у широтному відношенні, що і є підставою для картування стокових характеристик. Наявність азональних чинників (висотне положення, залісність, заболоченість та ін.) порушують широтний розподіл величин стоку. Тому, при картуванні норм річного стоку доцільно виключити вплив таких факторів шляхом знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозбору, залісності, заболоченості на формування величини стоку, що й було запропоновано у роботі [7].

Для знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозборів, залісності й заболоченості у роботі Гопченка Е.Д., Овчарук В.А. [7] спочатку запропоновано привести величини норм річного стоку на водозборі до однієї умовної широти. Умовну широту рекомендовано визначати таким чином, щоб вона приблизно відповідала центру тяжіння досліджуваного водозбору річки.

При картуванні характеристик стоку як визначальний чинник у формуванні їхніх величин розглядається географічна зональність. Однак, деякі водозбори річок простягаються з заходу на схід, тобто їхній стік залежить від впливу географічної довготи. Саме тому, у цій роботі запропоновано також привести норми річного стоку до однієї умовної довготи.

Після таких перетворень можна безпосередньо приступити до знаходження коефіцієнтів впливу висотного положення водозбору, залісності, заболоченості. Режим річок, особливо гірських, залежить від висотного положення водозбору. Вплив залісності й заболоченості на річковий стік має неоднозначний характер й залежить від конкретних умов у басейні річки. Тому, при узагальненні величин норм річного стоку по території України необхідно привести їх до однорідних умов формування.

Вплив висотного положення водозбору на величини норм річного стоку, що приведені до умовної широти та довготи можна визначити на підставі залежності $q_{\varphi,\lambda} = f(\bar{H})$ шляхом отримання коефіцієнту впливу висотного положення

$$K_H = 1 \pm \beta_H \bar{H}, \quad (1)$$

де K_H – коефіцієнт впливу висотного положення на величину норми річного стоку; β_H - коефіцієнт регресії, що визначається за лінійною кореляцією $q_{\varphi,\lambda} = f(\bar{H})$; $q_{\varphi,\lambda}$ - норма річного стоку, що віднесена до однієї умовної широти, довготи, л/с km^2 ; \bar{H} - середня висота водозбору, м.

Отримавши K_h можна привести величини норм річного стоку до висоти рівня моря

$$q_{\varphi,\lambda} = q_{\varphi,\lambda,H} K_h, \quad (2)$$

звідки

$$q_{\varphi,\lambda,H} = q_{\varphi,\lambda} / K_h, \quad (3)$$

де $q_{\varphi,\lambda,H}$ - норма річного стоку, що віднесена до однієї умовної широти, довготи та висоти на рівні моря, л/с км².

Аналогічно можна визначити вплив на норму річного стоку залісеності та заболоченості, тобто [7]

$$K_\lambda = 1 \pm \beta_\lambda \lg(f_\lambda + 1), \quad (4)$$

$$K_\delta = 1 \pm \beta_\delta \lg(f_\delta + 1), \quad (5)$$

де f_λ, f_δ – відповідно відносна залісеність, заболоченість басейну річки, %.

Формули (4) і (5) дозволяють привести величини норм річного стоку до $f_\lambda=0, f_\delta=0$

$$q_{\varphi,\lambda,H,f_\lambda} = q_{\varphi,\lambda,H} / K_\lambda, \quad (6)$$

$$q_{\varphi,\lambda,H,f_\lambda,f_\delta} = q_{\varphi,\lambda,H,f_\lambda} / K_\delta \quad (7)$$

Таким чином, просторове узагальнення норм річного стоку по території України здійснюється на підставі

$$q_{np} = q / (K_h K_\lambda K_\delta), \quad (8)$$

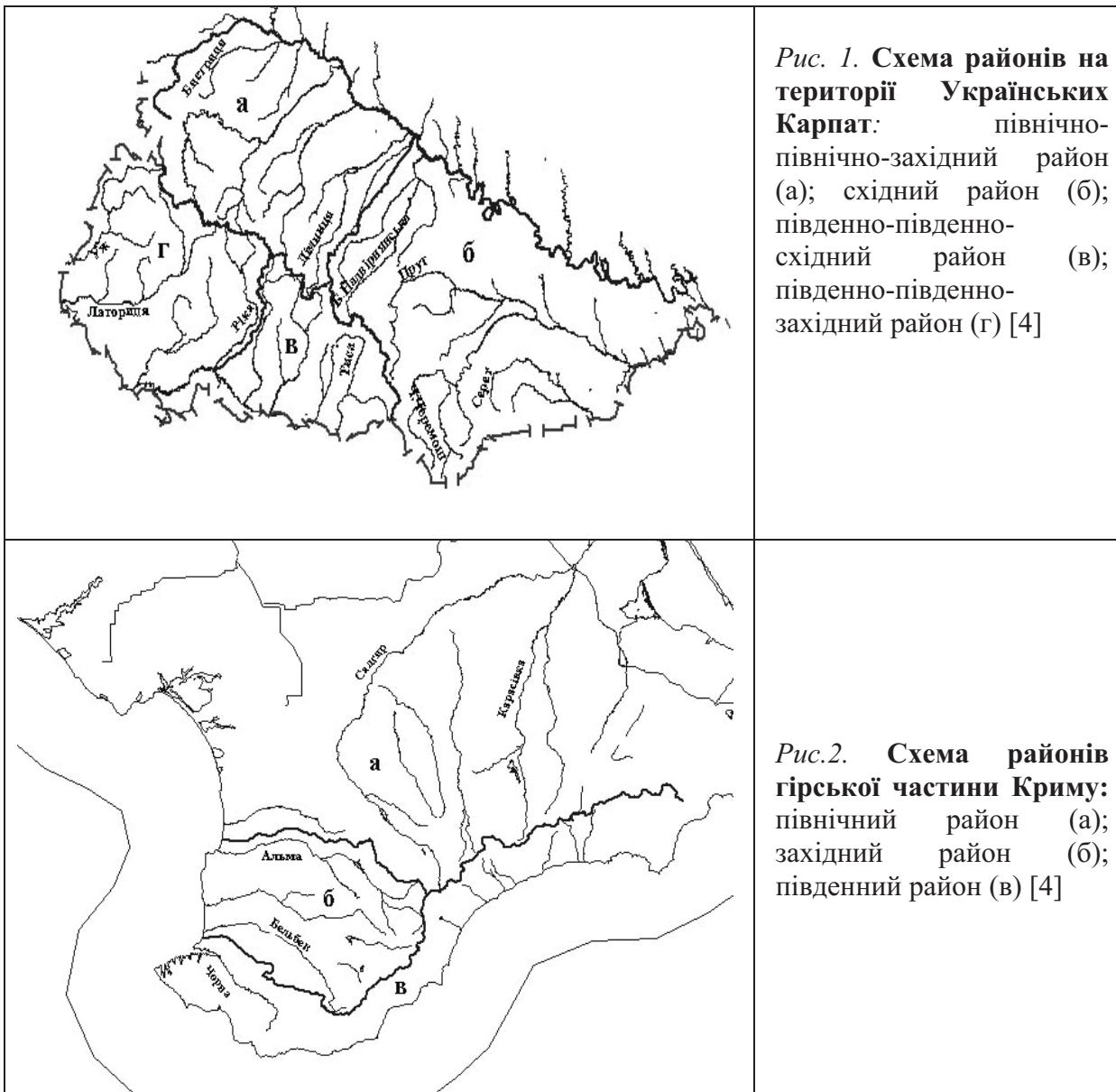
де q_{np} – приведена норма стоку до висоти на рівні моря, $f_\lambda=0, f_\delta=0$.

Виключення впливу азональних факторів на формування величин норм річного стоку зроблено за басейновим принципом. Для гірських річок Криму та Карпат застосовано поділ їх території на райони, що є однорідними за експозицією схилів по відношенню до вологоносних вітрів переважаючих напрямків, запропонований Л.Г.Онуфрієнко у роботі [4]. Для території Карпат було виділено 4 райони (рис.1): південнопівденно-західний, південнопівденно-східний, північно-північно-західний, східний. Територія гірської частини Криму поділена на три райони: північний, західний та південний (рис.2).

Побудовано залежності норм річного стоку від широти та довготи центрів тяжіння водозборів, їхньої середньої висоти, залісеності, заболоченості для басейнів річок Дніпра (рис.3), Південного Бугу, Західного Бугу, Сіверського Донця, Дністра, а також річок Приазов'я, Криму та Карпат.

Отримано для кожного водозбору рівняння на основі таких залежностей, які дозволили привести норми стоку до умовної широти та довготи, а також одержати формули для розрахунків коефіцієнтів впливу висотного положення водозборів, залісеності й заболоченості. Крім того, для кожного басейну річки побудовані графіки зв'язку модуля стоку води з площею водозбору. Аналіз графіків дозволив визначити граничні площі, до яких спостерігається зменшення стоку води, що надало змогу не використовувати для узагальнення норм річного стоку ці дані. Це

дозволило здійснити просторове узагальнення норм річного стоку за формулою (8).



Використовуючи TIN-інтерполяцію у ГІС MapInfo Version 7.0. побудована цифрова карта норм річного стоку для річок України (рис.4), що відбиває норми стоку, які позбавлені впливу висотного положення водозборів, лісистості та заболоченості. При користуванні такою картою вводяться поправки на вплив цих чинників. Аналіз отриманої карти свідчить, що величини норм річного стоку збільшуються з півдня на північ та зі сходу на захід, що повністю відповідає розподілу кліматичних чинників. Крім того, така карта суттєво деталізує особливості розподілу модуля стоку по території України.

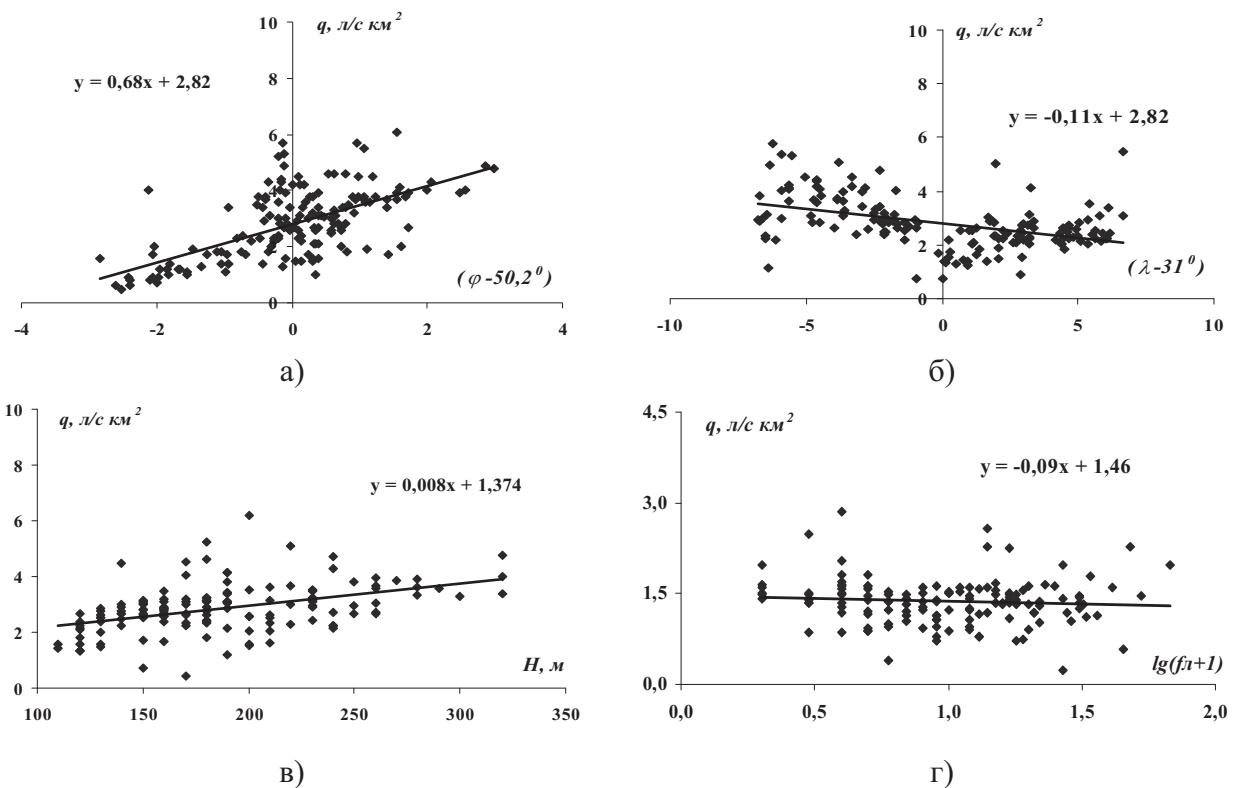


Рис. 3. Залежність норм річного стоку від широти (а), довготи (б) центрів тяжіння водозборів, їхньої середньої висоти (в) та залісеності у басейні Дніпра

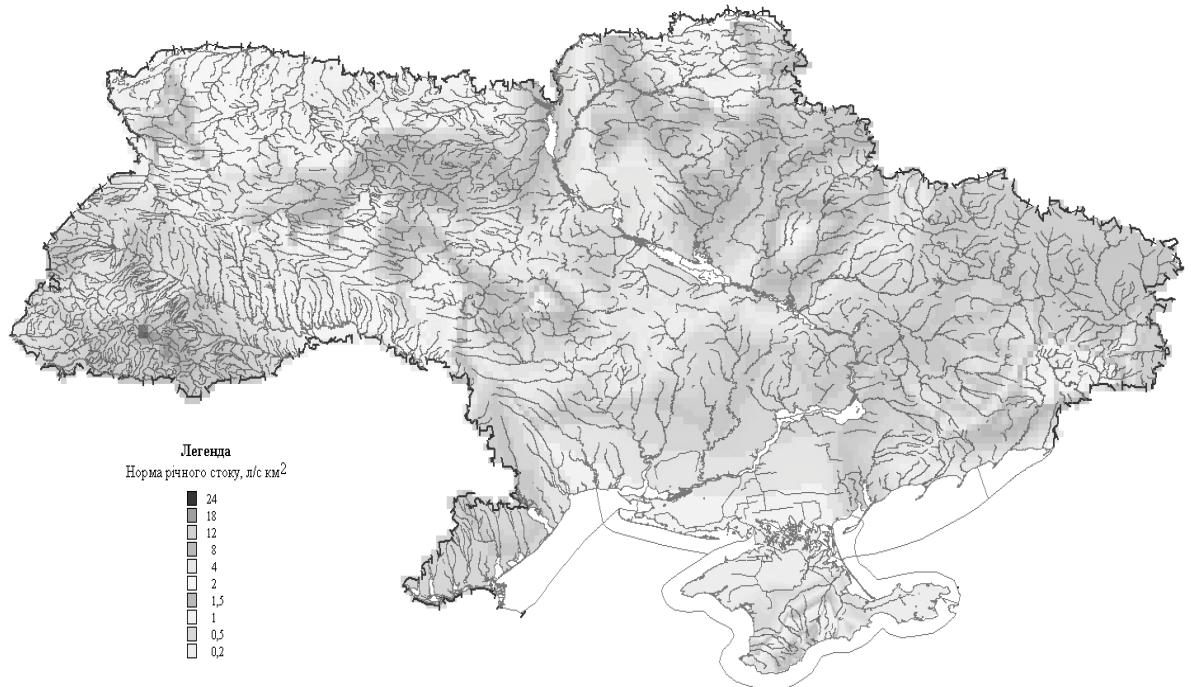


Рис. 4. Цифрова карта норм річного стоку річок України

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Обґрунтовано та відпрацьовано методичні засади просторового узагальнення норм річного стоку.
2. Отримано цифрову карту норм річного стоку для річок України, яка відображає норми стоку, що позбавлені впливу висотного положення

водозборів, лісистості та заболоченості та дозволяє автоматично отримувати значення норми річного стоку у будь-який точці карти.

3. Реалізація наведених методичних зasad щодо інших розрахункових гідрологічних показників надасть можливість запровадити єдині науково обґрунтовані підходи просторового узагальнення цих показників.

Список літератури

1. Кочерин Д.И. Вопросы инженерной гидрологии / Д.И. Кочерин. – Л .: Энергоиздат, 1932. 2. Огневский А.В. Гидрология суши / А.В. Огневский. – М. : Сельхозгиз, 1951. – 515 с. 3. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза / К.П. Воскресенский. – Л : Гидрометеоиздат, 1962. – 545 с. 4. Онуфrienko Л.Г. Норма и изменчивость годового стока рек Украины и Молдавии / Л.Г. Онуфrienko // Тр. УкрНИГМИ. – 1966. – Вып.64. – С.3-93. 5. Горбачова Л.О. Методи інтерполяції норм річного стоку та їх просторове представлення / Л.О. Горбачова // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – № 50, Ч.2. – С.72-77. 6. Бефани Н.Ф. Особенности генетической территорииально общей методики предвычисления дождевых паводков / Н.Ф. Бефани // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – 1990. – Т.7. – С.190-199. 7. Гопченко Е.Д. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины / Е.Д. Гопченко, В.А. Овчарук. – Одеса : ТЭС, 2002. – 110 с.

Просторове узагальнення норм річного стоку води

Горбачова Л.О.

Розроблені методичні основи просторового узагальнення норм річного стоку води для річок України. Створена цифрова карта норм річного стоку.

Пространственное обобщение норм годового стока воды

Горбачева Л.О.

Разработаны методические основы пространственного обобщения норм годового стока воды для рек Украины. Создана цифровая карта норм годового стока.

The space generalization of the normal annual runoff

Gorbachova L.O.

The methodical means of the space generalization of the normal annual runoff for rivers of Ukraine are designed. The digital map of the normal annual runoff is created.

УДК 556.16.047

ДИНАМІКА ПЕРІОДИЧНИХ СКЛАДОВИХ БАГАТОРІЧНИХ КОЛІВАНЬ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ВИЯВЛЕНИХ НА ОСНОВІ МЕТОДУ "ГУСЕНИЦЯ"-SSA

Мельник С.В.

Одеський національний політехнічний університет,

Лобода Н.С.

Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: річковий стік, сонячна активність, гармонійна складова, фази опадів, гідрометеорологічні процеси

Постановка проблеми. Фундаментальне вивчення властивостей та закономірностей часового ходу гідрометеорологічних процесів повинне опиратися на їхні об'єктивні характеристики. Одна з основних властивостей