

ГІДРОЛОГІЯ, ВОДНІ РЕСУРСИ

УДК 556.16

Н.С.ЛОБОДА, Є.Д.ГОПЧЕНКО
Одеський державний екологічний університет

НОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИРОДНОГО РІЧНОГО СТОКУ УКРАЇНИ

Виконано географо-гідрологічні узагальнення основних характеристик річного стоку річок України, які базуються на сучасних методах багатовимірною статистичного аналізу даних багаторічних спостережень за стоком води та балансових методах розрахунків стоку з використанням метеорологічної інформації. Для визначення норм природного річного стоку запропоновано використовувати карту норм стоку, розрахованих за рівнянням водно-теплового балансу. Статистичні параметри, які визначаються з малим ступенем вірогідності, районовані.

Метод географічно-гідрологічних узагальнень використовують при недостатній гідрологічній вивченості розрахункового водозбору та відсутності даних спостережень. Пов'язані з кліматом зональні фактори стоку води обумовлюють безперервну зміну характеристик стоку, просторовий розподіл яких надається у вигляді карт ізоліній. Інтразональні та азонанльні фактори обумовлюють дискретність просторового розподілу характеристик стоку, яка при просторовому узагальненні знаходить своє відображення в районуванні території. Сучасні узагальнення норм річного стоку здебільшого відображають просторовий розподіл побутового (перетвореного господарською діяльністю) стоку. Щоб уникнути впливу антропогенних факторів на величину стоку та мати можливість визначити норму річного стоку при змінах клімату, нами вперше для всієї території України визначено і узагальнено норми річного стоку у вигляді карт ізоліній, які розраховані за методом водно-теплового балансу (так звані норми кліматичного річного стоку) [6,7]. Установлено, що просторовий розподіл норм кліматичного стоку підкоряється географічній зональності та висотній поясності, та, що визначені за розробленою картою величини норм стоку можуть бути ототоженні з природним зональним річним стоком. Середне

відносно відхилення норм річного кліматичного та природного стоку становить $\pm 10\%$.

На основі даних про кліматичний стік визначено характер та кількісні показники впливу факторів підстильної поверхні на формування стоку річок з площею меншою за другу критичну, тобто з площею, при якій ґрунтове живлення нестале і вплив азональних та інтразональних факторів добре виражений. Виділено області від'ємних, нульових та додатних виправлень до норм кліматичного стоку [6]. Обґрунтування можливості застосування водно-теплого балансу до розрахунків норм природного (непорушеного господарською діяльністю) річного стоку відкриває перспективи передбачення стану природних водних ресурсів України в умовах зміни клімату, оскільки кліматичний стік визначається, насамперед, кліматичними факторами – зволоженістю та теплоенергетичними ресурсами клімату. Практичне значення розробленої карти ізоліній норм природного річного стоку полягає в можливості оцінювання характеристик природного річного стоку будь-якої річки України незалежно від наявності чи відсутності даних спостережень за стоком. Уявлення про кліматичний стік як зональний, що відбиває вплив тільки кліматичних факторів, дозволив більш об'єктивно підійти до оцінки ролі клімату і факторів підстильної поверхні у формуванні річного стоку.

Дослідження закономірностей просторових коливань річного стоку виконано на основі узагальнення результатів багатовимірного статистичного аналізу полів річного стоку. Слід зазначити, що аналіз коливань річного стоку традиційно виконувався за даними по великих річках, стік яких формується в декількох географічних зонах. Це відображено в роботах Н.П. Смірнова та В.Л. Складенка (1986), П.С. Кузіна і В.І.Бабкіна (1979), С.М.Синайської та Ю.В.Швейкіна (1971). Такий прийом дослідження приводив до досить схематичного районування за синфазністю коливань стоку. Враховуючи неоднакову гідрологічну вивченість річок України, дослідження характеру коливань річного стоку виконувались нами як на матеріалах опорних водозборів, рівномірно розподілених по території України, так і на матеріалах окремих регіонів. З метою перевірки сталості рішення проводилися чисельні експерименти, в яких змінювався склад вибірок та їх тривалість [3].

Районування за Q – модифікацією факторного аналізу, яка є варіантом кластерного аналізу, здійснено на основі графічних побудовань, в яких використовуються результати представлення матриці кореляційних коефіцієнтів у вагових навантаженнях кожного ряду на виявлений гіпотетичний фактор. Райони з синфазними та синхронними коливаннями стоку виділяються як угруповання точок на відповідних графіках. Для обґрунтування меж виділених районів та підрайонів було застосовано метод головних компонент. При цьому знак другої базисної функції u_2 служив правилом класифікації [2]. Як межа між угрупованнями було використане положення нульової ізолінії $U_2 = 0$. Вірогідність отриманого районування підтверджують осереднені у межах виділених угруповань коефіцієнти кореляції між рядами стоку. Коливання стоку слід вважати синхронними, коли середній коефіцієнт кореляції r по району більше 0,7, і синфазними, коли $r > 0,4$.

Згідно з отриманим районуванням, територія України розділена на три райони з синфазними коливаннями стоку. Район I (Західний) складається з водозборів річок Карпат і басейнів Західного Бугу, Прип'яті та верхів'їв Південного Бугу. До району II (Східного) ввійшли річки басейнів Дніпра, Сіверського Дінця, Приазов'я та степової зони південно-західної України і Молдови (межиріччя Дунай – Дністер, Дністер – Південний Буг, південь Молдови, середня та нижня течії р.Південний Буг). Гірський Крим виділено в окремий район III через особливості умов формування клімату та стоку. У рамках районів із синфазними коливаннями стоку виділено підрайони з синхронними коливаннями річного стоку, де осереднений коефіцієнт кореляції набуває значень більших за 0.7. Як відомо за нормативним документом Сніп-2.01.14-83, лінійний зв'язок між стоком двох річок, який оцінюється коефіцієнтом кореляції $r \geq 0,7$, є обов'язковою умовою при виборі річок-аналогів. Установлено, що водогосподарська діяльність, викликана великомасштабними перетвореннями стоку, які охоплюють значні простори, здатна суттєво впливати на характер коливань стоку. Так, річки Донецького басейну, які ввійшли до системи перекидання стоку по каналу Сіверський Донець – Донбас, утворюють один район із синхронними коливаннями стоку. Але ця синхронність обумовлена штучними, а не природними факторами.

У роботі розглянуто проблему обґрунтування географо-гідрологічних узагальнень характеристик стоку. Задачі просторового

географо-гідрологічного узагальнення такі: виявлення доцільності, ступеня, способу та встановлення меж узагальнення. Для вирішення поставлених задач нами застосований метод сумісного аналізу ансамблів гідрологічних об'єктів (С.М.Крицький, М.Ф.Менкель, 1981). Суть методу зводиться до визначення складових загальної просторової дисперсії σ_{II}^2 будь-якого статистичного параметру A – географічної σ_G^2 і випадкової σ_C^2 . Коли виконується умова

$$\sigma_C^2 > \sigma_G^2, \quad (1)$$

то можна вважати, що просторовий розподіл розглядуваного параметру визначається більшою мірою випадковими властивостями поєднаних вибірок і меншою – зміною фізико-географічних умов у просторі. Внаслідок цього, вибіркові оцінки параметрів можуть бути осередненими в межах досліджуваної території. Якість об'єднання тим вища, чим менший внесок географічної складової у загальну просторову дисперсію параметра. Географічна складова є, власне кажучи, оцінкою статистичної неоднорідності вихідних матеріалів. Критерієм якості об'єднання є внесок випадкової складової в загальну просторову дисперсію параметру, який повинен перевищувати 70 відсотків.

На першому етапі узагальнення статистичних параметрів річного стоку річок України була прийнята гіпотеза щодо спільності не тільки кривої розподілу, але й окремих параметрів розподілу. За основу було прийняте фізико-географічне районування території України. Установлено, що районування середніх багаторічних значень річного стоку недоцільне, що підтверджується високим внеском географічної складової у просторову дисперсію цього параметру. Районування коефіцієнтів варіації здебільшого можливе тільки у випадках, коли розглядаються водозбори з площами, більшими другої критичної. Загальна кількість районів становить 14.

Для статистичних параметрів, що визначаються за даними спостережень і великою похибкою, осереднена по регіонах оцінка параметрів найчастіше є більш достовірною, ніж вибіркова. До таких параметрів відносяться коефіцієнти автокореляції річного стоку $r(1)$, асиметрії C_s та відношення C_s/C_v . Ця обставина врахована у СНіП 2.01.14-83, де, за даними А.В.Рождественського (1974), наведено райони з осередненими значеннями $r(1)$ та C_s/C_v для всієї території колишнього СРСР, але досить схематично.

Установлено, що коефіцієнт автокореляції річного стоку визначається в основному природним регулюванням стоку і зменшується по мірі

переходу від регіонів із високим внеском підземного живлення у формуванні річного стоку до незначного [1]. У зв'язку з цим, в основу районування параметра $r(1)$ було покладено гідрогеологічне районування території України. Виділено 6 районів. Найбільші значення коефіцієнтів автокореляції характерні для закарстованих територій Волино-Подільського артезіанського басейну та Молдови – $r(1)_{СЕР} \cong 0,5$, найменші – $r(1)_{СЕР} \cong 0,0$ – для Причорноморського артезіанського басейну.

При обґрунтуванні меж районів відношення C_s/C_v за основу статистичного районування приймалися статистично однорідні райони, виділені на основі гіпотези про спільність параметрів розподілу. Надалі виконувалося розширення меж узагальнення вже безпосередньо для C_s/C_v . У результаті отримано 10 районів [8]. Найменшими значеннями $(C_s/C_v)_{СР}$ характеризується східна частина басейну р. Тиси – $(C_s/C_v)_{СЕР} = 0,6$, найбільшими – східна частина Українського Полісся та лівобережні притоки р. Дністер – $(C_s/C_v)_{СЕР} = 3,0$.

Отримані результати узагальнення характеристик стоку були використані в практиці гідрологічних розрахунків для відновлення рядів стоку в їх природному стані з використанням як норм кліматичного стоку, так і результатів розкладання за методом головних компонентів невивчених територій північно-західного Причорномор'я та степового Криму [5]. Окрім того, статистичні параметри природного стоку застосовувались як вхідні у детерміновано-стохастичній моделі побутового стоку [4].

* *

Выполнено географо-гидрологические обобщения основных характеристик годового стока рек Украины, которые базируются на современных методах многомерного статистического анализа данных многолетних наблюдений за стоком воды и балансовых методах расчета стока с использованием метеорологической информации. Для определения норм естественного годового стока предложено использовать карту норм стока, рассчитанных по уравнению водно-теплового баланса. Статистические параметры, определяемые с малой степенью достоверности, районированы.

* *

1. Болгов М.В., Лобода Н.С., Николаевич Н.Н. Пространственное обобщение коэффициентов автокорреляции годового стока Украины // Тр. УкрНИГМИ. – 1993. – Вып. 245. – С. 22-29.

2. *Лобода Н.С.* Применение метода главных компонент к исследованию закономерностей многолетних колебаний годового стока и его климатических факторов // Міжвід. наук. зб. України. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса, 1999. – Вип. 38. – С. 104-112.
3. *Лобода Н.С.* Синхронность колебаний годового стока рек Украины // Міжвід. наук. зб. України. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса, 2001. – Вип. 43. – С. 250 - 256.
4. *Гопченко Є., Лобода Н.* Динаміко-стохастична модель стоку зрошуваних річок Північно-Західного Причорномор'я в умовах глобального потепління // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. – Т.1. – К.: Ніка-Центр, 2000. – С. 154-158.
5. *Лобода Н.С.* Восстановление рядов естественного годового стока на основе разложения его полей по естественным ортогональным функциям (на примере юго-западной части Украины и Молдовы) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. – Т.2. – К.: Ніка-Центр, 2001. – С. 246-253.
6. *Гопченко Є.Д., Лобода Н.С.* Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплового балансу // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2001. – Вип.249. – С. 106-120.
7. *Лобода Н.С.* Методические подходы к оценке естественных водных ресурсов горных районов на основе метеорологической информации (на примере горной части бассейна р.Днестр) // Міжвід. наук. зб. України. - Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса. – 2002. – Вип. 45. – С. 118-124.
8. *Лобода Н.С., Гопченко Е.Д.* Обоснование районирования статистических параметров стока, определяемых по наблюдаемым данным с малой степенью достоверности // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія: Науковий збірник. – Т.5. – К.: Ніка-Центр, 2003. – С. 35-41.