

УДК 556.166

Гопченко Є.Д., д.г.н., Бурлуцька М.Е., к.г.н.

## НОРМА І МІНЛИВІСТЬ РІЧНОГО СТОКУ В БАСЕЙНАХ РІЧОК ДОНСЬКОГО РАЙОНУ

*В статті обґрунтовується карта норми річного стоку у межах Донського району та методика розрахунку його коефіцієнтів варіації.*

**Ключеві слова:** річний стік, норма стоку, коефіцієнт варіації, нормативний документ.

**Вступ.** Річка Дон відноситься до числа найбільших у Європі. Площа її водозбору становить 422000 км<sup>2</sup>, а довжина 1870 км. За характером рельєфу і геологічної будови територія у меридіональному напрямі поділяється на дві (різні за розмірами) частини: північну і південну. У ландшафтному відношенні басейн розташовується у трьох зонах: лісостеповій, степовій і посушливих степів. Така різноманітність природних умов відповідним чином відбивається і на гідрологічних характеристиках річок. Актуальність дослідження полягає у вивченні просторових особливостей розподілу величин річного стоку у межах Донського району та уточненні діючих рекомендацій нормативного документу СНіП 2.01.14-83 [1]. Він побудований на матеріалах спостережень по 1975 рік, а картографічний варіант окремих розрахункових параметрів, у тому числі норм річного стоку і коефіцієнтів варіації, представлений у масштабі 1:10000000. У 2003 році засновниками СНіП 2.01.14-83 (Государственный гидрологический институт и Госстрой, Россия) запропоновано оновлену редакцію нормативу у вигляді проекту СП 33-101-2003. Різниця між попередніми рекомендаціями і СП-2003 року полягає в тому, що при фактичній збереженості науково-нормативної бази, законодавці відмовились від узагальнюючих карт тих чи інших параметрів.

**Метою** цієї статті є розробка регіональної методики по розрахунках норм та коефіцієнтів змінності річного стоку в басейні р. Сіверський Донець. Очевидно, що це створює великі проблеми при вирішенні тих чи інших прикладних завдань.

**Об'єкти дослідження і вихідні матеріали.** Систематичні спостереження за річним стоком (з періодом більше 15 років) в Донському районі здійснюються на 99 гідрологічних постах. Вони замикають діапазон водозбірних площ від 25,4 (р. Чибрик-ст. Різдвенська) до 378000 км<sup>2</sup> (р. Дон - ст. Раздорська). По території гідрологічні пости розташовані більш-менш рівномірно, за винятком нижньої течії р. Дон (басейни річок Сал та Єгорлик). Найбільш висвітлені стоковими даними середні за розмірами водозбори (більше 500 км<sup>2</sup>), на частку яких припадає понад 84.8% загальної кількості постів. Часові ряди досить тривалі, в цілому 54.6% постів мають періоди спостережень більше 35 років, а 90% - більше 25 років.

**Норма річного стоку в басейнах річок Донського району.** Норма річного стоку у тих чи інших кліматичних умовах є не лише гідрокліматичною характеристикою регіону або окремої території, але й базовою величиною при визначенні інших категорій стоку, наприклад, сезонного або місячного. Точність розрахунку  $n$ -річних середніх величини річного стоку можна оцінити за виразом [2]

$$\varepsilon_{\bar{q}} = \frac{100C_v}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{1+r}{1-r}}, \quad (1)$$

де  $\varepsilon_{\bar{q}}$  - відносна середньоквадратична похибка розрахунку норми стоку  $\bar{q}$ ;

$C_v$  - коефіцієнт варіації річного стоку;

$r$  - коефіцієнт автокореляції часових рядів при  $\tau = 1$ .

При обґрунтуванні норм річного стоку в басейні р. Дон використані часові ряди тривалістю 30 років і більше, що забезпечує їх розрахунки з точністю  $\varepsilon_{\bar{q}} < 10\%$ , передбаченою діючими нормативними документами. По території норма змінюється у досить широких межах – від 0,40 л/(с·км<sup>2</sup>) (р. Аксай – х. Водянський) до 5,32 л/(с·км<sup>2</sup>) (р.Красива Меча – с. Сергіївка). Територіальне узагальнення величин  $\bar{q}$  виконано у вигляді відповідної карти (рис.1). Ізолінії на ній проведені через 0,5 л/(с·км<sup>2</sup>). У цілому модуль стоку зменшується у напрямку з північного заходу і північного сходу (від 5,0 і 3,5 л/(с·км<sup>2</sup>)) на південь (до 0,5 л/(с·км<sup>2</sup>)). Від мінімальних значень (на рівні 0,4 – 0,5 л/(с·км<sup>2</sup>)) у межиріччі Мишкова – Іловля модуль стоку  $\bar{q}$  дещо збільшується (до 1.0 л/(с·км<sup>2</sup>)), а у верхів'ях Єгорлика і Сала – навіть, до 1,5 л/(с·км<sup>2</sup>). Не висвітлені якісними багаторічними спостереженнями за стоком низов'я р. Дон, у тому числі й у басейні досить великої притоки – р. Тузлов. Ця карта суттєво відрізняється від наведеної у нормативному документі СНіП 2.01.14-83 [1]. Зокрема, в ній ізолінії проведені зі змінним кроком: 2, 1, 0.5 л/(с·км<sup>2</sup>), охоплюючи діапазон від 0,5 до 6,0 л/(с·км<sup>2</sup>). Наведена нами на рис.1 карта більше деталізує особливості просторового розподілу норм річного стоку в басейні р. Дон.

#### **Коефіцієнт варіації річного стоку в басейнах річок Донського району.**

Відомо, що коефіцієнти варіації  $C_v$  є характеристикою ступеня розсіювання випадкових величин відносно їх середнього значення. У межах досліджуваного басейну  $C_v$  були розраховані за методами моментів і найбільшої правдоподібності, причому суттєвих розбіжностей при їх використанні не виявлено. Коливаються значення  $C_v$  від 1.06 (р. Аксай Єсаул – х. Водянський) до 0.20 (р. Красива Меча – с. Сергіївка 1). Відносне середнє квадратичне відхилення  $C_v$  по вихідних рядах визначались за формулою [2]

$$\varepsilon_{C_v} = \sqrt{\frac{3}{2n(3 + C_v^2)}} \cdot 100. \quad (2)$$

Змінюється  $\varepsilon_{C_v}$  від 17.1% (р.Хава – с. Ільїнівка,  $n=33$  роки) до 6.8% (р. Дон – м. Георгіу-Деж,  $n=105$  років), а в середньому по всіх об'єктах становить 10.4%, що повною мірою відповідає вимогам діючих нормативних документів.

Існує декілька методичних підходів щодо просторового узагальнення коефіцієнтів варіації. Одним із найбільш відомих є метод, запропонований свого часу Д.Л.Соколовським [3], який полягає у побудові залежності

$$C_v = a - 0.063 \lg(F + 1). \quad (3)$$

де  $a$  - параметр, який визначається кліматичними факторами.

Зокрема, для європейської частини території колишнього СРСР М.Є.Шевельов [3] відносно  $a$  обґрунтував таку емпіричну залежність

$$a = 0.78 - 0.29 \lg \bar{q}. \quad (4)$$

З урахуванням (4) та наявності на водозборах озер проточного типу формула (3) набула розрахункового вигляду

$$C_v = 0.78 - 0.29 \lg \bar{q} - 0.08 \lg(f_{03} + 1), \quad (5)$$

де  $f_{03}$  - відносна озерність, %.

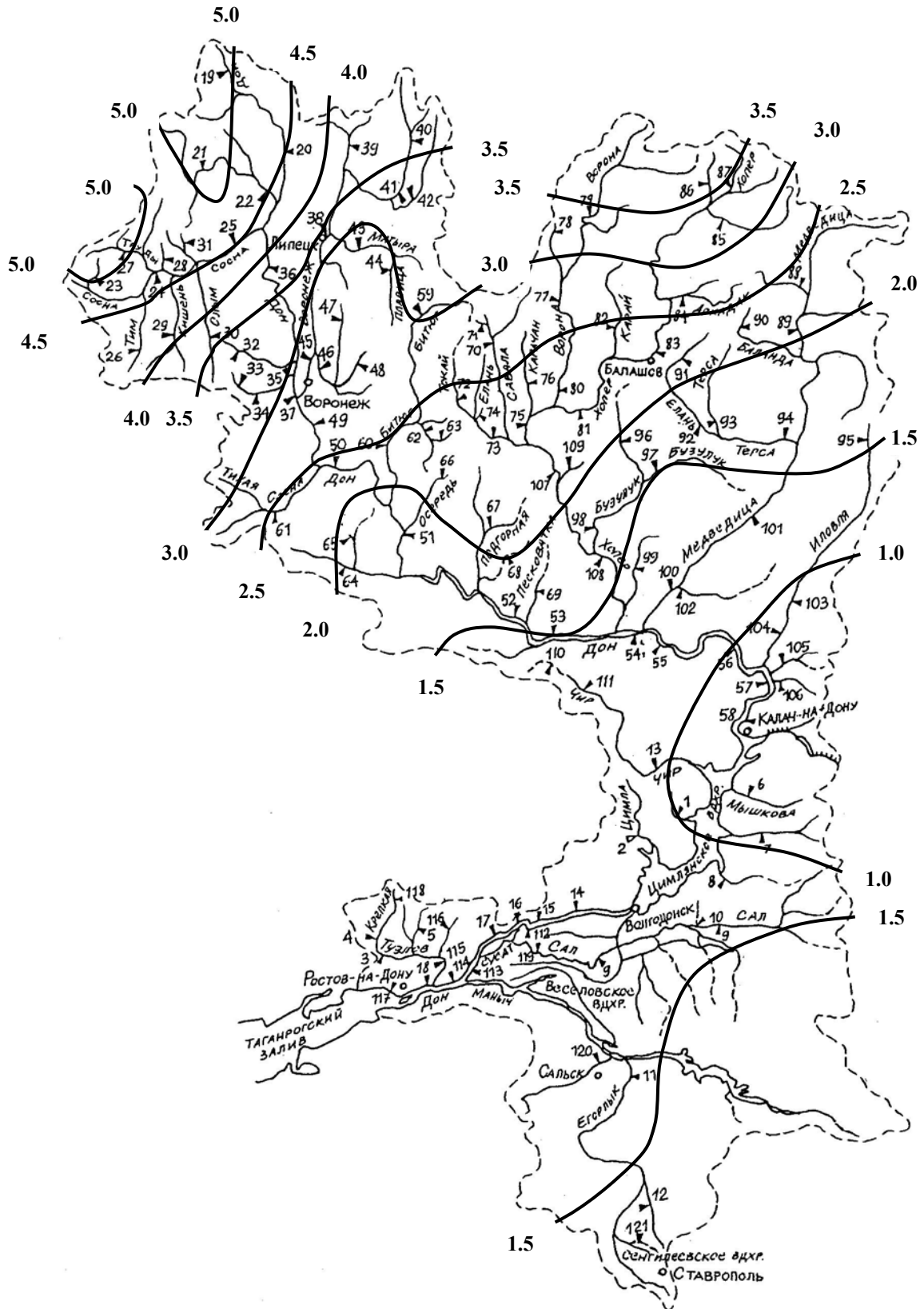


Рис. 1 – Розподіл по території Донського району норм річного стоку,  $\bar{q}$ , л/(с·км<sup>2</sup>).

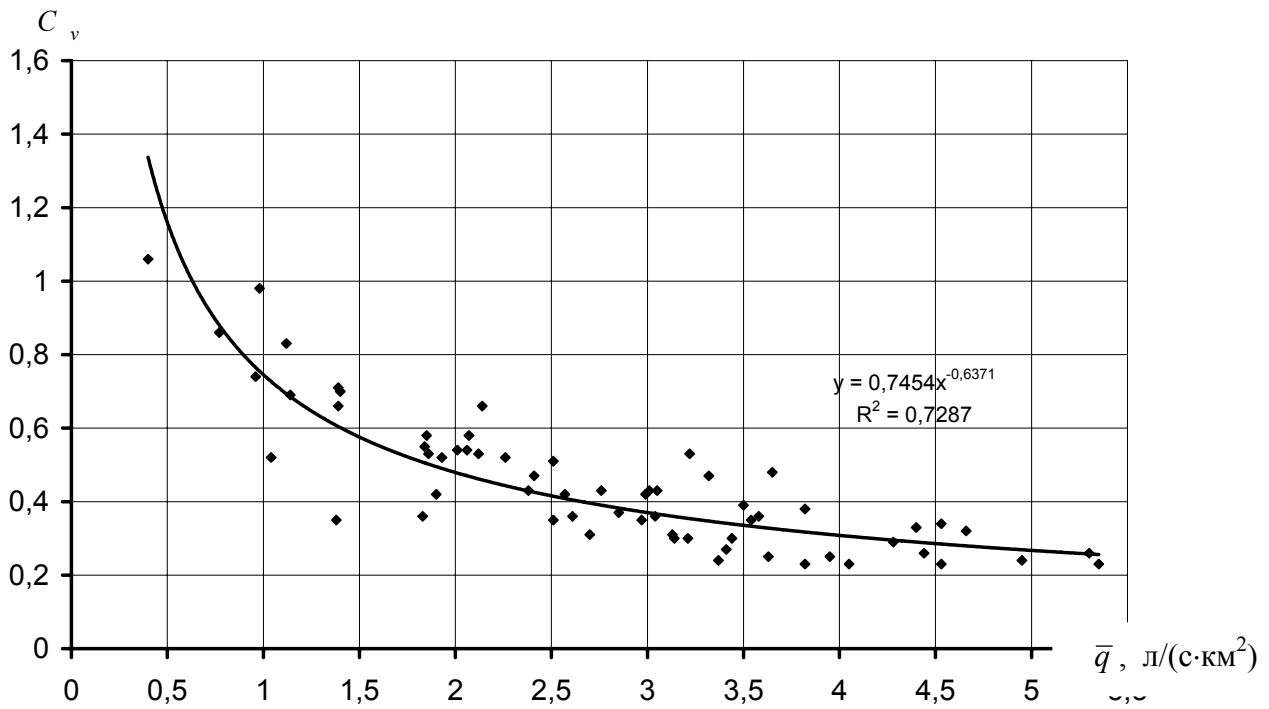


Рис.2 - Залежність коефіцієнта варіації  $C_v$  від середніх багаторічних модулів річного стоку.

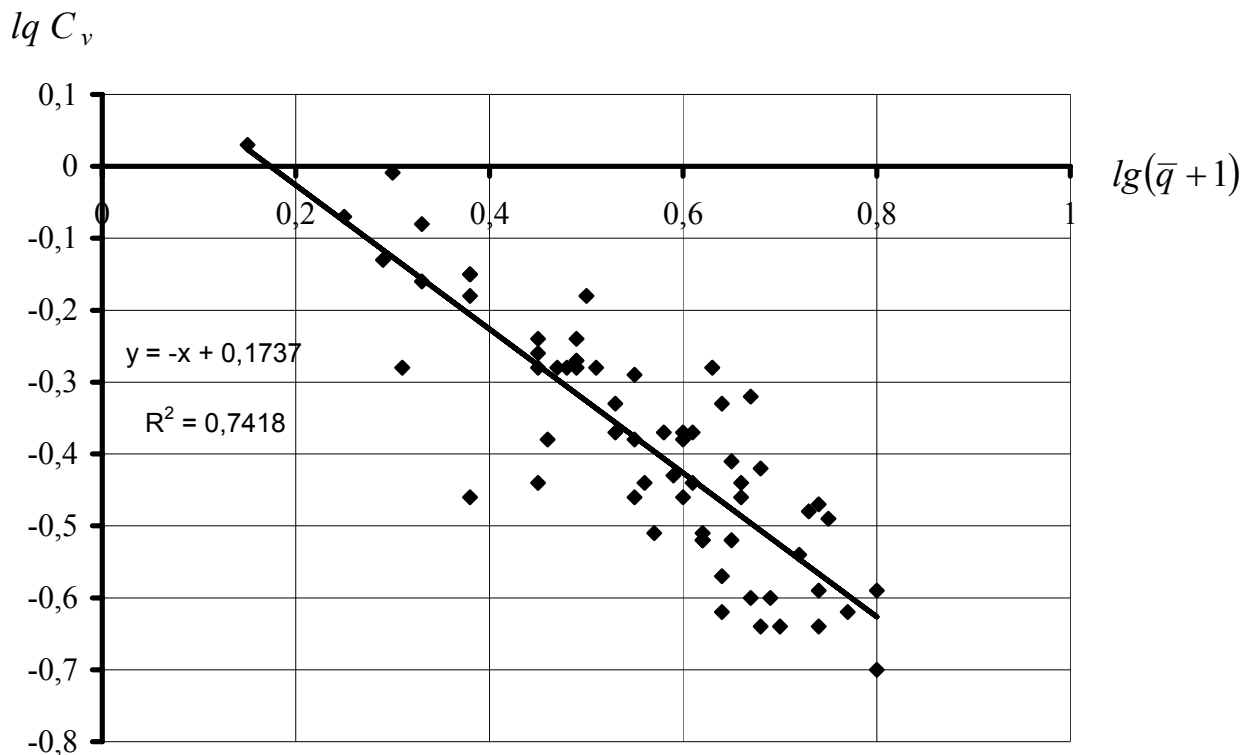


Рис.3 – Залежність коефіцієнта варіації  $C_v$  від середніх багаторічних модулів річного стоку.

У нормативному документі СНіП 2.01.14-83 допускається вести розрахунки  $C_v$  за структурою

$$C_v = A / [\bar{q}^{0.4} (F + 1000)], \quad (6)$$

яка свого часу була запропонована С.Н.Крицьким і М.Ф.Менкелем.

Причому в (6), параметр  $A$  рекомендується визначати за даними річок-аналогів. Але більш загальною методикою при встановленні  $C_v$  у СНіП 2.01.14-83 є карта, наведена у масштабі 1:10000000. У межах басейну р. Дон рисунок ізоліній  $C_v$  є досить складним і без будь-якої географічної обумовленості. В першу чергу це відноситься до басейну Сіверського Дінця, у межах якого  $C_v$  змінюється від 0,35 до 0,70. Авторами статті виконані просторові узагальнення  $C_v$  у вигляді регіональної залежності  $C_v = f(\bar{q})$ , де  $\bar{q}$  є характеристикою зволоженості території (рис.2, рис.3). Виявилося, що при збільшенні модуля середнього багаторічного річного стоку  $\bar{q}$  коефіцієнт варіації  $C_v$  убуває. Цю закономірність рівною мірою можна задовільно описати рівняннями:

$$C_v = 0.75 \bar{q}^{-0.64} \quad (7)$$

або

$$C_v = 1.49 / (\bar{q} + 1). \quad (8)$$

Кожне з них можна використати для практичних цілей при  $\bar{q} > 0.5$ , забезпечуючи точність у межах  $\pm 15\%$ .

**Висновки.** Запропонована карта середнього багаторічного модуля стоку для території Донського району є уточненим варіантом діючого в Україні нормативного документа СНіП 2.01.14-83.

Суттєвою перевагою, порівняно з нормативними рекомендаціями, автори вважають обґрунтування залежності між коефіцієнтом варіації і нормою стоку, що значно спрощує розрахунки характеристик річного стоку.

### Список літератури

1. *Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик.* – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
2. *Рождественский А.В., Чеботарёв А.И.* Статистические методы в гидрологии. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 423 с.
3. *Соколовский Д.Л.* Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 439 с.

#### **Норма и изменчивость годового стока в бассейнах рек Донского района.**

**Гопченко Е.Д., Бурлуцкая М.Е.**

*В статье приводятся обоснование и методика расчёта норм и коэффициентов вариации годового стока в рек Донского района.*

**Ключевые слова:** *годовой сток, норма стока, коэффициент вариации, нормативный документ.*

#### **Norm and changeability of annual flow in the pools of rivers of the Don area.**

**Gopchenko E.D., Burlutskaia M.E.**

*In the article the ground and method of calculation of norms and coefficients of variation of annual flow are presented in rivers of the Don district.*

**Key words:** *annual flow, norm of flow, coefficient of variation, normative document.*