УДК 911.2:556.16 *ISSN 1609-0683*
DOI: https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3610

Вариация стока и его факторов[1]

Н. П. Чеботарев

профессор, доктор технических наук
Воронежский государственный университет
Воронеж, 1949

Аннотация: Редакция журнала «Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология» публикует монографию Н. П. Чеботарева «Вариация стока и его факторов». Проблема, поднятая автором в середине XX века, актуальна и сегодня. Однако монография Н. П. Чеботарева стала библиографической редкостью уже сразу после выхода в свет.

Текст книги воспроизводится в авторском варианте. Для понимания важности проблемы в современных исследованиях в области гидрологии публикацию книги предваряет комментарий кандидата географических наук С. Д. Дегтярева (Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология, 2018, № 3).

Ключевые слова: речной сток, вариация стока, факторы стока.

Для цитирования: Чеботарев Н. П. Вариация стока и его факторов // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2021, № 3, с. 123-125. DOI: https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3610

3. КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КОЭФФИЦИЕНТА ВАРИАЦИИ ГОДОВОГО СТОКА

Рассмотренные вопросы вариации максимального стока следует дополнить определением вариации максимальных расходов в зависимости от вариации годового стока. Если для каждого года известен максимальный расход Q_m, среднегодовой расход Q_y и разница между ними q, то можно написать следующее равенство:

$$Q_m = Q_y + q \quad (114)$$

Так как Q_y и q величины зависимые, то выражение для стандарта будет иметь вид:

$$\sigma_Q = \sqrt{\sigma_y^2 + \sigma_q^2 + 2\sigma_y\sigma_q r_q\, Q} \quad (115)$$

откуда, применяя известный в математической статистике закон сложения средних, придем к формуле:

$$C_{vm} = \sqrt{\varphi_2{}^2 C_{v^2 q} + (1-\varphi_2)^2 C_{v^2 q} + 2r\varphi_2(1-\varphi_2)C_{vy}C_{vq}} \quad (116)$$

При $\varphi_2 = \frac{\overline{Qy}}{\overline{Qm}} = 1$, т.е. при $\overline{Q_y} = \overline{Q_m}$ $C_{vm} = C_{vy}$.

Такое положение может иметь место только при наличии полного зарегулирования стока; во всех же остальных случаях

$$\overline{Q}_y < \overline{Q}_m; \quad \varphi_2 < 1 \quad \text{и} \quad C_{vm} \neq C_{vy}.$$

При q = const.

Уравнение (116) представляется в следующем виде:

$$C_{vm} = \varphi_2 C_{vy} \quad (117)$$

В такой форме связь между C_{vm} и C_{vy} будет иметь место, если колебание годового стока в точности подобно и параллельно колебанию максимального стока. В действительности q ≠ const, поэтому уравнение (117) можно переписать так:

$$C_{vm} = \varphi_2{}^n C_{vy}, \quad (118)$$

где n показатель степени, компенсирующий отсутствие учета C_{vq} и r.

[1] Продолжение. Начало в журналах «Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология» № 3/2018 г., № 4/2018 г., № 1/2019 г., № 2/2019 г., № 3/2019 г., № 4/2019 г., № 1/2020 г., № 2/2020 г., № 3/2020 г., № 4/2020 г., № 1/2021 г. и № 2/2021.

К такому виду уравнения мы уже выше приходили, когда находили C_{vy} (гл. II), но в данном случае $\varphi_2<1$, а это влечет за собой некоторое изменение самого типа формулы. В самом деле, исходя из (118),

$$n = \frac{\lg\left(\frac{C_{vm}}{C_{vy}}\right)}{\lg\left(\frac{\overline{Q}_y}{\overline{Q}_m}\right)}.$$

Числитель этой дроби будет всегда величиной положительной, так как $C_{vm}>C_{vy}$, а знаменатель, наоборот, всегда отрицательный, так как $\overline{Q}_y < \overline{Q}_m$, следовательно, и показатель степени должен быть отрицательным, т.е. уравнение (118) перепишется в таком виде.

$$C_{vm} = \frac{C_{vy}}{\varphi_2^n}, \quad (119)$$

или, обозначая $\frac{1}{\varphi_2}$ – через χ, где $\chi = \frac{\overline{Q}_m}{\overline{Q}_y}$, получим, что:

$$C_{vm} = \chi^n C_{vy}. \quad (120)$$

Наибольшее значение n = 1, когда $\overline{Q}_m = \overline{Q}_y$ полная зарегулированность стока), в остальных случаях n<1. При n = 0 мы получаем уравнение типа (117), т.е. случай наличия параллельности в характере изменении Q_m и Q_y. Величина $\chi = \frac{\overline{Q}_m}{\overline{Q}_y}$ зависит от степени зарегулирования стока реки: чем эта степень выше, тем ниже значение χ и наоборот. Зарегулированность же стока зависит от хода метеорологических элементов, от количества и их расположение в бассейне озер, болот, лесов, а также от размера площади бассейна. В среднем значение n = 0,5. Норма же максимальных расходов $\overline{Q}_m$ может быть найдена, если будут вычислены параметры A и m уравнения

$$\overline{Q}_m = \frac{AF}{F^m} = AF^{1-m}, \quad (121)$$

как это мной сделано для рек Украины. Норма же годового стока – Q_y находится обычными путями (изолинии, формулы и т.д.).

Эмпирические формулы проф. Огиевского, связывающие C_{ym} с C_{vy}, представляются следующими:

Для р. Днепр у г. Киева:

$$C_{ym} = 2C_{vy} + 0{,}03,$$

для северного района:

$$C_{ym} = C_{vy} + 0{,}03.$$

Свободный член (0,03) правой части данных уравнений мал по отношению к C_{vm} и им можно пренебречь, тогда вообще уравнения Огиевского могут быть выражены типом (117):

$$C_{vm} = aC_{vy}. \quad (122)$$

Сравнивая (122) с (120), мы видим, что

$$a = \chi^n,$$

откуда

$$n = \frac{\lg a}{\lg \chi},$$

при $a = 2$ и $\chi = 6$, $n = \frac{0{,}30}{0{,}78} = 0{,}384$,

$a = 1$ и любом $\chi \neq 0$, $n = \frac{0}{\chi} = 0$,

т.е. в последнем случае $C_{vm} = C_{vy}$.

Полученные числа показывают, что значение параметра n должны возрастать от севера к югу. Вообще же на значение параметра n оказывают влияние все физико-географические факторы; в особенности метеорологические условия, озерность и размер площади бассейна.

Формула (120) может быть также выражена через (F). Подставляя значение C_{vy} из (18) в (120), имеем, что

$$C_{vm} = \chi^n \alpha^m C_{vx}. \quad (123)$$

Подставляя значение C_{vx} из (56), получим, что

$$C_{vm} = \frac{\chi^n \alpha^m b}{F^b} = \frac{\left(\frac{\overline{Q}}{\overline{Q}_v}\right)^n \left(\frac{\overline{x}}{\overline{\overline{y}}}\right)^m C_{vx(i)}}{F^n}. \quad (124)$$

Подставляя числовые значения для $C_{vx(i)}$ и n, будем иметь, что

$$C_{vm} = \frac{0.34\,\chi^n\,\alpha^m}{F^{0.074}}. \quad (125)$$

На основе данных 14 речных пунктов Украины и бассейна р. Дона было найдено в качестве первого приближения эмпирическая зависимость между параметром n и отношением

$$\varphi = \frac{\overline{Q}_y}{Q_{max}} = 1 - \frac{q}{Q_{max}}$$

При этом оказалось, что $n = 1{,}84\,\varphi + 0{,}07$.

UDC 911.2:556.16 *ISSN 1609-0683*
DOI: https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3610

Variation of Runoff and its Factors

N. P. Chebotarev

Doctor of Sciences in Technology
Voronezh State University
Voronezh, 1949

Abstract: The editorial board of the journal «Bulletin of VSU. Series: Geography. Geoecology» publishes the monograph of N. P. Chebotarev «Variation of runoff and its factors». The issue raised by the author in the middle of the 20th century is still relevant today. However, the monograph of N. P. Chebotarev became a bibliographic rarity immediately after the publication.

The text of the book is reproduced in the author's version. To understand the importance of the problem in modern research in the field of hydrology, the publication of the book is preceded by a comment by S. D. Degtyarev – candidate of geographical sciences (Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia, 2018, no. 3).

Key words: river runoff, runoff variation, runoff factors.

For citation: Chebotarev N.P. Variation of Runoff and its Factors. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2021, no. 3, pp. 123-125. (In Russ.) DOI: https://doi.org/10.17308/geo.2021.3/3610