

ВАРИАЦИЯ СТОКА И ЕГО ФАКТОРОВ¹

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.

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

Variation of runoff and its factors

N. P. Chebotarev

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.

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

IV. КОЭФФИЦИЕНТ ВАРИАЦИИ ГОДОВОЙ
ВЫСОТЫ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ
БАССЕЙНА

Подобно тому, как было получено выражение для стока, можно вывести выражение для коэффициента вариации годовой высоты испарения с поверхности бассейна C_{vz} , которому придан следующий вид:

$$C_{vz} = C_{vx} \sqrt{\left(\frac{\bar{x}}{z}\right)^2 + \left(\frac{\bar{x}}{z} - 1\right)^2 \frac{C_{vy}^2}{C_{vx}^2} - 2 \frac{\bar{x}}{z} \left(\frac{\bar{x}}{z} - 1\right) \frac{C_{vy}}{C_{vx}} r_{y/x}} \quad (57)$$

Обозначив отношение $\frac{\bar{x}}{z}$ через b , получим, что

$$C_{vz} = C_{vx} \sqrt{b^2 + (b-1)^2 \frac{C_{vy}^2}{C_{vx}^2} - 2b(b-1) \frac{C_{vy}}{C_{vx}} r_{y/x}} \quad (58)$$

Так как из формулы (18) следует, что

$$\frac{C_{vy}}{C_{vx}} = a^m,$$

то подставляя его в (58), найдем, что

$$C_{vz} = C_{vx} \sqrt{b^2 + (b-1)^2 a^{2m} - 2b(b-1) a^m r_{y/x}} \quad (59)$$

Из уравнений (57-59) видим, что C_{vz} зависит от изменчивости годовых высот осадков и стока, а так же от коэффициента корреляции между годовыми высотами стока и осадков. Для северных

© Чеботарев Н.П., 2019

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

условий, при которых коэффициент $r_{y/x}$ очень велик и близок к единице, можно выражение для C_{vz} представить в таком виде:

$$C_{vz} = C_{vx} \sqrt{b^2 + (b-1)^2 a^{2m} - 2b(b-1)a^m} \quad (60)$$

или

$$C_{vz} = C_{vx} [b - (b-1)a^m]. \quad (61)$$

Отношение $b = \frac{x}{z}$ для северных условий, где

относительное испарение сравнительно небольшое, достигает наибольшей величины. Для южных условий, где коэффициент корреляции между годовыми высотами стока и осадков имеет меньшую величину и даже стремится к значению нуля, уравнение (59), в этом последнем случае, должно иметь вид:

$$C_{vz} = C_{vx} \sqrt{b^2 + (b-1)^2 a^{2m}}. \quad (62)$$

При этих условиях отношение $b = \frac{x}{z}$ будет

стремиться к единице. Очевидно, такие условия могут быть только в бессточных областях, в которых все количество осадков или большая доля их испаряется. Тогда подкоренное выражение будет равно единице, а следовательно,

$$C_{vz} = C_{vx}. \quad (63)$$

Полученные выше формулы (57, 58, 59) могут иметь не только теоретическое знание, но и практическое, т.е. с их помощью можно получить коэффициент вариации годовых высот испарения C_{vz} . Для этой цели необходимо знать отношение норм осадков и испарения, отношение коэффициентов вариации стока и осадков и коэффициент корреляции зависимости стока от осадков. Все названные величины могут быть вычислены на основе наблюдаемых данных по осадкам и стоку. Приведем вычисленные по (57) значения C_{vz} и другие

значения для некоторых речных бассейнов (табл. 4).

Из этой таблицы можно видеть, что в 4 из 6 случаев коэффициент вариации испарения больше, чем коэффициент вариации осадков, а в 2 из 6 соотношения обратное. При этом последние относятся к более северному району, а остальные к более южной части ЕТС. Из этого относительно небольшого числа данных таблицы 4 можно сде-

лать предположение, что отношение $\frac{C_{vz}}{C_{vx}}$ к югу

возрастает и что в северной части это отношение меньше единицы. Это явление можно объяснить малой зависимостью значения C_{vx} от климатических факторов в то время, как на C_{vz} сильно оказывают влияние эти факторы.

Формула (59) значительно упрощает вычисление C_{vz} , для нее нет надобности вычислять значение C_{vy} и C_{vx} .

Для пунктов бассейнов рек, не имеющих наблюдаемых данных, значение коэффициента корреляции может быть определено, если построить картограмму с изолиниями значений коэффициента корреляции $r_{y/x}$, который, как известно, должен убывать от севера к югу. Кроме того, можно уравнение (59) представить упрощенно, как это делали в отношении (18), в виде

$$C_{vz} = C_{vx} b^n, \quad (64)$$

тогда, найдя параметры n для сети географических пунктов, можем провести изолинии для практического пользования. Какими другими путями еще можно вычислить коэффициент вариации годовых высот испарения? Таким путем могло бы служить определение C_{vz} по годовым данным высот испарения, найденным с помощью формулы Мейера, Кузина и др. Вычисление значения C_{vz} , таким путем для реки Оки у г. Калуги оказались по Мейеру=0,084 и Кузину=0,116,

Таблица 4

№№ п\п	Река	Пункт	Площадь бассейна км ²	C_{vz}	C_{vx}	$r_{y/x}$	$\frac{C_{vz}}{C_{vx}}$	d мм
1	Волхов	Гостинополье	79543	0,105	0,142	0,6	0,74	1,90
2	Волга	Ярославль	154000	0,108	0,123	0,6	0,88	1,90
3	Днепр	Киев	326500	0,160	0,130	0,33	1,23	2,40
4	Ока	Калуга	54750	0,200	0,150	0,41	1,33	2,30
5	Ока	Орел	4870	0,200	0,170	0,35	1,18	2,45
6	Волга	Сталинград	1354270	0,150	0,110	0,54	1,36	2,45

которые сильно расходятся с найденной для этого пункта C_{vz} по формуле (59). Вычисленные значения коэффициентов корреляции между годовыми высотами испарения, найденными по формулам Мейера и Кузина и годовыми высотами осадков, далее весьма разноречивые результаты, а именно: по Мейеру $r_{z/x} = 0,04$, а по Кузину $r_{z/x} = -0,28$. Эти результаты как в отношении коэффициентов вариации, так и корреляции указывают, что, если методы Мейера и Кузина и могут претендовать на практически приемлемые результаты в отношении нормы стока, то в отношении изменчивости годовых высот испарения эти методы не являются достаточно точными. Объясняется такое отклонение изменчивости тем, что как формула Мейера, так и Кузина не учитывают всех факторов, от которых зависит годовая высота испарения. Так, например, если допустить, что на изменчивость испарения оказывает только изменчивость дефицита влажности, тогда изменчивость этого последнего должна быть равной изменчивости испарения. Так для р. Оки у г. Калуги коэффициент вариации

дефицита влажности $C_{vd} = 0,17$, а для р. Волги у г. Ярославля $C_{vd} = 0,13$.

Не имея в настоящее время формул, которые бы достаточно хорошо отражали изменчивость испарения, мы считаем, что формулы (57) и (59) могут служить для этой цели, как наиболее теоретически обоснованные.

В конце этой главы мы должны несколько коснуться практического значения коэффициента вариации годовых высот испарения. Очевидно, что практическое значение C_{vz} может иметь в том случае, когда является необходимым найти годовую высоту испарения с определенной обеспеченностью. Такие случаи могут возникать при проектировании осушения, орошения, при расчетах водохранилищ и других случаях. Применяя, например, метод Фостера и зная параметры C_{vz} , норму Z_0 и приняв грубо $C_s = 2C_v$, можно построить кривую обеспеченности и найти, таким образом, высоту испарения любой обеспеченности. Итак, следовательно, полученные уравнения (57) и (59) могут иметь, помимо теоретического, также и практическое значение.