

УДК 556.5
ББК 26.222.5 (235.7)
М 48

Мельникова Т.Н.

Кандидат географических наук, доцент кафедры географии факультета естествознания Адыгейского государственного университета, профессор РАН, Майкоп, тел. (8772) 59-39-36, e-mail: melnikova-agu@mail.ru

Многолетняя изменчивость годового стока рек Северо-Западного Кавказа и особенности ее пространственного распределения (Рецензирована)

***Аннотация.** Раскрыты факторы и особенности пространственного распределения многолетней изменчивости годового стока рек Северо-Западного Кавказа, исследованы связи коэффициентов вариации годового стока со средней высотой их водосборов, получена единая зависимость, отражающая закономерность уменьшения многолетней изменчивости по мере возрастания средней высоты водосборов. Выполнена карта изолиний коэффициентов вариации годового стока, раскрывающая особенности его пространственного распределения. Проведенные исследования расширяют теоретические и прикладные аспекты региональных гидрологических исследований.*

***Ключевые слова:** многолетняя изменчивость, годовой сток рек, Северо-Западный Кавказ, связи коэффициентов вариации годового стока, карта изолиний коэффициентов вариации годового стока.*

Melnikova T.N.

Candidate of Geography, Associate Professor of Geography Department of Natural Science Faculty, Adyge State University, Professor of the Russian Academy of Natural Sciences, Maikop, ph. (8772) 59-39-36, e-mail: melnikova-agu@mail.ru

Long-term variability of an annual runoff of the rivers in the Northwest Caucasus and features of its spatial distribution

***Abstract.** The paper discloses factors and features of spatial distribution of long-term variability of an annual runoff of the rivers in the Northwest Caucasus. Correlations of variation coefficients of the annual runoff with the average elevation of the river reservoirs are investigated. The uniform dependence reflecting the law of long-term variability reduction with increasing average elevation of reservoirs has been obtained. The map of isolines of variation coefficients of the annual runoff, uncovering features of its spatial distribution, is implemented. The conducted researches expand theoretical and applied aspects of regional hydrological researches.*

***Keywords:** long-term variability, annual runoff of the rivers, the Northwest Caucasus, relationships of variation coefficients of an annual runoff, map of isolines of variation coefficients of an annual runoff.*

Введение

Уровень и перспективы дальнейшего социально-экономического развития Северо-Западного Кавказа обусловлены наличием его природно-ресурсного потенциала, особенно водных ресурсов.

Северо-Западный Кавказ (Краснодарский край и Республика Адыгея) в целом достаточно обеспечен ресурсами поверхностных вод, но пространственное распределение их чрезвычайно неравномерно. Равнинные территории региона с развитым агропромышленным комплексом располагаются в зоне недостаточного увлажнения с низким стоком рек и высокой степенью его многолетней изменчивости. Поэтому в последнее время здесь складывается напряженный водохозяйственный баланс, лимитирующий развитие хозяйства региона.

В условиях прогрессирующего дефицита пресной воды особую актуальность приобретают исследования ресурсов поверхностных вод региона, особенно средних и малых рек, которые в гидрологическом отношении остаются до сих пор малоизученными.

В этих условиях одной из важнейших проблем является исследование водоносности, разработка и уточнение способов косвенной оценки параметров стока неизученных рек для успешного планирования и проектирования водохозяйственных объектов, а

также многих других гидротехнических сооружений.

Главной характеристикой, позволяющей судить о ресурсах поверхностных вод, о водоносности рек, является их годовой сток, его норма и многолетняя изменчивость. Оценка этих параметров по неизученным горным рекам и рекам равнины требует дифференцированного подхода с учетом природных особенностей территории отдельных речных бассейнов и высотных зон.

В данном исследовании рассмотрены факторы многолетней изменчивости годового стока рек Северо-Западного Кавказа и особенностей ее пространственного распределения.

Материал и методы исследования

Для выполнения исследования многолетней изменчивости годового стока рек Северо-Западного Кавказа и особенностей ее пространственного распределения использовались материалы многолетних гидрометрических наблюдений, режимная гидрологическая информация, опубликованная в изданиях Государственного водного кадастра (ГВК), а также находящаяся в фондах Северо-Кавказского гидрометеорологического центра. В исследованиях использованы данные о годовом стоке по 94 пунктам наблюдений.

При анализе и обобщении гидрометеорологической информации применялись методы графических и картографических построений, математической статистики, гидрологической аналогии и географо-гидрологического анализа.

Результаты исследования и их обсуждение

В режиме рек Северо-Западного Кавказа наблюдается чередование многоводных и маловодных лет, обусловленное изменчивостью элементов водного баланса: осадков и испарения. Колебания водности рек за период наблюдений и выделенные циклы стока в основном прослеживаются по всей территории. Однако полной синхронности в изменении стока всех рек не наблюдается по причине различий физико-географических условий.

Связь между годовыми значениями основных элементов водного баланса анализировалась многими исследователями (Пенк, Келлер, Шрайбер, Ольдекоп, Оппоков и др.), в результате чего выявлено, что чаще всего связь прослеживается между двумя из них – стоком и осадками.

Наиболее полно обобщение данных о многолетней изменчивости годового стока рек Северного Кавказа было выполнено при подготовке изданий Государственного водного кадастра [1, 2].

В результате этих обобщений выявлено большое различие изменчивости годового стока и по рекам Краснодарского края и Республики Адыгея, которое выражается в разной степени отклонений стока отдельных лет от его нормы, оцениваемых модульными коэффициентами $K = \frac{Q_i}{\bar{Q}}$, где Q_i – сток за конкретный год и \bar{Q} – его средняя многолетняя величина. Для четырех различных частей исследуемой территории были оценены крайние значения модульных коэффициентов [1], приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Пределы колебаний модульных коэффициентов по территории Северо-Западного Кавказа [1]

Район	Модульный коэффициент	
	наибольший	наименьший
Восточное Приазовье	2,68	0,05
Верхнее течение реки Кубани с притоками (до реки Бескес включительно)	1,56	0,59
Бассейн реки Белой	1,78	0,41
Притоки реки Кубани от впадения реки Пшиш до устья	1,71	0,18

Как видно из приведенной таблицы, годовой сток отдельных лет на реках Азово-Кубанской низменности может то превышать средний более чем в 2,5 раза, то составлять только 20% и менее от него. По мере движения к югу, особенно в горы, эти отклонения значительно снижаются.

Количественным показателем многолетней изменчивости стока является коэффициент вариации $C_V = \frac{\sigma}{\bar{q}}$, где σ – среднее квадратическое отклонение, а \bar{q} – средний модуль стока. Средние значения коэффициентов C_V практически для тех же районов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Средние величины коэффициента вариации (C_V) годового стока рек Северо-Западного Кавказа [1]

№ п/п	Бассейны рек	C_V средний
1.	Восточное Приазовье	0,67
2.	Верховье реки Кубани (от истока до устья реки Лабы)	0,16
3.	Бассейны рек Чамлыка, Фарса, Белой	0,25
4.	Устьевой участок реки Кубани (от реки Пшиш до устья)	0,44

Коэффициенты вариации изменяются по территории от 0,07-0,08 в высокогорной зоне до 0,85-0,87 в засушливой степи севера.

Степень многолетней изменчивости годового стока определяется комплексом метеорологических факторов [3]. Влияние их на величину коэффициента вариации C_V оценивается специалистами через различные показатели. Чаще всего для равнинных рек комплексным показателем условий формирования годового стока признается его средняя многолетняя величина или норма [4].

Для горных рек многие авторы в качестве такого показателя использовали среднюю высоту речного бассейна $H_{ср.}$. Использован он и при анализе многолетней изменчивости рек Северного Кавказа [1, 2].

В данном случае автором, на примере бассейна р. Белой, выполнен анализ связи коэффициента вариации годового стока C_V с рядом других показателей, отражающих комплекс природных условий [5, 6]. В качестве таких показателей были выбраны относительная площадь ледников ($f_{лед.}$), норма атмосферных осадков (\bar{X}) и средняя годовая температура воздуха (t°). Наряду с графиком связи $C_V=f(H_{ср.})$ связи с указанными показателями приведены на рисунке 1. Теснота связей при этом оценивалась коэффициентом корреляции, значения которого оказались более $\pm 0,80$.

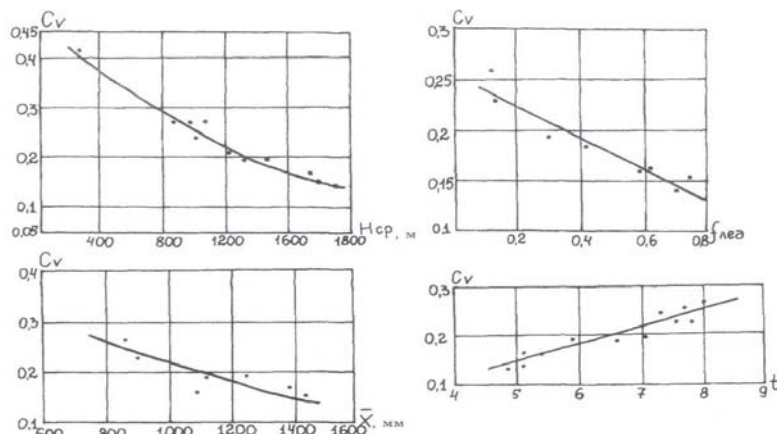


Рис. 1. Графики связи коэффициентов вариации годового стока в бассейне р. Белой (C_V) со средней высотой водосбора ($H_{ср., м}$), коэффициентом оледенения ($f_{лед.}$), годовой нормой атмосферных осадков (\bar{X} , мм) и средней годовой температурой воздуха (t°)

Проведенные исследования по бассейну р. Белой показали, что возможны и другие репрезентативные показатели, отражающие условия многолетней изменчивости годового стока. Однако их применение сопряжено со значительными сложностями. Главная из них заключается в том, что при сложных условиях рельефа и недостаточной метеорологической изученности верхних зон гор очень сложно найти достаточно репрезентативные для речных бассейнов метеорологические станции. Что касается учета оледенения, то оно значительные масштабы получило лишь на небольшой части малых высокогорных бассейнов. Поэтому для всей территории Северо-Западного Кавказа были исследованы достаточно традиционные связи вида $C_V=f(\bar{q})$ и $C_V=f(H_{cp.})$, т.е. связи коэффициентов вариации годового стока с его нормой и средней высотой водосборов.

Анализ связи коэффициентов вариации годового стока C_V с его нормой \bar{q} , л/(с·км²), обычно используемой для исследований стока равнинных рек, показал, что в данном случае эта связь наблюдается. Общее поле точек на графике (рис. 2) с достаточной уверенностью можно разделить на три района. Наличие нескольких связей $C_V=f(\bar{q})$ подтверждает разнообразие условий увлажнения в различных частях исследуемой территории.

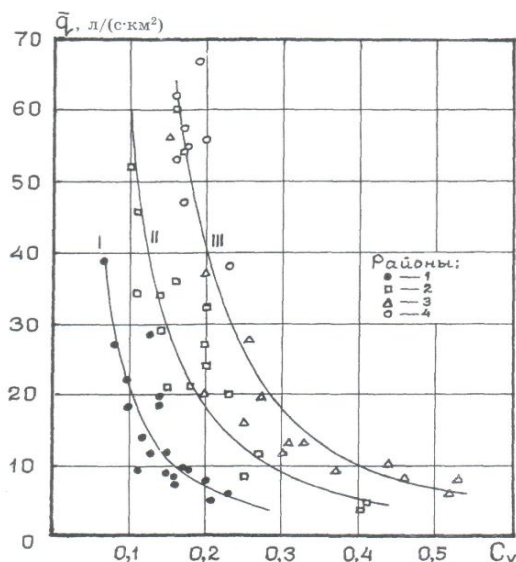


Рис. 2. Зависимости коэффициентов вариации годового стока (C_V) от его нормы (\bar{q} , л/(с·км²))

Связь коэффициентов вариации со средней высотой водосборов получилась однозначной (рис. 3).

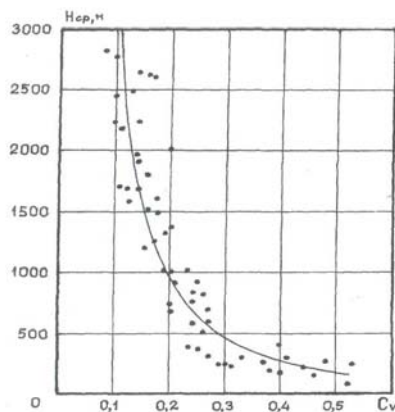


Рис. 3. Зависимость коэффициента вариации годового стока рек (C_V) от средней высоты их водосборов (H_{cp} , м)

Коэффициент корреляции $r=-0,82$.

Рассеивание точек от центральной линии связи находится в пределах 30-35% на высотах 2000-3000 м и 20-30% – на более низких отметках. Однако связь эта достаточно четка и свидетельствует об одинаковой для всей территории закономерности убывания многолетней изменчивости годового стока по мере увеличения высоты местности.

Отмеченная закономерность на реках среднегорной зоны объясняется значительно большим и стабильным увлажнением, а также снижением потерь осадков на испарение. Главным фактором формирования стока здесь становится уже величина атмосферных осадков, а не потери их на испарение.

В верхней зоне гор добавляется такой естественный регулятор стока рек, как многолетние снега и ледники. В этой зоне, особенно на высотах, близких к климатической снеговой линии, годовой сток рек формируется как за счет сезонных осадков, так и за счет талых вод хилоносферы, величина которых зависит от температуры воздуха теплого сезона. А многолетние колебания этих двух факторов обычно асинхронны [3]. В связи с этим пределы значения C_V остаются для одной высотной зоны практически постоянными на всей территории и связь $C_V=f(H_{cp.})$ может быть принята единой. Она выражается уравнением $C_V=4,28H_{cp.}^{-0,45}$ [7].

В результате выполненного анализа получена достаточно четкая связь коэффициента вариации годового стока рек (C_V) со средней высотой ($H_{cp.}$) [8]. Выполнена карта изолиний коэффициентов вариации для исследуемой территории (рис. 4), наглядно отражающая особенности многолетней изменчивости годового стока в пределах Северо-Западного Кавказа [7, 9, 10]. Для Азово-Кубанской низменности изолинии C_V проведены с учетом карты атласа [7], поскольку имеющихся данных по рекам этой территории недостаточно.

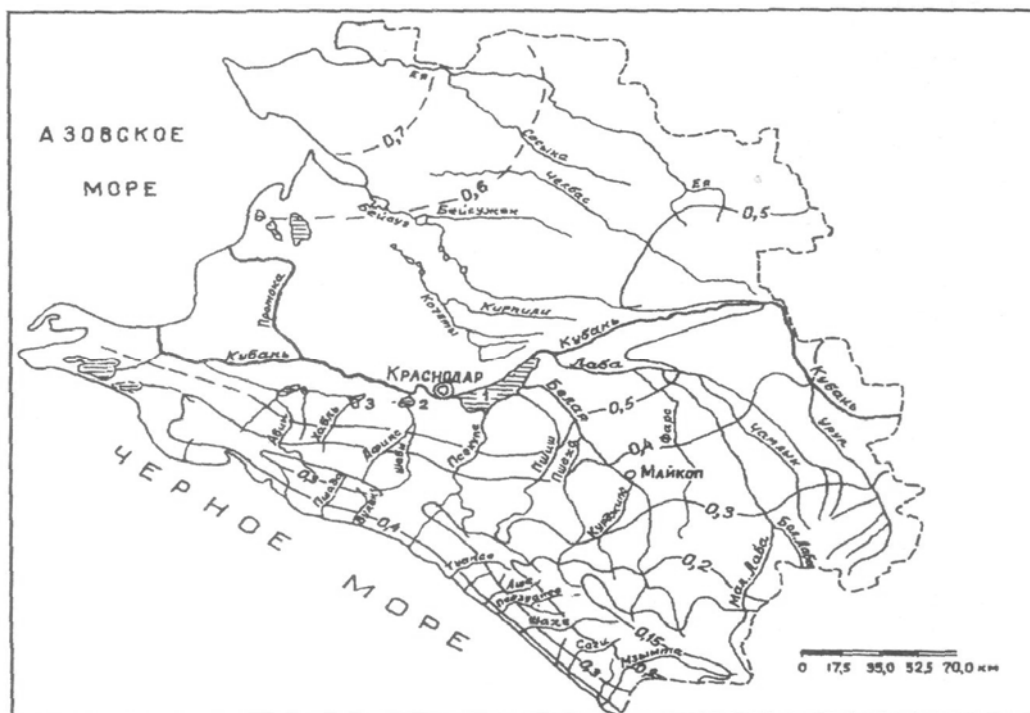


Рис. 4. Изолинии коэффициентов вариации годового стока рек Северо-Западного Кавказа

Выводы

Выполненный анализ данных по многолетней изменчивости годового стока рек Северо-Западного Кавказа выявил особенности ее пространственного распределения.

1. Впервые исследована связь коэффициентов вариации годового стока рек с нормой этого стока, в результате которой наметились три локальные зависимости.

2. На примере бассейна р. Белой показано, что при наличии достаточной метеорологической информации репрезентативным показателем специфики природных условий отдельных районов, обуславливающей многолетнюю изменчивость годового стока, могут служить и такие метеорологические параметры, как атмосферные осадки и температура воздуха.

3. Анализ связи коэффициентов вариации годового стока рек со средней высотой их водосборов позволил получить единую зависимость, отражающую закономерность уменьшения многолетней изменчивости по мере возрастания средней высоты водосборов. Подтверждено увеличение этой изменчивости вниз по длине горных рек и увеличению их водосборной площади.

4. Впервые для исследуемой территории составлена карта изолиний коэффициентов вариации годового стока, существенно уточняющая особенности его пространственного распределения по сравнению с соответствующими фрагментами карт нормативов.

5. Детализирована картина чрезвычайно неравномерного распределения ресурсов поверхностных вод как по отдельным природным зонам, так и по бассейнам крупных рек.

Вновь полученные эмпирические зависимости могут быть использованы для косвенной оценки нормы и многолетней изменчивости неизученных рек территории.

Примечания:

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 8. Северный Кавказ. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 447 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 1. Западное Закавказье. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 576 с.
3. Комлев А.М. Закономерности формирования речного стока. Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 1992. 119 с.
4. Соколовский Д.Л. Речной сток. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 527 с.
5. Мельникова Т.Н. Влияние факторов подстилающей поверхности на водоносность бассейна реки Белой. Майкоп: Изд-во АГУ, 1995. С. 140-144.
6. Мельникова Т.Н., Комлев А.М. Водоносность рек Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Качество, 2003. 132 с.
7. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 28 с.
8. Комлев А.М., Мельникова Т.Н. Водный режим рек Северо-Западного Кавказа. Закономерности формирования и методы расчета. Пермь: ПГУ, 2008. 112 с.
9. Мельникова Т.Н. Многолетняя изменчивость годового стока рек Северо-Западного Кавказа. Майкоп: Изд-во АГУ, 2003. С. 49-50.
10. Мельникова Т.Н. Многолетняя изменчивость годового стока рек бассейна Кубани // Фундаментальные исследования. М.: Академия Естествознания, 2006. № 2. С. 97-98.

References:

1. Resources of the USSR surface waters. Vol. 8. The North Caucasus. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 447 pp.
2. Resources of the USSR surface waters. Vol. 9. Transcaucasia and Dagestan. Iss. 1. Western Transcaucasia. L.: Gidrometeoizdat, 1974. 576 pp.
3. Komlev A.M. Regularities of formation of a river run off. Perm: Perm University Publishing House, 1992. 119 pp.
4. Sokolovskiy D.L. A river run off. L.: Gidrometeoizdat, 1968. 527 pp.
5. Melnikova T.N. Influence of factors of the underlying surface on the water content of the River Belaya basin. Maikop: ASU Publishing House, 1995. P. 140-144.
6. Melnikova T.N., Komlev A.M. Water content of the rivers of the Northwest Caucasus. Maikop: Kachestvo, 2003. 132 pp.
7. Atlas of calculated hydrological cards and nomograms. L.: Gidrometeoizdat, 1986. 28 pp.
8. Komlev A.M., Melnikova T.N. Water regime of the rivers of the Northwest Caucasus. Regularities of formation and methods of calculation. Perm: PGU, 2008. 112 pp.
9. Melnikova T.N. Long-term variability of an annual runoff of the rivers of the Northwest Caucasus. Maikop: ASU Publishing House, 2003. P. 49-50.
10. Melnikova T.N. Long-term variability of an annual runoff of the rivers of the Kubanbasin // Basic Research. M.: Academy of Natural Sciences, 2006. No. 2. P. 97-98.