

Лукша В.В.

ОЦЕНКА РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО ПЕРИОДА ДЛЯ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ГОДОВОГО СТОКА

Введение. Для расчета гидрологических характеристик (нормы стока, коэффициентов вариации и асимметрии, значений стока различной вероятности превышения) по коротким рядам наблюдений обычно привлекается дополнительная информация о стоке рек-аналогов, имеющих более продолжительные ряды наблюдений. Важным элементом расчетной схемы в таких случаях является выбор репрезентативного периода, который для нормы стока устанавливается с помощью широко распространенного метода интегральных кривых [1].

Однако при расчете значений годовых расходов различной вероятности превышения возникает необходимость оценки репрезентативного периода не только для нормы стока, но и для коэффициентов вариации и асимметрии. Это приводит к значительному возрастанию объема вычислений. Поэтому в настоящей работе предлагается прием оценки репрезентативных периодов, основанный на использовании «динамических» оценок гидрологических параметров и позволяющий в максимальной степени упростить эту процедуру.

Исходные данные и методы исследования. Исследования выполнялись на основе рядов годовых расходов крупных рек Беларуси – Припять – г. Мозырь, Неман – г. Гродно, Западная Двина – г. Витебск, Березина – г. Бобруйск, Днепр – г. Орша и Днепр – г. Речица, продолжительных каждого из которых составляла 124 года (1877–2000 гг.).

Известными способами рассчитывались параметры рядов: норма стока \bar{Q} , коэффициенты вариации C_v и асимметрии C_s , ошибку определения нормы стока $\delta_{\bar{Q}}$ и коэффициента вариации δ_{C_v} по следующим зависимостям:

$$\bar{Q} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}; \quad \tilde{C}_v = \sqrt{\frac{\sum (K_i - 1)^2}{n-1}}; \quad \tilde{C}_s = \frac{n \cdot \sum (K_i - 1)^3}{C_v^3 \cdot (n-1) \cdot (n-2)}; \quad (1)$$

$$C_v = \left(a_1 + \frac{a_2}{n} \right) + \left(a_3 + \frac{a_4}{n} \right) \cdot \tilde{C}_v + \left(a_5 + \frac{a_6}{n} \right) \cdot \tilde{C}_v^2;$$

$$C_s = \left(b_1 + \frac{b_2}{n} \right) + \left(b_3 + \frac{b_4}{n} \right) \cdot \tilde{C}_s + \left(b_5 + \frac{b_6}{n} \right) \cdot \tilde{C}_s^2; \quad (2)$$

$$\sigma_{\bar{Q}} = \pm \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100, \%; \quad \sigma_{C_v} = \pm \sqrt{\frac{3}{2n \cdot (3 + C_v^2)}} \cdot 100, \%. \quad (3)$$

Чтобы установить репрезентативный период для каждой из ис-

следуемых рек, формировались из всего ряда наблюдений более короткие периоды длиной $n=10, 15, 20, 25, 30, 35$ лет и рассчитывались вышеуказанные параметры каждого из них. Периоды выделялись со сдвижкой на 1 год, т.е. для 10-летних это: 1877–1886, 1878–1887 ... 1991–2000.

Затем находились отношения рассчитанных параметров n -летних периодов к параметрам всего ряда. В качестве примера в таблице 1 приведены значения статистических параметров и их отношений для реки Припять – г. Мозырь с зафиксированным начальным годом 1947.

Расчитанные ошибки для других рек-створов позволили сделать вывод о том, что не всегда удается выявить короткий отрезок ряда, соответствующий многолетнему периоду по всем параметрам. В некоторых случаях 20-летние выборки часто оказываются в этом отношении представительнее 30-летних.

Обсуждение результатов. Полученные отношения норм и коэффициентов вариации, а также их ошибки более наглядно анализируются в виде графических зависимостей. Поэтому в качестве примера приведены графики зависимости вышеперечисленных параметров для реки Припять – г. Мозырь (рис. 1).

Анализ построенных графиков позволил выявить периодические закономерности в ходе отношений средних годовых расходов, особенно явно проявляющихся для 30 и 35 летних периодов. Аппроксимация полиномами 3 степени позволила достаточно точно описать ход графических зависимостей с коэффициентами корреляции в пределах 0,8–0,9, что подтверждает выдвинутую гипотезу о периодичности колебаний и позволяет прогнозировать дальнейший ход этих кривых, что авторами планируется сделать в будущем.

С целью получения ошибки отношения среднего значения n -летнего периода к норме стока нами рассчитывалась «генеральная ошибка» как

$$\sigma_{\bar{Q}_e} = \sqrt{\sigma_{\bar{Q}_n}^2 + \sigma_{\bar{Q}}^2}, \quad (4)$$

где $\sigma_{\bar{Q}_n}$ и $\sigma_{\bar{Q}}$ – соответственно ошибки средних n -летних периодов и нормы стока всего ряда, %.

«Генеральные ошибки» для реки Припять – г. Мозырь представлены нами графическими зависимостями на рис. 2.

Анализ рис. 2 показал небольшое логически предсказуемое увеличение «генеральной ошибки» по сравнению с простой ошибкой. При этом явно видно, что уже для 15-летних периодов ошибка

Таблица 1. Статистические параметры некоторых выделенных n -летних периодов годового стока р. Припять – г. Мозырь и их отношение к статистическим параметрам всего ряда (1877–2000 гг.) с зафиксированным 1947 годом

Период	n , лет	\bar{Q}_n , м ³ /с	$\delta_{\bar{Q}_n}$, %	\bar{Q}_n / \bar{Q}	C_{vn}	C_{vn}/C_v	C_{sn}	δ_{C_v} , %	C_{sn}/C_s
1947-1956	10	303	8,9	0,77	0,28	0,89	0,10	6,2	0,23
1947-1961	15	326	8,3	0,83	0,32	1,03	1,02	5,8	2,25
1947-1966	20	331	6,6	0,84	0,30	0,95	0,81	4,6	1,79
1947-1971	25	360	6,9	0,92	0,34	1,10	0,88	4,8	1,95
1947-1976	30	371	6,3	0,94	0,35	1,11	0,79	4,4	1,75
1947-1981	35	393	5,9	1,00	0,35	1,11	0,40	4,1	0,89
1947-1986	40	388	5,4	0,99	0,34	1,09	0,43	3,8	0,96
1947-1991	45	387	4,8	0,98	0,32	1,03	0,44	3,3	0,97
1947-1996	50	390	4,6	0,99	0,32	1,04	0,43	3,2	0,96

Лукша Владимир Валентинович, к.т.н., доцент, доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

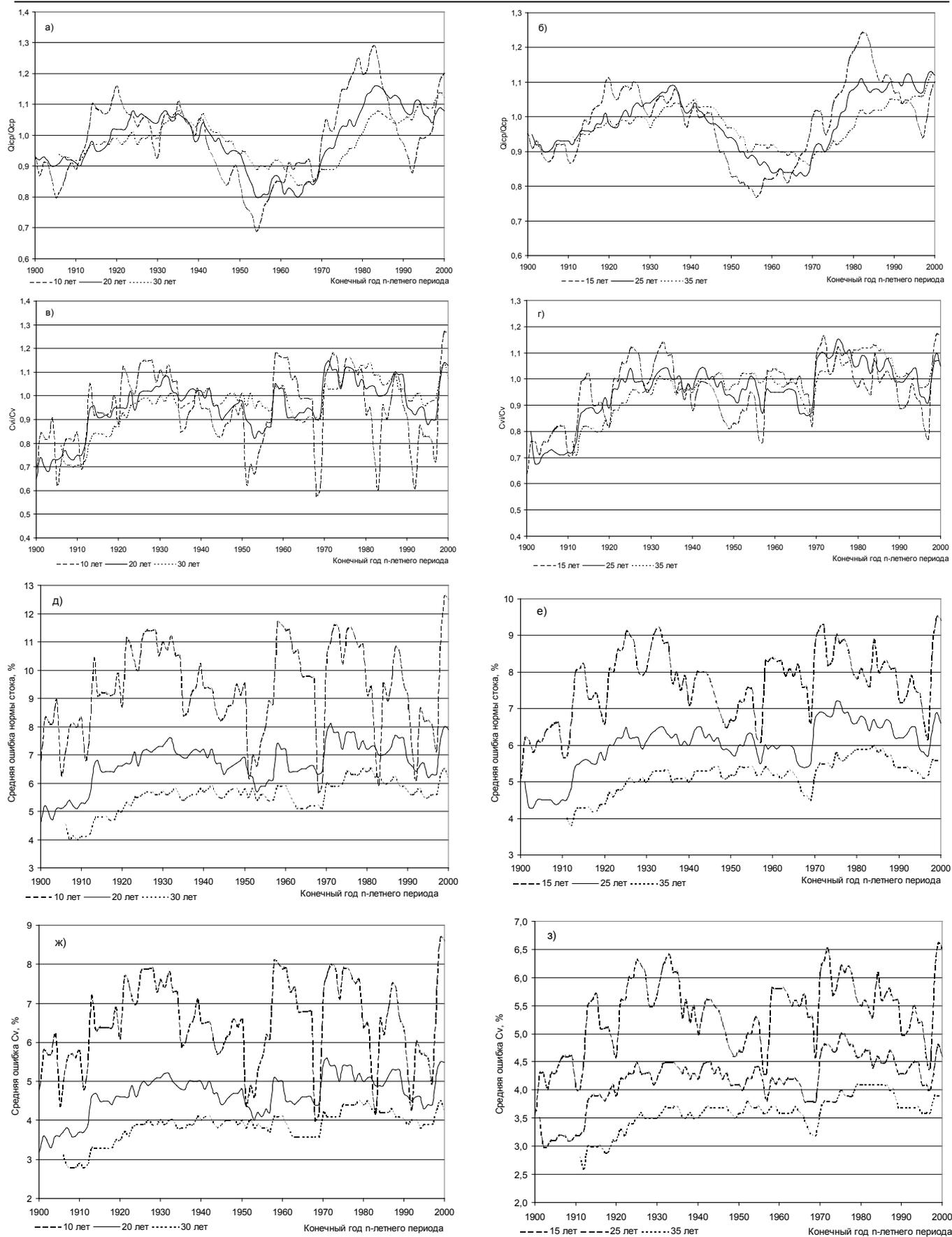


Рис. 1. Графики зависимости отношений средних значений годовых расходов n -летнего периода к нормам всего ряда (а, б) и коэффициентов вариации n -летнего периода к коэффициентам вариации всего ряда (в, г), средних ошибок нормы стока (д, е) и коэффициентов вариации (ж, з) в зависимости от конечного года n -летнего периода для р. Припять – г. Мозырь

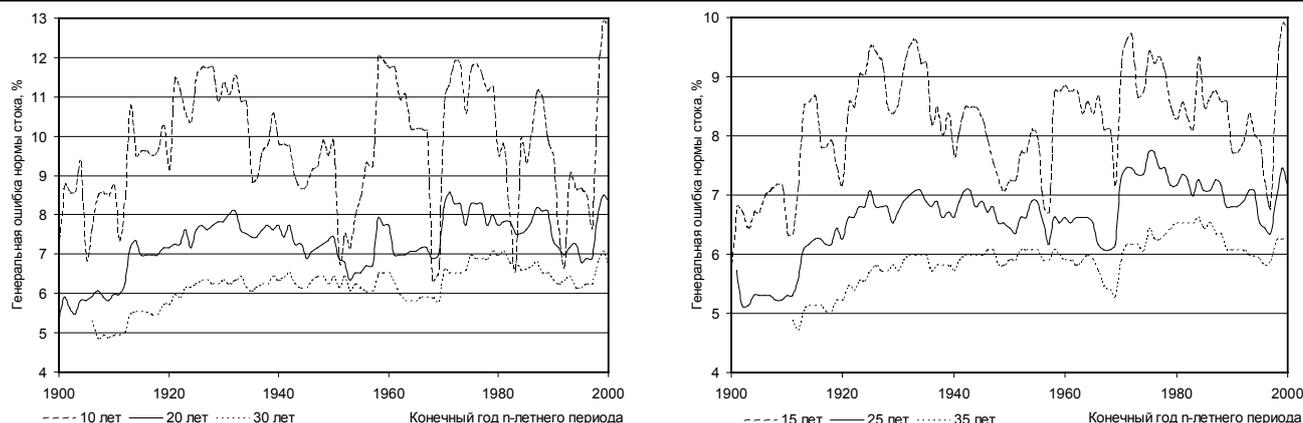


Рис. 2. Графики зависимости отношений «генеральных ошибок» в зависимости от конечного года n -летнего периода для р. Припять – г. Мозырь

нормы стока не превышает 10% и поэтому такие ряды являются «гидрологически» длинными и репрезентативными.

Для практического применения нами построены номограммы определения «генеральной» ошибки нормы стока и выделения репрезентативного периода с нужной точностью. В качестве примера для реки Припять – г. Мозырь такая номограмма приведена на рис. 3.

Заключение. Информация, полученная в результате реализации данного алгоритма, может быть эффективно использована для приведения гидрологических параметров к длительному периоду известными методами [2, 3]. Предложенный способ может также применяться при выборе репрезентативного периода и таких характеристик стока, когда, например, в пространственных колебаниях проявляется синхронность. Короткие репрезентативные периоды могут быть использованы не только в гидрологических расчетах, но и расчетах в регулировании стока при выборе параметров гидротехнических сооружений.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреев, В.Г. Гидрологические расчеты при проектировании средних и малых ГЭС / В.Г. Андреев. – Л.: Гидрометеиздат, 1957.
2. Определение расчетных гидрологических характеристик: Пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2000. – 174 с.
3. Красов, В.Д. К методике выбора репрезентативного периода для расчета характеристик годового стока // Водные ресурсы. – 1983. – М.: Наука, 1983. – № 5. – С. 167–169.

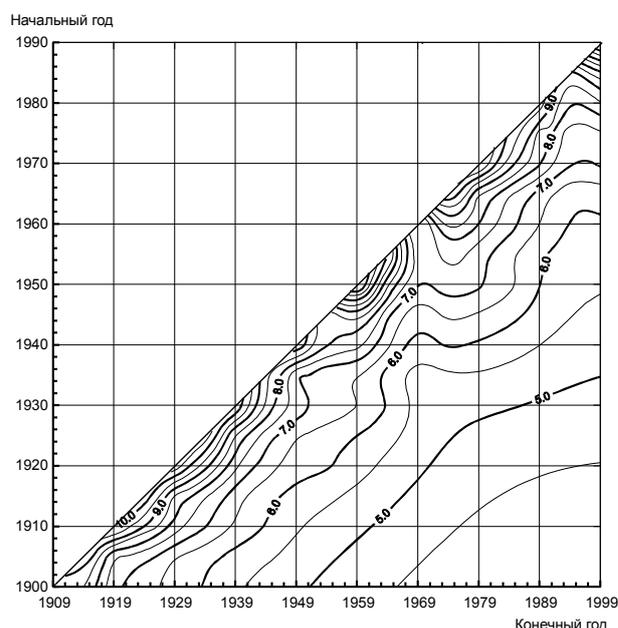


Рис. 3. Номограмма для определения ошибки отношения нормы n -летнего периода к норме стока всего ряда для р. Припять – г. Мозырь

Материал поступил в редакцию 28.02.09

LUKSHA V.V. Estimation of the representative period for calculation of characteristics of an annual river flow

The analysis of in-row regularity of an annual river flow has allowed to simplify at allocation of the n -year-old periods an estimation of the representative periods for calculation of rivers flow norm. Received nomograms for definition of an error of the relation of norm of the n -year period to norm of a river flow for the large rivers of Belarus will allow to use practically the results of researches at the choice of the representative period for an estimation of river flow norm.

УДК 551.526.8:551.583(476)

Волчек А.А., Кирвель П.И., Мельник В.И.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ОЗЕР БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Введение. Озера являются уникальными водными объектами и имеют важное экономическое и экологическое значение. В Беларуси

насчитывается около 10 тыс. озер, площадь водного зеркала которых составляет 2000 км² и объем воды 6–7 км³. Они служат накопи-

Кирвель Павел Иванович, аспирант географического факультета Белорусского государственного университета. Беларусь, БГУ, 220050, г. Минск, пр. Независимости, 4, географический факультет.

Мельник Виктор Иванович, к.г.н. заместитель начальника Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. Беларусь, 220014, г. Минск, пр. Независимости, 110.