

ОСОБЕННОСТИ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА РЕК БАСЕЙНА ПРИПЯТИ

А. А. Волчек¹, С. И. Парфомук², С. В. Сидак³

¹ Д. геогр. н., профессор, декан факультета инженерных систем и экологии УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь; e-mail : volchak@tut.by

² К. т. н., доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь; e-mail : parfom@mail.ru

³ Магистр физ.-мат. н., ассистент кафедры информатики и прикладной математики УО «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь; e-mail : harchik-sveta@mail.ru

Реферат

Рассмотрены особенности временной изменчивости характеристик внутригодичного распределения стока рек бассейна Припяти на современном этапе. В исследовании использованы данные по 10 действующим створам рассматриваемого бассейна за период инструментальных наблюдений. Показаны изменения в характере естественной зарегулированности стока рек. Для рек бассейна Припяти выявлено увеличение коэффициента естественной зарегулированности стока после периода 1970–1983 гг. Установлена связь между коэффициентом неравномерности стока и долей весеннего половодья.

Ключевые слова: внутригодичное распределение стока, кривая продолжительности суточных расходов, коэффициент естественной зарегулированности стока, доля весеннего половодья.

FEATURES OF THE INTRA-ANNUAL DISTRIBUTION OF RIVER RUNOFF IN THE PRIPYAT

A. A. Volchek, S. I. Parfomuk, S. V. Sidak

Abstract

The features of the temporal variability of the characteristics of the intra-annual distribution of river runoff in the Pripyat basin at the present stage are considered. The study used data on 10 active sections of the considered basin for the period of instrumental observations. Shown are the changes in the nature of the natural regulation of river flow. For rivers of the Pripyat basin, an increase in the coefficient of natural regulation of runoff after a period of 1970–1983 was revealed. A relationship is established between the coefficient of flow unevenness and the proportion of spring flood.

Keywords: intraannual flow distribution, daily flow rate curve, natural flow rate, spring sex ratio.

Введение

Изучение внутригодичного распределения стока (ВРС) рек является важным научным и практическим аспектом организации экономически эффективного и экологически безопасного водопользования. На основе характеристик ВРС ведется планирование использования водных ресурсов для различных водохозяйственных целей, определяются основные параметры водохранилищ и гидротехнических сооружений и др.

Установление закономерностей распределения стока в году является сложной задачей, так как на ВРС влияет целый ряд взаимосвязанных факторов, количественный учет которых в полной мере практически невозможен. В первую очередь распределение стока зависит от изменения внутригодичного хода температуры воздуха и распределения осадков. Кроме климатических факторов на распределение стока влияют другие физико-географические параметры, выражающие естественную зарегулированность стока в бассейне. К этой группе факторов относятся: размер и рельеф бассейна, гидрогеологические условия, озерность, степень залесенности, заболоченность и др. [1].

В основном, водопользователи и водопотребители заинтересованы в постоянном, стабильном стоке, без перебоев и резких подъёмов. Это значит, что для них наиболее благоприятен сток рек с высокой степенью естественной зарегулированности. Низкая же степень естественной зарегулированности представляет собой опасность в виде паводков и половодий, наводнений, приводящих к экономическому ущербу и даже к гибели людей.

Особенно актуальна эта проблема для Белорусского Полесья, главной рекой которого является Припять, характеризующаяся частыми затоплениями [2]. В результате изменения факторов и условий формирования стока в пределах бассейна Припяти вследствие проведения гидротехнических мелиораций, а также воздействия современных климатических изменений, водный режим рек оказался существенно преобразован. Поэтому актуальной задачей является оценка изменений внутригодичного распределения стока рек в совре-

менных условиях, что необходимо учитывать при решении ряда научных и практических задач.

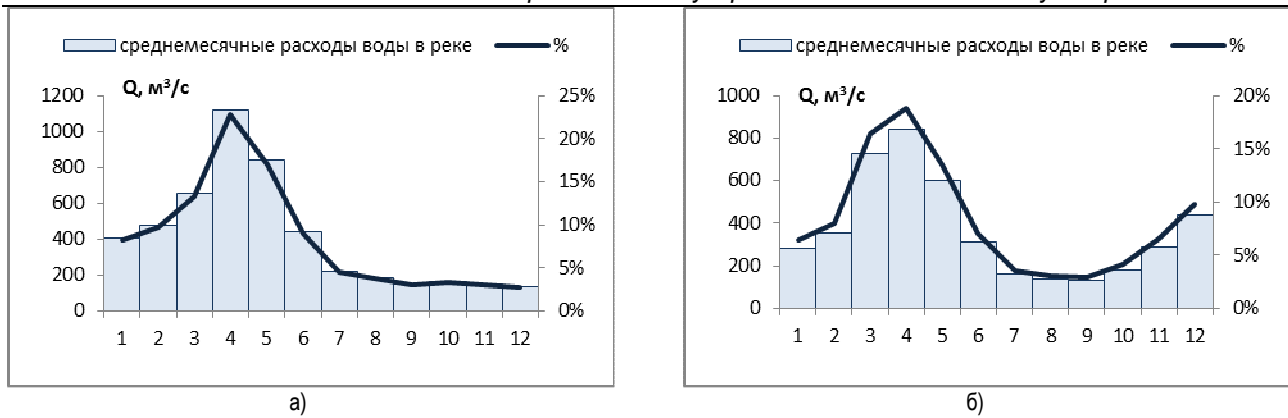
Исходя из этого, целью статьи является анализ современных особенностей временной изменчивости характеристик внутригодичного распределения стока рек бассейна Припяти и учет внутригодичной неравномерности стока для оценки гидроэкологической безопасности территории.

Материалы и методы исследования

Исходными данными послужили материалы наблюдений Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров. В исследовании использованы данные о среднемесячных расходах воды по 10 постам, имеющим наиболее продолжительный период наблюдений (не менее 65 лет), расположенным в различных частях бассейна Припяти и отличающихся по морфометрическим параметрам. Кроме того, для ряда створов рек использованы также данные о суточных расходах воды. Статистическая обработка данных и автоматизация расчетов проведена с помощью пакета MS Excel.

Обсуждение результатов

Для характеристики неравномерности внутригодичного распределения стока помимо общепринятых хронологических графиков распределения стока (рисунок 1) используется анализ некалендарного распределения стока. Эта возможность может быть реализована в форме кривых продолжительности суточных расходов воды. Кривая продолжительности суточных расходов воды – кривая, по которой может быть установлена продолжительность времени (в днях или в долях и процентах от года), в течение которого расход воды равен или превышает заданный [3].



а) 1983 г., б) 2017 г.

Рисунок 1 – Внутригодовое распределение стока р. Припять – г. Мозырь

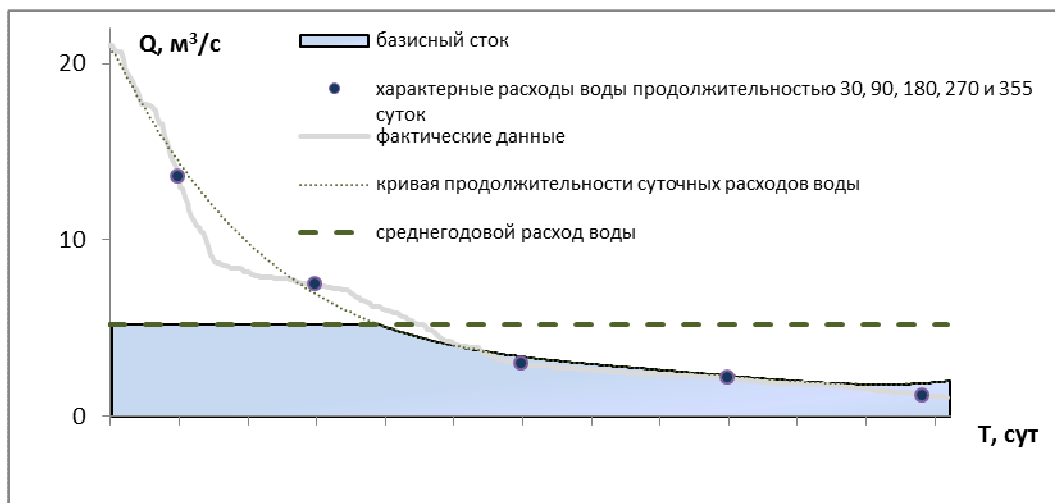


Рисунок 2 – Кривая продолжительности суточных расходов воды в створе р. Цна – д. Дятловичи (2004)

Из рисунка 2 видно, что кривая суточных расходов, построенная по характерным точкам, не всегда совпадает с фактическими данными. Поэтому при расчете характеристик внутригодового распределения стока этот способ может привести к значительным погрешностям в вычислениях.

Для изучения неравномерности ВРС используется коэффициент естественной зарегулированности стока (φ) [4], равный отношению базисного стока Q_0 к общему объему годового стока:

$$\varphi = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{\delta_i}}{n \cdot Q_0}, \quad (1)$$

где $Q_{\delta_i} = \begin{cases} Q_0, & \text{если } Q_i \geq Q_0 \\ Q_i, & \text{если } Q_i < Q_0 \end{cases}$, Q_0 – среднегодовой расход

воды, n – количество дней в году.

Для расчета коэффициента естественной зарегулированности стока φ использованы данные по суточным и месячным значениям расходов воды рек бассейна Припяти. Для оценки репрезентативности расчетов коэффициентов φ , полученным по среднемесячным расходам воды, проведено их сравнение с коэффициентами, вычисленными по суточным значениям для 10 створов бассейна Припяти (рисунок 3). В качестве периода для сравнения выбран 1971–2004 гг.

Значения коэффициентов φ , полученные двумя способами, оказались весьма близкими. Коэффициент корреляции составил 0,98–0,99. Если принять значения коэффициента φ , вычисленные по суточным данным, в качестве эталонных, то можно рассчитать

ошибку определения коэффициента φ , рассчитанного по месячным данным. Средняя абсолютная ошибка составила 2,96 %. Наибольшие ошибки (4,37% и 3,88%) получены для постов Случь – Клепчаны и Цна – Дятловичи. Анализ полученных результатов показывает, что использование среднемесячных расходов, хотя и незначительно, завышает величину коэффициента естественной зарегулированности стока. Учитывая полученную связь между коэффициентами, при необходимости можно уточнить коэффициент естественной зарегулированности стока. Безусловно, использование суточных данных по расходам воды позволит получить более точные результаты, однако при массовых расчетах такая точность является излишней. Анализ временной изменчивости коэффициента естественной зарегулированности стока реки Припять у города Мозырь проведен на основе совмещенных графиков нормированных разностно-интегральных кривых и хронологических графиков изменения показателя φ (рисунок 4). Ординаты интегральных кривых вычислены как нарастающая сумма $\sum (K_i - 1)/c_v$, где $K_i = \varphi_i/\varphi_0$ – модульный коэффициент анализируемого коэффициента естественной зарегулированности стока в i -м году (φ_i), φ_0 – его среднееголетнее значение, c_v – коэффициент вариации, i – год.

Анализ разностных интегральных кривых, представленных на рисунке 4, показал, что ряды коэффициентов φ для исследуемых створов имеют две совокупности с переломным периодом в 1970–1983 гг. Для всех створов, представленных на рисунке 4, наблюдается увеличение коэффициента естественной зарегулированности стока после 1970–1983 гг. на 15–56%.

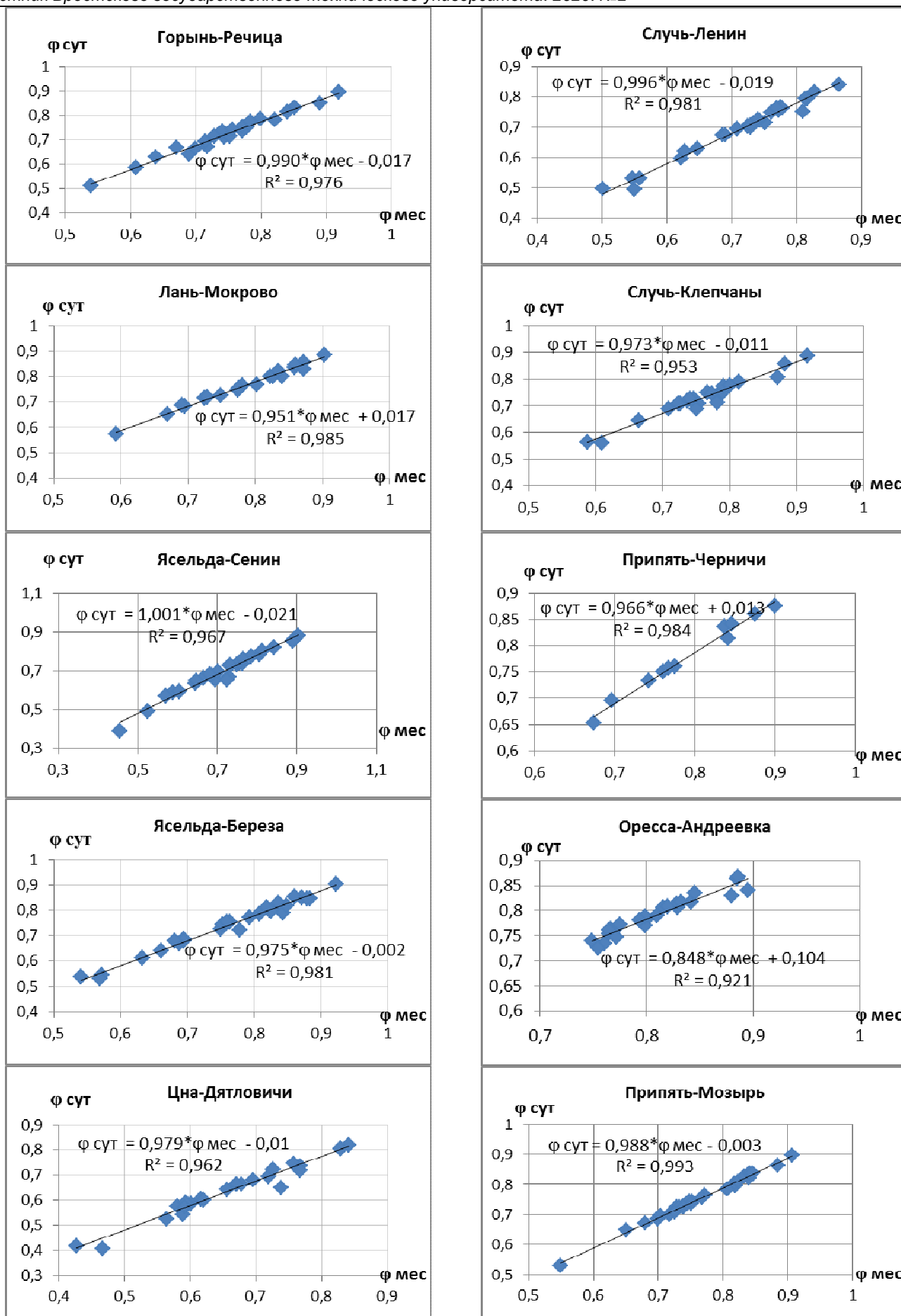
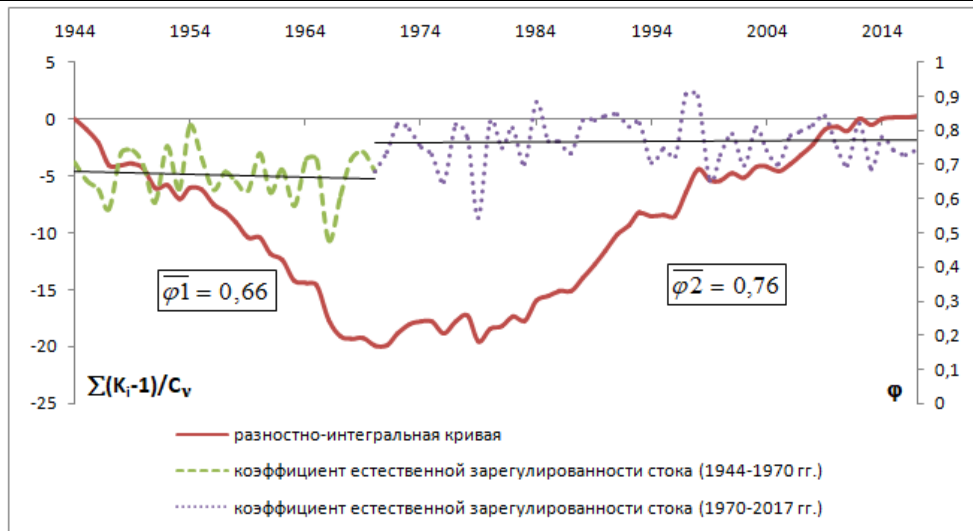
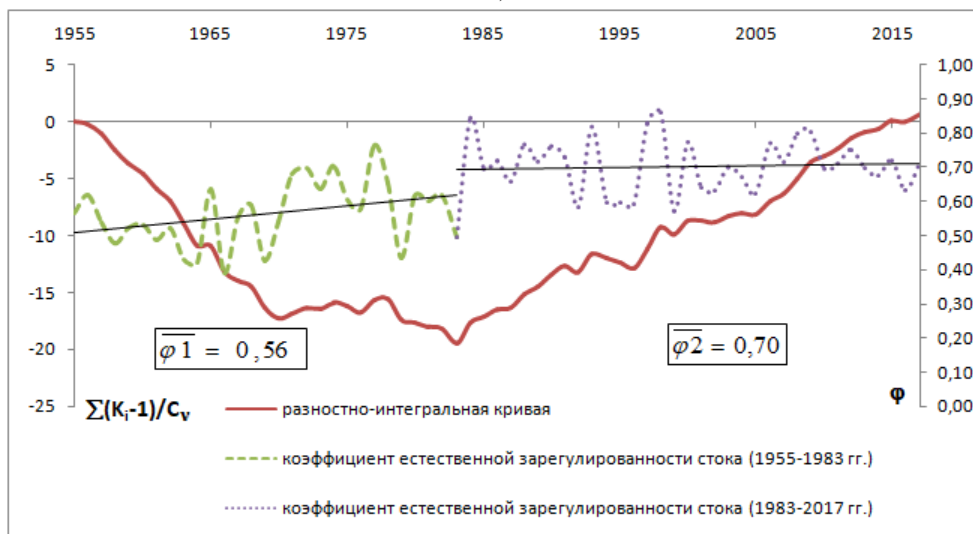


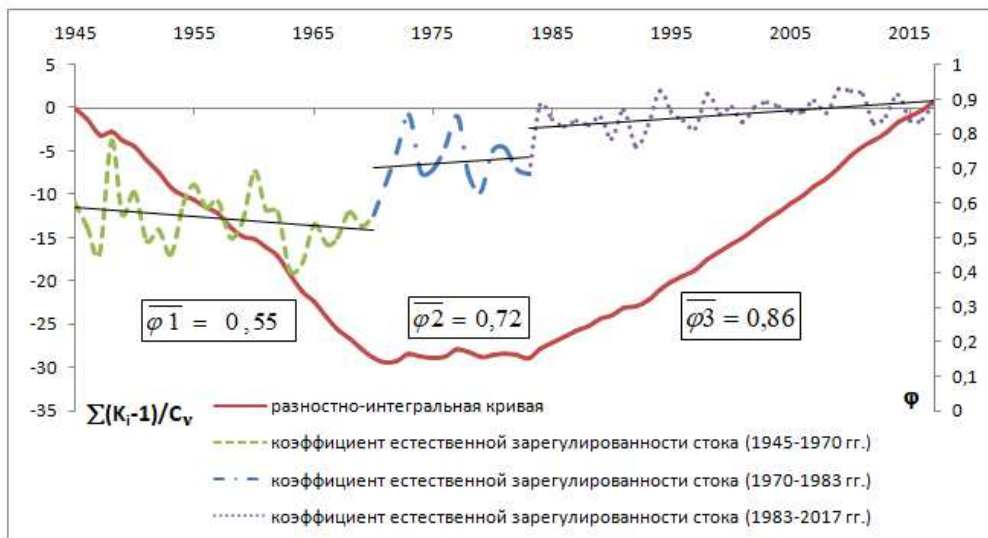
Рисунок 3 – Связь коэффициентов естественной зарегулированности стока, полученных по суточным и месячным данным



а)



б)



в)

а) Припять – г. Мозырь, б) Цна – д. Дятловичи, в) Ясельда – г. Береза

Рисунок 4 – Разностно-интегральные кривые и хронологические графики коэффициента естественной зарегулированности стока для створов

Для характеристики неравномерности стока также используют коэффициент внутригодовой неравномерности стока $d=1-\varphi$. Этот коэффициент численно равен емкости регулирования, которая необходима для внутригодового выравнивания стока. Так как основной характеристикой водного режима рек в бассейне Припяти является весеннее половодье, то целесообразно включить в состав обобщенных показателей внутригодовой неравномерности стока характеристики главной многоводной фазы. Наиболее важным показателем является доля весеннего половодья (dvp) в годовом стоке. Однако расчет характеристик весеннего половодья имеет свои трудности. Особенно затруднительным является выделение периода половодья, так как методы и способы определения дат начала и окончания половодья носят преимущественно описательный характер, не имеют четкого алгоритма их вычисления. При сильно растянутом по времени снеготаянии или при выпадении обильных дождей на реках формируются половодья, гидрографы которых имеют сложные очертания и состоят из нескольких самостоятельных волн. В годы же с дружным снеготаянием формируются стройные однопиковые половодья, характеризующиеся большой интенсивностью подъема и спада. В работе [5] представлена методика определения основных характеристик весеннего половодья, включая даты начала и окончания половодья, объем половодья и др. Описанная в [5] методика использована в настоящей работе для определения доли весеннего половодья.

Кроме того, необходимо отметить также следующую особенность: при расчете доли весеннего половодья по среднемесячным расходам воды (при недоступности среднесуточных расходов), погрешность вычисления может достигать 30–40%. В работе [6] показано, что коэффициент d полностью определяется величиной dvp . Таким образом, установив связь между показателями d и dvp для периода с имеющимися данными по среднесуточным расходам воды, можем распространить полученные результаты на периоды, для которых эти сведения недоступны. Для этого построим график, отражающий связь коэффициента естественной зарегулированности стока и доли стока весеннего половодья для периода с имеющимися данными о среднесуточных расходах воды (1968–1997) для створа р. Припять – г. Мозырь (рисунок 5).

Из рисунка 5 видно, что доля весеннего половодья в годовом стоке имеет тесную связь с его внутригодовой неравномерностью ($R^2=0,83$). Причем, по мере убывания доли стока весеннего половодья эта связь ослабевает. Используя установленную связь, можно получить показатели dvp для всего рассматриваемого периода (1944–2017). В качестве примера на рисунке 6 построен график изменения коэффициентов φ и dvp для створа р. Припять – г. Мозырь.

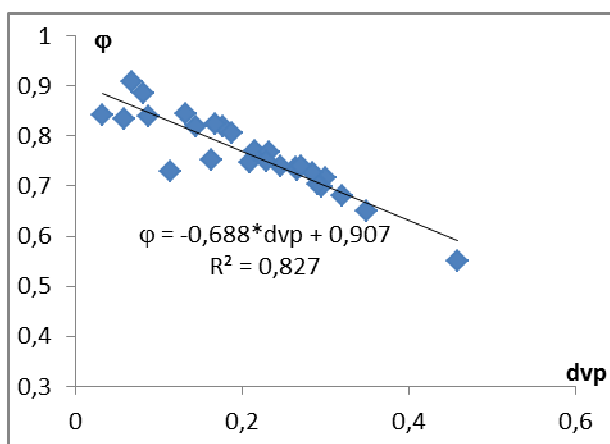


Рисунок 5 – Связь доли стока весеннего половодья dvp и коэффициента естественной зарегулированности стока φ

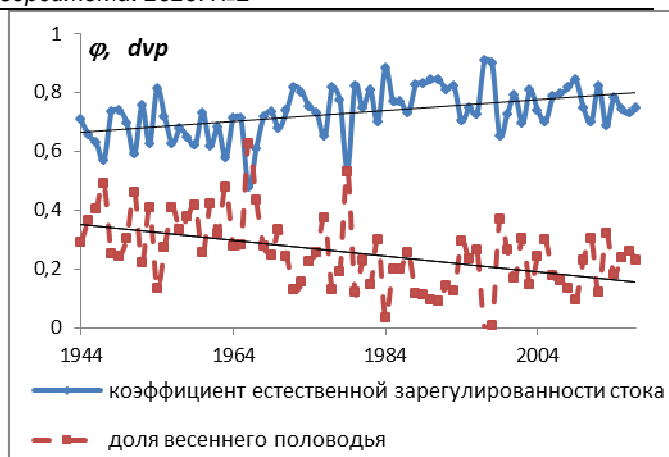


Рисунок 6 – Изменение доли стока весеннего половодья dvp и коэффициента естественной зарегулированности стока φ за многолетний период

Изменение естественной зарегулированности стока находит отражение в форме гидрографов (рисунок 7). При осреднении гидрографов по десятилетиям имеет место изменение некоторых фаз водного режима в последнее десятилетие.

Для более детального исследования изменения осредненных по десятилетиям гидрографов представим изменение среднемесячных расходов воды в створе р. Припять – г. Мозырь по десятилетиям за период 1948–2017 гг. в виде перекрестной таблицы (таблица 1). В качестве заголовков строк в этой таблице выступают 7 десятилетних периодов, каждый из которых будет сравниваться со всеми предшествующими десятилетними периодами, выступающими в качестве заголовков столбцов. В качестве значений перекрестной таблицы выступает процент изменения расходов воды между рассматриваемыми периодами коэффициент корреляции между периодами.

Из рисунка 7 и таблицы 1 видно, что в последний рассматриваемый десятилетний период (2008–2017) произошло уменьшение расходов воды в январе по сравнению с 4 предшествующими десятилетними периодами. В марте процент изменения расходов воды в 2008–2017 гг. положительный по сравнению со всеми предшествующими десятилетними периодами. Однако следует заметить, что этот процент постепенно уменьшается и, вероятнее всего, в текущее десятилетие процент изменения стока в марте по сравнению с предшествующим десятилетием будет отрицательным, т. е. расходы воды в марте будут уменьшаться. Такая же ситуация наблюдается в феврале. Для этого месяца уже произошло уменьшение расходов воды в последнее десятилетие на 5,53 % по сравнению с периодом 1998–2007 гг.

Значительное уменьшение расходов воды за период 2008–2017 гг. наблюдается в августе, сентябре, октябре и ноябре. Процент уменьшения достигает показателя 21,88 %. При сравнении данных о расходах воды периода 2008–2017 гг. со средними многолетними значениями по месяцам за период 1948–2017 гг. можно увидеть, что в большинстве случаев наблюдается положительная тенденция в изменениях, за исключением августа, сентября и октября. В эти месяцы происходит уменьшение расходов воды в последнее десятилетие в среднем на 9 %.

Внутригодовая неравномерность стока рек может выступать в качестве важнейшего фактора гидроэкологической безопасности территории. В качестве критерия для оценки гидроэкологической безопасности территории выбрано количество лет (k) с превышением максимальных расходов воды обеспеченностью 15%. В таблице 2 представлены осредненные за два периода значения коэффициента φ и подсчитанные значения K для створа р. Припять – г. Мозырь.

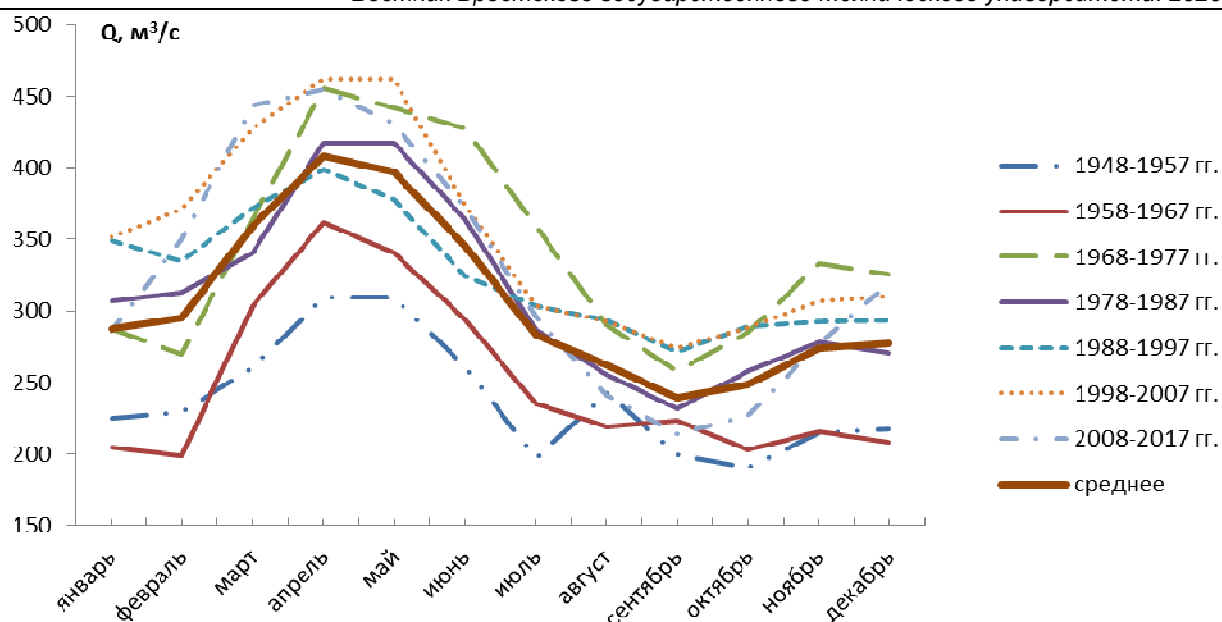


Рисунок 7 – Осредненные по десятилетиям гидрографы р. Припять – г. Мозырь

Таблица 1 – Перекрестная таблица изменений расходов воды р. Припять – г. Мозырь по десятилетним периодам (процент изменения / абсолютное значение коэффициента корреляции)

1	Средне- месячное многолетнее	1948-1957 гг.	1958-1967 гг.	1968-1977 гг.	1978-1987 гг.	1988-1997 гг.	1998-2007 гг.
	2	3	4	5	6	7	8
январь							
1948-1957 гг.	-21,60%						
1958-1967 гг.	-28,63%	-8,97% / 0,24					
1968-1977 гг.	0,08%	27,65% / 0,24	40,22% / 0,15				
1978-1987 гг.	6,69%	36,09% / 0,27	49,49% / 0,56	6,61% / 0,05			
1988-1997 гг.	21,58%	55,08% / 0,21	70,36% / 0,27	21,49% / 0,15	13,96% / 0,03		
1998-2007 гг.	22,35%	56,06% / 0,09	71,43% / 0,47	22,25% / 0,28	14,68% / 0,07	0,63% / 0,01	
2008-2017 гг.	-0,48%	26,94% / 0,11	39,44% / 0,49	-0,56% / 0,08	-6,72% / 0,04	-18,15% / 0,76	-18,66% / 0,06
февраль							
1948-1957 гг.	-22,38%						
1958-1967 гг.	-32,51%	-13,05% / 0,09					
1968-1977 гг.	-8,76%	17,55% / 0,08	35,19% / 0,24				
1978-1987 гг.	6,07%	36,67% / 0,18	57,18% / 0,50	15,23% / 0,11			
1988-1997 гг.	13,29%	45,96% / 0,41	67,87% / 0,34	22,64% / 0,01	6,80% / 0,01		
1998-2007 гг.	25,62%	61,85% / 0,46	86,14% / 0,24	35,29% / 0,20	18,43% / 0,25	10,89% / 0,06	
2008-2017 гг.	18,68%	52,90% / 0,25	75,85% / 0,68	28,16% / 0,30	11,88% / 0,33	4,75% / 0,23	-5,53% / 0,06
март							
1948-1957 гг.	-27,32%						
1958-1967 гг.	-15,37%	16,45% / 0,05					
1968-1977 гг.	1,41%	39,53% / 0,04	19,82% / 0,24				
1978-1987 гг.	-4,97%	30,75% / 0,02	12,28% / 0,02	-7,96% / 0,01			
1988-1997 гг.	3,53%	42,45% / 0,29	22,32% / 0,75	2,64% / 0,28	8,94% / 0,26		
1998-2007 гг.	19,11%	63,88% / 0,21	40,73% / 0,13	22,08% / 0,45	25,34% / 0,15	15,05% / 0,04	
2008-2017 гг.	23,62%	70,09% / 0,15	46,07% / 0,01	27,71% / 0,06	30,09% / 0,42	19,41% / 0,09	3,79% / 0,05
апрель							
1948-1957 гг.	-24,29%						
1958-1967 гг.	-11,41%	17,01% / 0,24					
1968-1977 гг.	11,38%	47,11% / 0,03	25,73% / 0,25				
1978-1987 гг.	2,22%	35,01% / 0,07	15,39% / 0,14	-13,00% / 0,04			
1988-1997 гг.	-2,33%	29,00% / 0,11	10,25% / 0,18	-19,47% / 0,45	-4,45% / 0,29		
1998-2007 гг.	13,11%	49,40% / 0,03	27,69% / 0,09	2,47% / 0,01	10,66% / 0,71	15,81% / 0,22	
2008-2017 гг.	11,33%	47,04% / 0,17	25,67% / 0,19	-0,07% / 0,52	8,91% / 0,08	13,98% / 0,01	-1,58% / 0,24

1	2	3	4	5	6	7	8
май							
1948-1957 гг.	-22,12%						
1958-1967 гг.	-14,32%	10,02% / 0,38					
1968-1977 гг.	11,34%	42,97% / 0,37	29,94% / 0,30				
1978-1987 гг.	5,02%	34,85% / 0,02	22,57% / 0,17	-8,73% / 0,36			
1988-1997 гг.	-4,82%	22,21% / 0,63	11,08% / 0,14	-22,32% / 0,25	-9,37% / 0,51		
1998-2007 гг.	16,35%	49,40% / 0,32	35,79% / 0,14	6,92% / 0,63	10,79% / 0,22	22,25% / 0,06	
2008-2017 гг.	8,55%	39,38% / 0,20	26,68% / 0,32	-3,86% / 0,18	3,36% / 0,44	14,05% / 0,06	-6,71% / 0,31
июнь							
1948-1957 гг.	-24,31%						
1958-1967 гг.	-14,76%	12,62% / 0,28					
1968-1977 гг.	23,68%	63,40% / 0,05	45,09% / 0,40				
1978-1987 гг.	5,50%	39,39% / 0,46	23,77% / 0,64	-21,84% / 0,06			
1988-1997 гг.	-6,16%	23,98% / 0,23	10,08% / 0,35	-35,85% / 0,31	-11,06% / 0,66		
1998-2007 гг.	8,28%	43,06% / 0,38	27,03% / 0,08	-18,50% / 0,53	2,63% / 0,01	15,39% / 0,05	
2008-2017 гг.	7,79%	42,41%	26,45% / 0,02	-19,09% / 0,17	2,17% / 0,18	14,87% / 0,29	-0,45% / 0,34
июль							
1948-1957 гг.	-30,38%						
1958-1967 гг.	-16,85%	19,44% / 0,45					
1968-1977 гг.	26,94%	82,34% / 0,18	52,66% / 0,18				
1978-1987 гг.	1,18%	45,33% / 0,30	21,67% / 0,52	-25,35% / 0,07			
1988-1997 гг.	7,22%	54,01% / 0,60	28,94% / 0,11	-19,40% / 0,32	5,97% / 0,23		
1998-2007 гг.	7,25%	54,06% / 0,87	28,98% / 0,34	-19,37% / 0,02	6,01% / 0,33	0,03% / 0,76	
2008-2017 гг.	4,64%	50,30% / 0,23	25,84% / 0,41	-21,94% / 0,08	3,42% / 0,09	-2,41% / 0,17	-2,44% / 0,18
август							
1948-1957 гг.	-7,55%						
1958-1967 гг.	-16,29%	-9,45% / 0,26					
1968-1977 гг.	10,65%	19,69% / 0,14	32,18% / 0,41				
1978-1987 гг.	-2,47%	5,49% / 0,33	16,50% / 0,31	-11,96% / 0,16			
1988-1997 гг.	11,95%	21,09% / 0,09	33,73% / 0,40	1,18% / 0,09	14,79% / 0,30		
1998-2007 гг.	11,68%	20,80% / 0,71	33,41% / 0,07	0,94% / 0,05	14,51% / 0,15	-0,24% / 0,29	
2008-2017 гг.	-7,97%	-0,45% / 0,18	9,94% / 0,44	-16,97% / 0,06	-5,63% / 0,11	-17,79% / 0,43	-17,59% / 0,13
сентябрь							
1948-1957 гг.	-16,40%						
1958-1967 гг.	-6,53%	11,81% / 0,39					
1968-1977 гг.	7,87%	29,03% / 0,05	15,40% / 0,41				
1978-1987 гг.	-3,01%	16,02% / 0,19	3,76% / 0,01	-9,04% / 0,08			
1988-1997 гг.	13,72%	36,04% / 0,11	21,67% / 0,33	4,87% / 0,02	17,26% / 0,09		
1998-2007 гг.	14,73%	37,24% / 0,63	22,74% / 0,35	5,70% / 0,01	18,29% / 0,25	0,88% / 0,09	
2008-2017 гг.	-10,38%	7,21% / 0,43	-4,12% / 0,03	-15,16% / 0,13	-7,59% / 0,47	-21,19% / 0,35	-21,88% / 0,01
октябрь							
1948-1957 гг.	-23,40%						
1958-1967 гг.	-18,29%	6,67% / 0,40					
1968-1977 гг.	14,58%	49,58% / 0,02	40,23% / 0,17				
1978-1987 гг.	3,80%	35,50% / 0,18	27,03% / 0,40	-9,32% / 0,21			
1988-1997 гг.	16,19%	51,68% / 0,42	42,20% / 0,13	1,39% / 0,12	11,94% / 0,45		
1998-2007 гг.	15,99%	51,42% / 0,43	41,95% / 0,66	1,22% / 0,05	11,74% / 0,43	-0,17% / 0,09	
2008-2017 гг.	-8,87%	18,96% / 0,31	11,52% / 0,45	-20,27% / 0,04	-12,21% / 0,51	-21,57% / 0,67	-21,44% / 0,48
ноябрь							
1948-1957 гг.	-21,51%						
1958-1967 гг.	-21,25%	0,33% / 0,51					
1968-1977 гг.	21,49%	54,79% / 0,10	54,28% / 0,09				
1978-1987 гг.	1,58%	29,41% / 0,09	28,99% / 0,45	-18,98% / 0,25			
1988-1997 гг.	6,61%	35,83% / 0,01	35,39% / 0,06	-14,19% / 0,11	4,96% / 0,35		
1998-2007 гг.	11,79%	42,43% / 0,26	41,96% / 0,88	-9,25% / 0,16	10,05% / 0,29	4,86% / 0,21	
2008-2017 гг.	1,29%	29,04% / 0,33	28,62% / 0,43	-19,26% / 0,20	-0,29% / 0,10	-4,99% / 0,64	-9,40% / 0,43
декабрь							
1948-1957 гг.	-21,85%						
1958-1967 гг.	-25,10%	-4,15% / 0,67					
1968-1977 гг.	17,22%	50,00% / 0,14	56,49% / 0,48				
1978-1987 гг.	-2,62%	24,61% / 0,50	30,00% / 0,75	-19,16% / 0,21			
1988-1997 гг.	5,55%	35,07% / 0,75	40,91% / 0,50	-11,27% / 0,12	8,39% / 0,40		
1998-2007 гг.	11,85%	43,13% / 0,04	49,33% / 0,27	-5,18% / 0,13	14,87% / 0,23	5,97% / 0,20	
2008-2017 гг.	14,95%	47,10% / 0,07	53,46% / 0,07	-2,19% / 0,34	18,05% / 0,28	8,90% / 0,27	2,77% / 0,40

Примечание: выделенные значения коэффициента корреляции статистически значимы.

Таблица 2 – Средние значения коэффициента φ и количество лет с превышением максимальных расходов воды обеспеченностью 15%

Период	Среднее значение коэффициента φ	Значение показателя K
1944-1980 гг.	0,67	9
1981-2017 гг.	0,78	2

Из таблицы 2 видно, что за период 1981–2017 гг. количество лет с превышением максимальных расходов воды обеспеченностью 15 % значительно сократилось, а коэффициент φ при этом увеличился на 16 % по сравнению с предыдущим периодом.

Заключение

В статье рассмотрены особенности внутригодового распределения стока рек бассейна Припяти. На основе данных по 10 постам за период с 1945–2017 гг. показаны изменения в характере естественной зарегулированности стока рек. Установлена связь доли весеннего половодья и коэффициента естественной зарегулированности стока. Анализ временной изменчивости коэффициента естественной зарегулированности стока показал, что для всех рек бассейна Припяти наблюдается увеличение коэффициента естественной зарегулированности стока после 1970–1983 гг. на 15–56%, и, соответственно, уменьшение неравномерности стока. Коэффициент естественной зарегулированности стока рек может служить важнейшим фактором гидроэкологической безопасности территории. Для рек бассейна Припяти показано, что при увеличении коэффициента φ происходит уменьшение количества лет с превышением максимальных расходов воды обеспеченностью 15 %.

Список цитированных источников

1. Волчек, А. А. Изменение внутригодового распределения стока воды рек Беларуси / А. А. Волчек, О. Н. Натарева // Ученые записки РГГМУ. – 2018. – № 52. – С. 67–78.
2. Волчек, А. А. Проблемы наводнений на территории Белорусского Полесья // Научно-технические проблемы водохозяйственного и энергетического комплекса в современных условиях Беларуси : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 21–23 сент. 2011 г. : в 2-х частях / Брест. гос. техн. ун-т; под ред. П. С. Пойты [и др.]. – Брест : Изд-во БрГТУ, 2011. – С. 109–111.

3. Евстигнеев, В. М. Практические работы по курсу «Речной сток и гидрологические расчеты»: учебное пособие / В. М. Евстигнеев, Д. В. Магрицкий – М. : МГУ, 2013. – 108 с.
4. Комлев, А. М. Аналитический способ вычисления коэффициента естественной зарегулированности речного стока / А. М. Комлев, Г. В. Проскурина // Метеорология и гидрология. – 1977. – № 10. – С. 95–99.
5. Волчек, А. А. Автоматическое расчленение гидрографа речного стока / А. А. Волчек, С. И. Парфомук, С. В. Сидак // Природная среда Полесья: особенности и перспективы развития : сборник научных работ VIII Международной научной конференции, Брест, 12–14 сентября 2018 г. / Редкол. : Н. В. Михальчук (отв. ред.) [и др.]. – Брест : Альтернатива, 2018. – Вып. 11. – С. 29–32.
6. Фролова, Н. Л. Внутригодовое распределение стока рек России / Н. Л. Фролова, Д. П. Нестеренко, Н. В. Шенберг // Вестник Московского университета. – Сер. 5. География. – 2010. – № 6. – С. 8–16.

References

1. Volchek, A. A. Changes in the intraannual distribution of river runoff in Belarus / A. A. Volchek, O. N. Natarova // Scientific notes of RGGMU. – 2018. – № 52. – P. 67–78.
2. Volchek, An. A. Problems of floods in the territory of Belarusian Polesya // Scientific and technical problems of the water and energy complex in modern conditions of Belarus: proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Brest, 21-23 St. 2011: in 2 parts / Brest. state. technical un-t; under ed. P. S. Poita [et al.] – Brest : BSTU, 2011. – P. 109–111.
3. Yevstigneyev, V. M. River Runoff and Hydrological Calculation Practices Tutorial / V. M. Evstigneev, D. V. Magritsky – M. : Moscow State University, 2013. – 108 p.
4. Komlev, A. M. Analytical method of calculation of natural regulation coefficient of river drain / A. M. Komlev, G. V. Proskurina // Meteorology and hydrology. – 1977. – № 10. – P. 95–99.
5. Volchek, A. A. Automatic dismembering of river drain hydrographer / A. A. Volchek, S. I. Parfomuk, S. V. Sidak // Natural environment of Polesya : features and prospects of development: collection of scientific works of the VIII International Scientific Conference, Brest, September 12–14, 2018 / Redkol.: N. V. Mikhalechuk (An Opening Ed.) [et al.]. – Brest : Alternative, 2018. – Pop. 11. – P. 29–32.
6. Frolova, N. L. Internal distribution of river runoff of Russia / N. L. Frolova, D. P. Nesterenko, N. V. Shenberg // Journal of Moscow University. – Ser. 5. Geography. – 2010. – № 6. – P. 8–16.

Материал поступил в редакцию 24.03.2020