

УДК 556.044 (476)

ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ПОЛОВОДИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ ПОЛЕСЬЯ

А.А. Волчек¹, Ан.А. Волчек²¹ Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь² Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

В статье представлены результаты анализа изменения максимальных расходов воды половодий малых рек Белорусского Полесья на примере р. Лань. Дана количественная оценка влияния природных факторов и антропогенных воздействий на гидрологический режим. В целом наблюдается существенное уменьшение максимальных расходов воды

Введение

Речная сеть на территории Белорусского Полесья помимо крупных рек бассейна Днепра, включая его основные притоки, – Припять, Сож, Березина, представлена множеством малых рек, которые и определяют гидрографическую сеть Белорусского Полесья. Питание рек смешанное, основные источники стока – атмосферные осадки, ранней весной питанием рек служат талые воды, зимой – преимущественно грунтовые, в остальное время – атмосферные осадки и грунтовые воды.

Территория Белорусского Полесья располагает наименьшими водными ресурсами по сравнению с другими районами Беларуси и, по мнению экспертов, в первую очередь здесь могут наблюдаться дефициты водохозяйственного баланса. Поэтому проблема рационального использования водных ресурсов в Белорусском Полесье является актуальной и требует всестороннего изучения. В свою очередь управление водными ресурсами – одна из важнейших практических задач водного хозяйства, решение которой возможно лишь на основе познания закономерностей формирования водного режима территории.

Весеннее половодье – характерная фаза естественного водного режима рек Белорусского Полесья, доля которого составляет 40–60 % от годовой величины стока. При этом основные гидрологические параметры весеннего половодья не отличаются стабильностью. Под влиянием и при участии комплекса разнообразных по генезису и динамике факторов они непрерывно изменяются как по территории, так и во времени.

Целью настоящей работы является оценка влияния природных факторов и антропогенных воздействий на водный режим половодий малых рек Белорусского Полесья на примере р. Лань.

Методика и объекты исследования

Определение основных гидрологических характеристик осуществлялось по методике, детально описанной в нормативных документах [1]. Для оценки влияния антропогенных воздействий и природных факторов на сток, исходные временные ряды расходов воды анализировались за различные интервалы усреднения: с 1948 по 2015 гг. (весь период наблюдений, 68 лет); с 1948 по 1977 гг. (период до введения в строй водохранилища Локтыши, 30 лет); с 1978 по 2015 гг. (период функционирования водохранилища, 37 лет); с 1977 по 1987 гг. (период функционирования водохранилища до начала современного потепления климата, 11 лет); с 1948 по 1987 гг. (период до начала

современного потепления климата, 40 лет); с 1988 по 2015 гг. (период функционирования водохранилища при современном потеплении климата, 28 лет).

При анализе временных рядов стока использованы методики:

- для выявления тенденций изменений стока использовались хронологические графики колебаний, разностные интегральные кривые и линейные тренды;
- для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера [2].

В качестве модельной реки принята р. Лань, которая является типовой рекой Белорусского Полесья и в полной мере отражает закономерности формирования водного режима малых рек, вызванные как природными факторами, так и антропогенными воздействиями. Лань – река Белорусского Полесья, протекает по территории Брестской и Минской областей, левый приток Припяти. Длина реки – 161 км, площадь ее водосборного бассейна – 2 190 км², среднегодовой расход воды в устье – 11,3 м³/с [3]. Исток реки находится 1,5 км около д. Горбуны на Копыльской гряде на высоте 176,2 м, в среднем и нижнем течении река протекает по Припятскому Полесью. Отметка устья находится на высоте ниже 125,8 м. Река практически на всем протяжении канализирована, зарегулирована водохранилищем руслового типа, сезонного регулирования «Локтыши», которое построено в 1977 г. и предназначено для водообеспечения полносистемного рыбоводного хозяйства «Локтыши», обводнения земель, регулирования стока р. Лань. Площадь зеркала составляет – 15,9 км², площадь мелководий – 2,83 км², длина – 6,0 км, ширина: максимальная – 4,2 км, средняя – 2,65 км, средняя глубина – 3,15 м. Объем полный – 50,2 млн. м³, полезный – 29,8 млн. м³ [4]. Ширина Лани в верхнем течении 4–8 м, в нижнем до 20 м, пойма шириной 0,6–1 км. Берега реки торфянистые, местами песчаные и супесчаные, высотой 1–2 м. Долина реки (ширина 1–1,5 км) покрыта смешанными лесами, заболочена, имеется сеть мелиорационных каналов. Основные притоки слева: Бабка, Нача, Люта, справа: Цепра, Болванка.

В работе использованы временные ряды максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань в створах с. Логновичи (площадь водосбора $A=480$ км² и периодом наблюдений с 1979 по 1988 гг.); с. Локтыши ($A=909$ км² и периодами наблюдений с 1948 по 1976 гг.); с. Мокрово ($A=2550$ км² и периодом наблюдений с 1977 по 1993; 1995–2009; 2010–2015 гг.)

любезно представленные Брестским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для удобства расчетов и сопоставимости полученных результатов принят единый расчетный период с 1948 по 2015 гг. продолжительностью 68 лет. Пропущенные и недостающие данные восстановлены с помощью компьютерного программного комплекса «Гидролог» [5] с привлечением рек-аналогов согласно требованиям [1]. Как правило, для решения задачи восстановления пропущенных данных парные линейные уравнения регрессии вида:

$$Q(t) = \alpha \cdot Q_a(t) + \beta, \quad (1)$$

где α и β – эмпирические коэффициенты.

Систематическое преуменьшение дисперсий исключалось путем дополнительного расчета погодных (Q) значений по формуле [6]

$$Q_i' = \frac{Q_i - \bar{Q}_n}{R} + \bar{Q}_n, \quad (2)$$

где Q_i – годовичные значения гидрологической характеристики, рассчитанные по уравнению регрессии; \bar{Q}_n – среднее значение гидрологической характеристики за совместный период наблюдений.

Результаты и их обсуждение

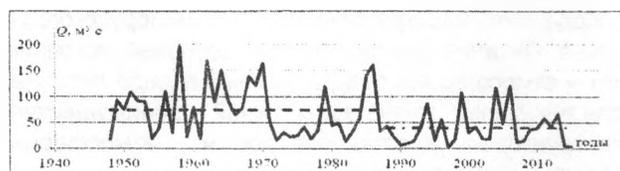
Основные статистические характеристики временных рядов максимальных расходов воды половодья р. Лань для различных створов приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Основные статистические характеристики временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань

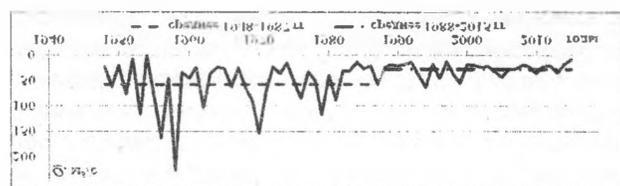
Параметры	Створ		
	с. Логновичи	с. Локтыши	с. Мокрово
Наблюдаемые гидрологические ряды			
Норма стока (Q), м ³ /с ± ошибка, %	43,4±40,8	77,5±12,4	33,6±10,8
Коэффициент вариации (C_v) ± ошибка, %	0,58±19,2	0,67±9,9	0,67±9,2
Коэффициент асимметрии (C_a) ± ошибка, %	0,46±317	0,62±158	2,14±40,1
Число лет наблюдений, лет	10	29	38
Продленные гидрологические ряды			
Норма стока (Q), м ³ /с ± ошибка, %	37,7±8,6	59,6±11,5	45,6±11,1
Коэффициент вариации (C_v) ± ошибка, %	0,63±6,4	0,8±9,0	0,87±9,5
Коэффициент асимметрии (C_a) ± ошибка, %	2,06±29,8	0,99±79,0	2,37±36,3
Число лет наблюдений, лет	67	68	68

Продолжительность периода наблюдений считается достаточной, если относительная среднеквадратичная погрешность для максимального стока не превышает 20 % [1]. Как видно из таблицы, полученные параметры для створов с. Локтыши и с. Мокрово формально отвечают требованиям нормативных до-

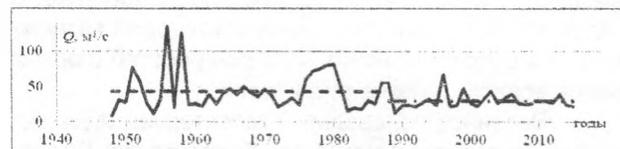
кументов, а для створа с. Логновичи условие не выполняется, поэтому расчетный ряд считается недостаточным и его необходимо привести к многолетнему периоду с привлечением реки-аналога. Кроме того, полученные параметры вычислены для различных периодов: для створа с. Локтыши до строительства водохранилища и современного изменения климата, для створа с. Мокрово для периода эксплуатации водохранилища и современного потепления, поэтому полученные нормы стока противоречат общим закономерностям формирования половодий на реках. Исходя из вышесказанного и для решения поставленных задач нами выполнено продление временных рядов для периода 1948–2015 гг. На рисунке 1 представлен хронологический ход максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань.



а)



б)



в)

--- среднее 1948-1987 гг.;
-.-.- среднее 1988-2015 гг.

Рисунок 1. – Многолетний ход максимальных расходов воды половодья на р. Лань в створах: а) с. Логновичи; б) с. Локтыши; в) с. Мокрово

В таблице 2 приведены статистические параметры и значения критерия Стьюдента и Фишера для сравниваемых периодов.

Как видно из таблицы 2, сопоставление периодов 1948–1987 гг. и 1988–2015 гг. (влияние современного потепления) для всех створов имеет место различие в средних значениях и в характере колебаний максимальных расходов воды весеннего половодья. Сравнение периодов с начала наблюдений до строительства водохранилища и периода эксплуатации водохранилища показывает, что произошли значительные уменьшения максимальных расходов воды весеннего половодья вследствие аккумуляции больших объемов воды в чаше водохранилища. Створ с. Логновичи находится выше водохранилища, и оно не оказывает влияния на сток. В связи с тем, что попуски воды из водохранилища определяют водный режим створов, расположенных ниже по течению, климати-

ческие факторы не могут внести существенных изменений.

Таблица 2. – Параметры гидрологических рядов максимальных расходов воды половодья р. Лань для выделенные периоды

Створ	Период	Среднее значение, м ³ /с	Дисперсия	Критерии	
				$t/t_{\text{сп}}$	$F/F_{\text{сп}}$
Оценка влияния современного потепления					
с Логновичи	1948-1987	43,0	790,2	2,59	5,01
	1988-2015	29,9	157,8	2,00	1,86
с Локтыши	1948-1987	73,9	2610,9	3,36	2,28
	1988-2015	39,2	1143,6	2,00	1,94
с Мокрово	1948-1987	58,0	2202,1	3,86	13,1
	1988-2015	27,9	167,5	2,01	1,84
Оценка влияния водохранилища					
с Логновичи	1948-1977	42,2	835,4	1,28	2,55
	1978-2015	34,4	327,4	2,01	1,78
с Локтыши	1948-1977	75,5	2688,3	2,47	1,63
	1978-2015	47,0	1646,0	2,00	1,77
с Мокрово	1948-1977	62,7	2630,23	2,92	5,69
	1978-2015	33,1	455,5	2,03	1,77
Влияние современного потепления на антропогенно-нарушенные экосистемы					
с Логновичи	1977-1987	47,8	715,6	2,10	5,17
	1988-2015	30,3	138,5	2,20	2,21
с Локтыши	1977-1987	64,3	2581,7	1,51	2,25
	1988-2015	39,2	1143,6	2,14	2,20
с Мокрово	1977-1987	46,6	956,1	1,94	5,71
	1988-2015	27,9	167,5	2,20	2,20

Примечание: выделены статистически значимые эмпирические коэффициенты

Выводы

Таким образом, современное потепление вызвало уменьшение максимальных расходов весеннего половодья, особенно на малых реках Полесья, которое усиливается антропогенными воздействиями. Это нарушает естественный водный режим в нижнем бьефе водохранилищ и прудов, уменьшая площади и время затопления пойм, что угнетает пойменные экосистемы. Необходимо согласовать попуски воды с водохранилищ с экологическим стоком ниже водохранилищ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3.04-168-2009(02250). – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
2. Статистические методы в природопользовании. Учебное пособие / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, П.С. Пойта, П.В. Шведовский. – Брест: Изд-во Брестского политехнического ин-та, 1999. – 252 с.
3. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патынцыял водных аб'ектаў. – Мінск: БелЭн, 2007. – 480 с.
4. Водохранилища Беларуси (справочник) / Минск: ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа». – Минск, 2005. – 183 с.
5. Волчек, А.А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока // А.А. Волчек, С.И. Парфомук / Веснік Палескага дзяржаўнага ун-та. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2009. – № 1. – С. 22–30.

EVALUATION OF FLUCTUATIONS OF THE MAXIMUM DISCHARGES OF FLOODS ON SMALL RIVERS OF THE POLESIE REGION

VOLCHAK A.A., VOUGHAK AN.A.

The article presents the results of the analysis of changes in the maximum water discharges of floods on small rivers of the Belarusian Polesie on the example of the Lan River. The quantitative estimation of influence of natural and anthropogenic factors on the hydrological regime is given. In general, there is a significant decrease in the maximum water discharges.