

УДК 556.5

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Я. А. Рябый<sup>1)</sup>, А. А. Новик<sup>2)</sup>

*<sup>1)</sup>Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, пр. Независимости, 110, 220114, г. Минск, Беларусь, [jaroslawriaby@gmail.com](mailto:jaroslawriaby@gmail.com); <sup>2)</sup>Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, [novika@bsu.by](mailto:novika@bsu.by)*

В работе изучены особенности гидрологического режима, региональные различия и пространственно-временные колебания максимального стока рек Западная Двина и Припять. Выполнена оценка режима весеннего половодья рек Беларуси в условиях изменения климата за современный (с 1989 по 2019 гг.) и базовый (с 1948 по 1988 гг.) период гидрологических наблюдений.

**Ключевые слова:** максимальный сток; весеннее половодье; гидрологический режим; климат.

## PATTERNS OF FORMATION OF MAXIMUM FLOW ON THE RIVERS OF BELARUS IN A CHANGING CLIMATE

Y. A. Ryaby <sup>1)</sup>, A. A. Novik <sup>2)</sup>

*<sup>1)</sup>Republican Center for Hydrometeorology, Radioactive Contamination Control and Environmental Monitoring, 110 Nezavisimosti Av., 220114, Minsk, Belarus, [jaroslawriaby@gmail.com](mailto:jaroslawriaby@gmail.com); <sup>2)</sup>Belarusian State University, Nezavisimosti av., 4, 220030, Minsk, Belarus, [novika@bsu.by](mailto:novika@bsu.by)*

This paper examines the peculiarities of the hydrological regime, regional differences and spatio-temporal fluctuations in the maximum flow of the Western Dvina and Pripyat rivers. The assessment of the spring flood regime of the rivers of Belarus in the context of climate change for the modern (from 1989 to 2019) and basic (from 1948 to 1988) period of hydrological observations was carried out.

**Keywords:** maximum runoff; spring flood; hydrological regime; climate.

Важнейшей составляющей гидрологического мониторинга водных объектов является объективная качественная оценка основных характеристик стока рек и их изменений в условиях современного изменения климата. Системный мониторинг основных характеристик весеннего половодья способствует эффективной оценке риска развития опасных гидрологических явлений.

Изучение пространственно-временных закономерностей формирования максимального стока рек севера и юга Беларуси в условиях изменяющегося климата на примере бассейнов рек Западная Двина и Припять, имеющих различные физико-географические характеристики и степень антропогенного преобразования, позволит выявить многолетние изменения максимального стока, как результата отклика на вариации климатических изменений. Это также позволит проанализировать территориальные различия динамики максимального речного стока, формирующегося в неодинаковых природных условиях.

В основу анализа положены обработанные и отцифрованные многолетние ряды наблюдений по объему стока и расходу воды весеннего половодья на гидрологических постах реки Западная Двина по створам Полоцка и Витебска и реки Припять в створах Мозыря, Черничи ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Бассейны исследуемых рек имеют различные физико-географические характеристики, водный сток формируется в дифференциальных природных условиях и имеет различную степень антропогенной трансформации (табл. 1).

Таблица 1

**Основные физико-географические и гидрографические характеристики бассейнов исследуемых рек, в пределах Беларуси**

Название	Длина, км	Площадь реки водосбора, км <sup>2</sup>	Средний уклон водной поверхности, ‰	Густота речной сети, км/км <sup>2</sup>	Озёрность, %	Лесистость, %	Заболоченность, %	Мелиорированность, %	Доля весеннего половодья, %	Продолжительность половодья, сут.
Западная Двина	328	33200	0,12	0,51	3	27	20	16	56	60-75
Припять	495	50900	0,09	0,20	<1	30	15	23,4	61	80-110

Особое влияние на гидрологический режим оказывают лесистость и заболоченность водосборов [1, с. 115]. Влияние площади лесов на весенний сток проявляется в снижении пика и увеличении продолжительности половодья [2, с. 185]. Наличие значительных площадей болот на водосборе приводит к замедлению стока и отражается на форме волны половодья [3, с. сс230]. Антропогенная трансформация (мелиорация и гидро-

энергетическое строительство) водосборных территорий вносит существенные изменения в естественный гидрологический режим рек выражающийся в сезонном перераспределении стока [4, с. 31].

В настоящее время произошло смещение дат начала весеннего половодья. Как видно на рисунке 1, даты максимальных расходов воды рек весеннего половодья сместились на более ранние сроки.

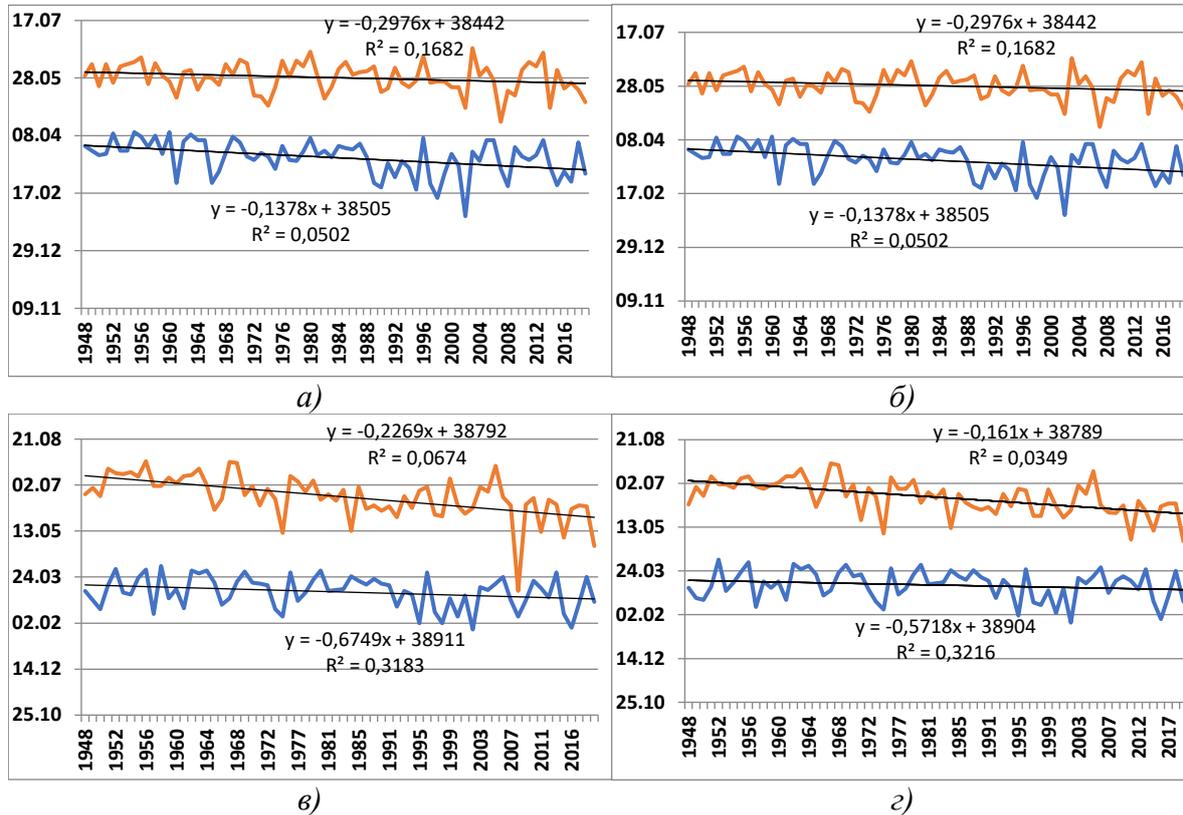


Рис. 1. Даты начала (красная линия) и окончания (синяя линия) весеннего половодья за период 1948-2019 гг. по створам: а – р. Западная Двина г. Витебск б – р. Западная Двина г. Полоцк в – р. Припять г. Мозырь г – р. Припять д. Черничи [5,6].

Анализ средних максимальных расходов воды весеннего половодья показывает, что произошли существенные уменьшения максимального стока. Особенности многолетних изменений максимального стока рек Западная Двина и Припять, расположенных в разных частях страны, иллюстрируется данными, представленными на рисунке 2, и свидетельствуют об уменьшении повторяемости опасных максимальных расходов воды.

В многолетнем распределении максимального стока рек республики выделяется два характерных периода: современный (с 1989 по 2019 гг.), характеризующийся повышением температуры воздуха, и базовый (с 1948 по 1988 гг.), с климатическими условиями характерными для периода до начала потепления.

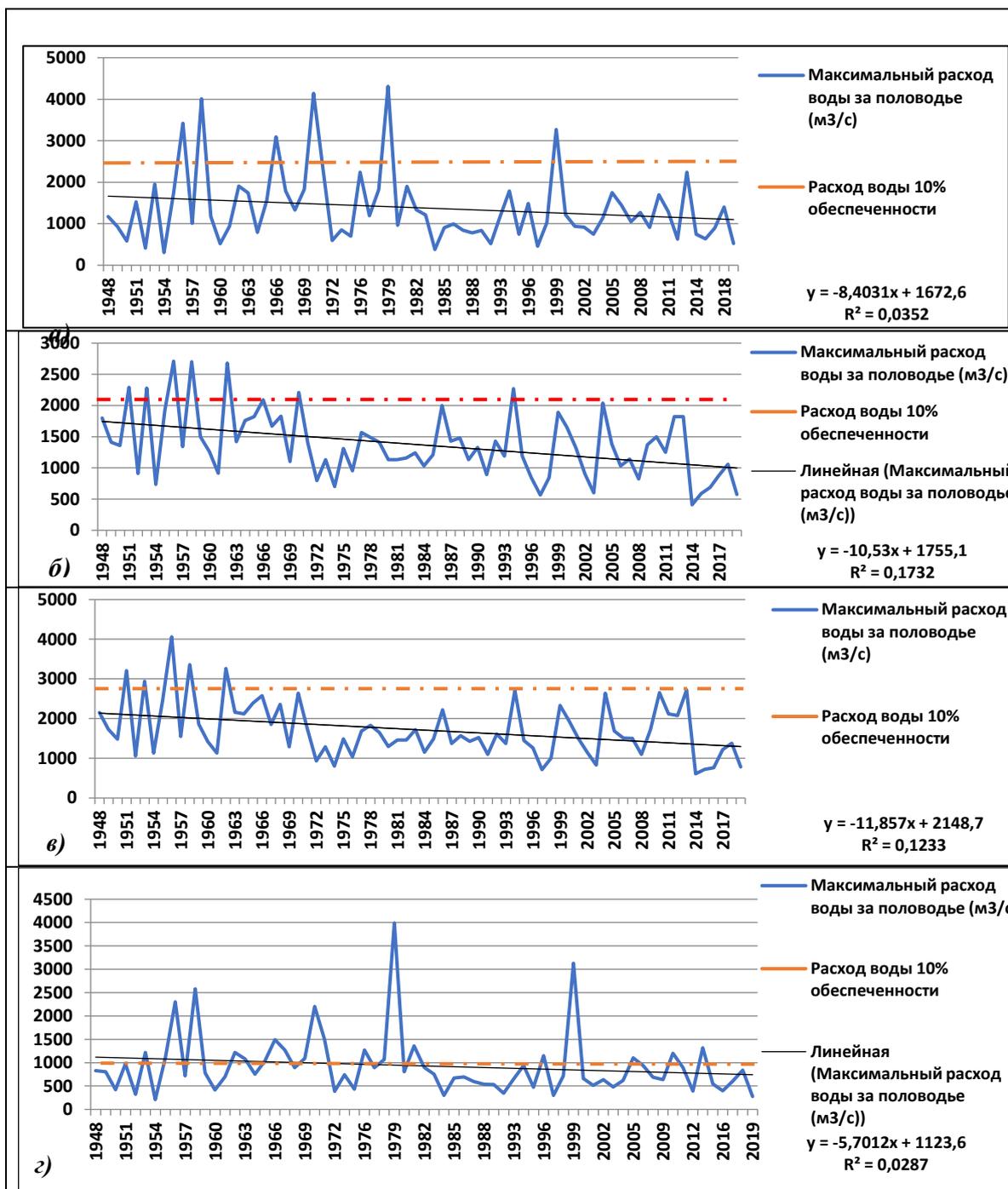


Рис. 2. Динамика максимального стока за период 1948-2019 гг. по створам: а – р. Западная Двина г. Витебск, б – р. Западная Двина г. Полоцк, в – р. Припять г. Мозырь, г - р. Припять д. Черничи [5,6]

В таблице 2 приведены данные по статистическим параметрам максимального стока рек Западная Двина и Припять за два многолетних периода (современный и базовый).

Таблица 2

**Статистические параметры максимального стока рек Западная Двина и Припять, и их сравнительная оценка за базовый и современный периоды [7]**

Река/пост	Периоды	Годы	Средние значения Q, м <sup>3</sup> /с	$\Delta Q$ , %	$\sigma_2^2/\sigma_1^2$
р. Западная Двина – г. Витебск	базовый	1948-1988	1519	-23	0,8
	современный	1989-2019	1175		
р. Западная Двина – г. Полоцк	базовый	1948-1988	1864	-19	0,72
	современный	1989-2019	1520		
р. Припять – г. Мозырь	базовый	1948-1988	1532	-24	0,34
	современный	1989-2019	1170		
р. Припять – д. Черничи	базовый	1948-1988	1033	-25	0,6
	современный	1989-2019	777		

*Примечание.*  $\Delta Q$ , % - изменение максимального стока в современный период по отношению к базовому;  $\sigma_2^2/\sigma_1^2$  - дисперсия максимальных расходов воды в современный и базовый периоды

Анализ статистической значимости многолетних линейных трендов максимального стока, средних значений, дисперсий климатообусловленных изменений стока двух сравниваемых периодов, выявил ряд закономерностей:

- средние даты наступления максимальных расходов воды весеннего половодья в современном периоде сдвинулись на более ранние сроки (71,5 % случаев пик половодий приходится на третью декаду марта). Причиной смещения дат пиков половодий послужили изменения климатических условий.

- произошло существенное снижение максимальных расходов воды и их изменчивости. В результате уменьшилась повторяемость наибольших расходов воды малой обеспеченности (в качестве критерия, было принято число лет с превышением расхода 10 %-й эмпирической обеспеченности). В условиях происходящих климатических изменений опасность весенних наводнений снизилась.

Основная причина, вызвавшая уменьшение максимальных расходов воды весеннего половодья рек Беларуси, носит природный характер и в меньшей степени связана с антропогенными воздействиями. Наименьшие изменения максимальных расходов воды весеннего половодья произошли в бассейне Припяти. Это объясняется большой степенью мелиорированности водосбора, обеспечивающей компенсацию влияния природных факторов, вызывающих уменьшение стока.

Следует отметить, что уменьшение стока весеннего половодья в современных условиях изменения климата не исключает возможности формирования крупных наводнений в отдельные годы и, следовательно, экономического и экологического ущерба.

## Библиографические ссылки

1. *Волчек А. А.* Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменения климата /А. А. Волчек, В. Н. Корнеев, С. И. Парфомук, И. Ф. Булак; под общей ред. А. А. Волчек, В. Н. Корнеева. Бресь: Альтернатива, 2017. 228 с.
2. *Логинов В. Ф.* Весенние половодья на реках Беларуси: пространственно-временные колебания и прогноз / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. Волчек, - Минск.: Беларуская навука, 2014. 244 с.
3. *Логинов В. Ф.* Западная Двина – Даугава: река и время. / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Л. Л. Лякмунд и др. – Минск: Беларуская навука, 2006. 270 с.
4. *Калинин М. Ю.* Оценка состояния водных ресурсов бассейнов рек Западная Двина и Неман в Республике Беларусь. / М. Ю. Калинина, А. В. Пахомов. Республиканское унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов – Минск: Белсэнс, 2008. 60 с.
5. Архивные данные Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Республики Беларусь.
6. Государственный водный кадастр [Информационный ресурс]: Данные о режиме и ресурсах поверхностных вод Республики Беларусь, № свид-ва 0870100020 / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. Минск.
7. *Рябый Я. А., Новик А. А.* Закономерности формирования максимального стока реки Западной Двины // Международная научно-практ. конференция «Актуальные вопросы эффективного и комплексного использования водных ресурсов» 22–24 марта 2023 года, г. Минск, ЦНИКИИВР, Минск, 2023. С. 25-28.