

Исход из табл. 3 можно сделать вывод, что на урожайность озимой ржи по Бресту и Гомелю оказывают влияние температуры декабря, в Пинске, Житковичах и Мозыре – температура воздуха февраля.

Выводы. Таким образом, наблюдается повсеместный рост урожайности озимой ржи на территории Белорусского Полесья и дифференцированный рост зимних температур воздуха. Оценен вклад температур воздуха за отдельные зимние месяцы в урожайность озимой ржи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек, А. А. Влияние изменения температур холодного периода на урожайность озимых зерновых в Беларуси / А. А. Волчек, Ю. П. Городнюк // Междунар. науч.-практ. конф. Хазарский ун-т, г. Баку, 5–6 дек. 2022 г. – Баку, Азербайджан, 2023. – С. 209–212.
2. Статистические методы в природопользовании: учеб. пособие / В. Е. Валуев, А. А. Волчек, П. С. Пойта, П. В. Шведовский. – Брест: Изд-во Брестского политехнического института, 1999. – 252 с.
3. Логинов, В. Ф. Практика применения статистических методов при анализе и прогнозе природных процессов / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, П. В. Шведовский. – Брест: Изд-во БГТУ, 2004. – 316 с.
4. Логинов, В. Ф. Оценка влияния климатических факторов на динамику урожайности основных сельскохозяйственных культур в Брестской области / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек, Ан. А. Волчек // Природные ресурсы. – 2006. – № 3. – С. 5–22.
5. Актуальные проблемы природопользования Брестской области / А. А. Волчек [и др.]. – Минск: Беларус. навука, 2009. – 265 с.

УДК 556.5(476)

АСИНХРОННОСТЬ В КОЛЕБАНИЯХ СТОКА РЕК ЗАПАДА И ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

А. А. Волчек, профессор

УО «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: расходы воды рек, модульные коэффициенты, асинхронность, обеспеченность, корреляция

Аннотация. Исследован режим колебаний различных видов стока по четырем рекам Беларуси за период с 1877 по 2020 гг. С помощью коэффициентов корреляции и асинхронности дана количественная оценка синхронности в формировании стока рек западной и восточной частей Беларуси.

Keywords: river water flows, modular coefficients, asynchrony, availability, correlation.

Summary. The regime of fluctuations of various types of flow along four rivers of Belarus for the period from 1877 to 2020 was studied. Using correlation coefficients and asynchrony, a quantitative assessment of the synchronicity in the formation of river flow in the western and eastern parts of Belarus is given.

Объективная оценка водных ресурсов той или иной территории затруднена асинхронностью в режимах стока воды рек. Величина асинхронности зависит не только от расстояния между водосборами, водности года и их взаимного расположения [1].

Цель настоящей работы – дать количественную оценку асинхронности в колебаниях различных видов стока рек западной и восточной частей Беларуси за характерные интервалы времени.

Методологической основой исследований явились научные положения о стохастической природе речного стока. Системный анализ накопленной информации позволил синтезировать закономерности пространственно-временных колебаний водных ресурсов и объективно оценить их количественные характеристики, с помощью совместного использования коэффициентов асинхронности, корреляции, также изменение обеспеченностей стока по территории.

Методика оценки эффекта асинхронности в колебания стока двух рек построена на совместном анализе ранжированных суммарных хронологических и равнообеспеченных временных рядов модульных коэффициентов речного стока двух рек и подробно описана в [1].

Построение кривой обеспеченности суммарного равнообеспеченного ряда модульные коэффициенты осуществляется путем ранжирования исходных модульных коэффициентов в убывающем порядке с последующим их суммированием, т. е.

$$K_{xp}(P) = Q_{i,1} / Q_{cp,1} + Q_{i,2} / Q_{cp,2}, \quad (1)$$

где $Q_{i,1}; Q_{i,2}$ – значение расходов воды 1 и 2 реки за i -й год;

$Q_{cp,1}; Q_{cp,2}$ – средние значения расходов воды за расчетный период 1 и 2 реки соответственно.

В зависимости от места, занимаемого каждым членом такого суммарного убывающего ряда, ему присваивается соответствующая обеспеченность, рассчитываемая как:

$$P = \frac{m}{n+1} 100 \%, \quad (2)$$

где m – номер члена в ранжированном ряду;

n – количество членов ряда.

Построение кривой обеспеченности суммарного хронологического ряда осуществлялось путем суммирования модульных коэффициентов двух створов речного стока за соответствующие годы в хронологическом порядке, с последующим их ранжированием в убывающем порядке. Равнообеспеченные ряды получаются путем суммирования, т. е.

$$K_{po}(P) = Q_{P,1} / Q_{cp,1} + Q_{P,2} / Q_{cp,2}, \quad (3)$$

где $Q_{P,1}$; $Q_{P,2}$ – значение расходов воды 1 и 2 реки равных обеспеченностей, соответственно.

Коэффициент асинхронности P -й обеспеченности определяется как

$$K_{ac}(P) = K_{xp}(P) / K_{po}(P). \quad (4)$$

При совместной оценке водных ресурсов двух рек учет асинхронности в их формировании стока осуществляется по зависимости

$$Q_j(P) = K_{ac}(P) \cdot Q_k(P), \quad (5)$$

где $Q_j(P)$, $Q_k(P)$ – расход воды j -й и k -й реки равной обеспеченности.

Данный подход позволил оценить асинхронность в колебаниях среднегодовых, максимальных весеннего половодья, минимальных летне-осенних и зимних расходов воды рек запада и востока Беларуси.

Исходными данными послужили материалы наблюдений республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за стоком р. Неман в створе г. Гродно ($Q_{ср.год} = 194 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{вес.пол} = 792 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{мин.л-ос} = 89,5 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{мин.зим} = 71,9 \text{ м}^3/\text{с}$) расположенной на западе страны и р. Днепр в створе г. Речица ($Q_{ср.год} = 363 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{вес.пол} = 1710 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{мин.л-ос} = 152 \text{ м}^3/\text{с}$; $Q_{мин.зим} = 129 \text{ м}^3/\text{с}$) расположенной на востоке Беларуси за период с 1877 по 2020 гг., т. е. 144 года.

Предварительный анализ исходной гидрологической информации включал в себе восстановление пропущенных значений стока за отдельные годы, статистический анализ временных рядов на однород-

ность с помощью программного комплекса «Гидролог-2 по методикам приведенным в [2, 3, 4]. Исходные временные ряды расходов воды исследуемых рек разбиты на отдельные отрезки для анализа влияния на асинхронность в колебаниях различных влияний на сток рек. Сравнение периода с условно естественным водным режимом (1877–1965 гг.) и период антропогенных воздействия в виде крупномасштабных мелиораций и современного потепления климата (1966–2020 гг.). В свою очередь последний период разбит на два интервала: 1966–1986 гг. – период массовых мелиораций и 1987–2020 гг. – современных климатических изменений. Кроме того, отдельно анализировались ряды наблюдений за последние 50 лет (1971–2020 гг.), т. е. расчетный период, рекомендуемый для определения статистических характеристик и построения математических моделей прогнозирования стока рек Беларуси.

На первом этапе выполнены расчеты обеспеченности по рассматриваемым видам стока и рекам по формуле (2). В качестве примера в табл. 1 приведены значения расходов воды за конкретный год и их обеспеченности для отдельных лет (середины расчетных интервалов).

Таблица 1. Расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$) и обеспеченность (%) стока рек за отдельные годы р. Неман в створе г. Гродно и р. Днепр в створе г. Речица

Год	Вид стока							
	Средне- годовой	Макси- маль- ный поло- водья	Минимальный		Средне- годовой	Макси- маль- ный поло- водья	Минимальный	
			летне- осенний	зимний			летне- осенний	зимний
1972	246/96,6	801/82,1	121/83,5	128/43,5	155/86,2	347/91,7	95,3/33,1	28,7/98,6
1905	460/12,4	3130/11,0	146/46,2	127/44,1	196/38,6	845/30,3	88,0/46,2	68,0/51,7
1977	307/76,6	925/74,5	170/28,3	81,4/75,9	203/33,1	448/80,0	106/18,6	49,3/87,6
2004	401/27,6	1830/39,3	194/13,1	208/10,3	192/44,1	192/99,3	105/20,0	81,3/24,8
2002	304/77,9	755/88,3	125/77,9	196/15,2	161/82,8	475/74,5	55,0/98,6	56,8/80,7

Как видно из табл. 1 наблюдается широкий разброс обеспеченностей как по годам, так и по видам стока. Поэтому при оценке водных ресурсов больших территорий необходимо учитывать асинхронность в их формировании.

Как показал корреляционный анализ, максимальная синхронность стока рек запада и востока наблюдается в период крупномасштабных мелиораций (1966–1986 гг.), которые выше для все рассматриваемых видов стока по сравнению с периодом 1877–2020 гг. Синхронность в

колебаниях стока за условно естественный период меньше, чем за отдельные выделенные периоды.

Это связано с масштабами мелиораций и современными климатическими колебаниями, которые охватили большие территории и некоторой степени снизили влияние климатических воздействий (табл. 2). Наибольшая асинхронность характерна для минимального зимнего стока, особенно для условно естественного периода и периода современного потепления.

Таблица 2. Матрица коэффициентов корреляции стока р. Неман в створе г. Гродно и р. Днепр в створе г. Речица

Период	Вид стока			
	Среднегодовой	Максимальный половодья	Минимальный	
			летне-осенний	зимний
1877 – 2020	0,56	0,70	0,47	0,35
1877 – 1965	0,55	0,60	0,41	0,27
1966 – 1986	0,79	0,80	0,60	0,66
1987 – 2020	0,58	0,35	0,72	0,38
1971 – 2020	0,52	0,58	0,62	0,51

В табл. 3 приведены значения коэффициентов асинхронности для очень многоводных ($P = 5\%$) и очень маловодных ($P = 95\%$) лет. При этих обеспеченностях коэффициенты асинхронности имеют максимальные отклонения от единицы. При обеспеченностях $P < 3\%$ и $P > 97\%$ коэффициенты асинхронности стремятся к единице. Величина отклонения коэффициентов асинхронности от единицы, по абсолютной величине, для маловодных лет больше, чем для многоводных.

В первом случае основной фактор формирования стока определяется геологическим строением водосбором рек. В многоводные годы главным фактором в формировании стока выступают климатические факторы. Для многоводных лет $K_{ac} < 1$, т. е. вероятность синхронного формирования максимальных среднегодовых расходов воды на реках меньше и слабо зависит от направления.

Таблица 3. Матрица коэффициентов асинхронности стока р. Неман в створе г. Гродно и р. Днепр в створе г. Речица

Обеспеченность	Вид стока			
	Среднегодовой	Максимальный половодья	Минимальный	
			летне-осенний	зимний
$K_{ac}(P_{5\%})$	0,88	0,88	0,93	0,91
$K_{ac}(P_{25\%})$	0,93	0,99	0,98	0,98
$K_{ac}(P_{75\%})$	1,02	1,02	1,08	1,05
$K_{ac}(P_{95\%})$	1,35	1,09	1,06	1,31

Таким образом, полученные результаты показали, что асинхронность в формировании стока рек Беларуси существенная и ее необходимо учитывать при оценке водных ресурсов для маловодных и многоводных лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов, В. Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В. Ф. Логинов, А. А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006 – 160 с.
2. Статистические методы в природопользовании : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. Е. Валуев [и др.]. – Брест: Изд-во Брестского политехнического института, 1999. – 252 с.
3. Волчек, А. А. Гидрологические расчеты : учебное пособие / А. А. Волчек. – Москва: КНОРУС, 2021. – 418 с.
4. Волчек, А. А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока / А. А. Волчек, С. И. Парфомук // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – № 1. – 2009. – С. 22–30.

УДК 626.862

КОНСТРУКЦИИ УСТЬЕВ КОЛЛЕКТОРОВ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОТВОДА ДРЕНАЖНОГО СТОКА С МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ПАВОДКА

К. А. Глушко, канд. техн. наук, доцент

К. К. Глушко, канд. техн. наук, доцент

УО «Брестский государственный технический университет»,
г. Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: устье, коллектор, дрена, дренажный сток, канал, снег, весеннее половодье.

Аннотация. Предложены конструкции устьев коллекторов для ускорения отвода дренажного стока с мелиоративных систем различного типа в условиях паводка.

Key words: mouth, collector, drain, drainage runoff, channel, snow, spring flood.

Summary. Designs of collector mouths have been proposed to accelerate the removal of drainage runoff from various types of reclamation systems under flood conditions.

Основными конструктивными элементами закрытой регулирующей сети осушительных мелиоративных систем являются дрены, коллекто-