

Волчек А.А., Парфомук С.И.

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОДЫ РЕК БЕЛАРУСИ

ВВЕДЕНИЕ

Изучению стока воды рек посвящено много исследований. Однако происходящие в последнее время колебания климата внесли определенные изменения в речной сток. Ввиду того, что вопросы, связанные с водой, являются ключевыми в экономике страны, возникает необходимость корректной оценки водных ресурсов и разработки мер по адаптации хозяйственной деятельности к новым условиям водного режима рек и увлажнения территории, а также степени антропогенного воздействия на водные объекты. Это в полной мере касается не только годовых значений стока, но и его внутригодового распределения.

В настоящей работе сделана попытка оценить степень трансформации годового стока рек Беларуси и его внутригодовое распределение в современных условиях.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходными данными для исследований послужили ряды годовых и месячных расходов воды 90 гидрологических постов Беларуси за период с 1947 г. – времени послевоенного восстановления наблюдений на гидрологической сети – по 2000 г. В процессе анализа временные ряды были разделены на три периода. Первый из них – это период с 1947 по 1964 гг., второй – с 1965 по 1985 гг., а третий – с 1986 по 2000 гг. Такое разделение рядов на составляющие обусловлено следующими причинами. Первая граница периодов – 1964-1965 гг. – это время начала массовых мелиораций на территории Беларуси, вторая

– 1985-1986 гг. – заметного изменения климатических условий на территории страны.

Для исследования трансформации временных рядов определялись линейные тренды модульных коэффициентов стока методом наименьших квадратов:

$$k(t) = \alpha \cdot t + k(t_0),$$

где $k(t)$ – значение модульного коэффициента стока в момент времени t ; α – градиент модульного коэффициента стока; $k(t_0)$ – значение модульного коэффициента в начальный момент времени.

Для сопоставимости полученных результатов в дальнейшем будем оперировать относительным трендом изменения модульного коэффициента стока в промилле, в зависимости от которого характеристики изменения модульных коэффициентов стока были разделены на условные промежутки, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. Характеристики изменения модульных коэффициентов стока

Значение тренда, ‰	Характеристика изменения
Ниже -30	Значительное уменьшение
От -30 до -10	Умеренное уменьшение
От -10 до 10	Неизменное состояние
От 10 до 30	Умеренное увеличение
Свыше 30	Значительное увеличение

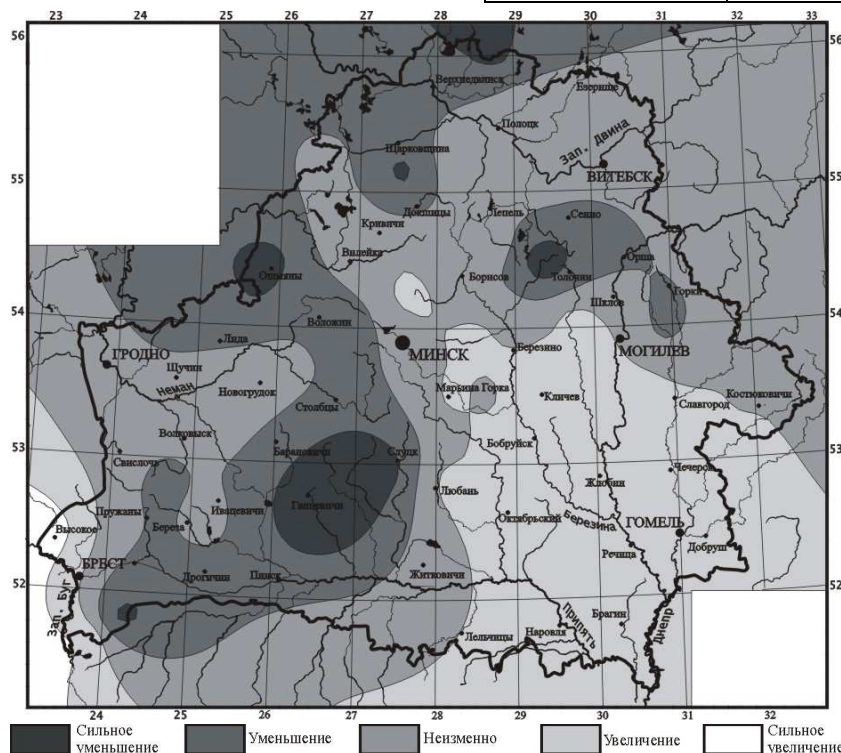


Рис. 1. Изменение модульного коэффициента годового стока рек Беларуси в 1947-1964 гг.

Волчек Александр Александрович, доцент, к.г.н., заместитель директора по науке Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси.

Парфомук Сергей Иванович, аспирант каф. информатики и прикладной математики Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 2. Структура внутригодового изменения стока рек Беларуси в 1947-1964 гг.

Река – пост	Значение тренда за 10 лет, %												
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Бобр - с. Куты	-93,3	-73,4	-128,9	7,6	23,2	31,8	207,9	177,3	-75,5	-191,8	-23,6	-8,5	-48,4
Случь - с. Ленин	-15,0	-84,7	-40,5	-125,3	-22,8	-1,8	-1,4	-2,7	-39,9	-48,4	-33,7	31,1	-42,1
Ошмянка - с. Великие Яцыны	-82,7	-77,9	-25,4	-49,1	-40,3	-44,9	-20,2	-18,7	-15,8	-25,9	23,2	-25,9	-35,2
Нища - с. Соколище	-91,8	-173,5	-151,4	-72,8	-50,4	22,8	93,2	105,2	62,3	22,8	11,2	74,8	-34,9
Гавья - с. Лубинята	-52,3	-62,7	-24,2	-69,4	17,5	4,4	-10,9	-39,9	-20,0	-29,8	1,0	-36,6	-29,5
Ислочь - с. Боровиковщина	-44,9	-51,9	-33,4	-72,5	-13,9	26,5	7,9	8,1	-44,7	-28,1	16,6	-11,0	-27,4
Проня - с. Леляги (х. Яскарь)	-108,5	-55,5	-91,6	-17,3	-89,4	52,3	265,6	59,7	9,0	-95,6	18,9	-0,6	-17,8
Ясельда - г. Береза	-8,5	-40,2	-66,8	20,4	31,6	13,0	-32,3	-0,3	-5,0	-23,9	-76,1	-34,6	-16,7
Щара - г. Слоним	-81,4	-210,2	-125,2	136,0	95,5	12,3	-38,3	-50,1	-58,4	-72,7	-36,3	-15,6	-12,6
Западная Двина - г. Витебск	36,7	1,9	27,8	-24,4	9,9	-7,1	27,0	-3,7	6,5	-27,8	-6,5	-3,9	-5,4
Дисна - пгт. Шарковщина	7,8	-17,5	-13,6	-2,1	28,4	-0,8	-19,5	8,1	31,7	-11,3	-33,1	-18,4	-3,4
Днепр - г. Орша	28,5	7,6	3,1	-26,4	31,3	8,0	8,4	7,6	-11,0	-20,3	-15,9	-15,8	-3,3
Свислочь - с. Сухая Долина	-14,0	-32,5	-7,8	59,3	17,8	-0,5	-22,3	-7,9	1,3	-12,0	-28,5	-5,6	-3,2
Западная Двина - г. Полоцк	28,8	5,2	23,5	-21,0	11,6	-2,5	28,5	4,0	-4,2	-22,4	-2,8	5,4	-1,7
Днепр - г. Могилев	24,2	8,6	4,0	-28,0	29,9	16,4	14,9	13,3	-5,0	-8,6	-7,9	-10,4	-1,4
Эсса - с. Гадивля	9,5	0,5	-4,4	3,9	-12,8	21,4	37,9	57,8	-59,0	-81,8	9,5	27,3	0,1
Неман - с. Белица	8,9	-18,7	-36,1	16,7	27,1	18,8	-14,3	-5,1	8,2	1,4	-6,0	-11,0	0,9
Неман - г. Гродно	-0,5	-8,4	-23,7	17,4	28,8	16,8	-14,3	-7,7	5,3	-0,4	-16,4	-7,6	1,0
Вилия - с. Михалишки	14,0	-5,9	-33,5	8,6	24,6	12,3	-1,7	6,3	19,9	6,9	-2,0	3,1	3,7
Жадунька - с. Костюковичи	29,6	3,4	-44,9	42,4	-8,5	-28,2	-43,6	2,9	30,0	-10,5	-0,2	4,3	4,6
Птичь - с. Лучицы	11,1	-27,1	-4,7	-9,9	16,5	26,2	0,5	28,6	34,0	32,5	12,4	28,6	6,9
Сож - г. Славгород	17,5	-6,1	-13,9	3,7	22,2	15,2	37,4	13,0	15,6	5,4	4,5	-2,3	7,4
Полота - с. Яново 1-е	20,7	1,3	8,9	-11,1	24,5	-1,2	54,2	16,8	13,5	-4,4	14,9	13,8	8,5
Березина - г. Бобруйск	20,5	3,4	0,6	-4,5	26,3	15,2	-4,0	30,3	34,5	12,2	5,3	19,0	10,4
Уза - с. Прибор	14,5	-37,5	-45,3	49,8	9,3	9,4	45,1	34,9	54,5	44,0	13,4	-3,2	12,7
Беседь - с. Светиловичи	32,4	-9,6	-18,3	24,2	18,8	2,8	26,9	30,4	64,5	13,0	-2,3	-2,1	13,9
Друть - с. Городище	9,1	-8,0	-37,2	46,5	29,4	-6,4	64,0	88,9	8,2	-11,8	-8,8	7,6	17,7
Ухлясть - пос. Радьков	42,5	13,6	-31,4	16,1	23,0	1,5	51,1	18,5	13,4	37,0	19,0	16,9	18,2
Оресса - с. Андреевка	12,2	-4,9	0,1	20,8	27,1	28,6	3,5	33,5	33,5	29,5	13,8	32,9	18,9
Копаявка - с. Черск	-3,9	-51,9	-48,0	31,7	27,4	60,4	37,9	28,4	17,8	6,2	-16,9	-9,3	25,6

Примечание: Выделенные значения соответствуют несущественному изменению стока

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

На рис. 1 показано изменение модульного коэффициента годового стока рек Беларуси в период с 1947 по 1964 гг. В этот период на территории Беларуси наблюдалось уменьшение годового стока рек. Уменьшение стока характерно для территории запада Полесья и северо-запада страны. Значительное уменьшение годового стока в период 1947-1964 гг. не наблюдалось за исключением некоторых водосборов, где изменения вызваны антропогенными факторами. Увеличение стока в 1947-1964 гг. характерно для большинства рек бассейна Днепра, Западного Буга и нижней Припяти. Сток с остальных водосборов в первый из рассматриваемых периодов практически не изменился.

В табл. 2 приведены значения изменения стока наиболее характерных рек Беларуси, разделенных на зоны в зависимости от характера тренда стока в 1947-1964 гг.

При рассмотрении внутригодовой трансформации стока рек Беларуси в 1947-1964 гг. было отмечено наибольшее влияние изменения стока в зимние и осенние месяцы, а наименьшее – в апреле-мае и июле-августе. Причину такой

трансформации, по нашему мнению, следует искать в структуре изменения атмосферных осадков [1].

В период с 1965 по 1985 гг. наблюдалось увеличение годового стока большинства рек бассейна Западной Двины и уменьшение стока в юго-западной и юго-восточной частях Полесья, как показано на рис. 2. Для остальных водосборов страны годовой сток во втором из рассматриваемых в ходе исследования периодов значительно не поменялся.

Значения тренда стока рек Беларуси, наиболее ярко отражающих изменения стока в 1965-1985 гг., приведены в табл. 3.

В период с 1965 по 1985 гг. значения годового стока большинства рек Беларуси остались неизменными, но произошло перераспределение стока внутри года. В зимние месяцы 1965-1985 гг. сток увеличился почти для всех водосборов страны, в марте-мае произошло существенное уменьшение стока, а летом и осенью вновь наблюдалось повышение месячного стока.

В период с 1986 по 2000 гг. значение годового стока рек Беларуси наиболее отчетливо менялось в зависимости от принадлежности к определенному водосбору, как видно из рис. 3. В течение последнего из рассматриваемых периодов

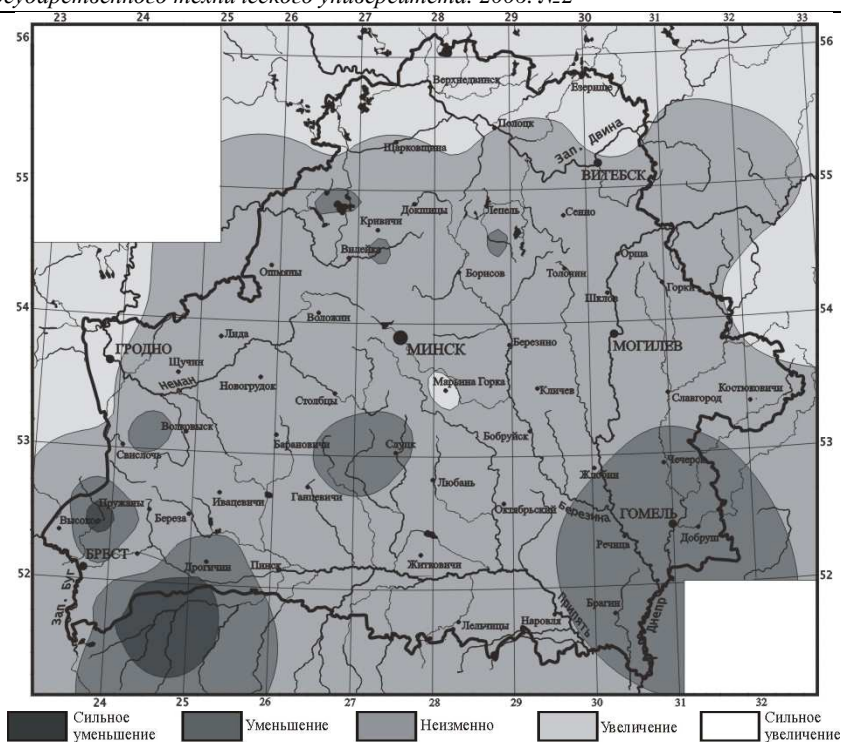


Рис. 2. Изменение модульного коэффициента годового стока рек Беларуси в 1965-1985 гг.

Таблица 3. Структура внутригодового изменения стока рек Беларуси в 1965-1985 гг.

Река – пост	Значение тренда, %												Год
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
Россь - с. Студенец	3,7	-34,1	-111,0	-85,9	11,1	42,1	-8,1	-18,1	-5,8	1,1	3,2	15,5	-25,8
Неслуха - с. Рудск	7,5	-35,8	-27,0	-38,7	-19,2	15,9	25,6	-3,2	-6,0	-21,3	-82,9	-38,3	-23,6
Уза - с. Прибор	27,8	-13,6	-33,0	-47,1	0,7	-24,1	-20,1	-10,0	-6,7	12,8	-5,1	-6,7	-23,5
Лань - Мокрово	-80,0	-22,8	-18,7	-118,2	-27,3	1,3	33,2	7,1	40,5	30,5	-2,7	-4,5	-23,1
Рыга - с. Малые Радваничи	23,9	-27,0	-46,5	-18,2	-17,7	-18,1	22,7	-6,2	-2,6	-10,0	-34,3	-12,4	-16,9
Вилия - г. Вилейка	14,3	6,5	-81,7	-48,9	2,1	-23,6	13,8	11,5	31,2	13,0	-15,1	-13,4	-16,1
Случь - Клепчаны	-7,3	-44,5	11,3	-32,5	24,1	8,5	26,1	-32,7	-12,0	-35,4	-50,7	-40,5	-15,6
Друть - Чигиринская ГЭС	8,7	0,3	-20,0	-25,0	-6,6	-21,0	5,9	-6,3	10,6	10,0	3,8	-2,0	-8,0
Сушанка - с. Суша	34,9	12,4	-23,6	-30,5	11,4	-18,3	54,4	38,3	51,5	43,2	18,9	16,6	-6,6
Бася - с.Хильковичи	-3,2	-4,2	-78,1	-13,8	-57,9	70,9	41,6	39,3	193,2	32,5	-7,7	-18,3	-5,8
Оресса - с. Андреевка	20,2	11,7	-41,8	-26,4	-11,2	-14,0	19,5	21,9	26,1	20,2	-7,6	1,0	-5,7
Вилия - с. Михалишки	15,8	5,5	-37,1	-21,9	6,2	-9,4	10,1	0,7	15,6	13,0	-7,4	1,0	-5,1
Уборть - Краснобережье	-9,9	-40,7	-62,7	0,0	2,2	-17,6	50,5	56,6	38,2	52,4	15,4	23,4	-2,5
Березина - г. Бобруйск	20,7	16,1	-26,7	-15,8	-16,8	-5,1	15,4	6,5	9,1	13,7	3,5	5,7	-1,6
Припять - г. Мозырь	23,1	32,2	-28,3	-9,6	2,3	3,6	7,5	12,5	13,3	21,4	8,6	11,4	0,2
Бобр - с. Куты	25,6	10,0	-3,5	-10,2	6,0	-21,5	1,7	-2,4	21,6	33,0	24,4	13,6	2,3
Нарев - ур. Немержа	48,3	-29,1	22,6	29,7	45,6	67,7	54,9	-9,7	-8,0	-65,3	-87,0	-63,6	4,9
Неман - пгт. Мосты	26,6	14,9	-19,3	-5,9	11,2	6,4	21,9	11,8	18,6	18,9	-2,6	11,7	5,8
Ясельда - с. Сенин	68,9	53,4	-39,1	-30,8	1,8	7,1	26,0	28,3	35,8	41,7	20,8	19,8	6,0
Ольшанка - с. Богданово	24,2	0,8	-16,3	-3,2	19,3	18,1	29,6	5,1	20,2	17,9	1,9	26,3	7,3
Неман - с. Белица	63,3	12,9	-22,7	-5,5	16,7	9,9	26,2	16,1	22,0	20,4	1,1	14,0	7,3
Днепр - г. Могилев	35,8	24,6	-8,1	-9,5	0,6	3,8	21,3	28,0	47,9	38,4	33,6	17,4	7,6
Исlochь - с. Боровиковщина	21,5	4,2	-21,8	-5,2	33,4	19,5	16,1	13,8	19,4	18,3	3,9	16,8	7,8
Западная Двина - г. Витебск	46,6	36,4	9,0	-10,8	0,5	-10,9	19,9	25,1	43,2	53,8	41,1	19,3	10,7
Нача - Нача	50,9	40,5	-13,7	-0,6	-5,6	-23,4	26,1	43,5	35,2	44,7	35,6	27,9	11,3
Дисна - пгт. Шарковщина	48,5	32,2	-22,8	1,7	28,1	-14,8	27,6	10,3	16,2	44,1	12,1	24,4	11,4
Полота - с. Яново 1-е	21,2	16,2	-2,4	-4,3	-14,8	-19,6	3,1	15,3	30,7	45,3	26,2	23,1	11,5
Свисlochь - с. Сухая Долина	35,3	2,6	-12,1	6,9	31,3	12,9	42,9	24,9	28,9	28,4	8,8	19,2	15,2
Дрисса - с. Дерновичи	33,9	28,9	15,5	-2,8	-8,4	-10,4	2,6	7,0	22,7	44,8	31,1	28,0	17,1
Овсянка - с. Веречье	18,8	14,6	-10,9	25,2	-10,6	-5,6	-48,5	-1,1	157,4	108,7	61,5	6,5	25,4

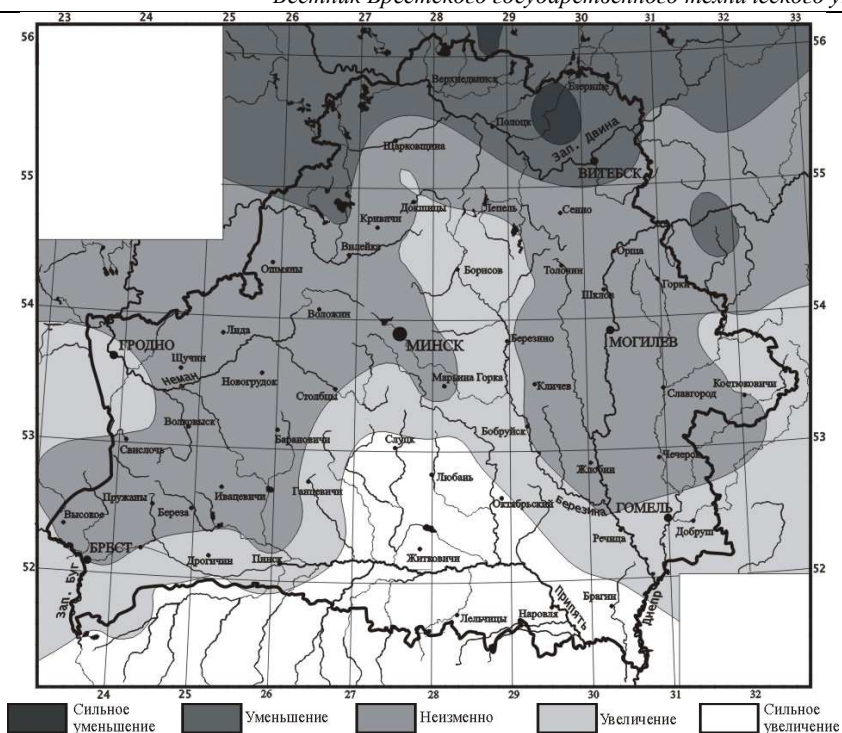


Рис. 3. Изменение модульного коэффициента годового стока рек Беларуси в 1986-2000 гг.

Таблица 4. Структура внутригодового изменения стока рек Беларуси в 1986-2000 гг.

Река – пост	Значение тренда, %												
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Оболь - пгт. Оболь	-59,2	-27,4	-22,2	-12,0	-34,8	-111,8	-56,3	-96,8	-88,8	-22,1	5,9	-22,5	-43,4
Ницца - с. Соколище	-68,6	-31,6	3,3	-11,1	-4,6	-23,6	3,7	-73,4	-74,6	-73,9	-47,5	-73,3	-30,9
Полота - с. Яново 1-е	-74,5	-36,6	-16,2	5,5	-28,4	-95,9	-86,3	-123,7	-108,2	-67,1	-30,0	-40,4	-26,6
Дрисса - с. Дерновичи	-42,5	-40,0	-9,0	-10,5	-9,8	-38,9	-21,4	-59,1	-55,6	-38,8	-17,1	-35,0	-22,2
Дисна - пгт. Шарковщина	-69,5	32,3	19,0	-12,1	-10,3	-34,7	-28,0	-30,6	-50,3	-59,5	-48,1	-45,6	-19,9
Западная Двина - г. Витебск	-24,7	-62,6	-22,8	5,6	-25,1	-76,5	-2,8	-3,4	-47,3	-26,1	30,0	-0,9	-13,2
Щара - г. Слоним	-9,7	23,0	26,1	-22,6	-2,3	-22,0	-7,1	-21,5	-25,6	-8,7	-8,6	-6,2	-9,5
Неман - с. Белица	-9,2	27,1	29,4	-16,6	0,5	-17,4	-0,5	-10,2	-35,5	-16,7	-12,8	-9,5	-5,5
Днепр - г. Могилев	-4,3	-10,6	-16,2	-4,2	-0,7	-51,1	-28,0	14,9	6,4	11,6	50,0	11,6	-2,8
Неман - пгт. Мосты	-9,1	27,3	32,7	-13,2	7,2	-9,6	6,3	-9,1	-35,0	-16,6	-13,8	-12,6	-2,5
Днепр - г. Орша	-7,8	-6,1	-20,2	-5,0	-5,1	-55,7	-16,6	17,3	6,8	24,9	63,2	16,5	-1,9
Вилия - г. Вилейка	-9,9	-3,1	36,2	0,4	9,7	8,9	33,9	-5,9	-6,7	-8,8	-21,0	-27,3	1,5
Сож - г. Кричев	6,6	14,9	8,5	4,7	-4,7	-17,3	46,2	43,6	15,1	56,2	41,2	13,3	1,7
Беседь - с. Светиловичи	15,4	57,0	-1,1	2,8	-17,0	-34,4	31,2	66,2	-30,2	43,0	56,0	25,7	4,7
Ясельда - г. Береза	-6,8	36,0	23,1	-3,1	29,8	13,3	46,6	24,0	-45,1	-1,0	-9,5	-12,2	5,8
Пульва - г. Высокое	-11,4	39,2	-18,9	31,6	12,8	-12,7	51,3	18,1	-18,1	2,3	-4,0	-4,7	7,7
Жадунька - с. Костюковичи	20,2	104,7	-12,1	-19,0	-5,1	-23,4	89,6	32,1	28,5	86,0	32,3	21,0	10,7
Уса - с. Богушевичи	1,4	23,9	4,2	19,9	9,4	14,2	33,9	16,3	6,5	27,6	12,7	-3,0	13,4
Березина - г. Бобруйск	4,5	14,6	40,0	30,6	15,0	16,9	45,9	34,3	4,3	25,5	22,9	21,5	17,1
Малорыга - г. Малорита	15,9	75,9	47,7	30,1	19,2	-82,9	-22,0	21,8	-12,9	0,9	15,1	8,4	19,6
Свислочь - с. Сухая Долина	16,9	48,2	13,2	36,6	35,4	22,6	17,9	3,8	-5,7	13,9	11,4	7,4	20,4
Цна - с. Дятловичи	-4,8	41,1	68,1	12,6	43,1	-21,2	-24,9	81,4	35,1	18,7	10,3	-22,5	22,8
Лань - Мокрово	16,7	47,5	64,5	25,1	35,9	-31,9	34,6	20,7	-18,7	24,0	34,9	25,8	26,4
Неслуха - с. Рудск	33,8	74,2	42,2	52,6	47,2	-64,9	14,0	19,0	-15,0	30,8	14,0	0,3	27,3
Оресса - с. Андреевка	5,3	51,5	53,7	27,5	33,6	24,6	79,2	58,5	9,9	34,0	24,9	7,8	32,2
Птичь - с. Лучицы	12,5	66,8	90,0	26,5	28,5	23,4	45,2	57,0	6,2	18,1	21,7	14,2	35,0
Горынь - пгт. Речица	30,9	88,1	86,5	30,1	25,1	-47,0	13,4	60,3	8,1	24,6	17,9	22,2	35,1
Случь - с. Ленин	7,2	62,7	109,2	9,2	40,7	22,9	68,4	97,0	-2,2	23,9	35,8	35,3	45,1
Уборть - Краснобережье	3,3	86,9	113,5	40,5	33,3	-10,4	35,3	62,2	1,5	30,0	25,0	26,3	45,4
Припять - г. Мозырь	11,5	55,0	135,7	41,5	44,9	37,2	3,5	59,1	32,6	27,5	31,8	23,7	46,1

на территории Беларуси наблюдалось уменьшение годового стока рек бассейна Западной Двины за исключением некоторых водосборов, где обнаружено сильное уменьшение стока. Для рек бассейна низовий Днепра и Березины, а также верхней Припяти характерно увеличение стока. У рек средней и нижней Припяти наблюдается значительное увеличение годового стока. Такое изменение водного режима вызвано влиянием крупномасштабных мелиораций, в результате которых произошло увеличение густоты проводящей сети и ее углубление, что привело к частичному сбросу вековых запасов грунтовых вод. Кроме того, уменьшение скорости ветра вызвало уменьшение суммарного испарения, что, в свою очередь, способствовало увеличению стока [2]. Для рек бассейна Немана и верхнего Днепра значительных изменений годового стока рек не установлено.

В подтверждение к сказанному в табл. 4 приводится структура внутригодового изменения стока рек Беларуси в 1986-2000 гг.

В 1986-2000 гг. наблюдалась внутригодовая трансформация стока. Модульные коэффициенты месячного стока рек бассейна Припяти и нижнего Днепра постоянно увеличивались за исключением некоторых месяцев в году. Для бассейна Западной Двины характерна тенденция к постоянному уменьшению стока в течение всего года. Реки бассейна Немана и верхний Днепра имеют переменный тренд изменения месячного стока, что в конечном итоге приводит к значению, близкому к нулевому, для года в целом.

УДК 556.512

Волчек А.А., Лукша В.В.

СТРУКТУРА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ГОДОВОГО СТОКА ЗАПАДНОЙ ДВИНЫ

ВВЕДЕНИЕ

Средний годовой расход является устойчивой характеристикой оценки изменения речного стока, и только значительные нарушения формирования водных ресурсов могут сказаться на изменениях колебаний его значений. В то же время внутригодовое перераспределение стока может существенно и не повлиять на годовой сток. Поэтому наряду с исследованиями годовых расходов необходимо детальное изучение сезонных изменений стока рек.

На сегодняшний день имеется достаточно длинный (более 100 лет) ряд наблюдений за годовыми расходами воды Западной Двины, что позволяет на основании различных методов исследования получать результаты, свидетельствующие о вековых колебаниях стока реки и выделять периоды этих колебаний. Это позволит прогнозировать дальнейшие изменения водности реки в связи с прогнозируемым изменением климата.

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходными данными для анализа внутренней структуры временных рядов годовых расходов воды послужили данные инструментальных наблюдений с 1877 до 2000 год (124 года) за водным режимом Западной Двины у г. Витебска. Также использовались измеренные данные суммарных годовых атмосферных осадков по метеостанции Витебск за 1947 – 2000 годы.

Сегодня исследование внутренней структуры временных рядов выполняется различными методами: построением разностных интегральных кривых, корреляционных, автокорре-

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что для периода с 1947 г. по 2000 г. характерна определенная трансформация годового стока воды рек Беларуси и его внутригодового распределения. До 1985 г. для большинства водосборов наблюдалось уменьшение либо незначительное изменение стока, а, начиная с 1986 г., отмечено увеличение годового стока рек бассейна Припяти. В то же время, для рек Беларуси была характерна внутригодовая трансформация стока. В первый из рассматриваемых периодов наблюдалось уменьшение стока в осенние и зимние месяцы и увеличение весной и летом. В 1965-1985 гг. сток уменьшился в марте-мае, а для остальных месяцев характерно увеличение стока. Во время третьего исследуемого периода сток уменьшался в северной части страны и увеличивался на юге практически в течение всего года.

Отмеченные изменения стока воды рек Беларуси не выходят за пределы естественных колебаний и вызваны в большей степени природными факторами, чем антропогенными воздействиями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Изменение климата Беларуси и их последствия / В.Ф. Логинов, Г.И. Сачок, В.С. Микуцкий, В.И. Мельник, В.В. Коляда; Под общ. ред. В.Ф. Логинова; Ин-т пробл. использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Мн.: ОДО «Тонпик», 2003. – 330 с.
2. В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, Г.В. Волобуева. Изменение ветрового режима на территории Беларуси в XX в. // Природные ресурсы. – 2005, № 4. – С. 5–11.

ляционных и спектральных функций, использованием спектрально-временного анализа (СВАН), причем каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. Одним из наиболее предпочтительных методов считается спектральный анализ, основанный на разложении функций, графически представляемых как колебательный процесс, в ряд Фурье.

Цель спектрального анализа состоит в том, чтобы разложить временной ряд с циклическими компонентами в несколько синусоидальных и косинусоидальных функций с различной длиной волны. В результате спектрального анализа можно раскрыть несколько повторяющихся циклов различных длин в ряде времени, колебания значений в котором сначала напоминали случайный процесс.

Практическая реализация спектрального анализа заключается в аппроксимации с любой точностью заданной функции H на интервале времени t с помощью конечного набора гармонических составляющих, т.е.

$$H(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^m (a_n \cdot \cos n \cdot \omega_1 \cdot t + b_n \cdot \sin n \cdot \omega_1 \cdot t) \quad (1)$$

или

$$H(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^m (A_n \cdot \cos(n \cdot \omega_1 \cdot t - \varphi_n)), \quad (2)$$

где n – номер гармоники; $\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot f_1$ – угловая частота повторения; a_0 , a_n и b_n – коэффициенты ряда Фурье; m – число гармоник; A_n и φ_n – соответственно амплитуда и