

УДК 556.162(476)

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА ВОДЫ РЕК БЕЛАРУСИ

А.А. Волчек, О.Н. Натарева

Брестский государственный технический университет, Беларусь, volchak@tut.by

Представлены исследования изменений внутригодового распределения стока воды рек Беларуси на современном этапе. Приведена оценка степени неравномерности распределения по территории, выполнен анализ влияния климатических и физико-географических характеристик на его формирование и изменчивость. В исследовании использован 51 действующий речной створ для пяти градаций лет по водности. Для каждой из градаций построены гидрографы речного стока воды. На основании их анализа установлено уменьшение весеннего и увеличение летне-осеннего и зимнего стока воды. Полученные результаты могут быть использованы в качестве исходных данных при прогнозировании колебаний сезонного и годового стока воды рек Беларуси.

Ключевые слова: сток, обеспеченность, гидрограф, коэффициент вариации, заболоченность, залесенность, площадь водосбора.

CHANGING INTRA-ANNUAL DISTRIBUTION OF WATER FLOW OF THE RIVERS OF BELARUS

A.A. Volchak, O.N. Natarova

Brest State Technical University

Studies of changes in the intra-annual distribution of runoff of the rivers of Belarus at the present stage are presented. An estimation of the degree of unevenness of distribution over the territory is given, an analysis of the influence of climatic and physical-geographical characteristics on its formation and variability is made. The study used 51 active river strips for five grades of water years. For each of the gradations hydrographs of the rivers runoff are constructed. Based on their analysis, a decrease in spring and an increase in summer-autumn and winter runoff of water were established. The results obtained are complete and can be used as initial data in forecasting fluctuations of seasonal and annual runoff of the rivers of Belarus.

Keywords: flow, provision, hydrograph, variation factor, marshiness, forested, catchment area.

Введение

В водном режиме рек Беларуси в последние десятилетия наблюдаются изменения, которые вызваны как климатическими колебаниями, в частности температуры воздуха и атмосферных осадков, так и воздействием антропогенных факторов. Климатические изменения стали наиболее сильно проявляться в конце 80-х годов XX столетия. Климат стал мягче, менее континентальным. Так, за период наблюдений 1988—2010 гг. температура воздуха повысилась и превысила климатическую норму на 1,1 °С. Подобное изменение температурного режима произошло практически в каждом месяце. Количество атмосферных осадков

также возросло. Даже при очень низкой температуре воздуха в начале зимы оно превышает норму [7, 8, 12].

Отклонения климатических составляющих от средних многолетних значений определяют условия, формирующие внутригодовое распределение стока (ВРС) воды рек [5, 6]. Целью данного исследования является оценка изменений ВРС воды рек в современных природно-климатических условиях, включающих антропогенные воздействия.

Исходные данные и методика исследований

В качестве исходных данных используются ряды данных многолетних наблюдений за среднемесячными расходами воды в 51 речном створе, предоставленные республиканским гидрометеорологическим центром Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 40 створов из числа исследуемых расположены в разных гидрологических районах, а 11 являются створами больших рек, пересекающих несколько таких районов.

В качестве метода исследований принят метод компоновки сезонов, основанный на равенстве обеспеченностей годового стока, стока лимитирующего периода и лимитирующего сезона [1, 4, 10]. Для территории Республики Беларусь приняты общие границы гидрологических сезонов: весна (март — май), лето — осень (июнь — ноябрь), зима (декабрь — февраль); за лимитирующий период приняты оба маловодных сезона (лето — осень и зима), а за лимитирующий сезон — лето — осень [2, 11].

Анализ полученных результатов

Исследование ВРС Беларуси выполнены для пяти градаций водности реки: очень многоводная (обеспеченность 5 %), многоводная (25 %), средняя (50 %), маловодная (75 %) и очень маловодная (95 %). Для каждой из градаций водности построены гидрографы речного стока воды — как для периода наблюдений 1961—2010 гг., так и для периода с момента начала наблюдений до 1961 г. Гидрографы речного стока воды построены по относительным величинам. Переход к относительным величинам стока (ОВС) представлен отношением [10]

$$\text{ОВС} = \frac{Q_{\text{м.ср}}}{Q_{\text{м.р\%}}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{м.ср}}$ — средний многолетний месячный расход ($\text{м}^3/\text{с}$); $Q_{\text{м.р\%}}$ — расчетный расход ($\text{м}^3/\text{с}$) обеспеченностью P для года ($P_{5\%}$ — очень многоводного, $P_{25\%}$ — многоводного, $P_{50\%}$ — среднего, $P_{75\%}$ — маловодного, $P_{95\%}$ — очень маловодного).

Таким образом, имеют место относительные величины стока (ОВС) воды рек для двух периодов наблюдений. Имеющимся величинам присвоены обозначения: а) для периода с момента начала наблюдений до 1961 г. — ОВС_1 ; б) для периода наблюдений 1961—2010 гг. — ОВС_2 . Изменения ВРС воды рек (Δ) на современном этапе выявлены путем сравнения данных величин, т.е. $\Delta = \text{ОВС}_2 - \text{ОВС}_1$. Полученные результаты представлены на рис. 2 и 3.

Анализ полученных результатов (период наблюдений 1961—2010 гг.) приведен для каждого гидрологического района (рис. 1) с выделением в них модельных рек.

1. Западно-Двинский гидрологический район. Модельная река — р. Дисна — пгт Шарковщина. ВРС р. Дисны в указанный период характеризуется уменьшением значений стока воды в весенний сезон на 3 % и увеличением стока воды в зимнее время года на эту же величину.

2. Верхне-Днепровский гидрологический район. В качестве модельной реки выбрана р. Беседь — с. Светиловичи. Форма гидрографов стока воды на современном этапе видоизменилась: в течение года прослеживается четыре паводковых периода (в предшествующем периоде три). Сток воды в весенний сезон уменьшился на 15 %, а в летне-осенний и зимний сезоны увеличился на 11 и 4 % соответственно.

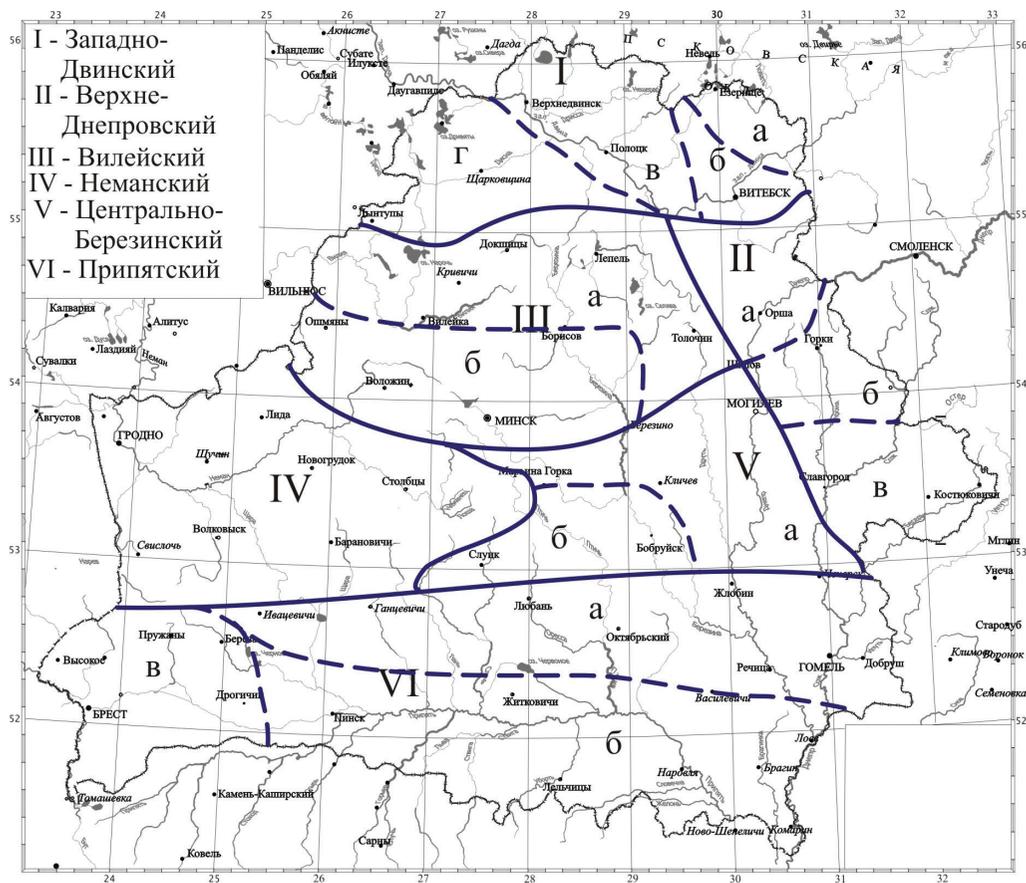


Рис. 1. Карта гидрологических районов Беларуси.

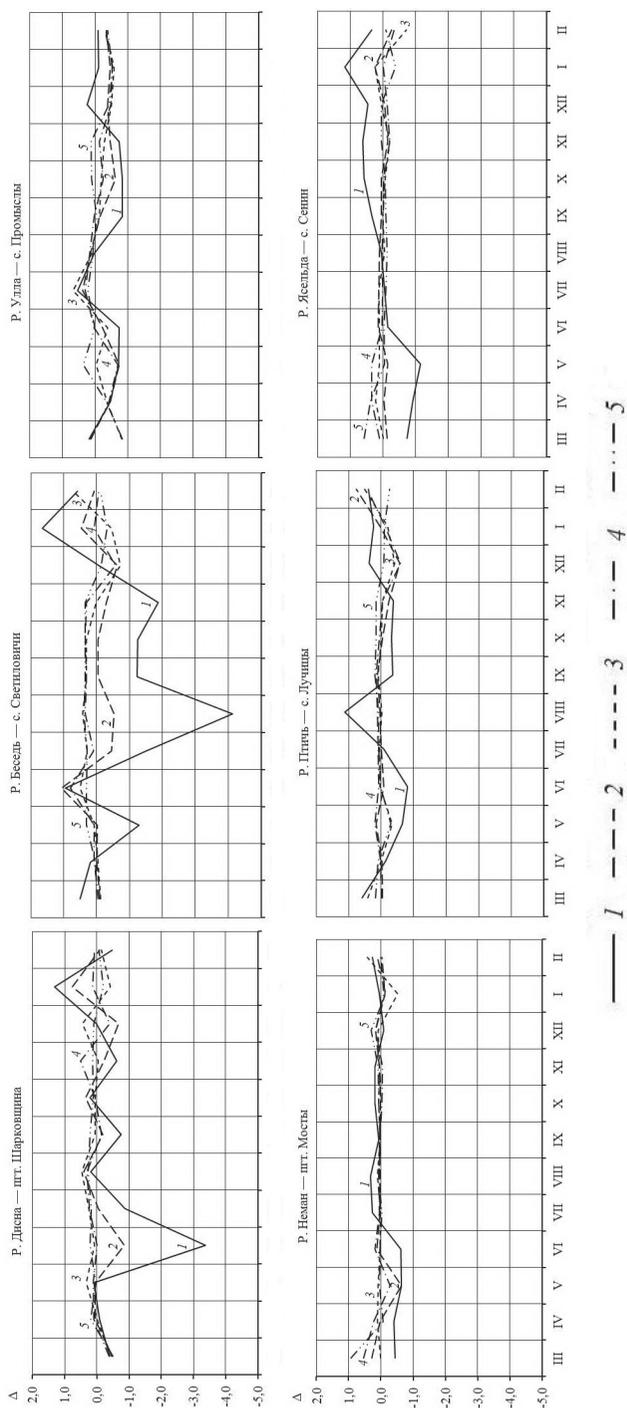


Рис. 2. Изменения ВРС воды рек (Δ) на современном этапе (по месяцам), полученные как разность ВРС для периода наблюдений 1961—2010 гг. и для периода с момента начала наблюдений до 1961 г.

1 — очень многоводный год, 2 — многоводный год, 3 — средний год, 4 — маловодный год, 5 — очень маловодный год.

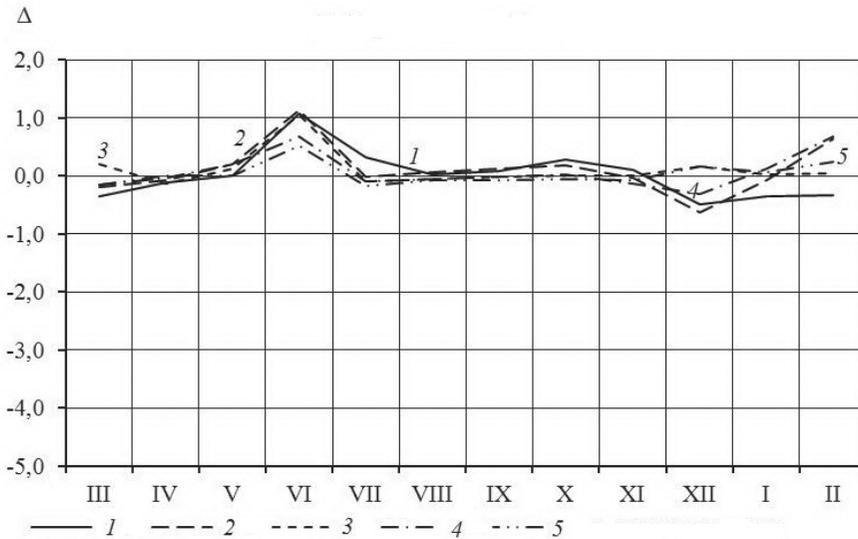


Рис. 3. Изменение ВРС воды р. Днепр — г. Жлобин (Δ) на современном этапе (по месяцам), полученные как разность ВРС для периода наблюдений 1961—2010 гг. и для периода с момента начала наблюдений до 1961 г.

Условные обозначения см. рис. 2.

3. Вилейский гидрологический район. Для исследования выбрана р. Улла — с. Промыслы. ВРС реки в средние годы по водности характеризуется уменьшением значений стока воды в весенний сезон (приблизительно на 3 %) и их увеличением в летне-осенний и зимний сезоны (на 1 и 2 % соответственно).

4. Неманский гидрологический район. Модельная река р. Неман — пгт Мосты. Сток воды в течение года уменьшился. Исключение составляет очень маловодная группа лет по водности. Форма гидрографов стока воды для современного периода не такая сглаженная, как для предшествующего, и характеризуется наличием двух паводковых периодов в средние, маловодные и очень маловодные группы лет по водности. На гидрографе стока воды для группы очень многоводных лет отмечено четыре паводковых периода, для группы многоводных лет — три.

5. Центрально-Березинский гидрологический район. В качестве модельной реки Центрально-Березинского гидрологического района выбрана р. Птичь — с. Лучицы. Стоковый режим реки характеризуется уменьшением расходов воды в апреле (до 100 м³/с) и их увеличением в летний, осенний и зимний периоды. На построенном гидрографе стока воды реки для очень многоводных лет наблюдаются паводки в апреле, июле и декабре.

6. Припятский гидрологический район. Для исследований выбрана р. Ясельда — с. Сенин. Из рис. 2 видно уменьшение значений стока воды в средние, маловодные и очень маловодные годы в апреле, в остальные годы сток воды увеличился. Форма гидрографов стока воды не изменилась и характеризуется двумя

паводковыми периодами в течение года. При этом пик второго паводкового периода сместился с декабря на ноябрь. Исключение составляет группа средних лет по водности (смещение с декабря на январь).

В отдельную группу выделены большие реки, пересекающие несколько гидрологических районов. В качестве модельной реки выбрана р. Днепр — г. Жлобин. Гидрографы речного стока воды, построенные для данного створа, показывают уменьшение доли стока воды в апреле для всех групп лет по водности (рис. 3).

Из гидрографов стока воды видно, что имеют место два паводковых периода. В 1961—2010 гг. в средние и очень многоводные годы отмечено смещение пика второго паводка с ноября на декабрь, первый остался неизменным. В целом наблюдается уменьшение стока воды в апреле — мае и декабре (очень маловодные, маловодные и многоводные группы лет по водности). Увеличение значений стока установлено в летние, осенние и зимние месяцы.

Неравномерность ВРС оценена посредством коэффициента естественной зарегулированности стока воды (φ), рассчитываемого по формуле

$$\varphi = \int_0^{1,0} p \cdot d \cdot k. \quad (2)$$

Здесь p — обеспеченность в долях единицы; k — модульный коэффициент, или отношение расхода к среднему:

$$k = \frac{Q_{\text{м.ср.}}}{\bar{Q}}, \quad (3)$$

где \bar{Q} — средний многолетний расход воды ($\text{м}^3/\text{с}$).

Значения данного коэффициента изменяются по гидрологическим районам и для периода наблюдений 1961—2010 гг. приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов естественной зарегулированности стока воды (φ)

Гидрологический район	Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95
I — Западно-Двинский	0,83—0,77	0,80—0,70	0,76—0,62	0,70—0,56	0,60—0,48
II — Верхне-Днепровский	0,78—0,74	0,73—0,68	0,73—0,66	0,73—0,61	0,69—0,55
III — Вилейский	0,89—0,62	0,92—0,77	0,90—0,73	0,89—0,66	0,92—0,57
IV — Неманский	0,87—0,83	0,87—0,80	0,84—0,76	0,84—0,74	0,84—0,70
V — Центрально-Березинский	0,91—0,79	0,91—0,60	0,90—0,70	0,86—0,63	0,83—0,56
VI — Припятский	0,85—0,71	0,84—0,68	0,83—0,67	0,79—0,61	0,73—0,52
Большие реки, пересекающие несколько гидрологических районов	0,89—0,75	0,85—0,73	0,84—0,69	0,80—0,63	0,78—0,53

Представленные значения больше соответствующих значений для периода наблюдений до 1961 г. Проведенное сравнение показало, что отклонения в ряде случаев достаточно велики (более 20 %). Наибольшая неравномерность ВРС отмечена на реках Припятского и Верхне-Днепровского гидрологических районов,

наименьшая — Вилейского и Неманского. В качестве примера приведены значения отклонения (%) коэффициента естественной зарегулированности стока воды (ϕ) модельных рек (табл. 2).

Таблица 2

Отклонение (%) коэффициента естественной зарегулированности стока

Модельная река, гидрологический район	Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95
р. Дисна — пгт Шарковщина	2,8	2,1	6,2	9,7	12,3
р. Беседь — с. Светиловичи	7,5	16,2	22,8	26,0	30,6
р. Улла — с. Промыслы	9,8	6,4	4,3	8,7	7,7
р. Неман — пгт. Мосты	12,9	8,5	6,8	5,8	3,8
р. Птичь — с. Лучицы	17,6	14,7	14,7	16,3	17,1
р. Ясельда — с. Сенин	19,1	16,7	10,9	3,4	2,1
р. Днепр — г. Жлобин	14,9	16,5	19,1	16,7	16,4

В табл. 3 приведены результаты анализа сезонного распределения стока воды внутри года по гидрологическим районам для периодов наблюдений до 1961 г. и 1961—2010 гг. Доля стока воды лимитирующего периода Западно-Двинского гидрологического района подрайона Iв составляет 52 % (31 % — летне-осеннего и 21 % — зимнего), подрайона Iг — 43 % (23 и 20 % соответственно). Таким образом, доля стока воды лимитирующего периода по отношению к соответствующей доле предшествующего периода для подрайона Iв практически не изменилась, а для подрайона Iг уменьшилась на 3 % (см. табл. 3).

Таблица 3

Изменения сезонного стока воды в период наблюдений 1961—2010 гг.,
по отношению к периоду с момента начала наблюдений до 1961 г.

Гидрологический район	Подрайон	Изменения стока, %		
		Весна (III—V)	Лето — осень (VI—XI)	Зима (XII—II)
I — Западно-Двинский	Iв	-0,8	-3,6	+4,4
	Iг	+3,0	-5,6	+2,6
II — Верхне-Днепровский	II б	-13,7	+5,1	+8,6
	IIв	-11,5	+5,0	+6,5
III — Вилейский	III а	-3,9	-1,3	+5,2
	IIIб	-4,0	+0,8	+3,2
IV — Неманский	—	-3,3	+1,3	+2,0
V — Центрально-Березинский	Vа	-6,8	+1,0	+5,8
	Vб	-15,6	+7,8	+7,8
VI — Припятский	VIа	-17,5	+8,7	+8,8
	VIб	-4,9	+1,2	+3,7
	VIв	+0,2	+0,2	-0,4

Примечание. Полужирным шрифтом выделены статистически значимые изменения речного стока воды (более 5 %).

Реки Верхне-Днепровского гидрологического района отличаются наименьшей зарегулированностью стока воды. Доля стока воды весеннего сезона составляет 54 % годового. Распределение весеннего, летне-осеннего, зимнего стока воды по подрайонам отражено в табл. 3. По сравнению с реками Верхне-Днепровского гидрологического района реки Вилейского гидрологического района отличаются естественной зарегулированностью стока воды. Доля весеннего стока воды подрайона IIIa составляет 42 %, подрайона IIIб — 36 %. Доля зимнего стока воды составляет 23 %. Отметим, что в подрайоне IIIб наибольшая доля стока воды приходится на летне-осенний сезон. Реки Неманского гидрологического района также характеризуются естественной зарегулированностью стока воды. Причиной этому послужило повышенное грунтовое питание рек. Доля стока воды лимитирующего периода составляет 59 % (37 % летне-осеннего и 22 % зимнего), что на 3,3 % больше соответствующей доли в предшествующем периоде (см. табл. 3).

Центрально-Березинский гидрологический район представлен двумя подрайонами, распределение стока воды внутри которых практически одинаково и в среднем составляет: весной 45 %, летом и осенью 34 %, зимой 21 %. Однако в период инструментальных наблюдений с 1961 по 2010 г. сток воды лимитирующего периода подрайона Va увеличился на 6,8 %, а подрайона Vб — на 15,6 %.

Реки Припятского гидрологического района отличаются равномерным распределением стока воды внутри района. Весенний сток воды рек подрайона VIa уменьшился на 17,5 %, в то время как сток воды рек в летне-осенний и зимний сезоны увеличился на 8,7 и 8,8 % соответственно. Относительное изменение стока воды на реках подрайона VIб не превышает 5 %. Незначительные изменения весеннего стока воды зафиксированы на реках подрайона VIв.

Существенные изменения сезонного стока воды зафиксированы в Верхне-Днепровском, Центрально-Березинском районах и подрайоне VIa Припятского гидрологического района. Изменения сезонного стока воды, не превышающие естественных колебаний, наблюдаются на реках подрайонов Iв Западно-Двинского, IIIб Вилейского, Неманского, VIб и VIв Припятского гидрологических районов.

Для больших рек, пересекающих несколько гидрологических районов, в период наблюдений 1961—2010 гг. доля весеннего стока воды находится в пределах 41—55 % годового. Так, для р. Березина – г. Бобруйск она составляет 41,1 %, а для р. Западная Двина — г. Витебск — 54,9 %. Доля стока воды лимитирующего периода 45—59 %. Наибольшие значения зафиксированы на реках Днепре, Березине и Припяти. Например, значение для р. Березины — г. Бобруйск составило 58,9 % (38,7 % для летне-осеннего и 20,2 % для зимнего периода).

Все изменения сезонного стока воды больших рек, пересекающих несколько гидрологических районов, в период наблюдений 1961—2010 гг. по отношению к предыдущему периоду представлены на рис. 4. В целом на больших реках, пересекающих несколько гидрологических районов, наблюдается следующее перераспределение стока воды в течение года: весенний сток уменьшился, летне-осенний и зимний — увеличились. Исключение составляет р. Западная Двина — г. Витебск, где доля летне-осеннего стока воды незначительно уменьшилась.

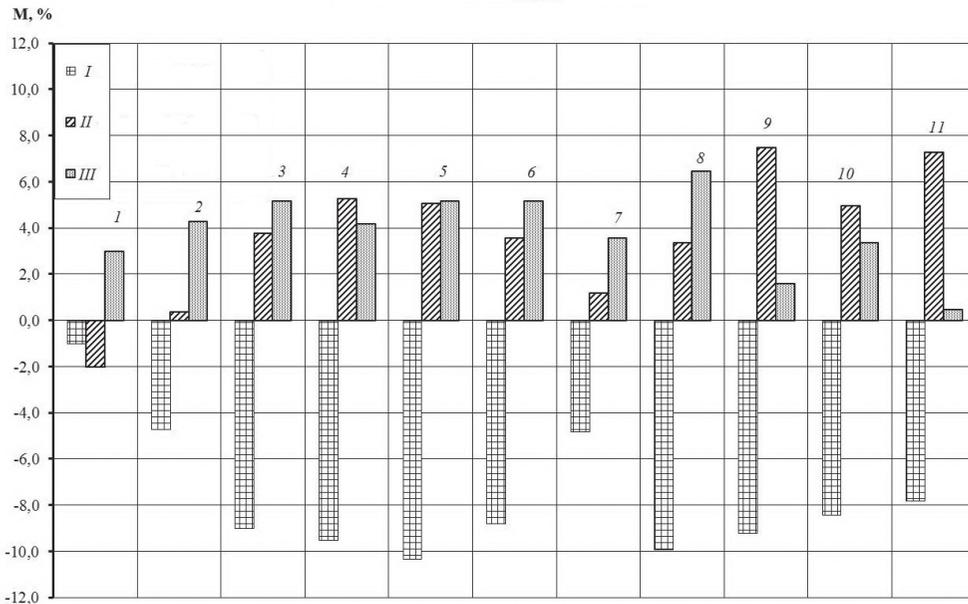


Рис. 4. Изменения сезонного стока воды (М) в 1961—2010 гг.

- 1) р. Зап. Двина — г. Витебск; 2) р. Зап. Двина — г. Полоцк; 3) р. Днепр — г. Орша;
 4) р. Днепр — г. Могилев; 5) р. Днепр — г. Жлобин; 6) р. Днепр — г. Речица;
 7) р. Березина — г. Бобруйск; 8) р. Сож — г. Славгород; 9) р. Сож — г. Гомель;
 10) р. Припять — г. Мозырь; 11) р. Припять — пгт Туров.
 I — весенний сток, II — летне-осенний сток, III — зимний сток.

Таким образом, были выделены месяцы с наибольшим и наименьшим стоком. В весенний сезон наибольший сток воды отмечен в апреле, а наименьший — в мае. В летне-осенний сезон наибольшая доля стока воды зафиксирована в июне и ноябре, наименьшая — в августе и сентябре. В зимний сезон максимальный сток воды наблюдался в январе или феврале (в равном соотношении). Исключение составляет группа очень маловодных лет — в эти годы наибольший сток воды отмечен в декабре.

Произошедшая трансформация ВРС обусловлена изменениями климатических факторов (температуры воздуха, количества атмосферных осадков), которые оказывают влияние на условия формирования речного стока воды — в каждом гидрологическом районе по-разному. Так, значение среднего годового количества атмосферных осадков в период инструментальных наблюдений 1961—2010 гг. по отношению к значению в предыдущий период возросло. Это изменение для разных гидрологических районов различается: Западно-Двинский — 15 %, Верхне-Днепровский — 5 %, Вилейский — 8 %, Неманский — 1 %, Центрально-Березинский — 5 %, Припятский — 11 %. Наибольшее количество атмосферных осадков приходится на летне-осенний сезон, на зимний — менее 20 % годового, на весенний — примерно 20—21 %.

Анализ сумм атмосферных осадков за сезоны двух периодов наблюдений показал их уменьшение в летне-осенний сезон и увеличение в весенний и зимний сезоны в Западно-Двинском, Вилейском, Неманском и Припятском гидрологических районах; уменьшение в летне-осенний, зимний сезоны и увеличение весной в Верхне-Днепровском и Центрально-Березинском гидрологических районах. Наибольшим увеличением количества атмосферных осадков за весенний сезон характеризуются Неманский и Припятский гидрологические районы (до 3 %), а за зимний сезон — Западно-Двинский район (примерно 4 %). Наибольшее их уменьшение за летне-осенний сезон произошло в Западно-Двинском, Неманском и Припятском гидрологических районах (3—4 %).

Пространственное распределение температуры воздуха менее равномерно, чем распределение суммарного количества атмосферных осадков. В период наблюдений 1961—2010 гг. отмечено потепление климата, особенно ярко выраженное в 2005—2009 гг. Несмотря на потепление климата [3, 9], имеет место незначительное (около 0,3 °С) понижение температуры воздуха в июне. В июле и августе наблюдалось повышение температуры воздуха в среднем на 0,3 °С. Наибольшее повышение температуры зафиксировано на территории Западно-Двинского, Вилейского и Припятского гидрологических районов. Среднемесячная температура осенних месяцев повысилась: в сентябре в среднем на 0,2 °С, в октябре на 0,3 °С, в ноябре на 0,5 °С. Наибольшим повышением температуры воздуха в осенние месяцы характеризуется территория Припятского гидрологического района. В зимний сезон наблюдается как понижение температуры воздуха (в декабре примерно на 0,6 °С), так и ее повышение в январе — феврале (примерно на 0,3 и 1,1 °С соответственно). Исключение составляет территория Западно-Двинского гидрологического района — здесь отмечено повышение температуры воздуха во всех зимних месяцах. Так, температура воздуха в декабре возросла на 0,6 °С.

Таким образом, в период наблюдений с 1961 по 2010 г. основное влияние на характер распределения стока воды в течение года оказывают климатические факторы. Однако анализ стока реки в пределах одного гидрологического района показал различие в характере распределения среднемесячного стока воды. Вероятно, это обусловлено локальными различиями в водосборах рек (почвенно-геологические и геоморфологические условия, площадь водосбора, заболоченность, озерность, залесенность и др.), а также антропогенными факторами.

Значительное влияние на зарегулированность речного стока воды оказывают рельеф и вид почвогрунтов, слагающих данный водосбор [8]. Например, ВРС р. Рыты более равномерное, так как водосбор сложен песчаными почвогрунтами, характеризующимися повышенной фильтрационной способностью, а равнинный рельеф способствует просачиванию атмосферных осадков и пополнению запасов грунтовых вод. Водосбор р. Ясельды также равнинный, но сложен преимущественно суглинками (табл. 4).

Влияние на внутригодовое распределение стока воды по территории Беларуси таких факторов, как заболоченность, залесенность, озерность, не выявлено; исключения составляют Западно-Двинский, Верхне-Днепровский, Центрально-Березинский гидрологические районы. На изменчивость стока воды оказывает некоторое влияние только площадь водосбора.

Таблица 4

Среднее многолетнее распределение (%) стока воды по месяцам для рек с различными почвенно-геологическими условиями

Река — пост	Преобладающие почвогрунты	Месяц											
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
р. Ясельда — г. Береза	Суглинки	7,0	19,0	11,0	6,5	5,1	4,1	11,0	8,4	5,7	6,0	8,9	7,3
р. Рыга — с. Малые Радваничи	Пески	16,3	21,6	9,1	6,9	5,3	3,4	4,1	5,4	6,7	7,1	8,7	5,4

Заключение

Впервые для рек Беларуси дана количественная оценка изменения внутригодового распределения стока воды, вызванная современными изменениями климата и антропогенными воздействиями.

Исследования показали, что за период наблюдений с 1961 по 2010 г. произошла трансформация ВРС рек Беларуси. Наблюдается уменьшение стока воды в весенний сезон. На территории некоторых гидрологических районов данное изменение значительно. Так, на реках подрайонов Vб и VIа сток воды уменьшился в среднем на 16,5 %. Для рек Верхне-Днепровского гидрологического района зафиксировано уменьшение стока воды в весенний сезон на 13,7 % в подрайоне IIб и на 11,5 % — в подрайоне IIв. Несколько меньше изменения стока воды рек подрайона Va Центрально-Березинского гидрологического района (6,8 %). На реках остальных гидрологических районов уменьшение весеннего стока воды не превышает 5 %. Исключение составляют реки подрайона Iг Западно-Двинского и VIв Припятского гидрологического районов. На них весенний сток воды увеличился.

Реки Западно-Двинского и подрайона IIIа Вилейского гидрологических районов характеризуются уменьшением летне-осеннего стока воды (подрайон Iв — на 3,6 %, подрайон Iг — на 5,6 %, подрайон IIIа — на 1,3 %), в то время как на реках остальных гидрологических районов зафиксировано его увеличение. Наибольшее увеличение стока воды в летне-осенний сезон наблюдается на реках Верхне-Днепровского гидрологического района, подрайонах VIб Центрально-Березинского и VIа Припятского гидрологических районов. Зимний сток воды всех рек Беларуси за исключением рек подрайона VIв Припятского гидрологического района увеличился. Наибольшие изменения зимнего стока воды отмечаются на реках Верхне-Днепровского, Центрально-Березинского, подрайона IIIа Вилейского, VIа Припятского гидрологических районов. Увеличение в среднем составляет 7 %. Реки подрайона VIв Припятского гидрологического района характеризуются небольшим уменьшением (не более 1 %) стока воды за зимний сезон.

На больших реках, пересекающих несколько гидрологических районов, отмечено уменьшение доли весеннего стока воды в годовом объеме. Для большинства из них это изменение существенно. Так, на р. Сож (г. Гомель) весенний сток воды уменьшился на 11,6 %. Такие же изменения зафиксированы на р. Днепр

(г. Жлобин). Доли летне-осеннего и зимнего стока воды в годовом стоке увеличились на 6 и 5 % соответственно.

Такая трансформация обусловлена климатическими факторами и некоторыми другими особенностями водосборов рек. Несмотря на увеличение количества атмосферных осадков за весенний сезон, доля весеннего стока воды уменьшилась. Вероятно, это связано со значительным испарением с водной поверхности вследствие повышения среднемесячной температуры воздуха. Увеличение весеннего стока воды на реках Западно-Двинского гидрологического района обусловлено значительной озерностью их водосборов и увеличением количества атмосферных осадков. Незначительное увеличение весеннего стока воды на реках подрайона VIв Припятского гидрологического района вызвано повышением температуры воздуха, изменением режима атмосферных осадков и значительной заболоченностью водосборов.

Увеличение зимнего стока воды на территории республики Беларусь связано с повышением температуры воздуха (в большей степени в феврале) и увеличением суммарного количества атмосферных осадков за сезон. Незначительное его уменьшение на реках подрайона VIв Припятского гидрологического района связано с большой долей заболоченных площадей. Значительная трансформация стока воды рек Центрально-Березинского и Верхне-Днепровского гидрологических районов вызвана также созданием Вилейско-Минской водной системы и функционированием водохранилищ. В летне-осенний сезон наблюдается увеличение речного стока воды, что вызвано исключительно изменением климатических факторов.

Список литературы

1. *Андреянов В.Г.* Внутригодовое распределение речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1960. 319 с.
2. *Бабкин В.И.* Водные ресурсы СССР и их использование. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 301 с.
3. Водные ресурсы России и их использование / Под ред. И. А. Шикломанова. СПб: изд-во ГГИ, 2008. 598 с.
4. *Волчек А.А.* Синхронности в колебаниях стока рек Беларуси и его оценка // Природные ресурсы. 2001. № 2. С. 44—48.
5. *Волчек А.А., Калинин Ю.А.* Современное состояние и концептуальные предположения по изучению, использованию и охране водных ресурсов Белорусского Полесья // Брэсцкі геаграфічны веснік. 2001. Т. 1, вып. 1. С. 42—46.
6. *Волчек А.А., Лукица В.В.* Пространственная структура изменения годового стока рек Беларуси / В сб.: V Международная научно-практическая конференция. Экологические проблемы Полесья и сопредельных территорий. Гомель, 2003, с. 32—34.
7. *Логинов В.Ф.* Климат Беларуси. Минск: ИГН НАН РБ, 1996. 235 с.
8. *Логинов В.Ф.* Причины и следствия климатических изменений. Минск: Навука і тэхніка, 1992. 320 с.
9. *Логинов В.Ф., Иконников В.Ф.* Оценка изменения стока рек под влиянием естественных и антропогенных факторов // Природопользование. 1997. № 2. С. 26—30.
10. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. ТКП 45—3.04—168—2009. Минск: изд-во Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2009.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР (в пяти томах). Т. 5: Белоруссия и верхнее Поднепровье. — Л.: Гидрометеиздат, 1966. С. 92—141.
12. Справочник по климату Беларуси. Ч. 1. Температура воздуха и почвы. Ч. 2. Осадки. Ч. 3. Снежный покров / Под ред. М.А. Гольберга. Минск, 1998—2001.