

УДК 556.16.048(476)

**ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
СТОКА РЕК БЕЛАРУСИИ ПО ДАННЫМ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ**Доктор геогр. наук А.А. Волчек
О.Н. Натарева

Внутригодовое распределение стока (ВРС) является важной гидрологической и водохозяйственной характеристикой рек. Оно используется при проектировании водохозяйственных объектов, управлении работы водохранилищ, разработке схем комплексного использования водных ресурсов и т. д.

Происходящие в последнее время колебания климата привели к изменению водных ресурсов и гидрологического режима рек. Кроме того, хозяйственная деятельность, осуществляемая как на водосборах, так и в руслах рек также ведет к изменениям количественных и качественных характеристик речного стока.

Изменения речного стока влияют не только на функционирование водохозяйственных систем, от которых зависит надежное водообеспечение населения, промышленности, гидроэнергетики, сельского и рыбного хозяйства, но и на экологическую ситуацию водосбора реки. Исходя из вышеизложенного, данная статья посвящается проблеме антропогенного изменения водных ресурсов и гидрологического режима рек Беларуси.

В полной мере эти проблемы коснулись и рек Беларуси. По территории республики протекает 20,8 тыс. рек, общей протяженностью около 90,6 тыс. км, принадлежащих бассейнам Балтийского и Черного морей. Согласно [2], около 55 % годового стока приходится на реки бассейна Черного моря, а 45 % – Балтийского. Доля (в % от годового) весеннего стока составляет 38...51 %, летнего – 26 %, осеннего – более 14 %, зимнего 16...25 %.

К крупным рекам Беларуси относятся: Березина, Днепр, Западный Буг, Западная Двина, Неман, Припять, Сож. Средняя густота речной сети – 0,44 км/км²; наибольшая – в бассейне р. Неман (0,47 км/км²); наименьшая – в бассейне р. Западный Буг (0,38 км/км²) [3].

Одна из основных фундаментальных работ по анализу ВРС на территории республики, является монография «Ресурсы поверхностных вод СССР» [2], относится к 60-ым годам прошлого столетия, где детально проанализировано ВРС по территории. За последнее время учреждениями гидрометеорологических служб Беларуси накоплен большой фактический материал по речному стоку, что требует своевременного анализа, обобщения и рекомендации для практического использования полученных выводов. Ввиду этого, целью данной работы является оценка изменений ВРС воды рек в период с 1961 г. по 2005 г. в складывающихся современных природно-климатических условиях и под влиянием антропогенных воздействий.

Исходные данные и методика исследований

В качестве исходных данных использовались ряды многолетних наблюдений за среднемесячными расходами воды, опубликованные Республиканским гидрометеорологическим центром Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды республики Беларусь по 40 гидрологическим створам (табл. 1), относящиеся к разным гидрологическим районам [2]:

I – Западно-Двинский район. Площадь 54 000 км². Расположен в северной части территории Республики Беларусь и охватывает бассейн Западной Двины. Изобилие озёр. Густота речной сети 0,47 км/км². Реки района имеют, с одной стороны, некоторую естественную зарегулированность стока озёрами, а с другой – хорошую обеспеченность поверхностным питанием.

II – Верхне-Днепровский район. Площадь 59 000 км². Расположен в восточной части территории и охватывает бассейн Днепра до Могилёва и Сожа до устья р. Прони. Озёра преимущественно пойменные. Речная сеть развита хорошо. Густота речной сети 0,44 км/км².

III – Вилейский район. Площадь 27 000 км². Расположен в северо-западной части территории и охватывает бассейн рек Вилии, Березины до Борисова, верховья рек Уллы и Западной Березины. Густота речной сети: 0,34 км/км². Речная сеть южной части района: короткие, хорошо дренирующие водотоки.

IV – Нёманский район. Площадь 29 000 км². Расположен в западной части территории Беларуси и охватывает бассейн Нёмана от источника до границы с Литвой, озёрность незначительная. Крупных озёр в районе нет. Густота речной сети – 0,50 км/км². Подземное питание рек происходит за счёт верхних обильных горизонтов грунтовых вод.

V – Центрально-Березинский район. Площадь 35 000 км². Охватывает бассейн рек Днепра от Могилёва до Жлобина, Друти, Березины от Борисова до устья р. Руднянки, Птичи до устья р. Доколька, а также верховья рек Орессы, Случи, Морочи и Лани. Густота речной сети – 0,40 км/км².

VI – Припятский район. Площадь 73 000 км². Расположен на юге территории и охватывает бассейн Припяти без возвышенных его окраин (верховья рек Птичи, Случи и др.), нижнее течение Березины (ниже устья р. Руднянки), Сожа (ниже устья р. Прони), Днепра (ниже г. Жлобина) и Западного Буга в пределах Республики Беларусь. Южной его границей является граница Беларуси с Украиной. Густота речной сети 0,30 км/км². Реки характеризуются крайне малыми падениями, широкими, плоскими, слабо выраженными долинами, низкими заболоченными берегами, извилистостью, разветвлённостью и неустойчивостью русел, медленным течением. Район характеризуется широко развитыми водоносными горизонтами, заключёнными в четвертичных и коренных отложениях.

В процессе анализа временные ряды разделены на два периода: I – с момента инструментальных наблюдений по 1960 г.; II – 1961...2005 гг. Результаты исследований в период с 1877 по 1960 гг. опубликованы в [2], поэтому в работе представлена оценка изменений речного стока на современном этапе.

Для построения гидрографов речного стока использован метод компоновки сезонов, основанный на равенстве обеспеченностей годового стока, стока лимитирующего периода и лимитирующего сезона [2]. В исследованиях использованы данные по 135 речным створам с периодом инструментальных наблюдений – с начала проведения исследований до 1960 г. В [2] отражена характеристика ВРС рек Беларуси по гидрологическим районам и показана степень влияния физико-географических факторов (площадь водосбора, озёрность, залесенность, заболоченность) на стоковый режим рек. Как итог, для этих рек – представлены районные схемы расчетного распределения стока по месяцам и сезонам.

В контексте решения задач приняты общие границы гидрологических сезонов: весна (март – май), лето-осень (июнь – ноябрь), зима (декабрь – февраль) [3]. Для территории Беларуси за лимитирующий период приняты оба маловодных сезона (лето-осень и зима), а за лимитирующий сезон – лето-осень или зима [1].

Таблица 1

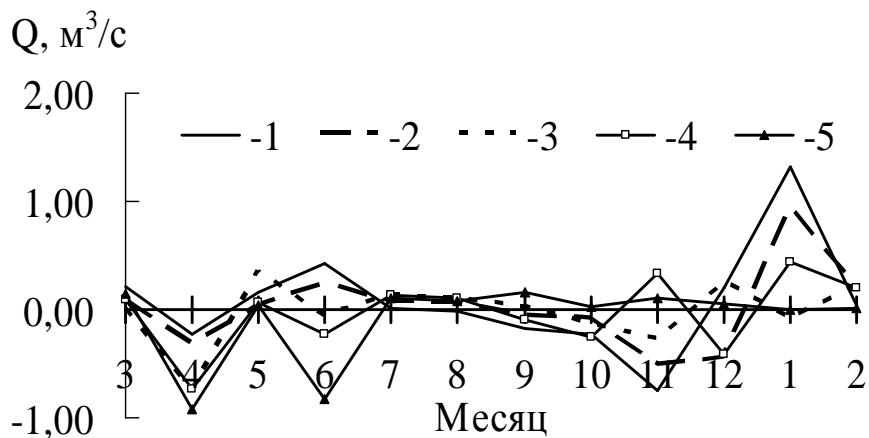
Список речных створов

Река-пост	Площадь водосбора (А), км ²
Западно-Двинский район	
р. Полота – с. Янково 1-е	618
р. Дисна – пгт. Шарковщина	4540
р. Берёзовка – с. Саутки	554
Верхне-Днепровский район	
р. Остер – с. Ходунь	3250
р. Проня – с. Летяги (х. Яскарь)	4570
р. Беседь – с. Светиловичи	5010
р. Жадунька – г. Костюковичи	334
Вилейский район	
р. Улла – с. Промыслы	3330
р. Эсса – с. Гадивля	530
р. Вилия – с. Стешницы	1230
р. Вилия – г. Вилейка	4190
р. Вилия – с. Михалишки	10300
р. Нарочь – с. Нарочь	106
р. Березина – г. Борисов	5690
р. Исlochь – с. Боровиковщина	624
р. Гавья – с. Лубинята	920
р. Ошмянка – с. Великие Яцны	1480
р. Гайна – с. Гайна	15,7
Неманский район	
р. Нёман – г. Столбцы	3070
р. Нёман – с. Белица	16700
р. Нёман – пгт. Мосты	25600
р. Нёман – г. Гродно	33600
р. Дитва – с. Поречаны	810
р. Свислочь – с. Сухая Долина	1720
Центрально-Березинский район	
р. Ухлясть – пос. Радьков	258
р. Свислочь – с. Теребуты	4050
р. Грава – с. Аминовичи	39,3
р. Сушанка – с. Суша	153
р. Случь – с. Ленин	4620
р. Птичь – снт. Кринка	2010
р. Птичь – с. Лучицы	8770
р. Оресса – с. Андреевка	3580
Припятский район	
кан. Ивня-Бонда – с. Будки	299
р. Уза – с. Прибор	680
р. Ясельда – г. Берёза	916
р. Ясельда – с. Сенин	5110
р. Словечна – с. Кузьмичи	914
р. Копаювка – с. Черск	440
р. Рыта – с. Мал. Радваничи	1230
р. Лесная – с. Замосты	1840

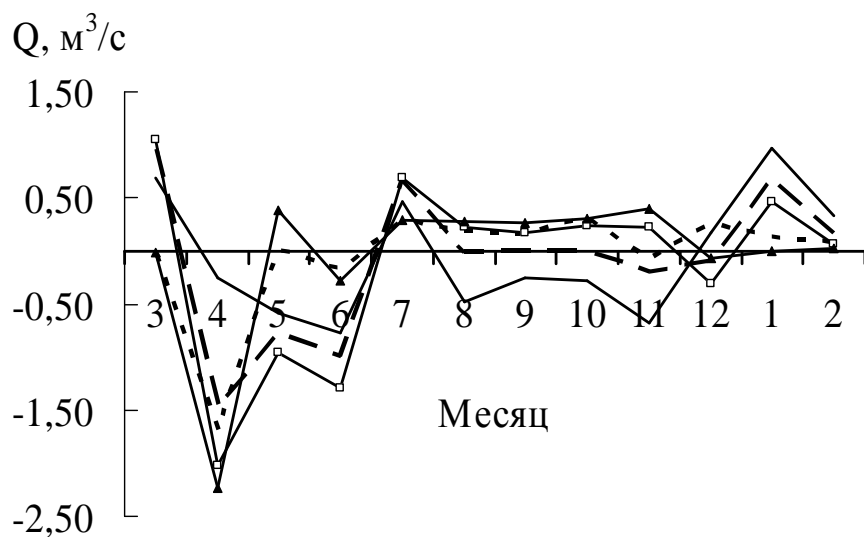
Анализ полученных результатов. Расчет ВРС выполнен для следующих градаций водности: очень многоводной (P = 5 %), многоводной (P = 25 %), средней (P = 50 %), маловодной (P = 75 %), очень маловодной

($P = 95\%$). Для каждой из градаций методом компоновки сезонов построены гидрографы стока. Полученные гидрографы стока сравнили с гидрографами предшествующего периода. Результаты сравнения модельных рек гидрологических районов построены в относительных координатах $\left(K_i = \frac{Q_i}{Q_{год}}\right)$ для более наглядного сопоставления и представлены на рис. 1.

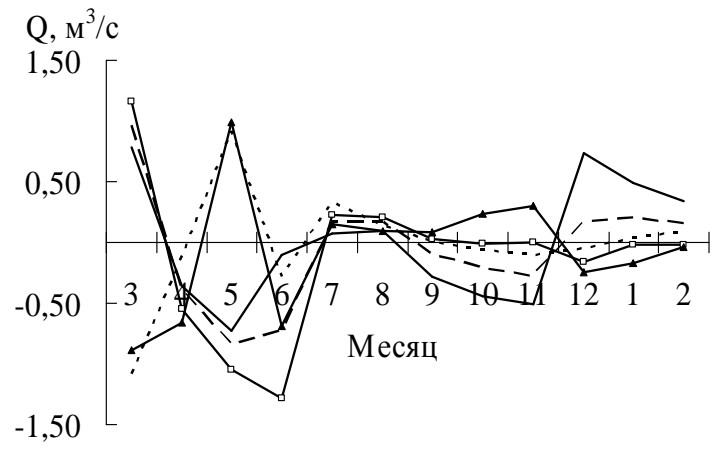
a



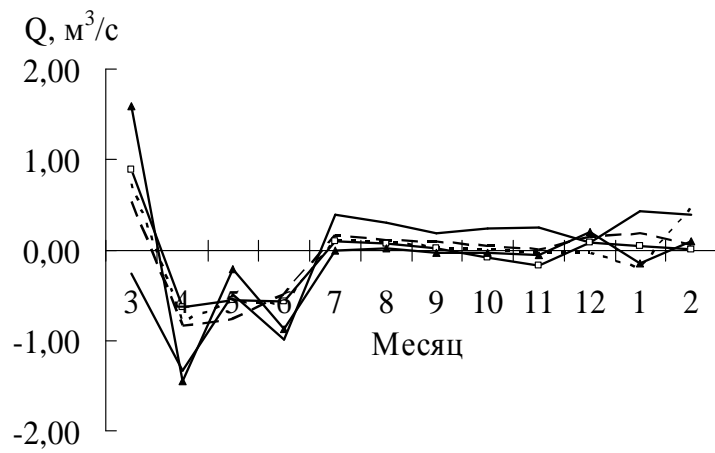
б



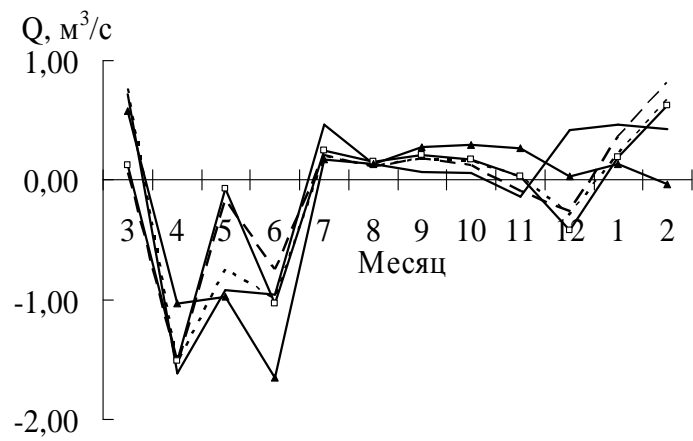
в



z



d



e

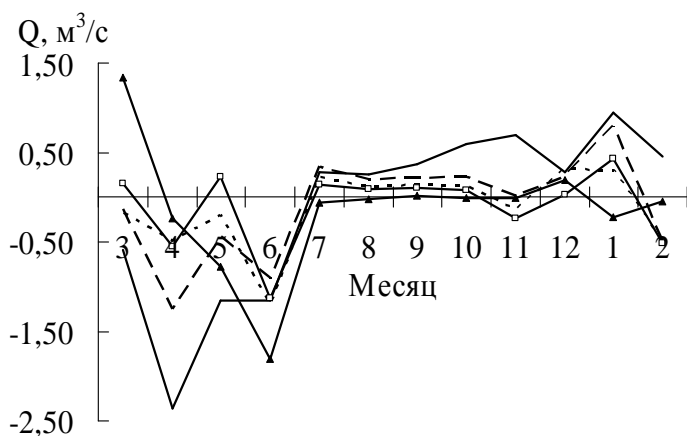


Рис. 1. Изменение внутригодового распределения стока рек в период с 1961...2005 гг. 1 – очень многоводный год, 2 – многоводный год, 3 – средний год, 4 – маловодный год, 5 – очень маловодный год. а – р. Дисна - пгт. Шарковщина, б – р. Беседь - с. Светиловичи, в – р. Улла - с. Промыслы, г – р. Нёман - пгт. Мосты, д – р. Птичь - с. Лучицы, е – р. Ясельда - с. Сенин.

Анализ полученных результатов выявил пространственную тенденцию уменьшения значений с запада территории на восток на реках Западно-Двинского района. В качестве модельной реки данного района выбрана р. Дисна – пгт. Шарковщина. Река берет начало из оз. Диснай (Литва), течет по территории Браславского, Поставского, Шарковщинского и Миорского районов. Долина трапецеидальная, ее ширина 400...600 м, местами до 1,5 км. Русло реки извилистое, на протяжении 7,7 км канализировано. Берега в верховьях низкие, частично заболоченные [4]. ВРС реки Дисна в период с 1961 по 2005 гг. характеризуется уменьшением значений стока в весенний и летне-осенний сезоны (приблизительно 11 %, 5 % соответственно), и увеличением стока в зимнее время года (около 7 %).

Модельная река Верхне-Днепровского района р. Беседь (с. Светиловичи) характеризуется наивысшим уровнем половодья в начале апреля, наибольшей высотой над меженным уровнем 3,5...5,5 м, средней 2,8 м. Замерзает в первой декаде декабря [4]. Форма гидрографов стока на современном этапе видоизменилась – в течение года прослеживается 4 паводковых периода (в предшествующем периоде – 3). Сток в весенний период уменьшился на 10 %, а в зимний период увеличился на 6 %.

В Вилейском районе для исследования взята р. Улла – с. Промыслы. Река характеризуется началом весеннего половодья с третьей декады марта до середины мая, средней продолжительностью 56 суток [4]. ВРС реки для пяти групп лет по водности различно: в средние и маловодные годы наблю-

дается увеличение значение стока до 20 м³/с в мае месяце, в остальные группы лет – уменьшение стока на ту же величину. Отметим увеличение стока в зимние месяцы.

На реке Неман весеннее половодье проходит несколькими волнами и продолжается 30...50 дней. Средняя высота над меженным уровнем – 2,5...4,0 м [4]. Сток в течение года уменьшился. Исключение составляет очень маловодная группа лет по водности. Форма гидрографов стока в современном периоде приобрела сглаженный вид и характеризуется наличием двух паводковых периодов во всех группах лет по водности.

В качестве модельной реки Центрально-Березинского района выбрана р. Птичь – с. Лучицы. Долина реки на всем протяжении преимущественно трапецидальная, в низовье невыразительная. Пойма двухсторонняя. Русло расчленено протоками, которые образуют острова. Половодье в конце марта, в верхнем течении около 40 суток, в нижнем – 84. Наивысший уровень половодья в начале апреля, средняя высота над меженным уровнем 1,4...3,2 м, наибольшая – 3,7 м. На реке построено Вовчитское водохранилище [4]. Стоковый режим реки характеризуется уменьшением расходов воды в апреле месяце (до 100 м³/с) и их увеличением в летнюю, осеннюю и зимнюю поры года. На построенном гидрографе стока реки для очень многоводных лет наблюдаются паводки в апреле, июле и декабре месяцах. Для исследований ВРС в Припятском районе в качестве модельной реки принята р. Ясельда – с. Сенин. Долина реки невыразительная, местами трапецидальная; ее ширина 2...4 км, наибольшая 6...8 км. Пойма двухсторонняя. Русло от истока на протяжении 37,1 км канализировано. На неканализованных участках русло сильноизвилистое. Весеннее половодье в конце марта, длится до первой половины мая. Замерзает река в начале декабря. На реке построено водохранилище Селец. Также р. Ясельда входит в водную систему, соединяющую бассейн Припяти и Немана Огинским каналом [4]. Анализ рис. 1 зафиксировал уменьшение значений стока в очень маловодные и маловодные годы в апреле месяце, в остальные годы – сток увеличился. Форма гидрографов не изменилась и характеризуется двумя паводковыми периодами в течение года. Заметим, что пик зимнего паводкового периода сместился с декабря на январь месяц. Проанализировав среднее многолетнее сезонное распределение стока внутри года по гидрологическим районам (рис. 2), получили следующие результаты:

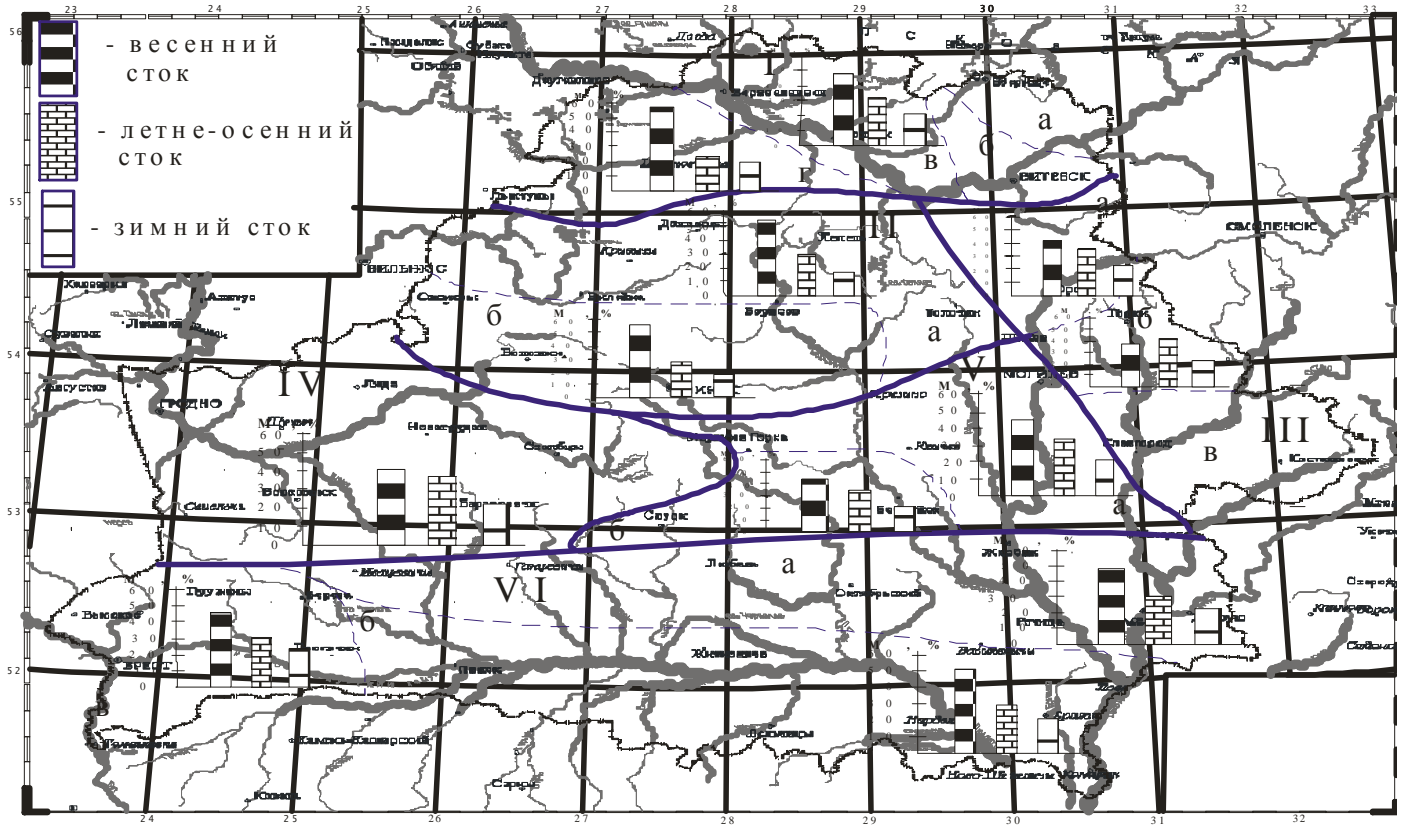


Рис. 2. Среднее многолетнее распределение сезонного стока по гидрологическим районам.

Доля стока лимитирующего периода Западно-Двинский района подрайона Ів составляет 52 % (31 % – летне-осеннего и 21 % – зимнего);

подрайона Iг – 43 % (23 %, 20 % соответственно). Таким образом, доля стока лимитирующего периода, по отношению к соответствующей доли предшествующего периода, подрайона Iв практически не изменилась, а подрайона Iг уменьшилась на 4 % (табл. 2).

Таблица 2

Изменения стока в период наблюдений с 1961 по 2005 гг.

Гидрологический район	Подрайон	Изменения стока, %		
		весна (март – май)	лето – осень (июнь – ноябрь)	зима (декабрь – февраль)
Западно-Двинский	Iв	-	- 3,60	+ 3,50
	Iг	+ 3,30	- 6,05	+ 2,70
Верхне-Днепровский	IIб	- 12,95	+ 5,00	+ 7,95
	IIв	- 10,90	+ 4,55	+ 6,30
Вилейский	III а	- 3,74	+ 1,81	+ 5,59
	IIIб	- 3,77	+ 0,60	+ 3,15
Нёманский	-	- 1,74	+ 0,85	+ 1,97
Центрально-Березинский	Vа	- 7,40	+ 1,23	+ 6,20
	Vб	- 15,35	+ 7,45	+ 7,85
Припятский	VIа	- 16,72	+ 8,00	+ 5,75
	VIб	- 4,90	+ 1,20	+ 3,70
	VIв	- 8,10	+ 0,40	+ 0,50

Примечание: цифры, выделенные жирным шрифтом, свидетельствуют о статистически значимых изменениях речного стока (более 5 %).

Реки Верхне-Днепровского района отличаются наименьшей зарегулированностью стока. Доля стока весеннего сезона, в среднем, составляет 55 % годового. Распределение весеннего, летне-осеннего, зимнего стока по подрайонам отражено в табл. 2.

По сравнению с реками Верхне-Днепровского района, реки Вилейского района отличаются естественной зарегулированностью стока. Доля весеннего стока подрайона IIIа составляет 42 %, подрайона IIIб – 37 %. Доля зимнего стока, в среднем, составляет 23 %. Отметим, что в подрайоне IIIб наибольшая доля стока приходится на летне-осенний сезон.

Реки Неманского района также характеризуются естественной зарегулированностью стока. Причиной этому послужило повышенное грунтовое питание рек. Доля стока лимитирующего периода составляет 59 %

(37 % – летне-осеннего и 22 % – зимнего), что на 3 % больше соответствующей доли в предшествующем периоде (табл. 2).

Центрально-Березинский район представлен двумя подрайонами, распределение стока внутри которых практически одинаково и, в среднем, составляет: весной – 45 %, летом и осенью – 33 %, зимой – 21 %. Сток лимитирующего периода данного гидрологического района в период инструментальных наблюдений с 1961 по 2005 гг. увеличился приблизительно на 8 %.

Реки Припятского района отличаются равномерным распределением стока внутри района. Весенний сток рек подрайона VIa уменьшился на 16,5 %, в то время как сток рек в летне-осенний и зимний сезоны увеличился на 7,5 %. Процент изменения стока на реках подрайона VIб не превышает 5 %. Заметные изменения весеннего стока зафиксированы на реках подрайона VIв.

Все изменения сезонного стока, произошедшие в период с 1961 по 2005 гг., по отношению к предыдущему периоду наблюдений, отражены в табл. 2. В среднем процент существенного отклонения составляет 7...10 %. Максимальный процент зафиксирован в Центрально-Березинском и Припятском районах (около 16...17 % – весенний сток). Изменения сезонного стока, не превышающих естественных колебаний, наблюдаются на реках Западно-Двинского (Iв), Вилейского (IIIб) районов.

Заключительным моментом в исследовании ВРС на современном этапе стало распределение стока по месяцам внутри сезонов. Поэтому в каждом сезоне выделены месяцы с наибольшим и наименьшим расходами воды. Исследование выполнено для указанных выше градаций лет по водности:

Очень многоводные годы: 1) весна: наибольшие расходы воды зафиксированы в апреле (в 85 % случаев), 15 % – в марте. Наименьшие расходы воды отмечены как в мае, так и в марте, 59 % и 41 % соответственно; 2) лето – осень: данный сезон характеризуется наибольшей долей стока в июне и ноябре, а меньшей – в августе и сентябре; 3) зима: наибольшая доля стока приходится примерно одинаково как на январь, так и на февраль.

Многоводные годы: 1) весна: на 40 речных створов наибольшие расходы воды зафиксированы в апреле и на 11 – в марте. Наименьшие расходы отмечены, в большинстве случаев, в мае; 2) лето – осень: сезон характеризуется увеличением стока в июне и ноябре и его уменьшением в августе и сентябре; 3) зимой наибольшая доля стока приходится на январь (февраль) примерно в равном процентном отношении.

Средние годы: 1) весна: наибольшая доля весеннего стока приходится на апрель (92 %), два других месяца складывают оставшиеся 8 %. Наименьшая доля стока в рассматриваемый сезон приходится на март и май, 45 % и 55 % соответственно; 2) лето – осень: характерно увеличение доли стока в июне и ноябре, а уменьшение – в августе и сентябре; 3) зима: распределение стока зимой следующее – увеличение, примерно в равных долях, в январе (феврале) и уменьшение – декабре.

Маловодные годы: 1) весна: увеличение стока в весенний период наблюдается в апреле (марте) – их процентное соотношение 78 % (22 %) соответственно. А наименьшие расходы воды установлены в мае; 2) в лето – осень: отмечено увеличение стока в июне и ноябре, а уменьшение в августе и сентябре; 3) зима: в маловодные годы наибольшая доля стока относится к январю, а наименьшая – к декабрю (февралю) – 50 % на 50 %.

Очень маловодные годы: 1) весна: распределение стока весеннего периода выглядит следующим образом: увеличение – в 55 % апрель и 45 % марте; 2) лето – осень: наибольшая доля стока летне-осеннего периода приходится на ноябрь (56 % случаев), наименьшая доля стока – на август (73 % случаев); 3) зима: наибольшие расходы воды в данный сезон зафиксированы, в большей степени, в декабре.

Исследования показали, что в период с 1961 по 2005 гг., произошла трансформация ВРС рек Беларуси. На реках пяти гидрологических районов зафиксировано уменьшение стока в весенний сезон, в среднем на 8 %. Наибольшее уменьшение весеннего стока наблюдается на реках Верхне-Днепровского, Центрально-Березинского и подрайонов VIa, VIв Припятского районов. Процент изменения речного стока, по отношению к предыдущему периоду, составляет 12 %. На реках Западно-Двинского района сток в весенний сезон либо не изменился (реки подрайона Iв), либо увеличился (реки подрайона Iг). Однако данные изменения не превышают естественных колебаний. Сток в летне-осенний и зимний сезоны увеличился, в среднем на 3 % и 5 % соответственно. Наибольшее увеличение стока в летне-осенний сезон отмечено на реках Верхне-Днепровского, подрайона Vб Центрально-Березинского и VIa Припятского районов; в зимний сезон – на реках Западно-Двинского, Верхне-Днепровского, подрайона IIIa Вилейского, Центрально-Березинского и VIa Припятского районов (около 7 %). Летне-осенний сток Западно-Двинского района уменьшился на 5 %.

Таким образом, колебание климатических составляющих оказало воздействие на стоковый режим рек Беларуси, особенно на на реки Верхне-

Днепровского и Центрально-Березинского районов. Изменение характеристик стока рек Припятского района вызвано как сложившимися природно-климатическими условиями, так и антропогенными воздействиями (примером служит создание водохранилища Селец на реке Ясельда).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Определение расчетных гидрологических характеристик: пособие П1-98 к СНиП 2.01.14-83. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2000.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5. Белоруссия и верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеоздат, 1966. – С. 92 – 141.
3. Савенок, А.Ф., Савенок Е.И. Основы экологии и рационального природопользования. – Минск: Сэр-Вит, 2004. – 430 с.
4. Блакітная кніга Беларусі: Энцыкл./ Беларус.: Энцыкл.: Рэдкал.: Н.А. Дзіскайінш. – Мінск: БелЭн, 1994. – 415 с.

Брестский государственный технический университет. Беларусь, г. Брест
Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск

ГИДРОМЕТРИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША БЕЛАРУСИЯДАҒЫ ӨЗЕНДЕР АҒЫНДЫСЫНЫҢ ЖЫЛДЫҚ ҮЛЕСТІРІМІНІҢ ӨЗГЕРУІН БАҒАЛАУ

Геогр. ғылымд. докторы А.А. Волчек
О.Н. Натарова

Ағындының жылдық үлестірімі өзендердің маңызды гидрологиялық және су шаруашылық сипаттамасы болып табылады. Ол су шаруашылық нысандарын жобалауда, бөген жұмысын басқаруда, су ресурстарын кеменді пайдалану үлгісін дайындауда кеңінен пайдаланылады.

Соңғы уақытта орын алған климаттың өзгеруі су ресурстары мен өзендердің гидрологиялық режимдерінің өзгеруіне әкеліп соғуда. Сонымен қатар өзендердің су жинау алабы мен арналарында жүргізілген шаруашылық әрекеттердің есебінен су ағындысы сандық және сапалық өзгерістерге ұшырайды.

Су ағындысының өзгеруі халықты, өндірісті, ауыл және балық шаруашылығын сумен қамтамасыз ететін су шаруашылық жүйенің қызметіне ғана емес, сонымен бірге өзендердің су жинау алабының экологиялық жағдайына да тікелей байланысты. Осыған сәйкес, атаулы мақала Беларусияның су ресурстары мен өзендердің гидрологиялық режимінің өзгеру мәселесіне арналған.