

УДК 556.535.3 (476)

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ

А.А. Волчек, С.И. Парфомук

*(Брестский государственный технический университет, г. Брест,
Республика Беларусь)*

Введение. Общее количество рек, протекающих по территории Беларуси, составляет около 20,8 тыс. Примерно 45 % рек относится к бассейну Балтийского моря – это реки водосборов Западной Двины, Немана и Западного Буга. Остальные 55 % приходятся на реки бассейна Черного моря, к которому относятся водосборы Днепра, Припяти, Березины и Сожа [1]. Последняя фундаментальная работа по оценке водных ресурсов Беларуси была опубликована в 1996 г. [2]. При этом расчетный период заканчивался второй половиной 80-х годов прошлого столетия и, естественно, не включал в полном объеме современный период заметного потепления климата. В течение прошедших лет водные ресурсы страны были подвержены трансформации в силу воздействия естественных и антропогенных факторов на сток.

Целью настоящей работы является современная количественная оценка поверхностных водных ресурсов Республики Беларусь. В качестве исходных данных использованы материалы наблюдений Департамента гидрометеорологии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь по действующим гидрологическим постам за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров. Оценка водных ресурсов Беларуси осуществлялась с использованием данных по более чем 100 гидрологическим постам, равномерно расположенным по территории Беларуси. Для получения сопоставимых результатов выбран единый 50 летний расчетный период с 1960 по 2009 гг.

Результаты исследований. Естественные ресурсы речных вод Беларуси по бассейнам основных рек и административным районам, вычисленные за период 1960–2009 гг., и их изменения по отношению к данным, приведенным в работе [2], приведены в таблицах 1 и 2 соответственно. Суммарные поверхностные ресурсы Беларуси практически не изменились. В то же время произошло перераспределение естественных водных ресурсов по бассейнам рек. Наряду с увеличением стока Припяти и незначительным ростом водности Западной Двины отмечены уменьшение поверхностных вод остальных речных систем за последние годы, рост ресурсов поверхностных вод Брестской и Гомельской областей, а для Гродненской области – уменьшение водных ресурсов ввиду снижения водности Немана и Вилии. Изменения объемов стока рек и гидрологического режима в современных условиях вызваны в основном усилением интенсивности общей циркуляции атмосферы, что наглядно показано в работе [3].

Таблица 1

Естественные ресурсы речных вод Беларуси по бассейнам основных рек в 1960–2009 гг. (числитель) и их изменения по отношению к данным, приведенным в работе [2], в км³ (знаменатель)

Речной бассейн	Речной сток, км ³ /год									
	местный					общий				
	Обеспеченность, %					Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95	5	25	50	75	95
Западная Двина	<u>10,6</u> 0,1	<u>7,8</u> 0,1	<u>6,9</u> 0,1	<u>5,5</u> 0,0	<u>4,4</u> 0,1	<u>22,3</u> 0,4	<u>16,4</u> 0,2	<u>14,1</u> 0,2	<u>11,6</u> 0,3	<u>9,0</u> 0,4
Неман	<u>8,0</u> -0,5	<u>6,7</u> -0,4	<u>6,2</u> -0,4	<u>5,4</u> -0,5	<u>4,9</u> -0,3	<u>8,1</u> -0,5	<u>6,8</u> -0,4	<u>6,3</u> -0,4	<u>5,5</u> -0,5	<u>5,0</u> -0,3
Вилия	<u>2,9</u> -0,3	<u>2,4</u> -0,3	<u>2,1</u> -0,2	<u>1,8</u> -0,2	<u>1,4</u> -0,4	<u>2,9</u> -0,3	<u>2,4</u> -0,3	<u>2,1</u> -0,2	<u>1,8</u> -0,2	<u>1,4</u> -0,4
Западный Буг	<u>2,8</u> -0,2	<u>1,6</u> -0,2	<u>1,3</u> -0,1	<u>0,9</u> -0,2	<u>0,7</u> -0,1	<u>2,8</u> -0,2	<u>1,6</u> -0,2	<u>1,3</u> -0,1	<u>0,9</u> -0,2	<u>0,7</u> -0,1
Припять	<u>11,2</u> 1,3	<u>7,6</u> 1,1	<u>6,6</u> 1,0	<u>5,0</u> 0,6	<u>3,5</u> 0,4	<u>23,9</u> 1,7	<u>16,8</u> 1,5	<u>14,4</u> 1,4	<u>11,0</u> 0,9	<u>8,3</u> 1,3
Днепр	<u>16,3</u> -0,1	<u>11,8</u> 0,1	<u>11,0</u> -0,3	<u>9,5</u> 0,1	<u>7,8</u> 0,2	<u>28,2</u> 0,0	<u>20,3</u> 0,1	<u>18,7</u> -0,2	<u>15,6</u> -0,1	<u>13,1</u> 0,3
в т.ч.:										
Березина	<u>6,3</u> 0,1	<u>5,0</u> 0,1	<u>4,5</u> 0,0	<u>4,0</u> 0,1	<u>3,4</u> 0,1	<u>6,3</u> 0,1	<u>5,0</u> 0,1	<u>4,5</u> 0,0	<u>4,0</u> 0,1	<u>3,4</u> 0,1
Сож	<u>4,9</u> -0,1	<u>3,4</u> -0,1	<u>3,0</u> 0,0	<u>2,4</u> -0,1	<u>1,8</u> -0,2	<u>10,6</u> 0,0	<u>7,6</u> 0,1	<u>6,6</u> 0,2	<u>5,4</u> 0,2	<u>4,4</u> 0,1
В целом по Беларуси	<u>51,8</u> 0,3	<u>37,9</u> 0,4	<u>34,1</u> 0,1	<u>28,1</u> -0,2	<u>22,7</u> -0,1	<u>88,2</u> 1,1	<u>64,3</u> 0,9	<u>56,9</u> 0,7	<u>46,4</u> 0,2	<u>37,5</u> 1,2

Таблица 2

Естественные ресурсы речных вод Беларуси по административным областям в 1960–2009 гг. (числитель) и их изменения по отношению к данным, приведенным в работе [2], в км³ (знаменатель)

Административная область	Речной сток, км ³ /год				
	Обеспеченность, %				
	5	25	50	75	95
Брестская	<u>7,5</u> 0,3	<u>4,8</u> 0,2	<u>4,2</u> 0,2	<u>3,3</u> 0,1	<u>2,4</u> 0,0
Витебская	<u>12,4</u> 0,1	<u>9,0</u> 0,0	<u>8,1</u> 0,1	<u>6,6</u> 0,0	<u>5,2</u> 0,0
Гомельская	<u>9,3</u> 0,4	<u>6,6</u> 0,3	<u>5,9</u> 0,3	<u>4,9</u> 0,3	<u>3,7</u> 0,2
Гродненская	<u>5,6</u> -0,4	<u>4,7</u> -0,3	<u>4,4</u> -0,3	<u>3,8</u> -0,4	<u>3,6</u> -0,2
Минская	<u>9,9</u> -0,1	<u>7,6</u> 0,1	<u>6,7</u> 0,0	<u>5,4</u> -0,2	<u>4,5</u> -0,1
Могилевская	<u>7,1</u> 0,0	<u>5,2</u> 0,1	<u>4,8</u> -0,2	<u>4,1</u> 0,0	<u>3,3</u> 0,0
В целом по Беларуси	<u>51,8</u> 0,3	<u>37,9</u> 0,4	<u>34,1</u> 0,1	<u>28,1</u> -0,2	<u>22,7</u> -0,1

В таблице 3 приведены естественные водные ресурсы Беларуси с учетом асинхронности стока рек, которая определяется генетическими особенностями формирования осадков, выпадающих на водосбор.

Таблица 3

Естественные водные ресурсы Беларуси с учетом асинхронности

Речной бассейн	Речной сток, км ³ /год							
	местный				общий			
	Обеспеченность, %				Обеспеченность, %			
	5	25	75	95	5	25	75	95
Западная Двина	10,2	7,6	5,7	4,8	21,4	16,1	11,9	9,8
Неман	7,6	6,6	5,6	5,2	7,7	6,7	5,7	5,3
Вилия	2,7	2,4	1,9	1,6	2,7	2,4	1,9	1,6
Западный Буг	2,7	1,6	0,9	0,8	2,7	1,6	0,9	0,8
Припять	10,5	7,4	5,2	3,8	22,5	16,5	11,4	9,0
Днепр	15,5	11,6	9,9	8,4	26,8	19,9	16,2	14,1
в т.ч.:								
Березина	6,0	4,9	4,1	3,6	6,0	4,9	4,1	3,6
Сож	4,7	3,3	2,5	1,9	10,1	7,4	5,6	4,8
В целом по Беларуси	47,7	37,1	29,8	25,2	81,1	63,0	49,2	41,6

Даже для относительно небольших территорий Беларуси сток в целом по стране отличается от суммы стока по бассейнам основных рек по причине более существенной асинхронности стока на всей территории страны, чем в отдельных регионах. Для бассейнов основных рек прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности. С увеличением или уменьшением водности года эффект асинхронности увеличивается.

Ранее для территории Беларуси было построено несколько карт среднего годового стока воды рек: в 1966 г. [4], в 2000 г. [5], а последняя карта датирована 2002 г. [6]. С целью уточнения водных ресурсов Беларуси нами построена карта среднегодового модуля стока рек Беларуси, представленная на рис. 1.

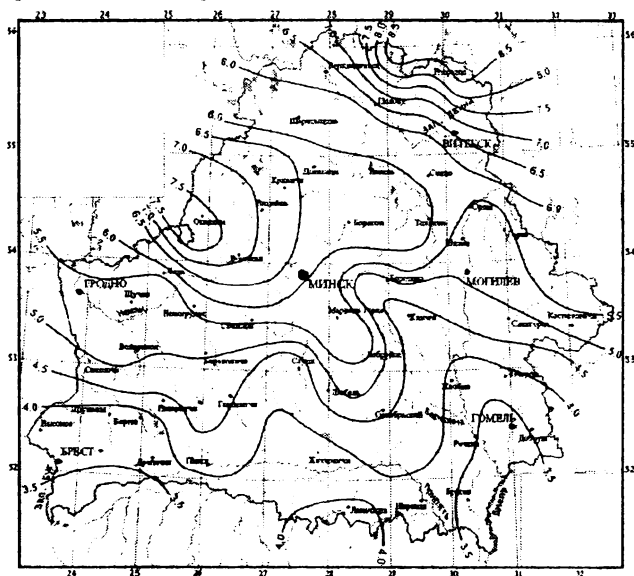


Рис. 1. Карта среднего годового стока рек Беларуси за период 1960–2009 гг., л/(с·км²)

При построении карты учитывались данные с 1960 по 2009 год по действующим гидрологическим постам. Количество использованных постов является достаточным для корректного отображения информации о годовом стоке на территории Беларуси, что обосновано в работе [7]. Приведенная на рисунке 1 карта представляет собой оптимальное сочетание нескольких способов построения карт, использующих различные методы интерполяции и выполненных в разных компьютерных системах. Наличие

необходимого количества постов наблюдения за стоком, единого периода наблюдений и применение компьютерной техники позволило получить картину формирования среднегодового стока рек Беларуси в современных условиях. Сравнительный анализ карт среднего годового стока, построенных для различных периодов осреднения, подтвердил данные, приведенные в таблице 1. Для рек бассейна Западной Двины характерно несущественное увеличение значений стока. Для бассейнов Немана и Вилии, наоборот, выявлено его уменьшение. По Белорусскому Полесью проходит изолиния стока со значением 4, а не 3,5 как это было прежде, что свидетельствует об увеличении водности рек бассейна Припяти. Для Днепра и его основных притоков Березины и Сожа, а также для Западного Буга выявлены как уменьшение, так и увеличение модуля среднегодового стока.

Вторым этапом исследований был анализ трансформации климатических параметров. Исследовались ряды наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками и дефицитами влажности воздуха с 1960 по 2009 год по 40 метеостанциям Беларуси, расположенным по исследуемой территории равномерно. В ходе исследований исходные ряды были разбиты на два периода: 1960–1984 гг. и 1985–2009 гг. Ряды наблюдений (с 1985 по 2009 год) за температурой воздуха, атмосферными осадками и дефицитами влажности воздуха были продлены до 2020 г. с помощью линейного тренда. Установлено, что тренд средней годовой температуры воздуха составляет $0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет, среднегодовых значений атмосферных осадков $20\text{ мм}/10$ лет, среднегодовых значений дефицитов влажности воздуха $0,21\text{ мб}/10$ лет (период 1985–2009 гг.). Существенно изменилась за это время внутригодовая структура рассмотренных климатических параметров, что особенно характерно для января, июля и сентября.

Следующим этапом был анализ возможного изменения речного стока в зависимости от прогнозируемого изменения климата в 2020 г. Для проведения исследований был адаптирован метод гидролого-климатических расчетов, основанный на совместном решении уравнений водного и теплоэнергетического балансов [8]. Моделирование водного баланса исследуемой реки реализовано в виде компьютерной программы и осуществляется в два этапа. На первом этапе производится настройка модели на реку-аналог с учетом сходства формирования водного режима рек. Второй этап представляет собой непосредственный расчет водного баланса исследуемой реки [9].

В результате исследований прослеживается достаточно четкая тенденция к возможному изменению речного стока в направлении с северо-запада на юго-восток страны (рис. 2). Установлено, что при прогнозируемом тренде климатических параметров на 2020 год сток рек бассейнов Западной Двины и Вилии сократится в среднем на 5–10 % по

сравнению с настоящим уровнем. Годовой сток рек в бассейнах Немана и Западного Буга существенных изменений в 2020 г. не претерпит. Наибольшее увеличение среднегодового стока воды рек может произойти в бассейнах Днестра и Припяти и может достигать для отдельных водосборов 20 % по отношению к 2009 г. При исследовании возможной внутригодовой трансформации речного стока в 2020 г. отмечено наиболее существенное изменение месячных значений расходов воды в марте-июне.

Заключение. Дана количественная оценка водных ресурсов Республики Беларусь. Установлено перераспределение поверхностных водных ресурсов по бассейнам основных рек и административным областям, в то время как суммарные естественные ресурсы речных вод страны практически не изменились. Изменения объемов стока рек и гидрологического режима в современных условиях вызваны усилением интенсивности общей циркуляции атмосферы, что подробно рассмотрено в работе [3]. Построена уточненная карта модуля стока рек Беларуси. На основании тенденций в изменении температуры воздуха, атмосферных осадков и дефицитов влажности воздуха с 1985 по 2009 год получены прогнозные оценки этих параметров на 2020 г. С учетом построенных моделей изменения климатических параметров исследовано возможное изменение водного режима рек в будущем.

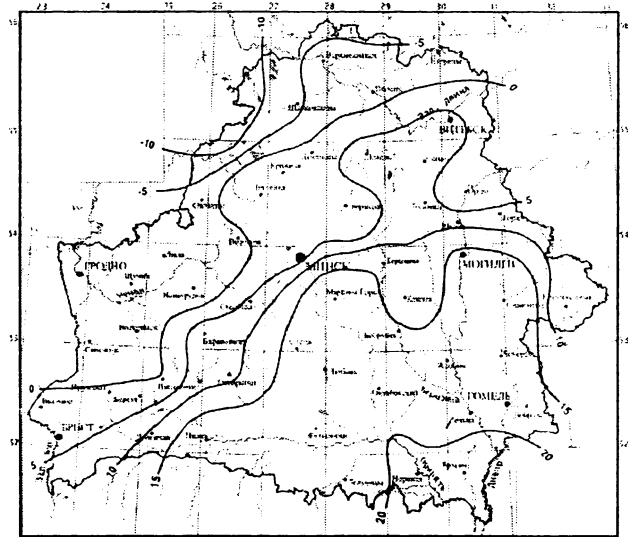


Рис. 2. Возможные изменения речного стока в зависимости от прогнозируемого изменения климата в 2020 г., в % по отношению 2009 г.

Литература

1. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2005 год) / Минприроды Респ. Беларусь, Минздрав Респ. Беларусь; редкол.: М.Ю. Калинин [и др.]. – Минск: ЦНИИКИВР, 2006. – 106 с.
2. Плужников, В.Н. Водные ресурсы Беларуси, их использование и охрана / В.Н. Плужников, М.В. Фадеева, В.И. Бучурин // Природные ресурсы. – 1996. – № 1. – С. 24–29.
3. Логинов, В.Ф. Водный баланс речных водосборов Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек. – Минск: Тонпик, 2006 – 160 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5, ч. 1. – 718 с.
5. Пособие к строительным нормам и правилам. ПП-98 к СНиП 2.01.14-83 Определение расчетных гидрологических характеристик / Н.В. Шевцов [и др.]; под общ. ред. Н.В. Шевцова. – Минск: РУП «Минсктиппроект», 2000. – 174 с.
6. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т./ рэдкал.: Г.П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 2002. – Т. 15. – 552 с.
7. Логинов, В.Ф. Оптимизация режимной гидрологической сети Беларуси / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек [и др.] // Природопользование: сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии; под ред. И.И. Лиштвана, В.Ф. Логинова. – Минск, 2006. – Вып. 12. – С. 51–57.
8. Гидрологические расчеты в мелиоративных целях / В.С. Мезенцев, Г.В. Белоненко [и др.]. – Ч. I. – Омск, 1980 – 80 с.
9. Волчек, А.А. Оценка трансформации водного режима малых рек Белорусского Полесья под воздействием природных и антропогенных факторов (на примере р. Ясельда) / А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – Екатеринбург, 2007. – № 1. – С. 50–62.