

Волчек А.А., Парфомук С.И.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Введение. Общее количество рек, протекающих по территории Беларуси, составляет около 20,8 тыс. Около 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. Отобранные временные ряды проверялись на однородность, пропущенные значения были восстановлены стандартными методами с оценкой их достоверности.

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], представлены в табл. 1 и 2 соответственно.

Суммарные поверхностные ресурсы Беларуси практически не изменились. В то же время произошло перераспределение естественных водных ресурсов по бассейнам основных рек. Наряду с увеличением стока Припяти и незначительным ростом водности Западной Двины отмечено уменьшение поверхностных вод остальных речных систем страны за последние годы. Отмечен рост ресурсов поверхностных вод Брестской и Гомельской областей, а для Гродненской области характерно 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].

В таблице 3 приведены естественные водные ресурсы Беларуси с учетом асинхронности стока рек, которая определяется генетическими особенностями формирования осадков, выпадающих на водосбор. 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, изображенная на рис. 1, датирована 2002 г. [6]. С целью

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	10,6	7,8	6,9	5,5	4,4	22,3	16,4	14,1	11,6	9,0
	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4
Неман	8,0	6,7	6,2	5,4	4,9	8,1	6,8	6,3	5,5	5,0
	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3
Вилия	2,9	2,4	2,1	1,8	1,4	2,9	2,4	2,1	1,8	1,4
	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4
Западный Буг	2,8	1,6	1,3	0,9	0,7	2,8	1,6	1,3	0,9	0,7
	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1
Припять	11,2	7,6	6,6	5,0	3,5	23,9	16,8	14,4	11,0	8,3
	1,3	1,1	1,0	0,6	0,4	1,7	1,5	1,4	0,9	1,3
Днепр	16,3	11,8	11,0	9,5	7,8	28,2	20,3	18,7	15,6	13,1
	-0,1	0,1	-0,3	0,1	0,2	0,0	0,1	-0,2	-0,1	0,3
в т.ч.:										
Березина	6,3	5,0	4,5	4,0	3,4	6,3	5,0	4,5	4,0	3,4
	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Сожа	4,9	3,4	3,0	2,4	1,8	10,6	7,6	6,6	5,4	4,4
	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1
В целом по Беларуси	51,8	37,9	34,1	28,1	22,7	88,2	64,3	56,9	46,4	37,5
	0,3	0,4	0,1	-0,2	-0,1	1,1	0,9	0,7	0,2	1,2

Волчек Александр Александрович, д.г.н., профессор, декан факультета водоснабжения и гидромелиорации Брестского государственного технического университета.

Парфомук Сергей Иванович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой информатики и прикладной математики Брестского государственного технического университета.

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

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

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

уточнения водных ресурсов Беларуси нами построена карта среднегодового модуля стока рек Беларуси, представленная на рис. 2.

При построении карты учитывались данные с 1960 по 2009 гг. по действующим гидрологическим постам. Количество использованных постов является достаточным для корректного отображения информации о годовом стоке на территории Беларуси, что обосновано в работе [7]. Использование современных компьютерных технологий при построении карты среднего годового стока позволило исключить субъективизм авторов. Приведенная на рис. 2 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 объективную 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 значений изолиний модуля среднегодового стока.

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, которая может быть использована при определении характеристик стока в случае отсутствия данных наблюдений.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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. – № 1. – 1996. – 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. П1-98 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, А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Природопользование: сб. научн. 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.

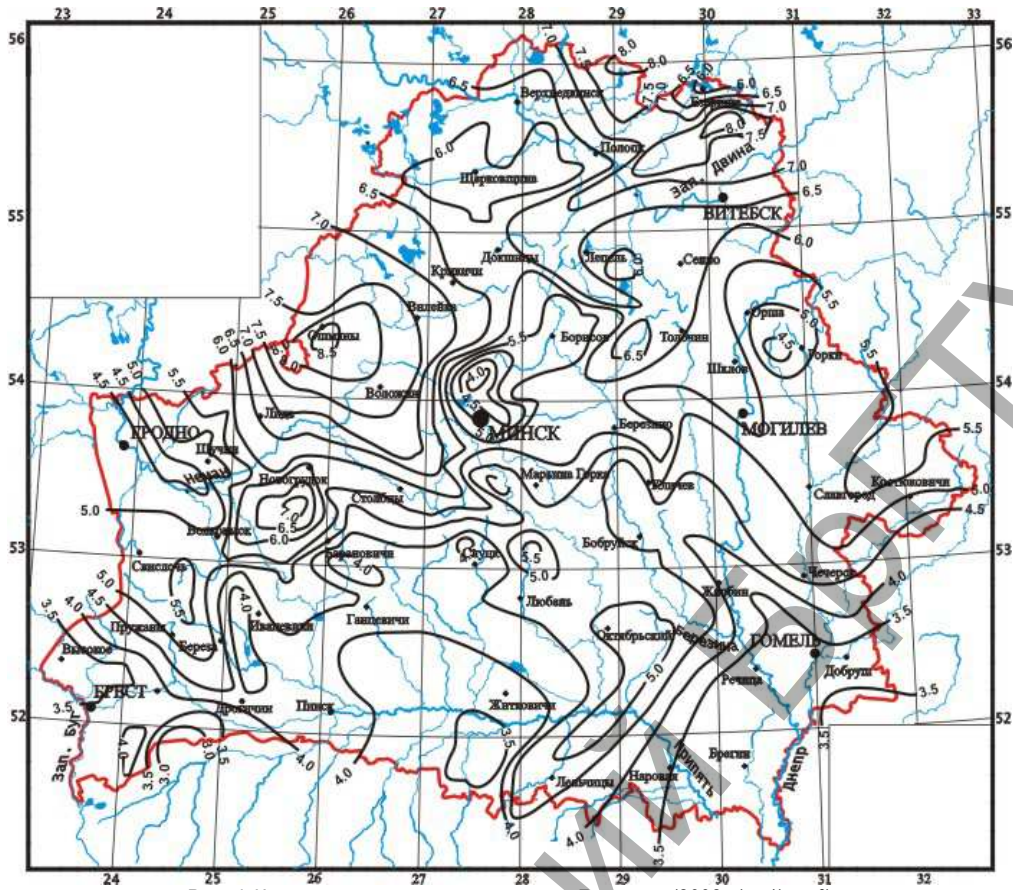


Рис. 1. Карта среднего годового стока рек Беларуси (2002 г.), л/(с·км²)

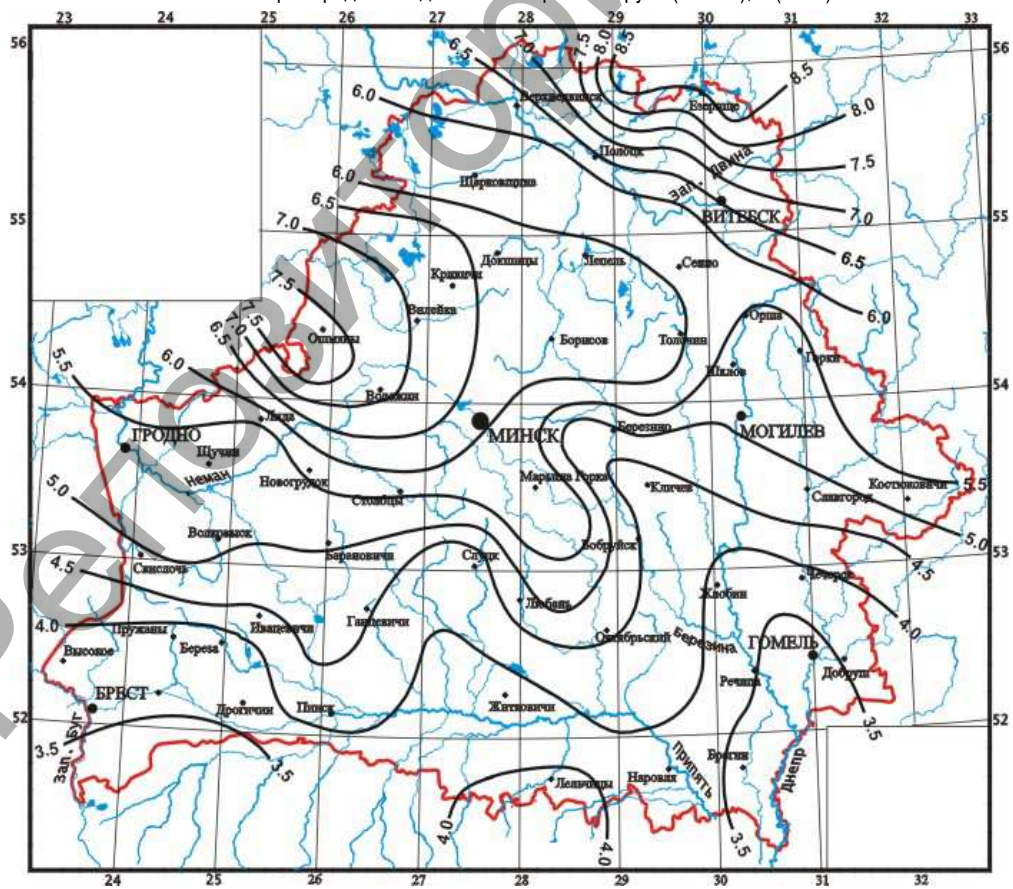


Рис. 2. Карта среднего годового стока рек Беларуси за период 1960–2009 гг., л/(с·км²)

Материал поступил в редакцию 11.03.11

VOLCHEK A.A., PARFOMUK S.I. Modern changes of water resources for the Republic of Belarus

Superficial water resources of Belarus for the period of 1960–2009 are specified. Redistribution of water resources for the basins of main rivers and administrative areas is marked. The comparative analysis of various maps of annual runoff for the Republic of Belarus has shown, that for the Zapadnaya Dvina River basin the insignificant increase of values is established, and for the Prypiat River basin the growth of runoff for the values 0.4–1.7 km³ is marked. For the Neman and Vilia Rivers basins the decrease of runoff values is revealed. The characteristic change of the runoff is not marked for the other basins.

УДК 624.07.042 (045.5) 083.74

Валуев В.Е., Мешик О.П.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЛИМАТОЛОГИИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ / ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА БЕЛАРУСИ

Введение. В условиях аномальных колебаний основных климатических характеристик, европейские страны, включая Беларусь, последнее десятилетие активно занимаются совершенствованием содержательной части нормативных документов, по которым осуществляется назначение общих нагрузок и воздействий на здания и сооружения. При этом, моделируются расчетные ситуации и схемы распределения нагрузок, отражающие вклад местных условий.

Вышедшие в свет национальные Технические кодексы установившейся практики (ТКП), идентичны Европейским стандартам (EN) в части нормирования *снеговых нагрузок, ветровых и температурных воздействий* (таблица).

Изученность и статистические оценки снегозапасов. При исследовании *снеговых нагрузок* на здания и сооружения путем прямого использования разобщенных необработанных материалов снегомерных и осадкомерных наблюдений, в предлагаемые физико-математические модели априори вносятся существенные знакопеременные ошибки. Неискаженная картина пространственно-временного распределения снегового покрова по территории Беларуси получена при подготовке государственного стандарта [1] в процессе предварительной обработки имеющихся данных наблюдений по 27 характерным пунктам. Однако большая часть территории Беларуси не охвачена данными наблюдений за снежным покровом, особенно южная часть Витебской области и северная часть Припятского Полесья. Требование к репрезентативному (равномерному и достаточному) расположению точек с метеорологической информацией является обязательным условием при анализе временных рядов снегозапасов (снеговых нагрузок), их картографировании и оценивании погрешностей. В ходе предварительной обработки опытных (экспериментальных) данных, отсеяны грубые погрешности, связанные с измерением снегозапасов, осуществлена проверка соответствия распределения результатов измерения / наблюдения закону нормального распределения. Когда классическая гипотеза оказалась неприемлемой, установлено – какому закону распределения подчиняются опытные данные по снегозапасам на локальных

территориях Беларуси. Сделана также попытка корректно преобразовать альтернативное распределение к нормальному и принять на этот счет адекватное решение.

Опыт обработки временных рядов метеозапасов [7] указывает на по-этапный характер анализа информации, связанный с целесообразностью выделения периодических, регулярных и сезонных циклов (годового, сезонного, суточного хода), а также нерегулярных циклов (тренда, непериодических, квази-периодических составляющих); сглаживания и фильтрации отдельных частот; проверки на случайность колебаний; исследования однородности колебаний во времени и пространстве; прогноза колебаний.

В условиях недостатка точек опорной сети с информацией о снегозаписах, осуществлялась разработка аналитических зависимостей, аргументами которых являются основные факторы климатообразования и косвенные физико-географические признаки. В описываемом случае, высокую точность картографирования снегозапасов обеспечили трехмерные функции, отражающие их зависимость от широты, долготы метеопункта и абсолютной отметки высоты расчетной точки. Репрезентативность пространственного распределения расчетных точек качественно оценена с помощью критерия (χ^2). С этой целью, территория Беларуси разделена на участки (области), включающие контрольные точки, при допущении, что оптимальным «шагом» между метеопунктами является 20 километров. Но на фоне фактической плотности метеорологической сети, при выполнении исследований снегозапасов, локальные участки (20км x 20км) часто не включали в себя реальные метеопункты. В этом случае, в качестве границ областей нами использованы границы полей, специально построенных изокоррелят твердых осадков. Сравнение значений (χ^2) – полученных с критическими, позволило сделать вывод о равномерности распределения точек расчетной (опорной) сети по участкам принятого оптимального размера.

В работах [8, 9, 10, 11], с учетом имеющейся базы экспериментальных данных (БД), в комплексе исследованы основные характеристики снегозапасов в условиях современных (период 30–60 лет) колебаний/изменений климата Беларуси. Выполнено также описание вариации

Таблица. Наименование и степень соответствия государственных стандартов европейским стандартам

Наименование государственного стандарта	Степень соответствия	Наименование европейского стандарта
1	2	3
ТКП ЕН 1991-1-3-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки [1]	IDT	EN 1991-1-3:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки [2]
ТКП ЕН 1991-1-4-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия [3]	IDT	EN 1991-1-4:2005 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–4. Общие воздействия. Ветровые воздействия [4]
ТКП ЕН 1991-1-5-2009 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–5. Общие воздействия. Температурные воздействия [5]	IDT	EN 1991-1-5:2003 Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1–5. Общие воздействия. Температурные воздействия [6]

Валуев Владимир Егорович, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

Мешик Олег Павлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций Брестского государственного технического университета.

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