

13. Bartlett A.J., 2012, Causes of toxicity to *Hyalella azteca* in a storm water management facility receiving highway runoff and snowmelt. Part 1: Polycyclic aromatics and metals, Q. Rochfort, L.R. Brown, J. Marsalek, 414, Science of the Total Environment, 227-237.

14. Marsalek J., 2005, Aquatic habitat issues in urban storm water management: challenges and potential solutions, Q. Rochfort, L. Grapentine, 5, Ecohydrology and Hydrobiology. – P. 269–279.

15. Бульская, И.В. Неорганические примеси в поверхностном стоке и снеге г. Бреста / И.В. Бульская, А.А. Волчек // Сахаровские чтения 2013 года: экологические проблемы XXI века: материалы 13-й Международной научной конференции, 16-17 мая 2013 г., г. Минск, РБ / Под ред. С.П. Кундаса, С.С. Позднякова, Н.А. Лысухо. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2013. – С. 268–269.

16. Волчек, А.А. Актуальные вопросы загрязнения поверхностного стока с городской территории на примере г. Бреста / А.А. Волчек, И.В. Бульская // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: материалы Международной научно-практической конференции, Брест, 25-27 сентября 2013 г. / УО «БрГТУ» / Под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2013. – С. 20–22.

17. Managing Urban Stormwater: Treatment Techniques. Draft. – 1997. – Sydney: Environment Protection Authority. – 112 p.

18. USEPA Draft Fact Sheet 4/22/2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.epa.gov> – Дата доступа: 10.03.2014.

19. Самсонова, А.С. Биоремедиация природных и производственных сред / А.С. Самсонова // Наука и инновации. – 2011. – № 11 (105). – С. 66–70.

20. Тюменцева, О.В. Целесообразность применения высшей водной растительности в очистке сточных вод / О.В. Тюменцева, А.Ф. Сокольский // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 8. – Астрахань. – С. 56–57.

21. Тимофеева, С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод / С.С. Тимофеева // Химия и технология воды. – 1995. – Т. 17. № 5. – С. 525-532.

УДК 556.18

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА

Волчек А.А., Валуев В.Е., Мешик О.П., Дашкевич Д.Н.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г.Брест, Республика Беларусь, volchak@tut.by

The article analyzes water use by sectors of the national economy of Belarus in the modern period. An improved surface water resources of Belarus for the period from 1956 to 2005, data transformation flow in the basins of major rivers and administrative areas. Maps of the average annual flow of rivers in Belarus.

Введение

Водные ресурсы страны, объекты и системы водоснабжения, водоотведения, промышленного, сельскохозяйственного производства, гидромелиорации и рекреации гарантирует устойчивое развитие экономики, включая решение комплекса социальных и экологических проблем. Динамично развиваю-

щийся водохозяйственный комплекс Беларуси в современных условиях решает разнохарактерные проблемы:

- неудовлетворенного спроса потребителей качественной водой, связанного с недостаточным развитием систем централизованного водоснабжения и ухудшающимся техническим состоянием существующих водопроводных сетей и водоочистных сооружений;

- нерационального водопользования при высоком удельном расходе воды на единицу произведенной продукции и на хозяйственно-питьевые нужды в целом;

- высокого удельного и суммарного количества загрязнителей, поступающих в водные объекты со сточными и поверхностными водами с водосборов;

- снижения материального ущерба от отрицательного воздействия природных вод путем совершенствования технических решений защитных сооружений, оптимизации затрат на эксплуатационные и профилактические мероприятия;

- повышения инвестиционной активности при формировании основных фондов водохозяйственного комплекса страны;

- опережающего создания законодательной базы, обеспечивающей полноценные механизмы рационального природопользования, включая водопользование по установленным нормам водопотребления в соответствующих отраслях экономики и жилищно-коммунальном хозяйстве (ЖКХ).

Наибольший удельный вес по объему использования воды принадлежит ЖКХ – 37 % водопотребления. Немного меньше потребляют воды промышленность – 28 % и рыбо-прудовое хозяйство – 26 %. На долю сельского хозяйства приходится незначительный объем водопотребления – около 8%. Подобное распределение водопотребления по различным отраслям практически не меняется с 1991 года, и его особенностью является взаимное несоответствие временных требований к режимам водоисточников.

О необходимости учета особенностей водопотребления и водопользования при решении проблем участниками водохозяйственного комплекса

Питьевое водоснабжение большинства крупных городов и малых населенных пунктов базируется на использовании подземных вод. При этом качество воды не соответствует требованиям, предъявляемым к воде питьевого назначения по содержанию железа, концентрация которого достигает 5–6 и более мг/л. На ряде водозаборов имеется превышение допустимых концентраций марганца, азотистых соединений и др. Станциями обезжелезивания оборудовано около 50 % централизованных водозаборов, в сельской местности – не более 1–2 %.

Основными причинами низкого качества питьевой воды в малых населенных пунктах являются несовершенные технические схемы систем водоснабжения. Большая часть трубопроводов имеет диаметры 150-200 мм, к которым подключены, в значительном количестве (до 10 и более), одиночные скважины, расположенные в различных точках и на значительном удалении друг от друга. Все это делает невозможным организацию централизованного водозабора со станцией обезжелезивания. В последние годы в стране освоено производство автоматизированных самопромывающихся станций обезжелезивания, свободных от указанных недостатков. Актуальным является удаление из сточных вод биогенных элементов (азота и фосфора). В соответствии с действующими нормами проектирования сооружений для очистки бытовых сточных

вод, эффективность их работы рассчитывается по двум основным показателям – БПК и взвешенным веществам с учетом содержания в стоках соединений азота и фосфора не как загрязнителей, а как биогенных элементов, необходимых для технологического процесса биологической очистки.

Применяемая и действующая система, предполагающая полную биологическую очистку сточных вод, не может обеспечить выполнение требований по сбросу в водоёмы этих элементов. В сельских населенных пунктах и небольших городах коэффициент неравномерности расхода и концентраций загрязнения сточных вод не отвечает нормативным требованиям.

По данным государственного водного кадастра [1], в 2009 году для нужд промышленности забрано 310 млн. м³, в том числе 210 млн. м³ из поверхностных водных объектов и 100 млн. м³ подземных вод.

Среди промышленных потребителей одними из крупнейших являются предприятия энергетики, забирающие 90 млн. м³ воды из поверхностных водных объектов и 6 млн. м³ – из подземных источников.

При производстве алкогольных, слабоалкогольных, безалкогольных напитков и пива использовано воды из подземных источников – 2,9 млн. м³, из которых 0,3 млн. м³ – для производства питьевой и минеральной воды.

На нужды сельскохозяйственного производства и на цели орошения земель, согласно тем же данным, использование воды увеличилось, соответственно, на 1,5 млн. м³ и на 1,0 млн. м³.

В прудовом рыбном хозяйстве существенно увеличен объем использования воды (на 50,4 млн. м³ или на 17 %) за счет увеличения объемов производства рыбы в Брестской и Минской областях.

В системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в 2009 году отмечено значительное (на 8,4 %) уменьшение объемов воды (с 6697 до 6134 млн. м³), имевшее место во всех областях и в г. Минске. Наибольшее уменьшение на 233,4 млн. м³ или на 31,8 % имело место в Брестской области; на 167,1 млн. м³ или на 19,5 % – в г. Минске; на 74,7 млн. м³ или на 6,9 % – в Гомельской области.

В ряде районов горно-промышленного производства имеет место необоснованное расходование ресурсов вод высокого питьевого качества.

При общем снижении водопотребления промышленностью на 30 %, доля использования подземных вод увеличилась с 23 % в 2000 году до 32 % – в 2010 году. Использование воды в системах оборотного и повторно-последовательного водоснабжения в промышленности в 2000 году составляло 6052 млн. м³, в 2010 году – 6055 млн. м³. Анализ данных водопотребления предприятий различных министерств и ведомств свидетельствует, что при общей тенденции к снижению забора воды в течение 2000-2010 гг. отмечалось также увеличение водопотребления в отдельные годы.

В 2009 году во всех отраслях народного хозяйства отмечено значительное снижение потребления воды от 10 до 20 %.

Данные государственного водного кадастра в части оценки потерь воды при ее транспортировке свидетельствуют о том, что до 90 % потерь приходится на предприятия коммунального хозяйства. В среднем за 10 лет величина этих потерь составляла 11–12 % от величины забора. При этом величина непроизводительных потерь в промышленности в целом составляет порядка 0,5–0,6 % от величины забора воды, а по предприятиям Министерства промышленности эта величина более низкого порядка (0,08–0,4%).

Концепцией энергетической безопасности Республики Беларусь предусмотрено возведение каскадов ГЭС на основных водных артериях, в том числе строительство мини-ГЭС на малых реках, а также восстановление заброшенных мини-станций с частичной заменой их оборудования.

Комплексное использование гидроресурсов предполагает дальнейшее развитие водного транспорта – составной части транспортного комплекса. Водный транспорт обеспечивает перевозки грузов и пассажиров на внутренних водных путях (протяженность около 2 тыс. км) в приречные пункты, переработку грузов в 10 речных портах, расположенных в бассейнах всех судоходных рек республики – Припяти, Днепра, Сожа, Березины, Немана, Западной Двины. В то же время в центральной части судоходные внутренние водные пути практически отсутствуют. Водные пути Беларуси не связаны между собой (за исключением Днепра, Припяти и Буга).

На реках эксплуатируется около 700 судов транспортного, технического и вспомогательного флота. Технические возможности портов позволяют перевезти более 8 млн. тонн и обработать 15 млн. тонн грузов год.

Водные рекреационные ресурсы являются наиболее перспективной частью природно-рекреационного потенциала страны, поскольку основой рекреационных систем в Беларуси является их озерно-речной тип. Из 18 зон отдыха республиканского значения 26 % их территории приурочено к крупным озерным системам и более 0,5 % – к рекам. В современное рекреационное использование вовлечены более 50 озер, что соответствует 5 % от их общего количества. В то же время около 1,5 тыс. озер имеют площадь более 1 км² и могут рассматриваться как объекты для отдыха и оздоровления. При этом 84,6 % из них расположены в бассейне Западной Двины, 2,7 % – Днепра, 3,2 % – Припяти, 7,7 % – Немана, 1,8 % – Западного Буга и по своему генезису не являются старичными.

Возможности массового развития туризма (в том числе и международно-го), спорта и рыболовства достаточно велики. Разнообразие водных и околоводных природных систем, среди которых особая роль принадлежит поймам рек, имеет большое значение и в плане организации экологического туризма.

Уточненные оценки водных ресурсов Беларуси

Решение насущных проблем водохозяйственного комплекса Беларуси невозможно без учета природно-климатических, гидрологических, гидрогеологических, хозяйственно-экономических условий территорий и особенностей водопотребления /водопользования всех участников.

Фундаментальная работа по оценке состояния поверхностных вод Беларуси опубликована в 1996 году [2]. В последующий период водные ресурсы формировались в специфических условиях трансформации процессов тепло-влагообмена на водосборах и в силу воздействия естественных и антропогенных факторов непосредственно на сток. Уточненные ресурсы поверхностных вод Беларуси за период с 1956 по 2005 гг. и данные о трансформации стока за исследуемый 50-летний интервал по отношению к периоду инструментальных наблюдений до 1996 года по бассейнам основных рек и административным областям приведены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Суммарно 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, в то же время для Гродненской области характерно уменьшение водных ресурсов, ввиду снижения водности Немана и Вилии.

Таблица 1 – Естественные ресурсы речных вод Беларуси по бассейнам основных рек в 1956–2005 гг. (числитель) и изменение стока по отношению к периоду до 1996 года (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 0,1	7,8 0,1	6,9 0,1	5,5 0,0	4,4 0,1	22,3 0,4	16,4 0,2	14,1 0,2	11,6 0,3	9,0 0,4
Неман	8,0 -0,5	6,7 -0,4	6,2 -0,4	5,4 -0,5	4,9 -0,3	8,1 -0,5	6,8 -0,4	6,3 -0,4	5,5 -0,5	5,0 -0,3
Припять	11,2 1,3	7,6 1,1	6,6 1,0	5,0 0,6	3,5 0,4	23,9 1,7	16,8 1,5	14,4 1,4	11,0 0,9	8,3 1,3
Днепр	16,3 -0,1	11,8 0,1	11,0 -0,3	9,5 0,1	7,8 0,2	28,2 0,0	20,3 0,1	18,7 -0,2	15,6 -0,1	13,1 0,3
В целом по Беларуси	51,8 0,3	37,9 0,4	34,1 0,1	28,1 -0,2	22,7 -0,1	88,2 1,1	64,3 0,9	56,9 0,7	46,4 0,2	37,5 1,2

Таблица 2 – Естественные ресурсы речных вод Беларуси по административным областям в 1956–2005 гг. (числитель) и изменение стока по отношению к периоду до 1996 года (знаменатель)

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

В таблице 3 приведены естественные водные ресурсы Беларуси с учетом асинхронности стока рек. Величина асинхронности зависит от совпадения либо несовпадения фаз водности рек. Это определяется генетическими особенностями формирования осадков, выпадающих на водосбор при прохождении циклов из различных зон зарождения и их водности. В связи с этим, даже для относительно небольших территорий, сток рек Беларуси имеет разную генетику происхождения, что и предопределяет асинхронность. При этом сток в целом по стране отличается от суммарного стока по бассейнам основных рек, ввиду более существенного

влияния эффекта асинхронности стока на территории всей страны, чем в отдельных регионах. Для бассейнов основных рек прослеживается достаточно тесная связь коэффициентов асинхронности от обеспеченности величины стока. С увеличением или уменьшением водности года эффект асинхронности увеличивается.

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
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 целом по Беларуси	47,7	37,1	29,8	25,2	81,1	63,0	49,2	41,6

Ранее средний многолетний годовой сток территории Беларуси был уточнен на основе построенной карты изолиний 1966 года [3], затем на основе карты 2002 года [4]. На рисунках 1 и 2 изображены эти карты. С целью уточнения водных ресурсов Беларуси построена также карта среднегодового модуля стока рек Беларуси, представленная на рисунке 3. При построении учитывались данные с 1956 по 2005 гг. по действующим гидрологическим постам. Количество использованных постов является достаточным для корректного отображения информации о годовом стоке на территории Беларуси. Приведенная на рисунке 3 карта, построена при оптимальном сочетании нескольких способов построения карт, приемов интерполяции расчетных величин стока и передовых компьютерных систем.

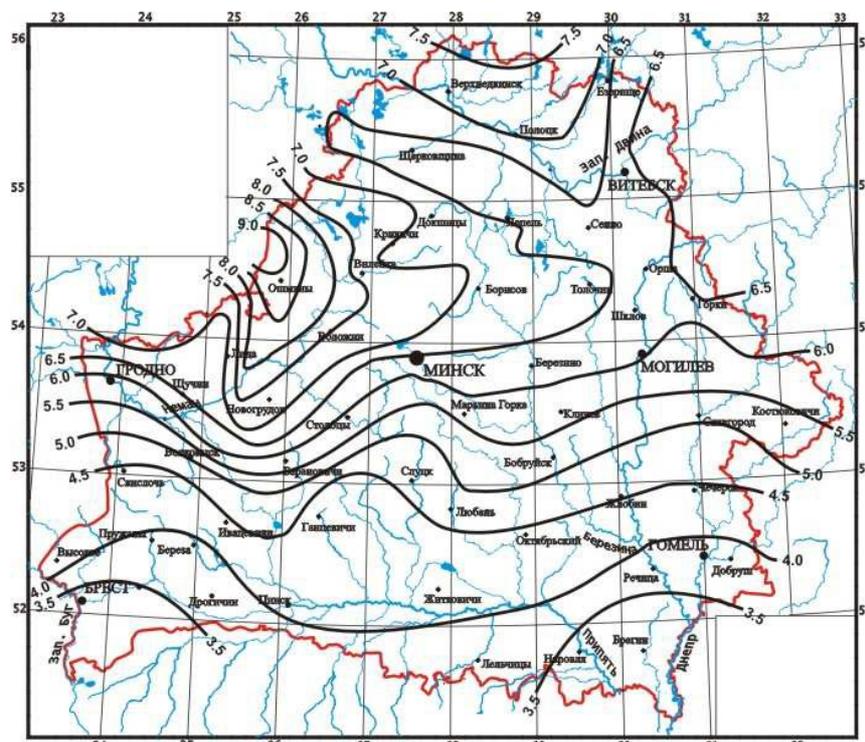


Рисунок 1 – Карта среднего годового стока рек Беларуси (1966 г.), л/(с·км²)

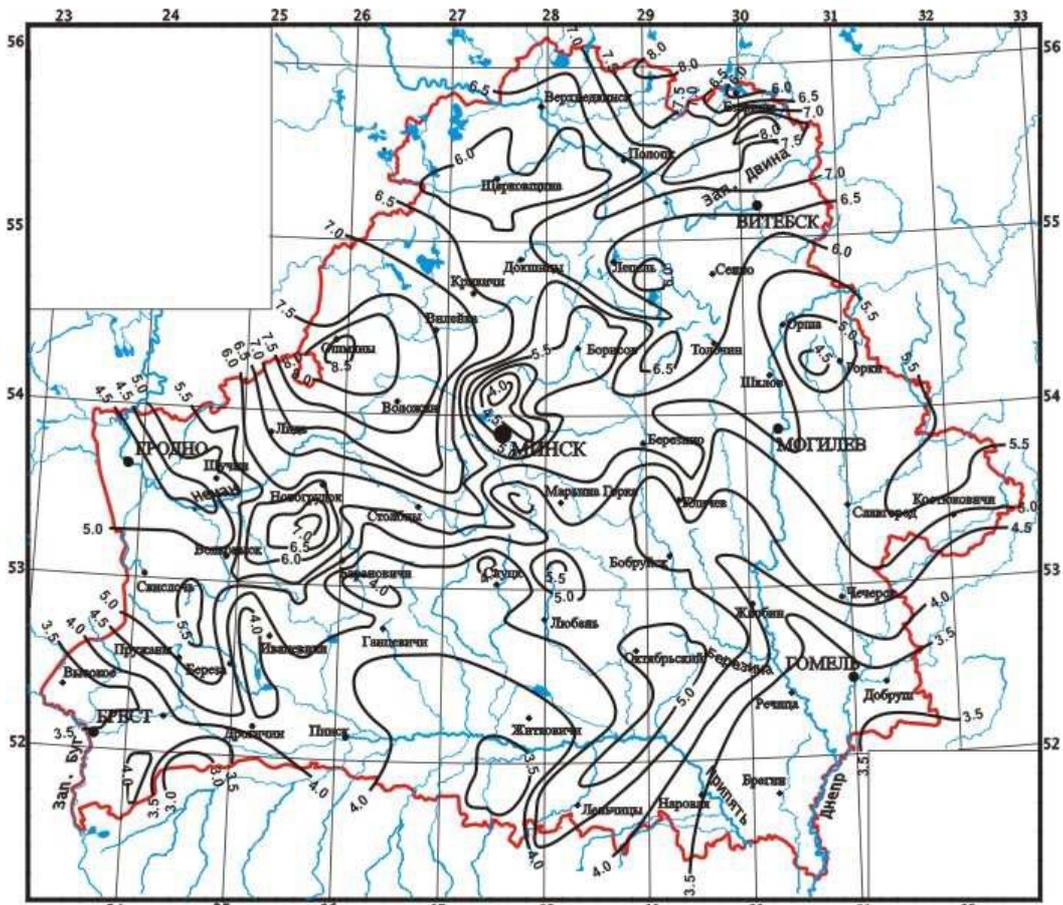


Рисунок 2 – Карта среднего годового стока рек Беларуси (2002 г.), л/(с·км²)

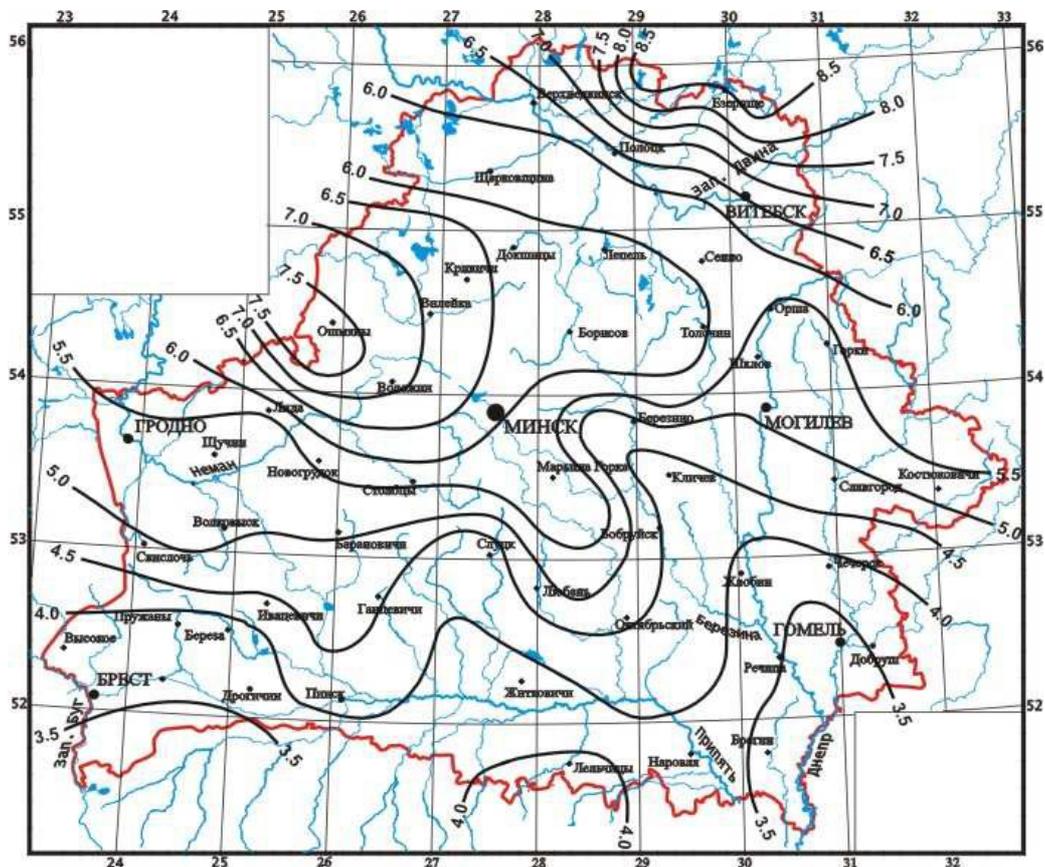


Рисунок 3 – Карта среднего годового стока рек Беларуси за период 1956–2005 гг., л/(с·км²)

Заключение

Сравнительный анализ репрезентативных по значениям стока и способам интерпретации карт среднего годового стока, построенных для различных периодов осреднения, подтвердил данные, представленные в таблице 1 (1956–2005 гг.). 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 модуля среднегодового стока. Построенная уточненная карта модуля среднегодового стока рек Беларуси (рис. 3, 1956–2005 гг.) может быть использована при определении характеристик годового стока в случае отсутствия данных наблюдений. Изменения объемов стока рек и гидрологического режима в современных условиях вызваны усилением интенсивности общей циркуляции атмосферы и трансформацией процесса тепловлагообмена на водосборах рек Беларуси.

Список литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. (<http://bels-tat.gov.by/homep/ru/indicators/communal.php>)
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. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5, ч. 1. – 718 с.
4. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. / Рэдкал.: Г.П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 2002. – Т. 15. – 552 с.

УДК 631.95

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ СГЦ «ЗАПАДНЫЙ»

Волчек А.А. *, **Чезлова О.Е. ****

*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, vig_bstu@tut.by

**Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси», г. Брест, Республика Беларусь, olgachezlova@tut.by

Population dynamics of sanitary indicative bacteria in sewage irrigated soil was characterized by feature - increase performance by 10 - 100 times immediately after irrigation and decrease by the end of the growing season. The exception was the rate of coliforms. By the end of the growing season the growth of bacteria was observed in this group compared with the control in the 2,1 – 4,5 times.