

ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ Г. БРЕСТА В 2020 Г. ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Л. А. Кириченко¹

¹ Старший преподаватель кафедры инженерной экологии и химии, аспирант кафедры природообустройства учреждения образования «Брестский государственный технический университет», Брест, Беларусь, e-mail: lakobrinetch@mail.ru

Реферат

Городские водоемы подвержены различным видам антропогенного воздействия. Их экологическое состояние зависит от вида и степени загрязнений.

В данной работе установлено, что водоемы г. Бреста в большинстве подвержены загрязнению органическими веществами и биогенными элементами. Для всех водоемов характерно эвтрофирование в разной степени. Установлено, что для определения экологического состояния городских водоемов по гидрохимическим показателям необходимо кроме показателя кратности превышения ПДК учитывать и трофо-сапробный уровень. Таким образом, пруды Б-1 и Б-3 г. Бреста характеризуются очень плохим экологическим состоянием и их самовосстановление затруднено, Б-2 и Б-6 – плохим экологическим состоянием, Б-4 и Б-5 – удовлетворительным и хорошим экологическим состоянием соответственно.

Ключевые слова: урбанизированные водоёмы, экологическое состояние, гидрохимические показатели, загрязнение воды, эвтрофикация.

TRANSFORMATION OF THE ECOLOGICAL STATE OF WATER BODIES IN BREST IN 2020 BY HYDROCHEMICAL INDICATORS

L. A. Kirichenko

Abstract

Urban water bodies are subject to various types of anthropogenic impact. Their ecological state depends on the type and degree of pollution.

In this work, it has been established that the water bodies of Brest are mostly subject to pollution by organic matter and biogenic elements. All water bodies are characterized by eutrophication to varying degrees. It has been established that in order to determine the ecological state of urban water bodies by hydrochemical indicators, it is necessary to take into account the tropho-saprobic level in addition to the multiplicity of the excess of MPC. Thus, ponds B-1 and B-3 in Brest are characterized by a very poor ecological state and their self-recovery is difficult, B-2 and B-6 - poor ecological state, B-4 and B-5 - satisfactory and good ecological state, respectively.

Keywords: urbanized water bodies, ecological state, hydrochemical indicators, water pollution, eutrophication.

Введение

Одним из важных элементов городской среды являются водные объекты. Они обладают высокой рекреационной нагрузкой [1, 2]. В связи с этим возникает необходимость в определении их экологического статуса, прогнозировании и выявлении мероприятий по реабилитации.

Учитывая то, что антропогенное влияние на урбанизированный водный объект многофакторно, нет единого подхода при определении экологического состояния водоемов.

Существующая оценка качества воды городских водоемов Беларуси и возможность их применения в рекреационных целях регламентируется постановлением Министерства Здравоохранения от 05.12.2016 № 122 Санитарные правила и нормы «Требования к содержанию поверхностных водных объектов при их рекреационном использовании», а так же ТКП 17.06-17-2018 (33140) [3–5]. Однако данная оценка отражает возможность использование водного объекта для активной рекреации (купания, подводной охоты, дайвинга, катания на моторных лодках и т. п.) и не отражает возможность применения для пассивной рекреации (катания на безмоторных лодках, для занятий греблей и парусным спортом, любительского рыболовства, в эстетических целях). Поэтому существует необходимость совмещать методы для определения экологического состояния водоемов по гидрохимическим показателям. В работе показана необходимость использования оценки экологического состояния водоемов по кратности превышения ПДК и исходя из оценки трофо-сапробного уровня.

Целью работы является исследование трансформации гидрохимического состава водоемов урбанизированных территорий на примере водоемов г. Бреста и комплексного подхода оценки экологического состояния водоема на основании кратности превышения ПДК и трофо-сапробного уровня.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являются типичные репрезентативные водоемы г. Бреста, характеризующиеся разной рекреационной нагрузкой (рисунок 1).



Рисунок 1 – Картограмма расположения исследуемых водных объектов г. Бреста

Для установления экологического состояния исследуемых водоемов изучались основные гидрохимические показатели качества воды водных объектов. Отбор проб проводился на глубине 0,3–0,5 м от поверхности водоемов, анализ воды проводился стандартными методами в течение суток после отбора.

Результаты и обсуждения

Анализ полученных данных гидрохимического состава воды водоемов по таким показателям как pH воды, концентрации растворенного кислорода, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, биогенных азотсодержащих веществ, общая минерализация городских прудов соответствует нормативам для поверхностных водных объектов рекреационного использования и населенных пунктов.

Содержание органических веществ в воде прудов г. Бреста за 2020 г. характеризуется превышением нормативов БПК₅ и ХПК

в летне-осенний период года в 1,4–2,7 раза и в 1,8–6 раза соответственно для всех урбанизированных водоемов, а для пруда Б-1 г. Бреста эти показатели значительно превышают нормативы и соответствуют нормам только в весенний период. Данные показатели отражают возможность самоочищения водоемов: пруды Б-4 и Б-5 восстанавливаются быстро, их самоочищение происходит в зимне-весенний период вследствие угнетения и роста живых организмов в неблагоприятных условиях [6]. Самоочищение прудов Б-1 и Б-3 г. Бреста происходит медленно вследствие сильного загрязнения органическими веществами: Б-1 в результате ежегодного цветения воды, Б-3 в результате накопления в воде пищевых продуктов при кормлении уток (парковый пруд) [2].

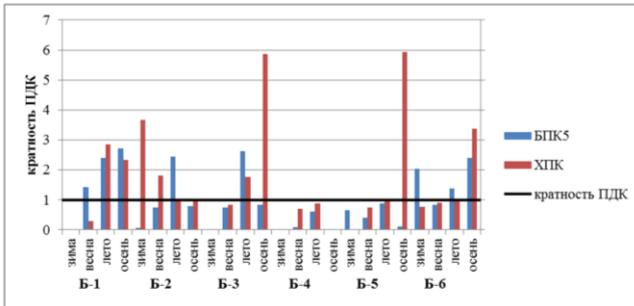


Рисунок 2 – Содержание органических веществ по кратности превышения ПДК в урбанизированных водоемах г. Бреста за 2020 г.

Содержание соединений кальция и магния в течение 2020 г. соответствует нормам, кроме весеннего периода, практически во всех водоемах г. Бреста. Превышение концентраций кальция и магния в этот период наблюдается в 1,3–3,5 раза, что доказывает поступление поверхностных ливневых стоков с прилегающих трансформированных урбанизированных территорий водосборов во время снеготаяния и с атмосферными осадками весной [7, 8].

Таким образом, жесткость воды городских водоемов повышается в весенний период года. Это может быть связано с попаданием поверхностных ливневых вод в водоемы с территории водосбора.

Концентрация железа общего в воде урбанизированных водоемов выше норматива в течение всего года (рисунок 4) и наибольшая в осенний период – это связано с вымыванием из почвы соединений железа дождем [7, 9].

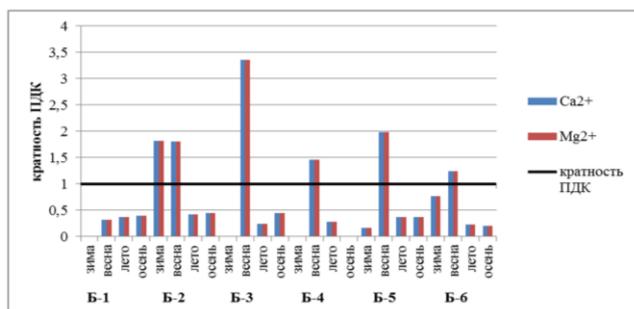


Рисунок 3 – Содержание ионов кальция и магния по кратности превышения ПДК в урбанизированных водоемах г. Бреста за 2020 г.

Из биогенных элементов наибольшей трансформацией в течение года характеризуются фосфаты. В летний период года их концентрация в водоемах наибольшая, а для пруда Б-1 достигает и превышает ПДК. Повышенные концентрации фосфатов в воде водоемов наблюдаются в результате загрязнения водоема ливневыми поверхностными стоками и грунтовыми водами в условиях использования фосфатных удобрений для ускорения созревания сельскохозяйственных культур на территории водосбора водоемов (пруд Б-1, рисунок 5). В результате повышенного содержания фосфатов в воде наблюдается рост биомассы и, как следствие, происходит цветение воды.

Для городских водоемов актуально загрязнение воды СПАВами и нефтепродуктами. На рисунке 6 показано содержание загрязняющих веществ в водоемах г. Бреста по кратности превышения ПДК за 2020 г.

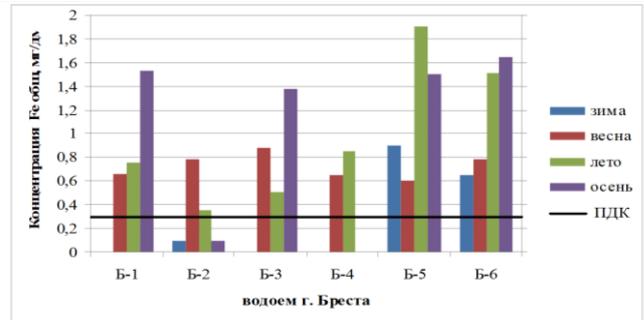


Рисунок 4 – Содержание железа в воде водоемов г. Бреста в 2020 г.

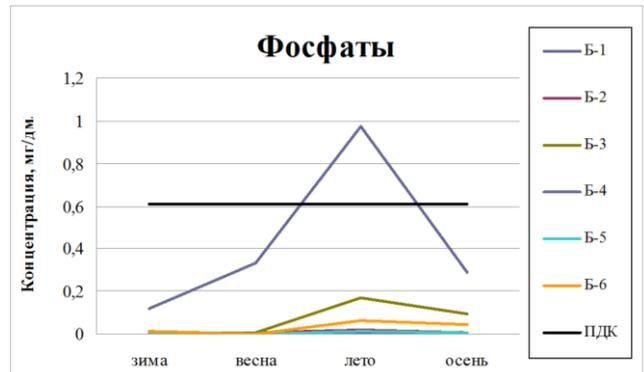


Рисунок 5 – Содержание фосфатов в воде водоемов г. Бреста в 2020 г.

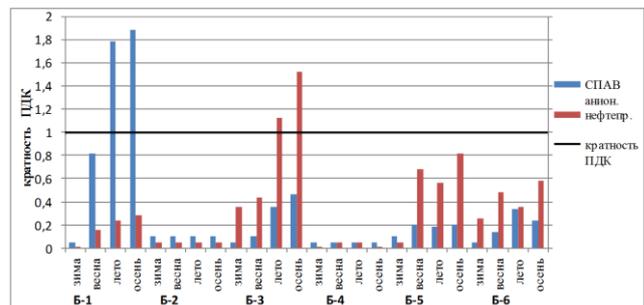


Рисунок 6 – Содержание аниоактивных СПАВ и нефтепродуктов по кратности превышения ПДК в урбанизированных водоемах г. Бреста за 2020 г.

Таким образом, загрязнение водоемов СПАВами и нефтепродуктами превышает ПДК в летне-осенний период 2020 года для прудов Б-1 и Б-3 в Бресте. Загрязнение нефтепродуктами можно объяснить попаданием загрязненных грунтовых вод и поверхностных ливневых стоков с трансформированных территорий водосбора этих водоемов.

Следовательно, согласно кратности превышения ПДК пруды Б-1, Б-3 и Б-6 в Бресте характеризуются средним уровнем загрязнения, остальные водоемы г. Бреста – низким уровнем загрязнения.

Учеными доказано, что в условиях повышенных концентраций биогенных элементов в воде ускоряются процессы эвтрофирования водных объектов. Таким образом, возникает необходимость в определении трофического статуса водоемов урботерриторий. Учитывая то, что водоемы обладают рекреационным значением и их прибрежные территории используются как места отдыха и для любительского лова рыб, качество воды определяли по трофо-сапробным показателям для рыбохозяйственных водных объектов (ГОСТ 17.1.2.04–77). Так как наибольшая нагрузка на водоем происходит в летне-осенний период, то целесообразно определять трофический статус исследуемых водоемов в данный период года.

На рисунках 7–10 показаны значения содержания солей аммония, нитратов, нитритов, фосфатов, при превышении концентраций которых происходит эвтрофирование изучаемых урбанизированных водоемов и переход их в гипертрофное состояние.

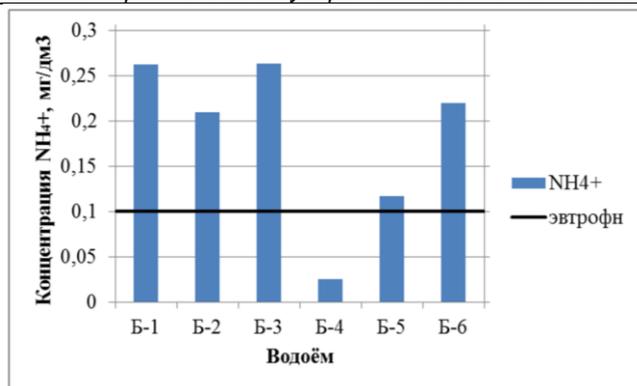


Рисунок 7 – Степень эвтрофирования водоемов г. Бреста солями аммония в летний период 2020 г.

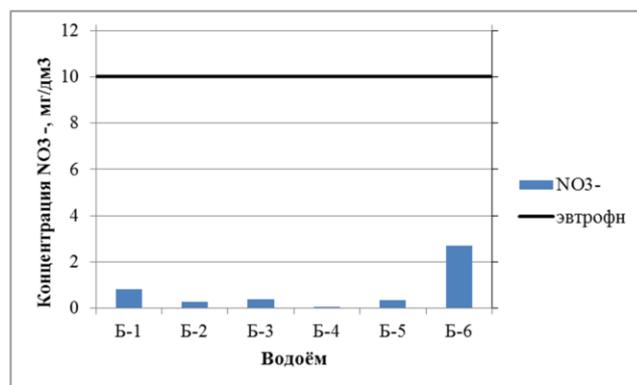


Рисунок 8 – Степень эвтрофирования водоемов г. Бреста нитратами в летний период 2020 г.

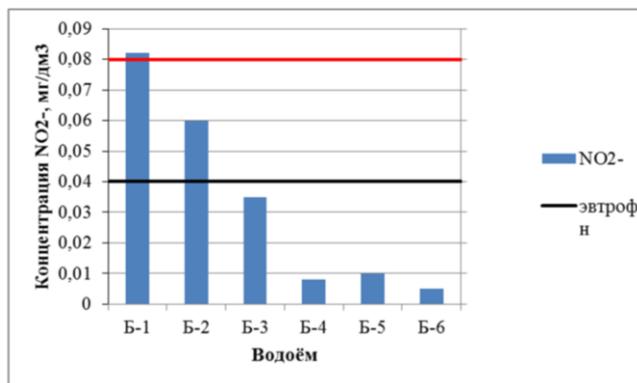


Рисунок 9 – Степень эвтрофирования водоемов г. Бреста нитратами в летний период 2020 г.

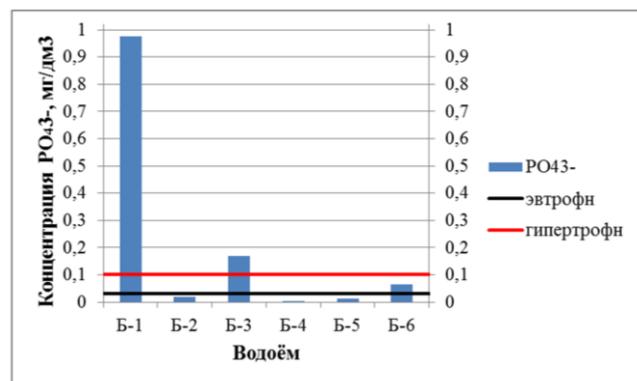


Рисунок 10 – Степень эвтрофирования водоемов г. Бреста фосфатами в летний период 2020 г.

Следовательно, для всех исследуемых урбанизированных водоемов характерно эвтрофное (или гипертрофное) состояние водоемов. Таким образом, на городской территории эвтрофирование водных объектов под действием биогенных элементов в основном зависит от концентрации фосфатов в воде.

Соответствие трофического статуса, сапробности, качества воды и экологического состояния исследуемых водоемов указаны в таблице 1.

Таким образом, согласно трофо-сапробных показателей качества воды пруды Б-1 и Б-3 характеризуются очень плохим экологическим состоянием, пруды Б-2 и Б-6 – плохим экологическим состоянием, Б-5 – удовлетворительным, а Б-4 – хорошим.

Учитывая то, что все изучаемые урбанизированные водоемы содержат различные виды загрязняющих веществ, они все эвтрофированы, то главенствующим показателем при определении экологического статуса водоемов урбанизированных территорий следует считать трофо-сапробный уровень.

Таким образом, экологическое состояние водного объекта является индикатором уровня антропогенной нагрузки на экосистему водоемов, а так же определяет перспективы его дальнейшего использования [1, 2, 6–8].

Заключение

Для водоемов г. Бреста характерно загрязнение соединениями кальция, магния, железа, фосфатами, органическими веществами (превышение нормативов по ХПК и БПК₅), СПАВами и нефтепродуктами. Следовательно, данные водоемы не могут быть использованы для активной рекреации.

Таблица 1 – Трофо-сапробные показатели качества воды исследуемых водоемов в летний период 2020 г.

Наименование показателя	Водоемы г. Бреста					
	Б-1	Б-2	Б-3	Б-4	Б-5	Б-6
Растворенный кислород, % насыщения	122,421	122,688	113,160	117,189	126,030	127,527
БПК ₅ , мг О ₂ /дм ³	7,193	7,340	7,880	1,84	2,641	4,138
Ионы аммония, мг/дм ³	0,262	0,110	0,263	0,025	0,117	0,22
Нитраты, мг/дм ³	0,806	0,120	0,370	0,050	0,345	2,69
Нитриты, мг/дм ³	0,082	0,028	0,035	0,008	0,010	0,005
Фосфаты, мг/дм ³	0,976	0,0198	0,168	0,0025	0,0123	0,0642
Сероводород, мг/дм ³	0,0	0,0	0,18	0,0	0,0	0,0
Класс сапробности водоема	Гиперсапробность	Полисапробность	Гиперсапробность	β-мезосапробность	α-мезосапробность	Полисапробность
Качество водоемов по классу сапробности	Очень грязные	Грязные	Очень грязные	Слабо загрязненные	Загрязненные	Грязные
Тип водоема по уровню трофии	Гипертрофный	Эвтрофный	Гипертрофный	Эвтрофный	Эвтрофный	Эвтрофный
Экологический статус водоема	Очень плохой	Плохой	Очень плохой	Хороший	Удовлетворительный	Плохой

Дана оценка экологического состояния урбанизированных водоемов на примере водоемов г. Бреста по гидрохимическим показателям. Установлено, что основную роль в определении статуса играет трофо-сапробный уровень. Таким образом, пруды Б-1 и Б-3 г. Бреста характеризуются очень плохим экологическим состоянием и их самовосстановление затруднено, Б-2 и Б-6 – плохим экологическим состоянием, Б-4 и Б-5 – удовлетворительным и хорошим экологическим состоянием соответственно.

Следовательно, для прудов Б-1 и Б-3 г. Бреста с целью повышения их уровня экологического состояния необходимо принимать экстренные меры для реабилитации, для прудов Б-2 и Б-6 необходима реабилитация в виде профилактических мер, Б-4 и Б-5 – не нуждаются в реабилитации и могут быть использованы в эстетических целях.

Работа выполнена при поддержке Гранта Министерства Образования Республики Беларусь № госрегистрации 20200621.

Список цитированных источников

1. Кириченко, Л. А. Оценка экологического состояния водоемов рекреационной зоны г. Бреста / Л. А. Кириченко, А. А. Волчек // Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития: сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост. Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ, 2020. – С. 379–382.
2. Кириченко, Л. А. Водная система Парка культуры и отдыха г. Бреста: история, современное состояние и перспективы / Л. А. Кириченко // Реставрация историко-культурных объектов как сохранение культурного наследия Республики Беларусь: сб. статей науч.-технич. семинара, Брест, 30 сентября 2020 г. / Брест. гос. техн. ун-т; редкол.: под ред. Э. А. Тур [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2020. – С. 75–79.
3. Санитарные нормы и правила "Требования к содержанию поверхностных водных объектов при их рекреационном использовании" : СанПиН от 05.12.2016 №122. – Введ. 27.12.2016. – Минск : РНПЦГ. – 8 с.
4. Охрана окружающей среды и природопользование. Гидросфера. Комплексная оценка экологического риска и расчет норм допустимых рекреационных нагрузок на водоемы в зонах отдыха Беларуси : ТКП 17.06-17-2018 (33140), BY. – Введ. 01.06.19. – Минск : Минприроды, 2019. – III, 19 с. – Введен впервые.
5. «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования» [Текст] : ГН 2.1.5.10-21-2003. – Введ. 2005–01–04. – Минск : РЦГЭ, 2005. – 60 с.
6. Кириченко, Л. А. Эколого-гидрохимическое состояние водоемов урбо-территорий юго-запада Беларуси в зимний период / Л. А. Кириченко [и др.] // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2020. – № 2. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 80–82.
7. Ecological condition of water bodies of the south-west of Belarus in spring 2020. Larysa Kirichenko, Aliaksandr Volchak, Anna Golovach. E3S Web Conf. 212 01007 (2020). DOI: 10.1051/e3sconf/202021201007
8. Кириченко, Л. А. Об экологическом состоянии водоемов урбо-территорий юго-запада Беларуси в весенний период 2020 г. / Л. А. Кириченко, А. А. Волчек // Развитие географических исследований в Беларуси в XX–XXI веках : материалы международной научно-практической очно-заочной конференции, посвященной 100-летию Белорусского государственного университета, 60-летию кафедры физической географии и образовательных технологий, 100-летию со дня рождения профессора О. Ф. Якушко, Минск, 24–26 марта 2021 г. / Белорусский государственный университет ; под общ. ред. П. С. Лопуха ; редкол.: П. С. Лопух (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2021. – С. 412–422.
9. Волчек, А. А. Характеристика качества поверхностных вод Брестской области / А. А. Волчек, М. А. Таратенкова // Современные тенденции в развитии водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : материалы Международной конференции, посвященной 145-летию УП "Минскводоканал", Минск, 13–14 февраля 2019 г. : в 2 ч. – Минск : БГТУ, 2019. – Ч. 2. – С. 32–36. – Режим доступа: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/28119>

References

1. Kirichenko, L. A. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya vodoemov rekreacionnoj zony g. Bresta / L. A. Kirichenko, A. A. Volchek // Agrarnye landshafty, ih ustojchivost' i osobennosti razvitiya: sb. nauch. tr. po materialam Mezhdunar. nauch. ekol. konf. / sost. L. S. Novopol'ceva; pod red. I. S. Belyuchenko. – Krasnodar : KubGAU, 2020. – S. 379–382.
2. Kirichenko, L. A. Vodnaya sistema Parka kul'tury i otdyha g. Bresta: istoriya, sovremennoe sostoyanie i perspektivy / L. A. Kirichenko // Restavraciya istoriko-kul'turnyh ob'ektov kak sohranenie kul'turnogo naslediya Respubliki Belarus': sb. statej nauch.-tehnich. seminar, Brest, 30 sentyabrya 2020 g. / Brest. gos. tekhn. un-t; redkol.: pod red. E. A. Tur [i dr.]. – Brest : BrGTU, 2020. – S. 75–79.
3. Sanitarnye normy i pravila "Trebovaniya k sodержaniyu poverhnostnyh vodnyh ob'ektov pri ih rekreacionnom ispol'zovanii" : SanPiN ot 05.12.2016 №122. – Vved. 27.12.2016. – Minsk : RNPCCG. – 8 s.
4. Ohrana okruzhayushchej sredy i prirodopol'zovanie. Gidrosfera. Kompleksnaya ocenka ekologicheskogo riska i raschet norm dopustimyh rekreacionnyh nagruzok na vodoemy v zonah otdyha Belarusi : TKP 17.06-17-2018 (33140), BY. – Vved. 01.06.19. – Minsk : Minprirody, 2019. – III, 19 s. – Vveden vpervye.
5. «Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshchestv v vode vodnyh ob'ektov hozyajstvenno-pit'evogo i kul'turno-bytovogo vodopol'zovaniya» [Tekst] : GN 2.1.5.10-21-2003. – Vved. 2005–01–04. – Minsk : RCGE, 2005. – 60 s.
6. Kirichenko, L. A. Ekologo-gidrohimicheskoe sostoyanie vodoemov urboterritorij yugo-zapada Belarusi v zimnij period / L. A. Kirichenko [i dr.] // Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2020. – № 2. Vodohozajstvennoe stroitel'stvo, teploenergetika i geoekologiya. – S. 80–82.
7. Ecological condition of water bodies of the south-west of Belarus in spring 2020. Larysa Kirichenko, Aliaksandr Volchak, Anna Golovach. E3S Web Conf. 212 01007 (2020). DOI: 10.1051/e3sconf/202021201007
8. Kirichenko, L. A. Ob ekologicheskom sostoyanii vodoemov urboterritorij yugo-zapada Belarusi v vesennij period 2020 g. / L. A. Kirichenko, A. A. Volchek // Razvitie geograficheskikh issledovanij v Belarusi v XX–XXI vekah : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy ochno-zaochnoj konferencii, posvyashchennoj 100-letiyu Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta, 60-letiyu kafedry fizicheskoy geografii i obrazovatel'nyh tekhnologij, 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora O. F. Yakushko, Minsk, 24–26 marta 2021 g. / Belorusskij gosudarstvennyj universitet ; pod obshch. red. P. S. Lopuha ; redkol.: P. S. Lopuh (gl. red.) [i dr.]. – Minsk : BGU, 2021. – S. 412–422.
9. Volchek, A. A. Harakteristika kachestva poverhnostnyh vod Brestskoj oblasti / A. A. Volchek, M. A. Taratenkova // Sovremennye tendencii v razvitii vodosnabzheniya i vodootvedeniya [Elektronnyj resurs] : materialy Mezhdunarodnoj konferencii, posvyashchennoj 145-letiyu UP "Minsk-vodokanal", Minsk, 13–14 fevralya 2019 g. : v 2 ch. – Minsk : BGTU, 2019. – CH. 2. – S. 32–36. – Rezhim dostupa: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/28119>

Материал поступил в редакцию 06.06.2021