

## **ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОДОЕМОВ МАЛЫХ ГОРОДОВ БЕЛАРУСИ ЗА КАЛЕНДАРНЫЙ ГОД**

В ходе влияния человека на геоэкологическую среду водоемы, почвы и воздух загрязняются. Водоемы, используемые для сброса сточных вод промышленных, сельскохозяйственных и коммунальных предприятий, с которыми поступает большое количество различных токсичных веществ, губительных для их обитателей [1].

Помимо загрязнения водоемов, наблюдается процесс их «антропогенного эвтрофирования», следствием чего является «цветение воды», зарастание, заиление водоемов. Ухудшается газовый режим, снижается видовое разнообразие организмов, создаются неблагоприятные условия для нагула и воспроизводства ценных видов рыб. В результате всех этих отрицательных явлений, связанных с хозяйственной деятельностью человека, возникли проблемы ухудшения качества воды и потери рекреационной ценности водоемов [1, 2].

Как следствие такой деятельности человека, экологическое состояние городских водоемов напрямую зависит от степени антропогенной трансформации водоемов и их водосборов и характеризуется уровнем загрязнения воды. Таким образом, возникла необходимость изучения тенденций изменения их экологического состояния.

### **Цель работы**

Исследовать тенденции изменения гидрохимического состояния водоёмов малых населенных пунктов в течение календарного года.

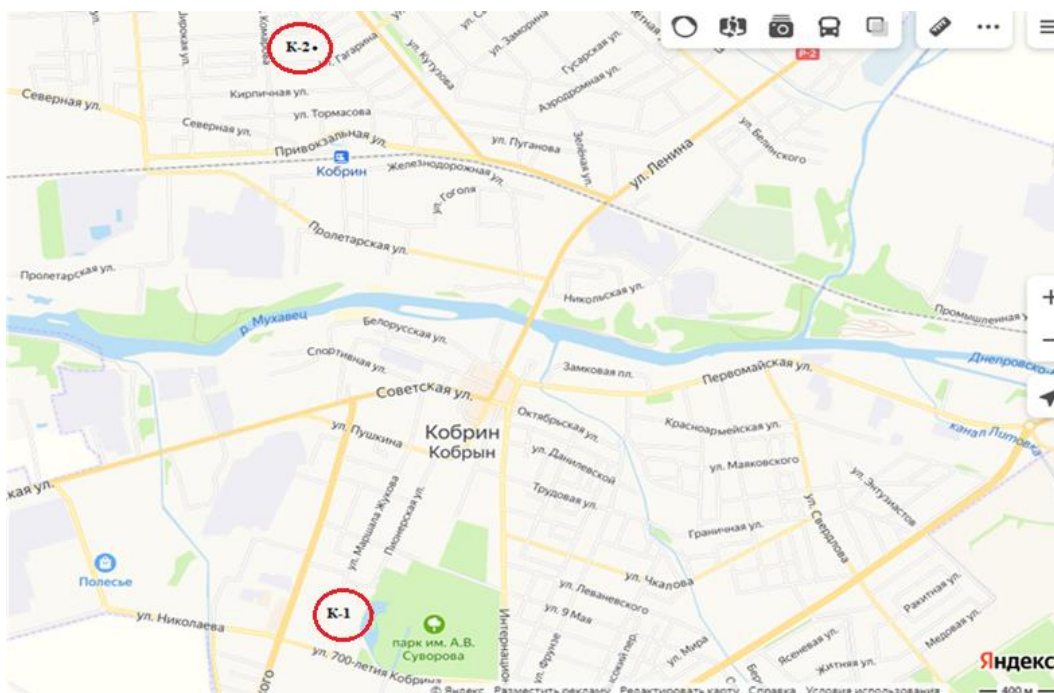
### **Методы и объекты исследования**

Объектом исследования являлись урбанизированные водоемы малых населенных пунктов Беларуси на примере городских водоемов бассейна р. Мухавец с разной степенью антропогенного влияния и площадью водного зеркала до 1 км<sup>2</sup>. При планировании точек отбора проб была выбрана группа водоемов, наиболее представленная среди всех групп в городской среде, где возможна репрезентативная выборка. Исследование урбанизированных водоемов проводилось в г. Кобрине и г. Жабинке Брестской области Республики Беларусь (рисунок 1, 2).

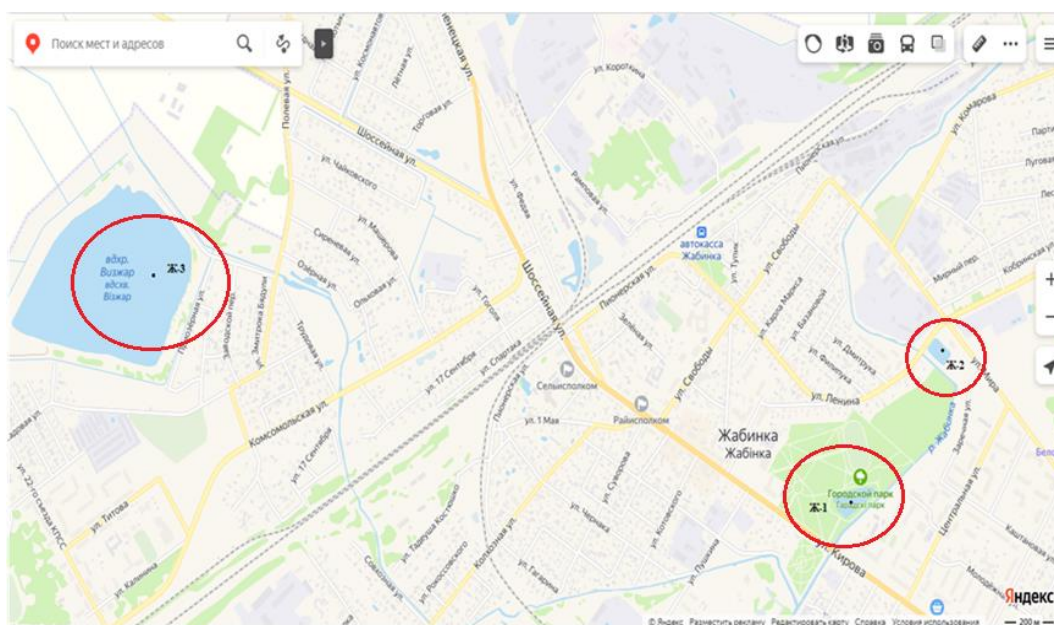
Исследовали следующие компоненты и показатели гидрохимического состава воды водоёмов: рН (потенциометрическим методом), жесткость общая (титриметрическим методом), ХПК (титриметрическим методом), растворенный кислород и БПК<sub>5</sub> (йодометрическим методом), титриметрическим методом содержание ионов –  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Fe}_{\text{общ}}$  (фотометрическим методом),  $\text{PO}_4^{3-}$  (фотометрическим методом), катионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  (расчетным методом).

### **Результаты и обсуждение**

Результаты исследований экологического состояния урбанизированных водоемов по гидрохимическим показателям указаны в таблицах 1 и 2 (желтое выделение – незначительное превышение нормативов, красным – превышение в 2 и более раз).



*К-1 – парковый пруд, К-2 – пруд в районе частного сектора*  
**Рисунок 1 – Картограмма расположения объектов исследования г. Кобрин**



*Ж-1 – парковый пруд, Ж-2 – пруд «Мухина яма», Ж-3 – вдхр «Визжар»*  
**Рисунок 2 – Картограмма расположения объектов исследования г. Жабинки**

Во всех исследуемых водоемах по таким гидрохимическим показателям, как рН (кроме К-1 весна), растворенный кислород, содержание ионов кальция, магния (кроме К-2 весна), натрия и калия, гидрокарбонат-ионов, хлоридов, сульфатов, фосфатов, общая минерализация соответствуют нормам для водных объектов населенных пунктов и рекреационных зон. Содержание железа общего превышает ПДК для всех водоемов в несколько раз, это характерно для водных объектов исследуемого региона [3].

Таблица 1 – Показатели гидрохимического состояния воды типичных водоемов г. Кобрин в 2020 г.

Показатели	Норматив, ПДК	Кобрин							
		К-1 зима	К-2 зима	К-1 весна	К-2 весна	К-1 лето	К-2 лето	К-1 осень	К-2 осень
рН	6,5-8,5	8,0	7,98	8,78	8,46	8,13	7,34	8,45	7,59
Жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	-	4,9	4,29	4,78	11,90	5,16	4,16	5,78	5,74
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	15	-	6,12	9,51	26,43	12,84	14,22	15,17	21,47
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	Не менее 4	25,69	12,65	15,18	8,20	18,12	12,54	19,37	14,18
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1 – 3	24,64	-	9,15	4,82	12,7	6,73	19,53	8,15
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	-	17,1	252,54	87,59	156,57	105,53	202,48	78,29	234,64
Са <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	180	51,77	64,73	63,71	142,28	59,82	109,31	64,15	114,7
Мg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	40	28,17	12,81	39,14	58,35	35,22	34,75	29,64	31,47
Сl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	300	64,79	99,44	95,46	95,85	87,19	96,18	99,36	99,15
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	500	46,08	92,16	52,70	161,09	51,64	109,47	47,14	112,33
Fe <sub>общ.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,3	1,3	0,9	1,12	0,42	0,74	0,56	1,42	0,94
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мгP/дм <sup>3</sup>	3,5 (1,1 )	0,00652	0,0287	0,004	0,0074	0,009	0,012	0,013	0,0197
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	120	2,3	105,11	64,77	94,52	51,39	87,16	44,81	97,53
Общая минерализа- ция, мг/дм <sup>3</sup>	1000	203	502	327	348	312	356	339	412
СПАВ анионактив- ные, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Анализ полученных данных показал, что превышение нормативов по таким показателям качества воды в водоеме, как ХПК, БПК<sub>5</sub>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> летом и осенью 2020 г., может быть связано с попаданием ливневых стоков с газонов, дорожек и тропинок парка имени А. В. Суворова (внесение удобрений при подкормке растительности) и пруда по ул. Полесской в г. Кобрине. Эти показатели для паркового пруда и пруда «Мухина яма» в г. Жабинке значительно ниже чем соответствующие в Кобрине.

Экологическое состояние урбанизированных водоемов определяли по кратности превышения нормативов для городских водоемов и рекреационных зон.

С целью определения эстетической роли городских водоемов установлен трофический уровень урбанизированных водоемов. Оценка трофо-сапробного уровня урбанизированных водоемов проводилась согласно ГОСТ 17.1.2.04–77 [4]. Согласно полученных данных исследуемые водоемы загрязнены органическими веществами (БПК<sub>5</sub>, ХПК), солями аммония и фосфатами.

Экологическое состояние городских прудов определялось по наибольшему показателю уровня загрязнения воды при сравнении значений согласно кратности превышения ПДК и трофо-сапробного уровня. В таблице 3 показаны сравнительные данные по этим показателям.

Таблица 2 – Показатели гидрохимического состояния воды типичных водоемов г. Жабинки в 2020 г.

Показатели	Норматив, ПДК	Жабинка								
		Ж-1 зима	Ж-2 зима	Ж-3 зима	Ж-1 весна	Ж-2 весна	Ж-3 весна	Ж-1 лето	Ж-2 лето	Ж-3 лето
рН	6,5-8,5	8,14	7,82	8,02	8,04	7,73	7,87	7,92	7,52	7,54
Жесткость, мг-экв/дм <sup>3</sup>	-	4,77	8,59	6,18	4,93	9,40	6,63	4,58	8,93	5,82
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	15	4,16	7,04	9,11	5,34	18,4	10,03	8,62	15,17	13,56
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	Не менее 4	3,81	13,0	12,43	3,42	8,70	9,44	3,04	11,78	11,52
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	1 – 3	0,53	5,42	5,78	1,17	1,29	4,16	1,95	4,05	5,91
НСО <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	-	158,6	247,66	298,15	173,29	268,4	234,66	186,50	254,34	262,87
Са <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	180	79,16	130,0	108,41	68,32	152,3	111,04	77,36	151,03	97,15
Мg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	40	9,93	30,27	45,72	12,36	21,88	33,61	15,45	28,68	35,74
Сl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	300	59,9	186,4	98,15	56,17	186,38	103,06	62,12	191,07	97,55
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	500	105,6	269	134,2	99,34	307,28	162,14	101,15	294,30	112,77
Fe <sub>общ.</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,85	1,05	1,23	1,12	1,5	1,48	0,83	1,66	1,16
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мгP/дм <sup>3</sup>	3,5 (1,1 )	0,002	0,00717	0,0153	0,0009	0,0003	0,0107	0,004	0,009	0,0189
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	120	51,29	147,43	87,35	57,22	112,51	78,06	69,17	109,75	84,42
Общая минера- лизация, мг/дм <sup>3</sup>	1000	385,18	886,93	374,33	396,52	893	408,15	348,64	824	386,13
СПАВ анионак- тивные, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Таблица 3 – Экологическое состояние исследуемых урбанизированных водоемов в 2020 г.

Водоём	Уровень загрязнения / Экологическое состояние		
	По кратности превышения ПДК	По трофо-сапробному уровню	Итого
Парковый пруд, Кобрин	Среднее / удовлетворительное	Грязные / плохое	плохое
Пруд по ул. Полесской, Кобрин	Среднее / удовлетворительное	Грязные / плохое	плохое
Парковый пруд, Жабинка	Хорошее	Среднее / удовлетворительное	удовлетворительное
Пруд «Мухина яма», Жабинка	Хорошее	Среднее / удовлетворительное	удовлетворительное
Пруд «Вдхр. Визжар», Жабинка	Среднее / удовлетворительное	Грязные / плохое	плохое

### Заключение

Таким образом, загрязнение воды водоёмов зависит от видов антропогенного воздействия и заключается в повышении содержания солей магния, хлоридов, фосфатов, органических веществ (ХПК, БПК<sub>5</sub>), загрязняющих веществ (анионоактивных СПАВ, нефтепродуктов). В наибольшей степени загрязнение происходит органическими веществами и в летне-осенний период года. Следовательно, данные водоемы не могут быть использованы для активной рекреации.

Исходя из кратности превышения ПДК, городские пруды загрязнены легко окисляемыми и биогенными веществами, наблюдаются характерные признаки эвтрофирования. Следовательно, пруд по ул. Полесской и парковый пруд г. Кобрин, а так же «водохранилище Визжар» г. Жабинки характеризуется плохим экологическим статусом, для улучшения их состояния необходимы меры по реабилитации. Пруд «Мухина яма» и парковый пруд г. Жабинки обладают удовлетворительным экологическим состоянием, однако для поддержания и улучшения его статуса необходимо проводить профилактические меры.

Изучение экологического состояния урбанизированных водоемов открывает возможности практического решения многих задач по определению степени антропогенного воздействия на водоем, возможности его эксплуатации, а так же защиты окружающей среды от воздействия загрязняющих поверхностные воды веществ.

### Список цитированных источников

1. Кириченко, Л. А. Проблемы мониторинга малых водных объектов урбанизированных территорий /Л. А. Кириченко // Мелиорация и сельское строительство. Поиск молодежи : Сборник научных трудов студентов, магистрантов, аспирантов и соискателей / Белорусская государственная сельскохозяйственная академия ; под ред. Р. А. Другомилова. – Горки : РПЦ «Печатник», 2019. – С. 67–68.

2. Власов, Б. П. Природно-хозяйственная классификация озер Беларуси / Б. П. Власов // Выбранные научные работы БДУ. – Минск, 2001. – С. 315–332.

3. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический контроль и мониторинг. Правила определения химического (гидрохимического) статуса озерных экосистем: ТПК 17.13-09-2013 (02120). – Минск : Минприроды РБ, 2014 – 14 с.

4. Охрана окружающей среды и природопользование. Аналитический (лабораторный) контроль и мониторинг. Порядок отнесения поверхностных водных объектов (их частей) к классам экологического состояния (статуса): ТПК 17.13-21-2015 (33140). – Минск : Минприроды РБ, 2015 – 30 с.