

## ЗАВИСИМОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНОГО ОБЪЕКТА ОТ ИСТОЧНИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

С ростом территорий городов в пределах городской черты оказываются различные водные объекты. Наибольшая нагрузка оказывается на малые и очень малые городские водоемы. Наибольшему антропогенному воздействию подвергаются водные объекты вблизи различных предприятий, особенно сельскохозяйственных. Сельскохозяйственные предприятия активно изменяют гидрохимический состав и трофический уровень водных объектов, расположенных в зоне их влияния. Таким образом, установление зависимости их экологического состояния от удалённости от источника загрязнения наиболее актуально.

**Цель работы:** установить зависимость экологического состояния водного объекта от удалённости от источника загрязнения грунтовых вод.

**Задачи:**

1. Исследовать показатели, характеризующие качество воды, питающиеся грунтовыми водами водоёмы пруд «Вычулки» и пруд «Зеркалка».
2. Определить состояния и экологические проблемы данных водоёмов.
3. По данным экологического состояния водоёмов установить их зависимость от источника загрязнения.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись пруд «Вычулки» и пруд «Зеркалка» г. Бреста, расположенные в зоне влияния ТК «Берестье», питание которых идет за счет грунтовых вод (рисунок 1).



Рисунок 1 – Картосхема расположения объектов исследования, Брест

Источник загрязнения – грунтовые воды ТК «Берестье»: пруд «Вычулки» расположен на расстоянии 45–50 м от тепличного комбината, пруд «Зеркалка» расположен на расстоянии 900–950 м.

Гидроморфологического состояния водоемов оценивалось методами ГИС-картирования и полевыми исследованиями. Проводилось исследование водосбора водоема и его основных морфометрических характеристик: максимальная длина (L), максимальная ширина (B), площадь водного зеркала (A), максимальная глубина (H), средняя глубина (h), длина береговой линии (L<sub>1</sub>). На основе этих данных рассчитывались показатель удлинённости береговой линии L\* и степень развития береговой линии S [1].

Отбор проб воды для гидрохимического анализа проводился стандартными методами с приповерхностной части водоема с глубины 0,3 м. Пробы анализировались в течение суток с момента отбора. Анализ воды по гидрохимическим показателям проводился в соответствии с методиками государственного реестра химического анализа поверхностных вод [2].

Оценка уровня эколого-гидрохимического состояния городских водоемов проводилась согласно СанПиН 2.1.2.12-33-2005, ГН 2.1.5.10-21-2003, ТКП 17.06-17-2018 и ТКП 17.13-21-2015. [3–6]. Исследовали следующие компоненты и показатели: рН (потенциометрическим методом), жесткость общая (титриметрическим методом), ХПК (титриметрическим методом), растворенный кислород и БПК<sub>5</sub> (йодометрическим методом), титриметрическим методом содержание ионов – HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Fe<sub>общ</sub> (фотометрическим методом), PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (фотометрическим методом), Na<sup>+</sup> и K<sup>+</sup> (расчетным методом), общая минерализация (гравиметрическим методом) [7, 8].

### Результаты и обсуждение

Основные характеристики исследуемых водоемов и их водосборов, а также гидроморфологические параметры приведены в таблицах 1 и 2. Следовательно, исходя из полученных данных, установлено, что водоемы малые, с площадью водного зеркала менее 1 км<sup>2</sup>, непроточные, с замедленным водообменом, основным видом рекреационной нагрузки является любительское рыболовство, основной вид антропогенной нагрузки – с/х предприятие и ливневые воды с прилегающей территории.

Содержание основных макроэлементов, биогенных и загрязняющих веществ в воде изучаемых водоемов г. Бреста приведено в таблице 3 (подчеркиванием выделены значения превышения нормативных показателей для водных объектов хозяйственно-бытового водоснабжения и рекреационного водопользования). Превышение нормативных показателей свидетельствует о влиянии на грунтовые воды и водоемы (питающиеся за счет грунтовых вод) источника загрязнения.

Для определения экологического состояния воды урбанизированных водоемов в зимний период определялся индекс загрязнения воды (ИЗВ) по следующим гидрохимическим показателям: обязательные – рН, БПК<sub>5</sub>, растворенный кислород, а также три поллютанта с максимальным значением.

ИЗВ рассчитывали по формуле 1 [9]:

$$ИЗВ = \frac{\sum (C_{1-6} / ПДК_{1-6})}{6}, \quad (1)$$

где С/ПДК – относительная (нормированная) среднегодовая концентрация;  
 б – строго лимитируемое количество показателей.

При расчете использовались ПДК для вод хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования.

Таблица 1 – Основные характеристики исследованных водоемов

| Тип водоема     | Происхождение          | Площадь водного зеркала, км <sup>2</sup> | Тип котловины   | Характер водообмена | Современное использование водного объекта                      | Вид антропогенной нагрузки  |
|-----------------|------------------------|--|-----------------|---------------------|--|---|
| Пруд «Вычулки»  | Природно-антропогенное | 0,234                                    | Карстовый       | Бессточный          | Обводнение, увлажнение, место отдыха, любительское рыболовство | <b>Сельскохозяйственное предприятие, частный сектор,</b> поверхностный сток с асфальтированной дороги, любительское рыболовство |
| Пруд «Зеркалка» | Природно-антропогенное | 0,046                                    | Озерно-долинный | Бессточный          | Обводнение, место отдыха, рекреация, любительское рыболовство  | <b>Частный сектор,</b> поверхностный сток с грунтовой дороги, любительское рыболовство, место отдыха                            |

Таблица 2 – Гидроморфологические параметры исследуемых водоемов г. Бреста

| Водоем          | Площадь $A$ , км <sup>2</sup> | $max$ длина $L$ , км | $max$ ширина $B$ , км | $max$ глубина, $H$ , м | Средняя глубина, $h$ , м | Длина береговой линии $L_l$ , км | Коэффициент удлиненности $L^*$ | Степень развит. береговой линии $S$ |
|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Пруд «Вычулки»  | 0,234                         | 0,706                | 0,602                 | 6,0                    | 2,6                      | 2,120                            | 1,17                           | 2,24                                |
| Пруд «Зеркалка» | 0,046                         | 0,286                | 0,201                 | 3,6                    | 2,7                      | 0,812                            | 1,42                           | 1,07                                |

Таким образом, исходя из исследуемых показателей (таблица 3) видно, что на объект, расположенный ближе, — пруд Вычулки, оказывается большее воздействие.

Таблица 3 – Основные гидрохимические показатели качества воды исследуемых водоемов г. Бреста в 2020 г.

| Водоем<br>(место отбора) | Показатели  |  |                           |  |  |  |  |  |                                       |                                       |   |   |   |   |  |      |
|--------------------------|-------------|--|---------------------------|--|--|--|--|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---|---|---|--|------|
|                          | pH          | Жест-<br>кость<br>мг-<br>экв/дм <sup>3</sup> | ХПК<br>мг/дм <sup>3</sup> | Раств.<br>O <sub>2</sub><br>мг/дм <sup>3</sup> | БПК <sub>5</sub><br>мг/дм <sup>3</sup> | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup><br>мг/дм <sup>3</sup>  | Ca <sup>2+</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | Mg <sup>2+</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | Na <sup>+</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | Cl <sup>-</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | Fe <sub>общ</sub><br>мг/дм <sup>3</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup><br>мг/дм <sup>3</sup> | СПАВ<br>анионакт.<br>мг/дм <sup>3</sup> | Общ.<br>мине-<br>рали-<br>зац.<br>мг/дм <sup>3</sup> | ИЗВ  |
| Зима 2020 г.             |             |  |                           |  |  |  |  |  |                                       |                                       |   |   |   |   |  |      |
| Пруд<br>«Зеркалка»       | 7,44        | 4,88   | 11,56                     | 9,44   | <u>6,11</u>                            | 127,53   | 46,76                                  | 30,90                                  | 12,24                                 | 29,29                                 | 78,72   | <u>0,65</u>                             | 0,010   | <0,05                                   | 262  | 1,34 |
| Пруд<br>«Вычулки»        | 8,36        | 3,28   | <u>16,86</u>              | 7,83   | <u>4,61</u>                            | 108,73   | 37,94                                  | 16,86                                  | 62,56                                 | 51,11                                 | 89,45   | <u>0,98</u>                             | <u>0,419</u>  | <u>1,29</u>                             | 313  | 2,74 |
| Весна 2020 г.            |             |  |                           |  |  |  |  |  |                                       |                                       |   |   |   |   |  |      |
| Пруд<br>«Зеркалка»       | 7,50        | 6,27   | 13,56                     | 8,41   | 2,48                                   | 189,10   | 44,09                                  | 49,43                                  | 46,92                                 | 30,18                                 | 53,76   | 0,78                                    | 0,003<br>0  | <0,1                                    | 320  | 1,45 |
| Пруд<br>«Вычулки»        | 8,04        | 3,13   | 10,56                     | 8,09   | 4,30                                   | 189,10   | 42,08                                  | 12,56                                  | 42,50                                 | 49,70                                 | 92,16   | 0,66                                    | 0,331<br>7  | 0,78                                    | 335  | 2,85 |
| Лето 2020 г.             |             |  |                           |  |  |  |  |  |                                       |                                       |   |   |   |   |  |      |
| Пруд<br>«Зеркалка»       | 8,08        | 2,25   | 14,11                     | 7,07   | 3,09                                   | 156,31   | 30,06                                  | 9,12                                   | 132,25                                | 31,95                                 | 176,7<br>5  | 1,48                                    | 0,000<br>9  | <0,1                                    | 459  | 1,41 |
| Пруд<br>«Вычулки»        | 9,09        | 3,5  | 42,72                     | 7,37   | 7,19                                   | 102,18/<br>57,75<br>(CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> ) | 45,59                                  | 14,89                                  | 103,50                                | 54,14                                 | 157,5<br>4  | 0,68                                    | 0,307   | 0,88                                    | 485  | 3,06 |
| Осень 2020 г.            |             |  |                           |  |  |  |  |  |                                       |                                       |   |   |   |   |  |      |
| Пруд<br>«Зеркалка»       | 7,39        | <u>2,65</u>                                  | <u>50,64</u>              | 8,60   | <u>3,17</u>                            | 172,33   | 40,08                                  | <u>7,06</u>                            | 77,05                                 | 27,51                                 | 57,64   | <u>1,65</u>                             | 0,034   | 0,17                                    | 366  | 1,73 |
| Пруд<br>«Вычулки»        | 7,58        | <u>3,58</u>                                  | <u>36,51</u>              | 8,45   | <u>7,15</u>                            | 138,17   | 57,51                                  | <u>8,63</u>                            | 78,66                                 | 47,12                                 | 121,3<br>3  | <u>1,53</u>                             | 0,289   | 0,73                                    | 441  | 3,88 |
| ПДК,<br>норматив         | 6,5-<br>8,5 | 7**  | 15                        | Не ме-<br>нее 4                                | 1-3                                    | -  | 180,0*                                 | 40,0*                                  | 120*                                  | 300*                                  | 500   | 0,3**                                   | 0,066   | 0,5**                                   | 1000   |      |

## **Заключение**

Наблюдается прямая зависимость экологического состояния исследуемых водоемов от удалённости от источника загрязнения. На пруд «Вычулки», расположенный на расстоянии 45–50 м оказывается большее воздействие, превышено 5 показателей исследованных нами. А на пруд «Зеркалка», расположенный на расстоянии 900–950 м, оказывается меньшее воздействие.

## **Список цитированных источников**

1. 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), ВУ. – Введ. 01.06.19. – Минск : Минприроды, 2019. – III, 19 с. – Введен впервые.
2. "Требования к содержанию поверхностных водных объектов при их рекреационном использовании": СанПиН от 05.12.2016 № 122.
3. Кириченко, Л. А. Состояние экологического статуса водоемов бассейна реки Западный Буг / Л. А. Кириченко // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2019. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 78–81.
4. Волчек, А. А. Водные ресурсы Беларуси и их прогноз с учетом изменений климата / А. А. Волчек, В. Н. Корнеев – Минск : Альтернатива, 2017. – 239 с.
5. Волчек, А. А. Ливневый сток как источник загрязнения поверхностных вод / А. А. Волчек, И. В. Бульская // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 39–41.
6. Rashid I, Romshoo SA. Impact of anthropogenic activities on water quality of Lidder River in Kashmir Himalayas. *Environ Monit Assess.* 2013;185(6):4705-4719. doi:10.1007/s10661-012-2898-0
7. Власов, Б. П. Природно-хозяйственная классификация озер Беларуси / Б. П. Власов // Выбранные научные работы БДУ. – Минск, 2001 – С. 315–332.
8. Морфометрические параметры разнотипных озер севера Якутии / Р. М. Городничев [и др.] // Успехи современного естествознания. – 2020. – № 1. – С. 18–25.
9. Методические указания: Метод комплексной оценки по гидрохимическим показателям: РД 52.24.643-2002 // РОСГИДРОМЕТ. – Ростов на Дону, 2002. – 55 с.