

УДК 556.551.(285.2)(477.82)

**Л. В. Ільїн** – доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри туризму та готельного господарства Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**Ю. М. Ситник** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник відділу екологічної токсикології Інституту гідробіології НАН України, м. Київ;

**А. О. Морозова** – кандидат географічних наук, старший науковий співробітник відділу гідрохімії Інституту гідробіології НАН України;

**П. Г. Шевченко** – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, доцент, завідувач кафедри загальної біології та іхтіології Національного університету біоресурсів та природокористування України;

**Н. В. Хомік** – кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Шацького національного природного парку

### **Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: озеро Пулемецьке (1977–2009 рр.)**

*Роботу виконано в Інституті гідробіології НАН України*

У статті проаналізовано матеріали гідрохімічних досліджень озера Пулемецьке. Дано оцінку якості води в сучасний період порівняно із ретроспективними даними. Встановлено, що якість води в озері Пулемецьке значною мірою зумовлена антропогенними чинниками. Показано тенденції до підвищення мінералізації води та зміни її іонного складу. Відмічено збільшення кількості біогенних елементів.

**Ключові слова:** озеро Пулемецьке, мінералізація, вміст головних іонів, біогенні компоненти, антропогенний вплив.

**Ільїн Л. В., Сытник Ю. М., Морозова А. О., Шевченко П. Г., Хомик Н. В. Гидрохимические исследования озерных экосистем Шацкого национального природного парка: озеро Пулемецкое (1977–2009 гг.)**

В статье проанализированы материалы гидрохимических исследований озера Пулемецкое. Проведена оценка качества воды в современный период и в сравнении с ретроспективными данными. Установлено, что качество воды в озере Пулемецкое в значительной мере обусловлено антропогенными факторами. Показано тенденции к увеличению минерализации воды и изменения ионного состава. Отмечено увеличение количества биогенных элементов.

**Ключевые слова:** озеро Пулемецкое, минерализация, состав главных ионов, биогенные компоненты, антропогенное влияние.

**Ilyin L. V., Sytnik Yu. M., Morozova A. O., Shevchenko P. G., Khomik N. V. Hydrochemical Investigations of Lake Ecosystems of Shatsky National Park: Lake Pulemetske (1977–2009)**

The paper deals with the analysis of the main hydrochemical indices of natural water of the Lake Pulemetske. Water mineralization is measured on a broad scale and defined in terms of hydrochemical and hydrobiological indices. The correlation between the main components is changing, the content of biogenous substances is increasing.

**Key words:** Lake Pulemetske, water mineralization, salt composition, biogenous substances, anthropogenic press.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Пропонована стаття – продовження серії наукових публікацій щодо вивчення гідрохімічного режиму озер Шацького національного природного парку (ШНПП) в кінці ХХ – на початку ХХІ ст., виконано науковцями Києва, Львова, Луцька та Шацька [3–15; 17–18]. Антропогенне забруднення озер і водосховищ розповсюджується на все більшу кількість водоемів України. На цьому фоні особливу увагу заслуговують ті дослідження, які знаходяться поза сферою прямого господарського використання, тобто розташовані на території заповідників, національних парків і т. д. Гідрохімічні показники є обов'язковими елементами оцінки стану водних об'єктів, оскільки їх забруднення неорганічними та органічними сполуками супроводжується евтрофікацією, ацидифікацією, підвищенням мінералізації та сапробності. Не є виключенням при цьому і озера ШНПП, що є компонентами навколишнього середовища людини та джерелом біотичних ресурсів.

Територія, на якій розташовані озера, належить до Західнополіського гідрохімічного району, в якому формування хімічного складу вод проходить в умовах надлишкового зволоження під впливом

широко поширених карбонатних порід. У живленні озер беруть участь напірні води із карстової товщі вапняків і мергельно-крейдових відкладів верхньо-крейдової та третичної системи. Це зумовлює виражений гідрокарбонатно-кальцієвий склад поверхневих вод. Вода в озерах за гідрохімічним складом до гідрокарбонатно-кальцієвої, мінералізація невисока. В озерах простежується температурна та киснева стратифікація, зниження вмісту кисню і температури води відбувається на глибині від 10 м і глибше [3; 7].

Оз. Пулемецьке – карстового походження. Розташоване біля с. Пулемець Шацького адміністративного району Волинської області. Довжина водойми – 6,1 км, ширина – 3,6 км, площа – 16,3 км<sup>2</sup>, середня глибина – 4,1 м, максимальна – 19,2 м. Улоговина має форму неправильного овалу. Південні та південно-західні береги озера підвищені, піщані, порослі лісом, північні та північно-східні – низькі, заболочені. Живлення – мішане. Каналом сполучене із оз. Острів'янське. Дно піщане, рівне, подекуди вкрите мулом. Прибережна смуга заростає очеретом [4].

**Аналіз останніх досліджень із цієї проблеми.** Окремі аспекти гідрохімічного складу води озера розглянуто у працях, які присвячені гідрохімічним дослідженням ШНПП [3–15; 17–18; 21]. Проте існує потреба у комплексній гідрохімічній оцінці озерної екосистеми Пулемецьке.

**Формулювання мети та завдань статті.** Метою роботи є дослідження гідрохімічного режиму оз. Пулемецьке, його динаміки за період з 1977–2009 рр. Для здійснення гідрохімічного аналізу виконано польові гідрохімічні обстеження озерних вод, здійснено ретроспективний огляд гідрохімічних досліджень.

**Матеріали й методи.** Гідрохімічні показники визначено за загальноприйнятими стандартними методиками хімічного аналізу поверхневих вод [1; 2]. Проби води для дослідження відбирали із поверхневого горизонту співробітники Інституту гідробіології НАН України (м. Київ), Національного університету біоресурсів і природокористування України (м. Київ) та ШНПП (с. Світязь).

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** Результати перших гідрохімічних досліджень ШНПП за літо 1948 р., взято з доступної вітчизняної наукової літератури [19]. Як показали результати подальших пошуків опублікованих результатів наукових гідрохімічних досліджень за період 1900–1939 рр., ця робота взагалі перша [19]. Для озера Пулемецьке, за три сезони 1948 року, прозорість змінювалася в межах від 0,8 м до 1,3 м, восени становила 0,8 м, а навесні – до 1,3 м, влітку – від 0,9 м до 1,1 м. Колір води за весь період робіт був жовтувато-зеленим, *pH* води становив 7,4–7,9. Концентрація кисню у воді на поверхні у відкритому плесі – від 9,00 мг/дм<sup>3</sup> до 11,69 мг/дм<sup>3</sup>. Мінімальні зафіксовані рівні становили 7,30 мг/дм<sup>3</sup> на виході каналу в оз. Острів'янське. Аміаку, нітритів та сірководню не було знайдено ні в поверхневих шарах води, ні на глибині. За весь період досліджень, тільки на одній станції було виявлено  $\text{HCO}_3^-$  – 3,2 мг/дм<sup>3</sup>. Сліди заліза зафіксовано на двох станціях. Концентрація хлору у воді влітку – 6,40 мг/дм<sup>3</sup>. Концентрацію кальцію у воді весною було зафіксовано на рівні 96,0 мг/дм<sup>3</sup>, а магнію – 20,0 мг/дм<sup>3</sup> [19]. Частково про дослідження гідрохімічного стану озер Шацької групи за цей же період згадується у праці Н. С. Ялинської [20].

Результатів гідрохімічних досліджень оз. Пулемецьке в 50–80-х роках ХХ ст., опублікованих у доступних нам наукових джерелах, не вдалося виявити.

Дослідники Волинського національного університету імені Лесі Українки (м. Луцьк) стверджують, що у липні 1993 р. в поверхневому шарі води оз. Пулемецьке рівень *pH* становив 7,5 одиниць *pH*, вміст  $\text{Cl}^-$  – 17,7 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 32,0 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{Fe}_{\text{заг.}}$  – 0,98 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{PO}_4^{3-}$  – 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, перманганатна окислюваність – 12,6 мг  $\text{O}/\text{дм}^3$ ,  $\sum_{\text{іонів}}$  становила 205 мг/дм<sup>3</sup>,  $\text{NH}_4$  – 0,34 мг/дм<sup>3</sup>, БСК – 8,38 мг  $\text{O}_2/\text{дм}^3$  [21].

У 1996–1997 рр. науковці Інституту гідробіології НАН України (м. Київ), продовжили розпочаті ще в 1975 р. гідроекологічні дослідження ШНПП [16]. Результати гідрохімічних досліджень оз. Пулемецьке узагальнено в таблиці 1.

Таблиця 1

Хімічні показники води в озері Пулемецьке в літній період 1996–1997 рр.

| Хімічні показники                 | Вимоги рибогосподарських нормативів | Оз. Пулемецьке |
|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| <i>pH</i> води, одиниці <i>pH</i> | 6,5–8,5                             | 7,6–7,7        |
| Прозорість води, <i>см</i>        | 75–100                              | 100–100        |

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| Температура, $t^{\circ}\text{C}$                          | 0–30        | 18,8–23,2   |
| Розчинений кисень, $\text{мг}/\text{дм}^3$                | 4,0–6,0     | 7,4–8,0     |
| Амоній-йон, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                     | до 1,0      | 0,24–0,32   |
| Нітрити, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                        | 0,05        | 0,005–0,080 |
| Нітрати, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                        | до 2,0      | 0,15–0,15   |
| Фосфати, $\text{мг P}/\text{дм}^3$                        | 0,5         | 0,016–0,016 |
| Залізо загальне, $\text{мг}/\text{дм}^3$                  | до 2,0      | 0,05–0,12   |
| Кальцій, $\text{мг}/\text{дм}^3$                          | 40–60       | 42,1–45,1   |
| Магній, $\text{мг}/\text{дм}^3$                           | до 30       | 2,4–2,4     |
| Хлориди, $\text{мг}/\text{дм}^3$                          | 25–40 (200) | 14,8–15,0   |
| Сульфати, $\text{мг}/\text{дм}^3$                         | 10–30       | 93,7–94,5   |
| Сухий залишок розчинених речовин, $\text{мг}/\text{дм}^3$ | 300–1000    | 190,0–194,0 |
| Твердість загальна, $\text{мг-екв.}/\text{дм}^3$          | 1,5–7,0     | 2,3–2,5     |
| Окисність перманганатна, $\text{мг O}/\text{дм}^3$        | 10–15 (30)  | 8,2–13,1    |
| Окисність біхроматна, $\text{мг O}/\text{дм}^3$           | до 50 (100) | 32,7–52,0   |

Наступний етап гідроекологічних досліджень науковців Інституту гідробіології НАН України (м. Київ) та Національного аграрного університету (зараз – Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ) – це 2000–2001 рр. Результати гідрохімічних досліджень оз. Пулемецьке узагальнені в таблицях 2–3.

Таблиця 2

## Хімічні показники води в озері Пулемецьке (серпень, 2000 р.)

| Хімічні показники   | Вимоги рибогосподарських нормативів | Оз. Пулемецьке |
|---|-------------------------------------|----------------|
| $\text{pH}$ води, одиниці $\text{pH}$                     | 6,5–8,5                             | 8,5–8,6        |
| Прозорість води, $\text{см}$                              | 75–190                              | 130–175        |
| Температура, $^{\circ}\text{C}$                           | 0–30                                | 20,5–20,7      |
| Розчинений кисень, $\text{мг}/\text{дм}^3$                | 4,0–6,0                             | 10,2–10,6      |
| Амоній-йон, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                     | до 1,0                              | 0,22–0,23      |
| Нітрити, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                        | 0,05                                | 0,002–0,003    |
| Нітрати, $\text{мг N}/\text{дм}^3$                        | до 2,0                              | 0,11–0,12      |
| Фосфати, $\text{мг P}/\text{дм}^3$                        | 0,5                                 | 0,008–0,009    |
| Залізо загальне, $\text{мг}/\text{дм}^3$                  | до 2,0                              | 0,04–0,04      |
| Кальцій, $\text{мг}/\text{дм}^3$                          | 40–60                               | 42,0–2,0       |
| Магній, $\text{мг}/\text{дм}^3$                           | до 30                               | 4,2–4,2        |
| Хлориди, $\text{мг}/\text{дм}^3$                          | 25–40 (200)                         | 48,4–48,4      |
| Сульфати, $\text{мг}/\text{дм}^3$                         | 10–30 (100)                         | 94,6–94,6      |
| Сухий залишок розчинених речовин, $\text{мг}/\text{дм}^3$ | 300–1000                            | 230,0–232,0    |
| Твердість загальна, $\text{мг-екв.}/\text{дм}^3$          | 1,5–7,0                             | 2,4–2,5        |

Таблиця 3

## Деякі показники умов водного середовища існування риби в озерах ШНПП (жовтень, 2001 р.)

| Озера      | Показники умов існування риби |  |                                   |   |
|------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|---|
|            | $t^{\circ}\text{C}$           | $\text{O}_2$ , $\text{мг}/\text{дм}^3$ | $\text{pH}$ , одиниці $\text{pH}$ | загальна мінералізація, $\text{мг}/\text{дм}^3$ |
| Світязь    | 8,1–8,5                       | 7,60–7,80                              | 7,75–7,84                         | 96,0–103,7                                      |
| Пулемецьке | 7,5                           | 8,30                                   | 8,62                              | 105,0   |
| Люцимер    | 8,8–9,0                       | 9,00                                   | 7,80                              | 124,0   |

У працях [8–10] здійснено аналіз гідрохімічного стану Шацьких озер взагалі й озера Пулемецьке зокрема. Експериментально встановлено, що за 1960–2005 рр. питома електропровідність (кількість солей у воді) в оз. Пулемецьке зростає з 203 мкСм/см до 245 мкСм/см [10]. Автор зазначає, що така

тенденція простежується і в інших озерах України, Білорусі та Росії. Зазначимо, що за результатами досліджень, проведених у серпні 1988 р. [16], питома електропровідність води оз. Пулемецьке становила 206 мкСм/см. Виявлено тенденцію підвищення мінералізації води в оз. Пулемецьке з 223,5 мг/дм<sup>3</sup> у 1988 р. до 278,2 мг/дм<sup>3</sup> у 2001 р. [10].

У колективній монографії [17] викладено результати гідрохімічного вивчення озер. Для оз. Пулемецьке узагальнення отриманих даних здійснено для періоду 1989–1995 рр. (табл. 4).

Таблиця 4

**Граничні значення гідрохімічних показників оз. Пулемецьке (1989–1995 рр., n = 14) [17]**

| Хімічні показники                                 | Одиниця виміру                     | Граничні значення |
|---|------------------------------------|-------------------|
| Сухий залишок розчинених речовин                  | мг/дм <sup>3</sup>                 | 168–286           |
| pH води   | одиниці рН                         | 6,80–8,25         |
| Амоній-йон  | мг N/дм <sup>3</sup>               | 0–1,00            |
| Нітрити   | мг N/дм <sup>3</sup>               | 0–1,00            |
| Нітрати   | мг N/дм <sup>3</sup>               | 0 – сліди         |
| Залізо загальне                                   | мг/дм <sup>3</sup>                 | 0–0,30            |
| Окисність перманганатна                           | мг O/дм <sup>3</sup>               | 16,24–28,16       |
| БСК <sub>5</sub>                                  | мг O <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | 0,34              |
| Середня мінералізація за весь період спостережень | мг/дм <sup>3</sup>                 | 208,20            |

Аналіз результатів у доступних джерелах наукової літератури показав, що за 1988–2008 рр. загальна мінералізація гідроекосистем ШНПП змінювалася в широких межах – від 126,7 до 478,0 мг/дм<sup>3</sup> [8–9]. Посилення антропогенного навантаження призвело до зростання мінералізації води в середньому у 1,2–1,4 рази.

Збільшення загальної мінералізації води в озерах відбулося переважно за рахунок вмісту сульфатних іонів – у межах 1,7–91,2 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 5). Проте, слід зазначити, що у воді більшості озер майже незмінною залишилася концентрація гідрокарбонатних іонів (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) та хлоридних іонів (Cl<sup>-</sup>) [8–9].

Таблиця 5

**Граничні концентрації деяких компонентів сольового складу та загальної мінералізації води у гідроекосистемах ШНПП за період 1988–2008 рр., мг/дм<sup>3</sup> [8–9]**

| Озеро      | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Cl        | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Σ           |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|------------------|------------------|-------------|
| Світязь    | 54,0–122,0                    | 16,9–91,2                     | 15,1–32,3 | 27,05–41,0       | 0,6–14,0         | 187,7–247,2 |
| Пулемецьке | 91,5–122,0                    | 13,4–64,3                     | 17,7–32,3 | 34,00–46,1       | 1,8–9,1          | 217,4–281,0 |

Відмічено певну циклічність змін вмісту іонів кальцію і магнію. Так, у 1988 р. та 2000–2001 рр. при зменшенні концентрації іонів магнію, вміст кальцію практично не змінився. Але восени 2008 р. зафіксовано абсолютно протилежну динаміку розподілу вмісту іонів кальцію та магнію. За період спостережень концентрація Ca<sup>2+</sup> і Mg<sup>2+</sup> змінювалася в межах від 21,0 мг/дм<sup>3</sup> до 60,1 мг/дм<sup>3</sup> та від 0,6 мг/дм<sup>3</sup> до 17,0 мг/дм<sup>3</sup> відповідно. За період 1988–2008 рр. збільшилася не тільки мінералізація води, але й змінилося співвідношення між головними компонентами її сольового складу. Дані процеси засвідчують короточасні зміни якісного та кількісного складу водної маси. Згідно із класифікацією складу природних вод О. О. Альокіна [1–2], у 1988–1993 рр. вода у всіх озерах, крім оз. Чорне Велике, належала до гідрокарбонатного класу кальцієвої групи. Але вже у літній період 2000 р. в озерах Люцимер та Світязь було відмічено зміну якісного складу водних мас, яку виявлено у зміні кальцієвої групи на натрієву групу [8–9].

За період спостережень 1988–2008 рр. лімносистеми характеризувалися уповільненням водообміну та слабкою проточністю, що призвело до нагромадження у воді значної кількості органічної речовини і, відповідно, зумовило підвищення рівня їх трофності. Про високу швидкість нагромадження фосфатів свідчить збільшення у 5–11 разів їх концентрації у воді більшості водойм. Концентрація PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> у лімносистемах змінювалася майже від нульових значень до 0,068 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 6).

Таблиця 6

**Граничні концентрації біогенних речовин у воді озер (1988–2008 рр.) [8–9]**

| Озеро        | Fe, мг/дм <sup>3</sup> | PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг P/дм <sup>3</sup> | Si, мг/дм <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг N/дм <sup>3</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг N/дм <sup>3</sup> |
|--------------|------------------------|--|------------------------|---|---|---|
| Світязь      | 0,0–0,170              | 0,0–0,068  | 0,0–2,15               | 0,0–0,012   | 0,005–0,15  | 0,0–0,495   |
| Чорне Велике | 0,01–0,225             | 0,003–0,065  | 0,125–3,40             | 0/001–0,259   | 0,009–0,15  | 0,222–0,485   |
| Пуле-мецьке  | 0,035–0,0185           | сліди – 0,040  | 1,85–3,40              | сліди – 0,074                                       | 0,009–0,022   | 0,091–0,400   |

Концентрація амонійного азоту у воді більшості озер збільшилася майже удвічі [8–9]. У воді більшості озерних гідроекосистем ШНПП концентрація нітритів зросла в 7–17 разів.

Зміна рівня ґрунтових вод, через меліоративні заходи, призвела до збільшення концентрації розчиненого заліза, середній вміст якого у воді озер збільшився в 1,5–4 рази [8–9].

За величиною загальної мінералізації, яка не перевищує 400 мг/дм<sup>3</sup>, озера належать до прісних гіпогалінних водойм. За вмістом сульфатів та хлоридів вода всіх озер змінюється від класу «дуже чисті» до «чисті». За граничними величинами вмісту амонійного азоту вода змінюється від категорії «дуже чисті» до «слабко забруднені», останнє стосується оз. Світязь, Чорне Велике та Люцимер. За максимально граничним вмістом нітритного азоту якість води характеризується так: оз. Пісочне – «чиста», оз. Світязь та оз. Люцимер – «слабо забруднена», оз. Пулемецьке – «брудна», оз. Чорне Велике – «дуже брудна» [8–9].

Результати гідрохімічних досліджень оз. Пулемецьке наведено в таблиці 7. У таблиці 8 викладено результати гідрохімічних досліджень, які були проведені в кінці червня 2009 р.

Таблиця 7

**Хімічні показники води озера Пулемецьке та їх відповідність рибогосподарським нормативам (травень, 2009 р.) [5–6]**

| Хімічні показники                           | Одиниця виміру          | Озеро Пулемецьке (22.05.2009) | Рибогосподарські нормативи | Ступінь відповідності вимогам |
|---|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Прозорість                                  | см (по шрифту)          | 26                            | > 20                       | відповідає                    |
| Вуглекислота, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | мг/дм <sup>3</sup>      | 125,05                        | до 25,0                    | не відповідає                 |
| Амоній-йон                                  | мг N/дм <sup>3</sup>    | 0,410                         | до 1,0                     | відповідає                    |
| Нітрити                                     | мг N/дм <sup>3</sup>    | 0,007                         | 0,05                       | відповідає                    |
| Нітрати                                     | мг N/дм <sup>3</sup>    | 0,002                         | до 2,0                     | відповідає                    |
| Фосфати                                     | мг P/дм <sup>3</sup>    | 0,007                         | до 0,5                     | відповідає                    |
| Залізо загальне                             | мг/дм <sup>3</sup>      | 0,120                         | до 2,0                     | відповідає                    |
| Кальцій                                     | мг/дм <sup>3</sup>      | 46,09                         | 40–60                      | відповідає                    |
| Магній                                      | мг/дм <sup>3</sup>      | 7,29                          | до 30                      | відповідає                    |
| Кремній                                     | мг/дм <sup>3</sup>      | 2,15                          | –                          | –                             |
| Хлориди                                     | мг/дм <sup>3</sup>      | 21,69                         | 25–40                      | відповідає                    |
| Сульфати                                    | мг/дм <sup>3</sup>      | 57,60                         | 10–30                      | перевищує, допустимо          |
| Сухий залишок розчинених речовин            | мг/дм <sup>3</sup>      | 281,77                        | 300–1000                   | допустимо                     |
| Твердість загальна                          | мг-екв./дм <sup>3</sup> | 2,90                          | 1,5–7,0                    | відповідає                    |
| Натрій + калій                              | мг/дм <sup>3</sup>      | 24,05                         | –                          | –                             |
| Фосфати                                     | мг/дм <sup>3</sup>      | 0,007                         | 0,50                       | відповідає                    |

Таблиця 8

**Хімічні показники води озера Пулемецьке та їх відповідність рибогосподарським нормативам (червень, 2009 р.)**

| Хімічні показники | Одиниця виміру | Озеро Пулемецьке (25.06.2009) | Рибогосподарські нормативи | Ступінь відповідності вимогам |
|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|

|                                  |                         |        |          |            |
|----------------------------------|-------------------------|--------|----------|------------|
| <i>pH</i> води                   | одиниці pH              | 7,15   | 6,5–8,5  | відповідає |
| Прозорість                       | см (по шрифту)          | 25     | > 20     | відповідає |
| Кисень розчинений                | мг/дм <sup>3</sup>      | 9,82   | 4,0–6,0  | відповідає |
| Лужність                         | мг-екв./дм <sup>3</sup> | 2,80   | –        | –          |
| Амоній-йон                       | мг N/дм <sup>3</sup>    | 0,22   | до 1,0   | відповідає |
| Нітрити                          | мг N/дм <sup>3</sup>    | 0,009  | 0,05     | відповідає |
| Нітрати                          | мг N/дм <sup>3</sup>    | 1,88   | до 2,0   | відповідає |
| Фосфати                          | мг P/дм <sup>3</sup>    | 0,06   | до 0,5   | відповідає |
| Залізо загальне                  | мг/дм <sup>3</sup>      | 0,23   | до 2,0   | відповідає |
| Кальцій                          | мг/дм <sup>3</sup>      | 60,12  | 40–60    | відповідає |
| Магній                           | мг/дм <sup>3</sup>      | 4,90   | до 30    | відповідає |
| Хлориди                          | мг/дм <sup>3</sup>      | 20,80  | 25–40    | допустимо  |
| Сульфати                         | мг/дм <sup>3</sup>      | 9,44   | 10–30    | допустимо  |
| Сухий залишок розчинених речовин | мг/дм <sup>3</sup>      | 307,25 | 300–1000 | відповідає |
| ХСК (біхроматна)                 | мг O/дм <sup>3</sup>    | 8,82   | до 50    | відповідає |
| Завислі речовини                 | мг/дм <sup>3</sup>      | 11,25  | –        | –          |
| Калій                            | мг/дм <sup>3</sup>      | 2,68   | –        | –          |
| Натрій                           | мг/дм <sup>3</sup>      | 7,21   | 200      | відповідає |
| Температура води                 | °C                      | 20     | < 30     | відповідає |

Результати досліджень (див. табл. 7–8), проведених у першій половині 2009 р., показують, що практично всі показники відповідають рибогосподарським нормативам якості води, за виключенням концентрації  $\text{HCO}_3^-$ , хлоридів та сульфатів.

**Висновки.** Аналіз ретроспективних і сучасних результатів дослідження гідрохімічного режиму та їх порівняння дають змогу оцінити якість води оз. Пулемецьке. За величиною загальної мінералізації, яка не перевищує 400 мг/дм<sup>3</sup>, воно належить до прісних гіпогалінних водойм. В озері досить сприятливий кисневий режим. За вмістом сульфатів та хлоридів вода тут перевищує показники для рибогосподарських водойм. За граничними значеннями нітратного азоту вода у оз. Пулемецьке належить до категорії «дуже чиста». За максимально граничним вмістом нітритного азоту якість води характеризується як «брудна». Простежується тенденція збільшення мінералізації води за рахунок збільшення концентрації сульфатних іонів та посилення процесу евтрофікації, про що свідчить збільшення концентрації біогенів (азоту та фосфору). Все це разом призвело до загального погіршення якості води.

#### *Список використаної літератури*

1. Алекин О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 444 с.
2. Алекин О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин. – Л. : Гидрометеиздат, 1973. – 270 с.
3. Драбкова В. Г. Оцінка стану озер Шацького національного природного парку / В. Г. Драбкова, В. К. Кузнецов, І. С. Трифонова // Шацький національний природний парк : наук. дослідж. 1983–1993 рр. – Світязь : [б. в.], 1994. – С. 52–79.
4. Ільїн Л. В. Лімнок комплекси Українського Полісся : монографія : у 2 т. Т. 1. Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності / Л. В. Ільїн. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.
5. Євтушенко М. Ю. Динаміка гідрохімічного складу води Шацьких озер / М. Ю. Євтушенко, Ю. А. Глебова, С. В. Дудник, І. А. Майструк // Рибне господарство. – 2009. – Вип. 67. – С. 59–65.
6. Євтушенко М. Ю. Гідрохімічний склад води та екологічні проблеми Шацьких озер / М. Ю. Євтушенко, Ю. А. Глебова, С. В. Дудник // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. – 2009. – Вип. 140. – С. 11–18.
7. Львович М. В. Загальна характеристика Шацького національного природного парку / М. В. Львович, А. А. Горун // Шацький національний природний парк : наук. дослідж. 1983–1993 рр. – Світязь : [б. в.], 1994. – С. 4–20.
8. Морозова А. А. Основные тенденции изменения качества воды озерных экосистем Шацкого национального природного парка / А. А. Морозова // Гидробиол. журн. – 2006. – № 4. – С. 111–118.

9. Морозова А. О. Гідрохімічний стан та оцінка якості води водойм Шацького національного природного парку / А. О. Морозова // *Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Серія : Географічні науки.* – 2009. – № 1. – С. 47–51.
10. Погребенник В. Д. Гідрохімічні дослідження Шацьких озер / В. Д. Погребенник. – Львів : Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2007. – 62 с.
11. Ситник Ю. М. Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: озеро Чорне Велике (1996–2007 рр.) / Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, Н. М. Осадча, Н. В. Хомік // *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку : матеріали наук. конф. (Шацьк, 11–14 верес. 2008 р.).* – Львів : СПОЛОМ, 2008. – С. 105–108.
12. Ситник Ю. М. Гідрохімічні дослідження озер Шацького національного природного парку (1996–2001 рр.) / Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, Д. А. Засєкін // *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія : матеріали Третьої Всеукр. наук. конф. (Київ, 15–17 листоп. 2006 р.).* – К. : Ніка-Центр, 2006. – С. 133–134.
13. Ситник Ю. М. Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: оз. Луки-Перемут / Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, І. А. Майструк та ін. // *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку : матеріали наук. конф. (Шацьк, 10–13 верес. 2009 р.).* – Львів : СПОЛОМ, 2009. – С. 91–97.
14. Ситник Ю. М. Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: оз. Пісочне / Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, І. А. Майструк та ін. // *Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку : матеріали наук. конф. (Шацьк, 10–13 верес. 2009 р.).* – Львів : СПОЛОМ, 2009. – С. 98–106.
15. Ситник Ю. М. Гідрохімічні дослідження озера Люцимер Шацького національного природного парку: весна–літо 2009 р. / Ю. М. Ситник, П. Г. Шевченко, Н. М. Осадча та ін. // *AQUA UKRAINE – 2009 : матеріали наук.-практ. конф. «Вода та довкілля» VII Міжнар. водного форуму (Київ, 10–13 листоп. 2009 р.).* – К. : ТОВ «Міжнародний Виставковий Центр», 2009. – С. 94–95.
16. Некоторые аспекты экологии озер Шацкого национального природного парка / В. М. Тимченко, А. Е. Ярошевич, И. Е. Дячук и др. / ред. «Гидробиол. журн.» АН УССР. – Киев, 1989. – 43 с. – Депон. в ВИНТИ 20.09.1989, № 5962 – В 89.
17. Формування режиму природних вод району Шацьких озер в сучасних умовах / за ред. М. І. Ромашенка, Ю. Й. Бахмачука. – К. : Аграрна наука, 2004. – 96 с.
18. Хімічні показники якості води озер Шацького національного природного парку в кінці ХХ століття та їх відповідність рибогосподарським вимогам / П. Г. Шевченко, Ю. М. Ситник, Д. А. Засєкін, Н. М. Осадча // *Еколого-фауністичні особливості водних та наземних екосистем : матеріали наук. конф. (Львів, 12–13 лют. 2008 р.).* – Львів, 2008. – С. 193–197.
19. Яльнская Н. С. Гидробиологический очерк озер Шацкой группы Волынской области (предварительное сообщение) / Н. С. Яльнская // *Тр. науч.-исслед. ин-та прудового и озерно-речного рыбного хозяйства.* – Киев : Изд. ин-та, 1949. – С. 133–151.
20. Яльнская Н. С. Биологические основы реконструкции рыбного хозяйства озер Шацкой группы Волынской области : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Н. С. Яльнская. – Львов, 1953. – 15 с.
21. Puyin L. V. The hydrochemical characteristics of the lakes of the Shatsk National Nature Reserve, Ukrainian Polissia / L. V. Puyin // *Limnological Review.* – 2007. – Vol. 7, № 3. – P. 147–152.

Статтю подано до редколегії  
18.09.2012 р.