



Шацька міжвідомча
науково-дослідна екологічна
лабораторія

sirel.com.ua

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.Г.В.КАРПЕНКА
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ШАЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПРИРОДНИЙ ПАРК
ДЕРЖАВНЕ АГЕНТСТВО ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

ЗВІТ

ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ

БАТИМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЗЕРА ПУЛЕМЕЦЬКЕ

виконаної в рамках Програми науково-дослідних робіт Шацької міжвідомчої
науково-дослідної екологічної лабораторії (МНДЕЛ) на 2022 – 2025 рр.

Відповідальний виконавець
н.с., к.т.н. ФМІ НАН України

О.В. Альохіна

Директор
Шацького НПП

М.В. Христецька

ВІДПОВІДАЛЬНІ ВИКОНАВЦІ

наук. співроб., к.т.н.
ФМІ НАНУ

О.В. Альохіна

Заступник директора з
наукової роботи
Шацького НПП

В.І. Матейчик

ВИКОНАВЦІ

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України

інж. I кат., к.б.н.

М.М. Корусь

мол. наук. співроб.

Д.В. Івченко

мол. наук. співроб.

Н.А. Піць

ВСТУП

Батиметрія – це сукупність даних про глибини водного об'єкту, отриманих шляхом батиметричної зйомки. Зйомка виконується за допомогою спеціальних технічних засобів, результатом якої є масив геореференційованих даних, що містить інформацію про просторовий розподіл глибин в зоні дослідження. Батиметричні карти, на сьогодні, широко використовуються для вивчення підводної топографії та фізико-географічних характеристик дна водойм. Вони дозволяють отримати детальні контури глибин топографії водойм, визначати розміри, форми та розподіл підводних об'єктів. Слід зауважити, що на будь-яке коливання рівня води мають вплив такі чинники, як циркуляція атмосфери, сонячна активність і пов'язані із нею процеси, опади, а також джерела підземного живлення, якщо такі є.

Водні ресурси є найважливішим природним чинником, який відіграє провідну роль у проблемі забезпечення соціально-економічного прогресу в світі. Стан водних ресурсів є одним з інтегрованих екологічних показників сталого розвитку країн. Сучасний незадовільний стан поверхневих та підземних вод – одна з найбільш гострих проблем багатьох країн. Причиною цього є не тільки кількісна обмеженість, але й якісне виснаження водних ресурсів внаслідок систематичного і тривалого антропогенного навантаження.

Озера є важливою складовою екосистем. З усіх екосистем, озера є найбільш чутливими до змін навколишнього середовища. Використання результатів батиметричної зйомки дозволяє визначити морфометрію водних об'єктів, показники якої дозволяють судити про генезис конкретних озер, а також відображають специфічні особливості розвитку котловини й хід багатьох гідрологічних процесів.

Шацький національний природний парк, загальною площею $\approx 49\ 000$ га, розташований між басейнами Балтійського і Чорного морів, у межах басейнів річок Західного Бугу та Прип'яті. Національний парк доволі добре забезпечений водними ресурсами, які становлять близько 13% всієї його території. Водно-болотні комплекси парку мають важливе міжнародне

значення з 1995 р. згідно з Рамсарською конвенцією. Формуючи власні своєрідні водні ресурси, національний парк являє собою унікальне поєднання озерних, лісових та болотних екосистем поліського типу, а за характером озерного комплексу, розташованого на Головному Європейському вододілі, не має аналогів в Україні. Поряд з цим, території такого типу є найбільш чутливі до впливу факторів різного походження. Відомо, що сонячна активність і пов'язані з нею процеси у ближньому космосі проявляються певними циклічними змінами та безпосередньо пов'язані з глобальними та, відповідно, регіональними змінами клімату.

З другого боку, підвищена інтенсивність точкового антропогенного впливу на ландшафтні, біологічні й водні системи створює умови, в яких забезпечити сталий розвиток цього транскордонного регіону стає все важче.

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Відомості про дослідження Шацьких озер у літературі починають з'являтися ще наприкінці XIX ст. Детальним вивченням цієї групи озер у різноманітних наукових напрямках присвячені публікації П. А. Тутковського [1, 2], С. Ленцевича [3], Е. Рюле [4], О. Ф. Якушко [5, 6], Г. Л. Проць-Кравчук [7], Н. І. Карпенко [8], Л. В. Ільїна і Я. О. Мольчака [9] та багатьох інших.

*Пулемецьке озеро*¹ — озеро карстового походження на південно-західному Поліссі, в межах Ковельського району Волинської області. Розташоване між річками Західний Буг і верхньою Прип'яттю. Озеро розміщене на північний захід від озера Світязь, між селами Пульмо і Пулемець (рис. 1).

Живлення озера відбувається за рахунок підземних вод, атмосферних опадів та поверхневого стоку. Озеро з'єднане каналами з озерами Острів'янське та Луки. Характеризується воно багатством підводної і надводної рослинності. Для прибережних ділянок глибиною до 0,5 м характерними є такі види, як осока гостра (*Carex acuta*), рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia* L.), рогіз

¹ В рамках досліджень озерних комплексів Шацького національного природного парку, усі батиметричні дані та морфометричні характеристики оз. Пулемецьке отримано експериментальним та розрахунковим шляхом станом на вересень 2022 року.

широколистий (*Typha latifolia*), жабурник звичайний (*Hydrocharis morsus-ranae*), рдесник гребінчастий (*Stuckenia pectinata*) та рдесник плаваючий (*Potamogeton natans*), трапляються одиничними екземплярами.

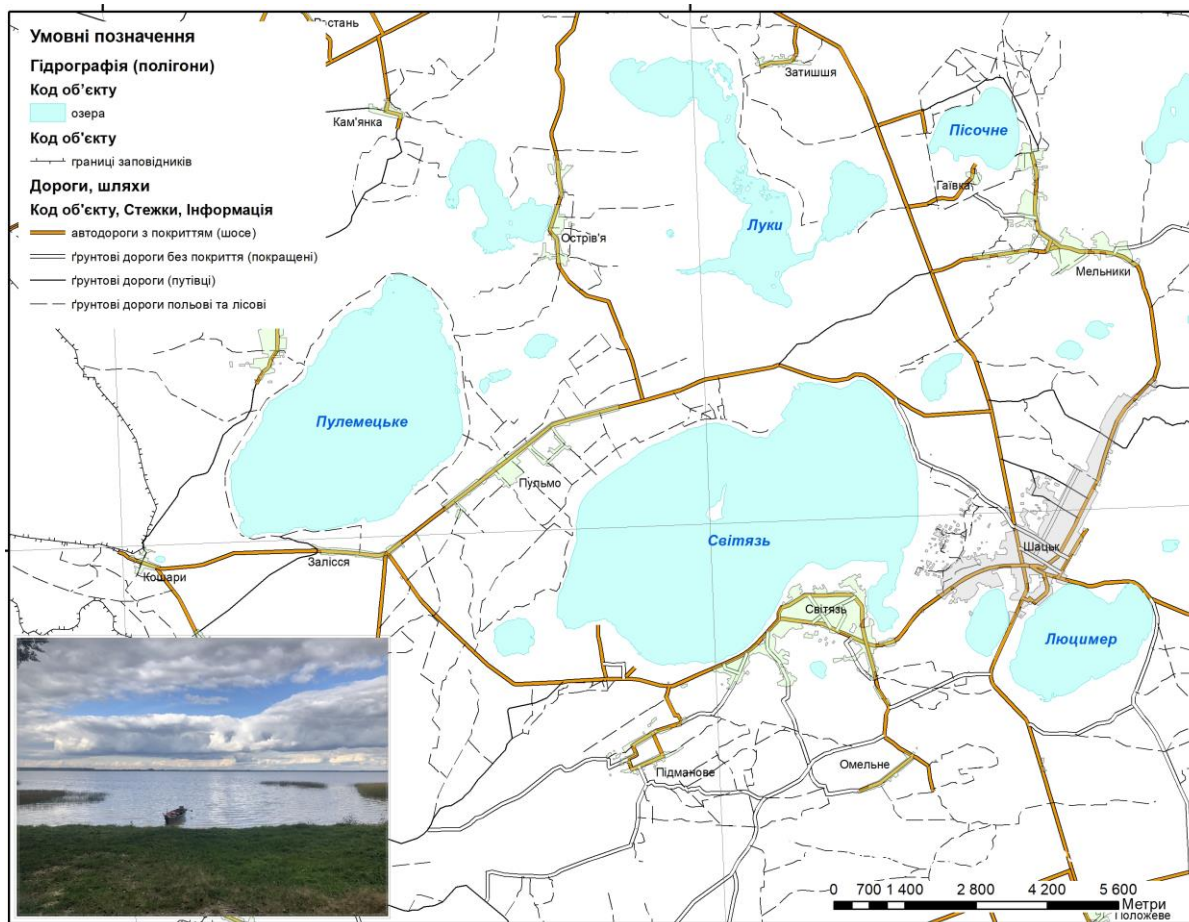


Рисунок 1. Озеро Пулемецьке. Шацький національний природний парк

На ділянках з глибинами до 2 м поширені харові водорості (*Chara*), рдесник блискучий (*Potamogeton lucens*) та латаття біле (*Nymphaea alba*), очерет звичайний (*Phragmites australis*). Занурена рослинність займає невеликі площі. Тут поширені харові водорості (глибина до 6 м), рдесник пронизанолистий (*Potamogeton perfoliatus*), елодея канадська (*Elodea canadensis*) та рдесник блискучий (*Potamogeton lucens*) [10].

Озеро відноситься до лящового типу. Широко розповсюджені тут щука, плотва, краснопірка, карась і лин. Також є в озері й інтродуковані види – це чудський сиг, вугор, карликовий сомик та судак. Всього озеро налічує близько 21 виду риб. Рекреаційні можливості озера створюють приємне і затишне місце для відпочинку [10].

МОРФОМЕТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЗЕРА

Стохастичні коливання клімату й гідрологічного режиму як природні, так і антропогенно-обумовлені є основною причиною невизначеності при довгостроковому гідрологічному прогнозуванні.

Морфометричні показники озерних улоговин не тільки дозволяють судити про генезис конкретних озер.

В рамках розрахункової частини було визначено наступні морфометричні характеристики озера: площа водного дзеркала ($F_0, км^2$), довжина ($L, км$), максимальна ширина ($B_{max}, км$), середня ширина ($B_{avr}, км$), коефіцієнт відносної довжини ($K_{в.довж.}$), коефіцієнт звивистості берегової лінії ($K_{звив.}$), максимальна ($H_{max}, м$) та середня глибина ($H_{avr}, м$), об'єм води в озері ($V, м^3$) та показник ємності озерної котловини (C).

Для розрахунку морфометричних характеристик використано різносезонні дані з супутника Sentinel 2-A, B за 2021 рік (табл. 1 та 2), а також дані батиметричних вимірювань всієї акваторії озера Пулемецьке.

Площа водного дзеркала є однією з найважливіших характеристик. Результати вимірів площі водного дзеркала, відповідно до класифікації Ільїна Л.В. [11,12], дозволяють віднести оз. Пулемецьке до великих ($F_0 = 14,4 км^2$) (площа водного дзеркала понад 10-20 км²).

Таблиця 1

Морфометричні показники озера Пулемецьке
(*усереднені за розрахунковими різносезонними даними 2021 року)

| Назва озера | $F_0, км^2$ | $L, км$ | $B_{max}, км$ | $B_{avr}, км$ | $K_{в.довж.}$ | $K_{звив.}$ |
|-------------|-------------|---------|---------------|---------------|---------------|-------------|
| Пулемецьке | 14,4 | 6,03 | 3,26 | 2,38 | 2,53 | 0,45 |

Коефіцієнт відносної довжини озер визначається як відношення довжини озера до середньої ширини і показує наскільки витягнутою є надводна конфігурація улоговини. Правильні обриси, в основному, притаманні

суфозійним, суфозійно-карстовим та деяким штучним водоймам. Отже, за класифікацією водойм за формою улоговини [13], оз. Пулемецьке має *видовжену форму улоговини* ($K_{\text{в.довж}} = 2,53$).

Коефіцієнт розвитку (звивистості) берегової лінії характеризує порізанисть берегів озера і визначається як відношення берегової лінії до довжини окружності круга, площа якого дорівнює площі водного дзеркала озера. Таким чином, відповідно до класифікації водойм, берегова лінія оз. Пулемецьке відноситься до *малорозвинених* ($K_{\text{звив}} = 0,45$).

Значення максимальних глибин озер можуть побічно свідчити про генезис їх улоговин: великі максимальні глибини переважно мають озера карстового походження.

Таблиця 2

Морфометричні показники озера Пулемецьке
(*розрахункові дані)

| Назва озера | $H_{\text{max}, \text{м}}$ | $H_{\text{avr}, \text{м}}$ | Клас озера за | Клас озера за |
|-------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | $H_{\text{avr}, \text{м}}$ | $H_{\text{max}, \text{м}}$ |
| Пулемецьке | -19,20 | 4,18 | Мала | Підвищена |

Показник відкритості улоговини визначається як відношення площі озера до середньої глибини улоговини. Він дозволяє судити про ступінь перемішування водних мас та можливості виникнення стратиграфії. Значна площа водойми у поєднанні з мілководдям забезпечує перемішування води внаслідок вітрових процесів, і відповідно покращення режиму внутрішньої циркуляції водної маси.

Для озера Пулемецьке середнє значення цього показника становить 0,35, що, за відповідною класифікацією [11,12], дозволяє віднести її до *середньовідкритих*.

Форма озерної улоговини є одним з найважливіших морфометричних показників, оскільки визначає протікання динамічних процесів в озері, таких як перемішування та нагрівання. Крім того, форма і розміри озерної улоговини

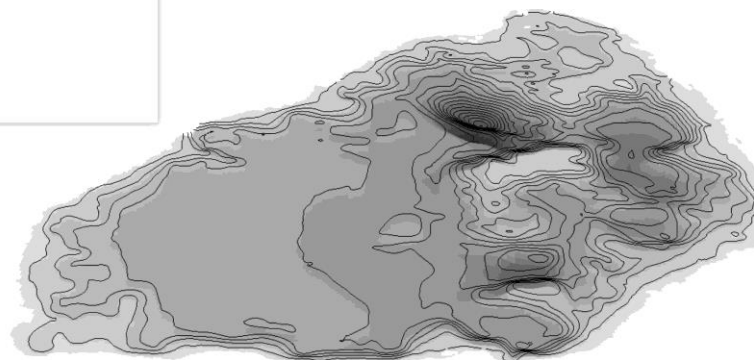
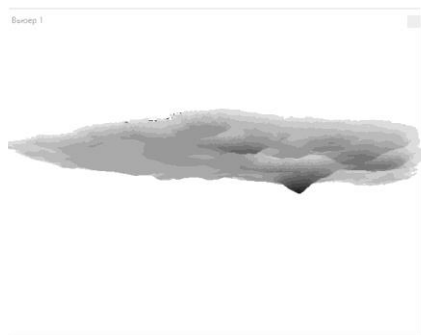
безпосередньо пов'язані з встановленням тривалості льодоставу. Тобто, чим більший розмір озерної улоговини, тим, відповідно, більший об'єм водної маси, який довше охолоджується восени або навпаки довше прогрівається весною.

Показник ємності озерної улоговини визначається як відношення середньої глибини озера до максимальної і дозволяє зіставити улоговину озера з тілами обертання. Для циліндра це відношення дорівнює 1, для параболоїда – 0,5, для напівеліпсоїда – 0,66, а для конусу – 0,33. Проте, існує ще одна форма, увігнутий конус, відповідно до якої $C < 0.33$ [14].

Для оз. Пулемецьке показник ємності озерної улоговини становить 0,22, що відповідає формі – увігнутий конус (за E. Bajkiewicz, A. Magnuczewski, Z. Mikulski, 1993). Таку ж саму форму озерної улоговини, відповідно до класифікації, але більш виражену, має і оз. Світязь, з показником ємності 0,12 (рис.2) [14].

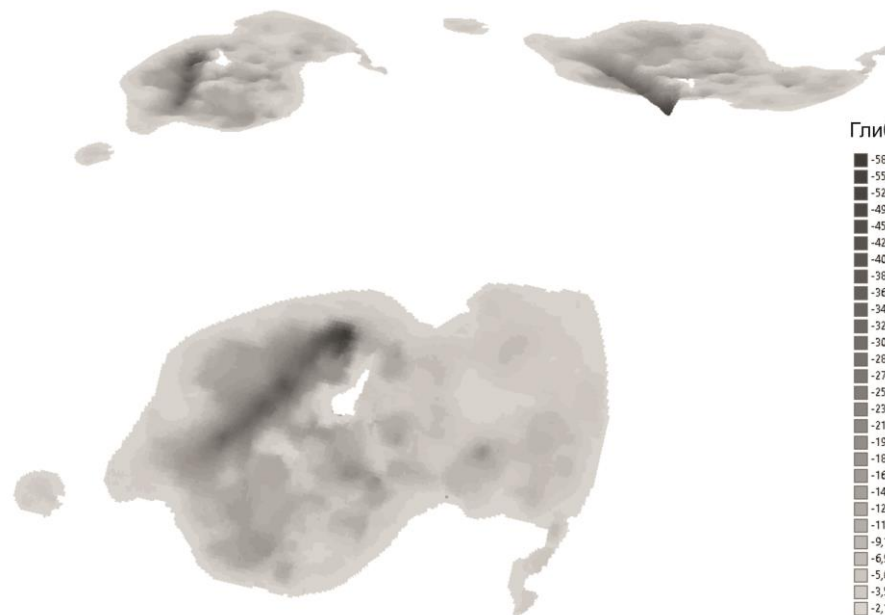
Проте, під час аналізу улоговин озер слід враховувати не тільки їх форму, але й рельєф дна. Так, улоговина може представляти собою або одну просту впадину, або складну, що містить декілька заглиблень.

Озеро Пулемецьке

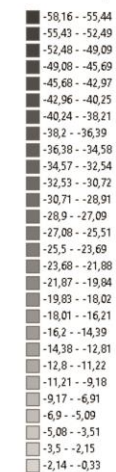


а)

Озеро Світязь



Глибина, м



б)

Рисунок 2. Рельєф дна та форма озерних улоговин: а) озеро Пулемецьке, б) озеро Світязь

БАТИМЕТРИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ. РЕЛЬЄФ ДНА ОЗЕРА

Важливими вимогами до процесу вимірювання глибин є відносно висока точність і мала просторова дискретність, а також просторова прив'язка вимірів. Особливості рельєфу дна формують також певні вимоги до прокладання маршрутів вимірювань.

Підготовчий етап батиметричної зйомки полягав у вивченні вихідних матеріалів, а саме, карт та даних супутникових зображень. З використанням геоінформаційної системи біорезервату «Шацький» [15, 16] визначено мережу точок спостережень та галсів. Відстань між повздовжніми та поперечними галсами визначалась відповідно до поставленої задачі: дискретність по довготі ≈ 200 м (рис.3). Обрана просторова дискретність вимірювань урахувала відносно малу швидкодію навігатора, а саме: для фіксування даних сонара і GPS-приймача з дискретністю 1 м швидкість пересування не перевищувала 4,5 км/год.

З сучасним рельєфом дна улоговин озер безпосередньо пов'язане нагромадження різноманітних донних відкладів, які механічно принесені в озеро або змиті з берегів (глина, пісок, гравій, перевідкладений торф і вапнякові відклади). Органогенні відклади представлені сапропелями і торфом.

Дно озера Пулемецьке піщане, рівне, має дві довгасті западини, між яким розміщений підводний пагорб, що відображений на рисунку 4, Профіль 1.

За даними літературних джерел, Пулемецьке озеро має великі запаси сапропелю і торфо-сапропелю. Тут вони оцінюються в 37 млн. м³. Проте в межах поточних вимірювань, оцінку донних відкладів озера не проводилось.

Аналіз карти глибин оз. Пулемецьке (рис.5), створеної за результатами батиметричних вимірювань та ГІС моделювання свідчить про те, що західна та південно-західна частина озера має вигляд практично «плоскої тарілки» з максимальною глибиною до 5,0 м. Найбільші западини спостерігаються у східній та північно-східній частині озера.

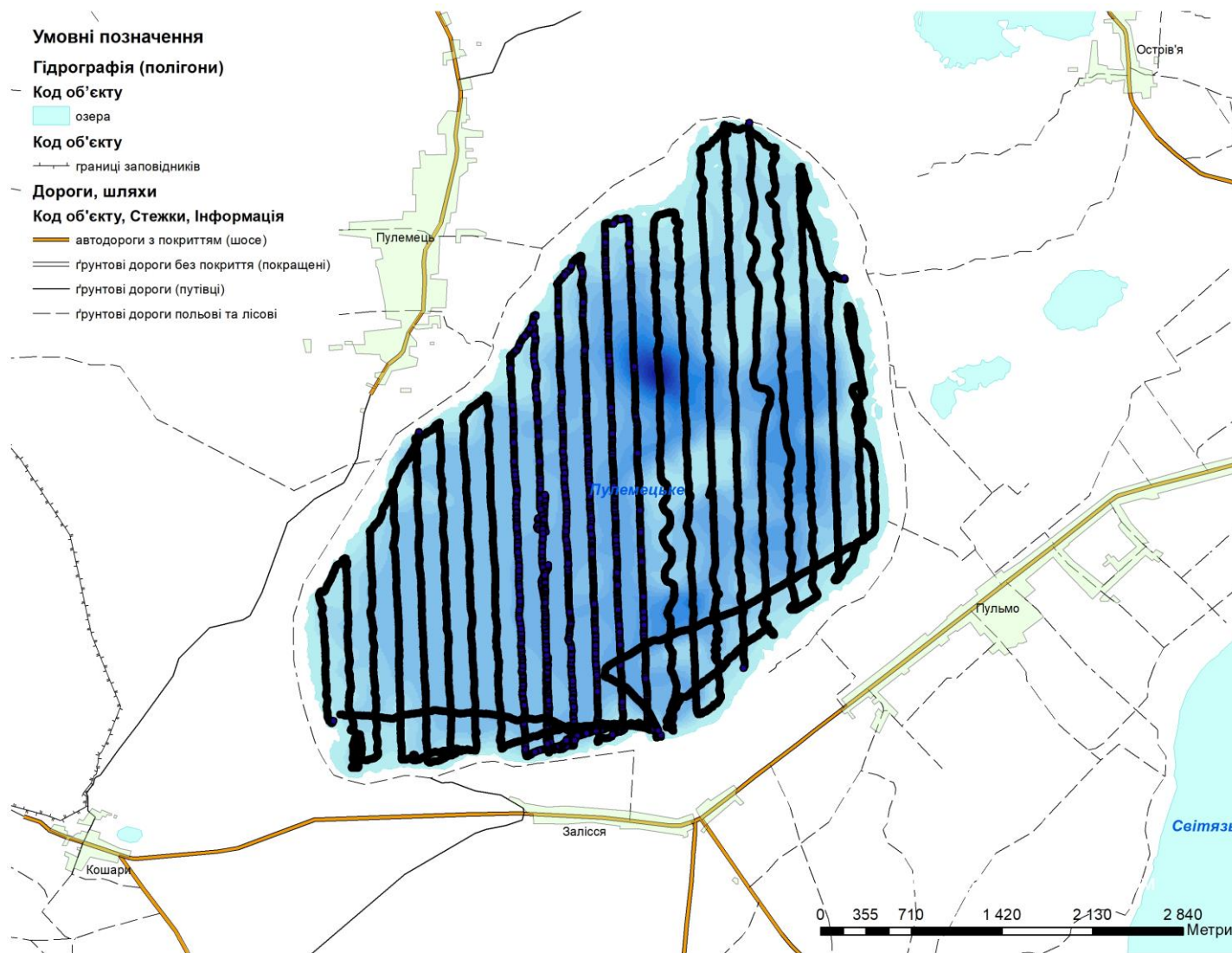


Рисунок 3. Площа батиметричної зйомки озера Пулемецьке

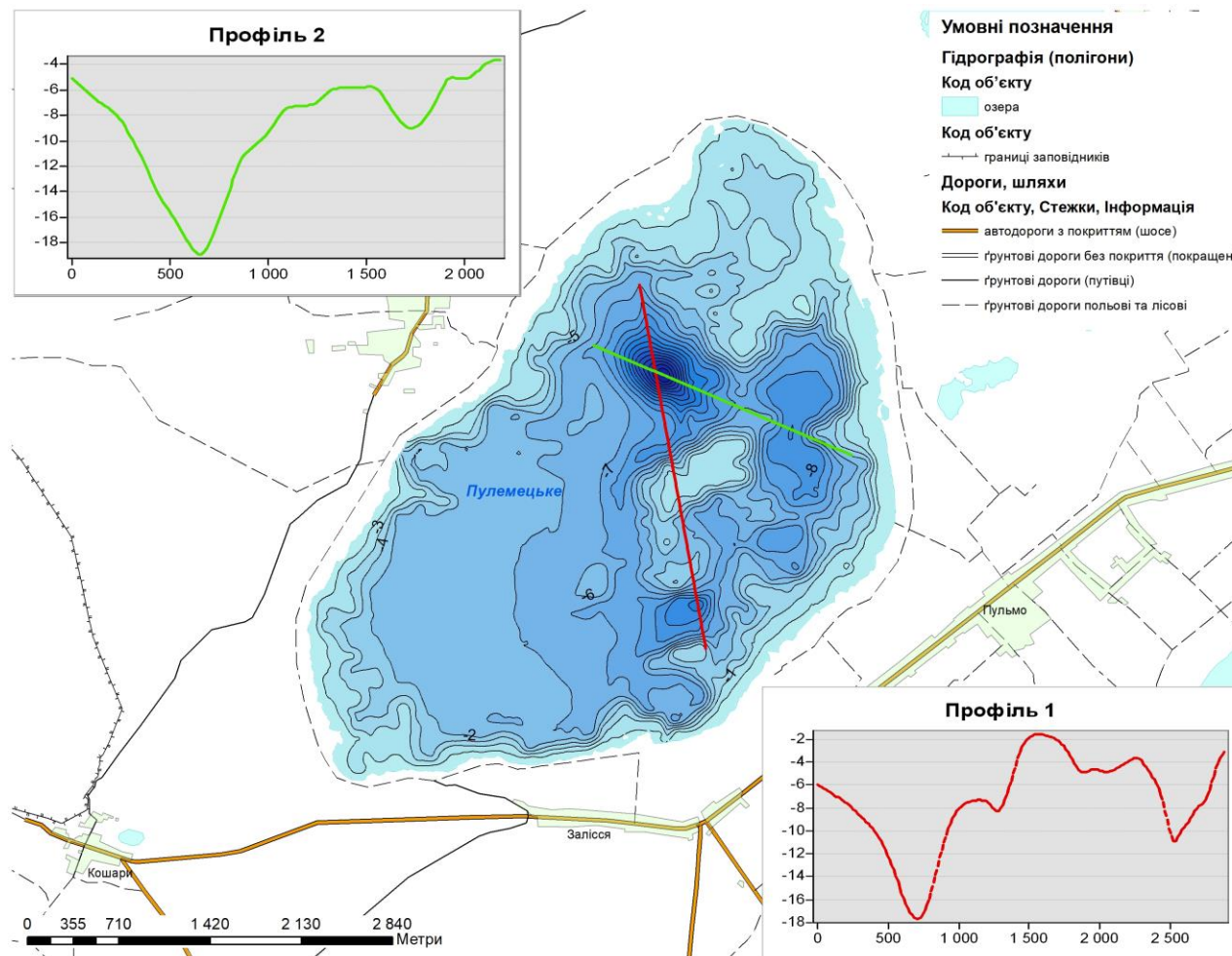


Рисунок 4. Профілі вздовж найглибших западин оз. Пулемецьке: *профіль 1 проходить вздовж западин з глибинами -19,2м та -10,9м, профіль 2 – вздовж западин з глибинами -19,2м та -9,0м*

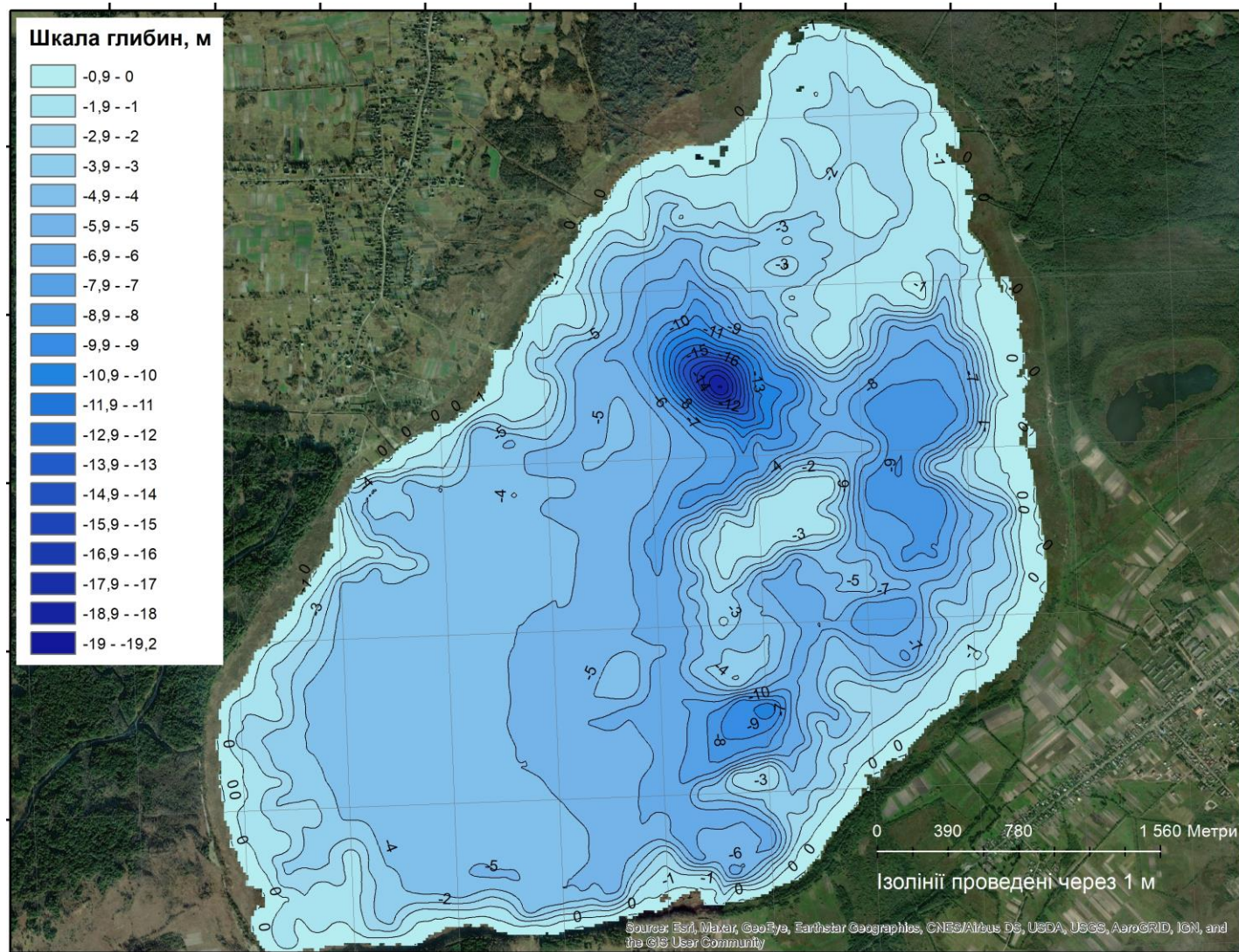


Рисунок 5. Карта глибин оз. Пулемецьке (станом на 26.09.2022 р.)

Найбільша зафіксована глибина станом на 25.09.2022 р – -19,2 м, що відповідає даним, зазначеним у Літописі Шацького національного природного парку [10]. Інші западини мають відмітки глибин від -7,0 м до -10,0 м.

За результатами проведених батиметричних вимірювань з використанням розрахованих морфометричних характеристик озера Пулемецьке проведено розрахунки об'єму водної маси, побудовані батиграфічні та об'ємні криві.

Визначення об'єму води в озері проводилось з використанням створеної карти ізобат, користуючись «методом призм». Якщо площі обмежені ізобатами становлять f_1, f_2, f_3, f_n , а вертикальні відстані між площинами ізобат становлять h_1, h_2, h_3, \dots , то об'єм озера (V) буде розрахований за формулою:

$$V = h_1(f_1 + f_2)/2 + h_2(f_2 + f_3)/2 + \dots + h_{n-2}(f_{n-2} + f_{n-1})/2 + h_{n-1}(f_{n-1} + f_n)/2 \quad (1)$$

Одним з визначальних показників під час розрахунку об'єму водної маси у водоймі є її площа. За останні десятиліття, окрім звичайних сезонних коливань рівнів води, внаслідок інтенсифікації впливу різних природних та антропогенних чинників, можуть відбуватись зміни, як у площі водойм, так і, відповідно, у об'ємах їх водної маси. Для території Шацького поозер'я, найбільші такі зміни спостерігались для оз. Світязь (табл.3).

Таблиця 3

Об'єм водної маси (*розрахункові дані)

| Об'єм водної маси, млн.м.куб. | 2013 р. | 2019 р. | 2021 р. | Дані з Інтернет ресурсів |
|----------------------------------|---------|---------|---------|--------------------------------|
| Світязь | 170,08 | 169,01 | 169,67 | 180,8 |

Для оз. Пулемецьке, відповідно до різних Інтернет ресурсів, значення об'єму водної маси озера коливається від 0,064 км³ до 0,072 км³.

Відповідно до проведених розрахунків, станом на 26.09.2022, об'єм водної маси озера становить $0,061 \text{ км}^3$, що відповідає площі водного дзеркала $14,5 \text{ км}^2$. Тобто, для даного озера не спостерігається різких змін у площі водного дзеркала.

Для більшості озер, які мають конусоподібні або параболоїдні форми улоговин прослідковується однакова тенденція: із збільшенням глибини озера зменшується об'єм водної маси. Аналіз батиграфічної (рис.6) та об'ємної (рис.7) кривих показує, що для оз. Пулемецьке таку тенденцію можемо спостерігати починаючи від відмітки глибини у $-6,0 \text{ м}$.

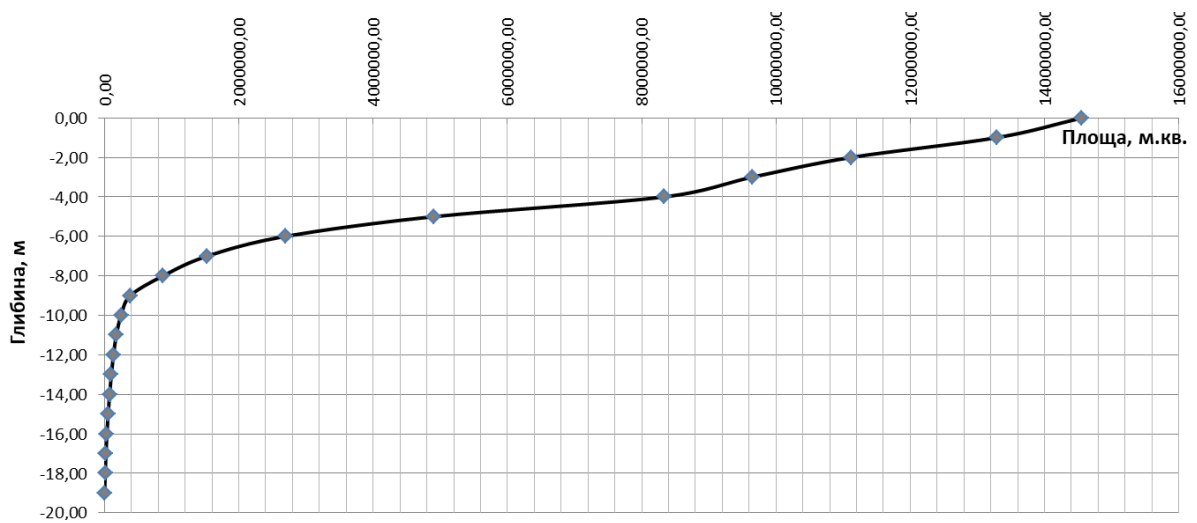


Рисунок 6. Батиграфічна крива оз. Пулемецьке
(Залежність площі озера від глибини)

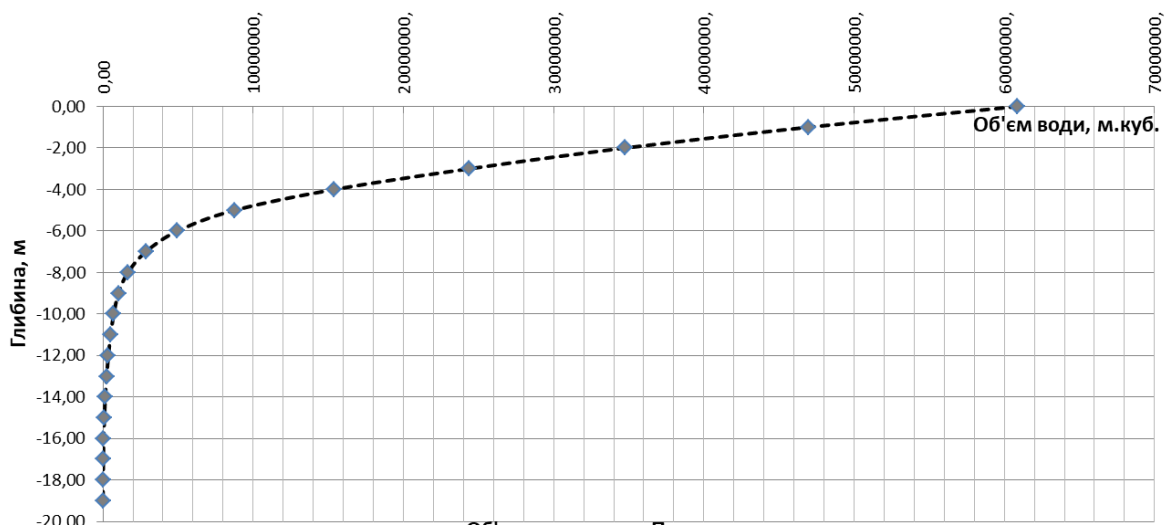


Рисунок 7. Об'ємна крива оз. Пулемецьке
(Залежність об'єму водної маси від глибини)

Максимальна площа ізобати фіксується відміткою 1 м і складає 13285123,27м², найменшу площу, займає площа ізобати, що фіксується відміткою 19 м і складає 150,34 м² (рис. 6).

ДИСТАНЦІЙНИЙ МОНІТОРИНГ ЗМІНИ РІВНЯ ОБВОДНЕННЯ ОЗЕРА

Для аналізу рівня обводнення та зміни урізу води оз. Пулемецьке було використано 11 космічних знімків з супутника Sentinel-2 з просторовою розрізненістю 10 м (канали Red, Green, Blue та NIR). Для виділення водного дзеркала озера було розраховано індекс NDWI (*Normalized Difference Water Index*) за формулою $NDWI = X_{green} - X_{nir} / X_{green} + X_{nir}$, де X_{green}, X_{nir} - коефіцієнти поглинання 3-го і 8-го каналів супутника Sentinel-2. Водні об'єкти приймають значення даного індексу ≥ 0 .

За результатами розрахунків виділено полігони водного дзеркала озера за сезонами у різні роки та обчислено їхню площу (табл. 4). Створені у комбінації «природні кольори» космічні знімки та виділені на них межі водного дзеркала озера представлені на рисунку 8.

Таблиця 4

Площі водного дзеркала оз. Пулемецьке (в га) у 2015-2021 рр.

| | Посушливі роки | | Вологі роки | |
|-------|----------------|---------|-------------|---------|
| | 2015 | 2019 | 2017 | 2021 |
| Весна | – | 1460,31 | 1462,35 | 1456,88 |
| Літо | 1419,35 | 1407,67 | 1416,65 | 1408,3 |
| Осінь | 1421,62 | 1429,8 | 1466,0 | 1455,4 |

Одним із найвагоміших чинників зміни площі водного дзеркала озера за сезонами та роками є кліматична складова, а саме кількість опадів і температура повітря (табл. 5), оскільки для оз. Пулемецьке основним джерелом живлення є атмосферні опади.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 8. Межі водного дзеркала озера Пулемецьке у посушливі роки: а) 2015 р., б) 2019 р.; у вологі роки: в) 2017 р., г) 2021 р.

Кліматичні коливання та досить суттєві метеорологічні відмінності років, в які здійснювався аналіз, зумовили їх поділ на дві групи – посушливі та вологі. У посушливі роки, коли кількість опадів суттєво менша, а температура повітря дещо вища, чітко простежується тенденція до зменшення площі водного дзеркала. При цьому, за достатньої кількості опадів восени, рівень води в озері зростає, а його площа збільшується – при

152 мм опадів восени 2019 р. площа збільшилась на 22,1 га. При незначних опадах (наприклад, навесні 2019 р. – лише 44 мм) площа водного дзеркала суттєво зменшилась - на 52,6 га.

Таблиця 5

Кількість опадів у мм за даними метеостанції «Світязь» у 2015-2021 рр.

| | Посушливі роки | | Вологі роки | |
|---------------------------------------|-----------------|-------|-------------|-------|
| | 2015 | 2019 | 2017 | 2021 |
| Весна | 133,1 | 44,2 | 159,4 | 85,2 |
| Літо | 66,8 | 111,1 | 168,4 | 321,7 |
| Осінь | 89,5 (вересень) | 152,1 | 241,5 | 192 |
| Середньорічна температура повітря, °С | 9,9 | 10,4 | 9 | 8,5 |

У вологі роки коливання рівня води в озері також є суттєвим, але при достатній кількості опадів він швидко повертається до середньорічних показників, а також не спостерігається суттєвої різниці у весняний та осінній період.

ВИСНОВКИ

Таким чином, проведений аналіз результатів батиметричної зйомки озера Пулемецьке та оцінка морфометричних характеристик озера дозволяють зробити наступні висновки:

1. Розраховані морфометричні характеристики озера, а саме: площа водного дзеркала ($F_0 = 14,4 \text{ км}^2$), довжина ($L = 6,03 \text{ км}$), максимальна ($B_{\max}, \text{ км}$) та середня ширина ($B_{\text{avr}} = 2,38 \text{ км}$) озера, коефіцієнти відносної довжини ($K_{\text{в.довж.}} = 2,53$) та розвитку берегової лінії ($K_{\text{звив}} = 0,45$), показники відкритості (0,35) та ємності (0,22) улоговини озера та їх порівняння з даними із загальнодоступних джерел, свідчать про відсутність суттєвих змін цих параметрів озера станом на вересень 2022 року.
2. За результатами батиметричних вимірювань встановлено, що західна та південно-західна частина озера має вигляд практично «плоскої тарілки» з максимальною глибиною до 5,0 м. Найбільші западини спостерігаються у

східній та північно-східній частині озера. Найбільша зафіксована глибина станом на 25.09.2022 р – -19,2 м, що відповідає даним, зазначеним у Літописі Шацького національного природного парку. Середня глибина озера становить ($H_{avr} = 4,18\text{м}$). Інші западини мають відмітки глибин від -7,0 м до -10,0 м.

3. За результатами порівняльного аналізу зміни площі водного дзеркала озера Пулемецьке у посушливий (2015, 2019 рр.) та вологий (2017, 2021 рр.) періоди встановлено, що у посушливі роки, коли кількість опадів суттєво менша, а температура повітря дещо вища, чітко простежується тенденція до зменшення площі водного дзеркала. При цьому, за достатньої кількості опадів восени, рівень води в озері зростає, а його площа збільшується – при 152 мм опадів восени 2019 р. площа збільшилась на 22,1 га. При незначних опадах (наприклад, навесні 2019 р. – лише 44 мм) площа водного дзеркала суттєво зменшилась - на 52,6 га. Відсутність чітких візуальних змін берегової лінії оз. Пулемецьке у посушливі періоди, наприклад, у порівнянні з оз. Світязь (період 2018-2019 рр.), пов'язане із тим, що площа саме мілководної частини оз. Світязь є набагато більшою, а ніж площа мілководдя оз. Пулемецьке та інших озер парку. Тому, у періоди критичних коливань параметрів атмосферної циркуляції (різкого зменшення кількості опадів та підвищення температури повітря), найперші візуальні зміни будуть спостерігатись саме для оз. Світязь.

ПЕРЕЛІК ЦИТОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Тутковский П. А. Полесские «окна». - Землеведение, Кн. 4. - 1899. - С. 29-82.
2. Тутковский П. А. Конечные морены, валунные полосы и озера в Южном Полесье // Зап. Киев. об-ва естествоиспыт. - 1901.- Т. 17. - Вып. 2. - С. 353-460.
3. Lenzewicz St. Miedzyrzecze Bugu i Prypeci. Wody plynace i jeziora // Przegląd geogr., - 1931. - Т. 11. - S. 5-28.
4. Rühle E. Jeziora krasowe zachodniej części Polesia Wołyńskiego // Rocznik Wołyński. - 1935, 4: 210-241.

5. Якушко О. Ф., Калечиц В. А. Типы озерных котловин Белорусского поозерья // История озер Северо-Запада. - Л., 1967. - С. 310-314.
6. Якушко О. Ф., Жуховицкая А. Л., Еловичева Я. К. и др. Полесский озерный пояс Восточно-Европейской равнины // История озер Европейской равнины. - СПб.: Наука, 1992. - С. 183-194.
7. Проць-Кравчук Г. Л. З історії дослідження Шацьких озер // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геог. - 1978. - С. 37-42.
8. Карпенко Н. І. Типізація озерних улоговин Шацького поозер'я // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра. - Луцьк, 1998. - С. 95-96.
9. Ільїн Л. В., Мольчак Я. О. Озера Волині. - Луцьк: Надстир'я, 2000. - 138 с.
10. Літопис природи Шацького національного природного парку за 2020 рік. Книга 33. – Світязь, 2021. – 155
11. Ільїн Л. В. Лімнок комплекси Українського Полісся. У 2-х 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.
12. Ільїн Л. В. Особливості озерних улоговин Українського Полісся та їхній зв'язок з лімнічними особливостями / Л. В. Ільїн, Т. Л. Лавренюк // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : зб. наук. пр. – К., 2002. – Т. 3. – С. 115–119.
13. Якушко О. Ф. Принципы выделения и классификации аквальных ландшафтов /О. Ф. Якушко // Вестник Белорусского университета. – Серия 2.– 1986.– No 1.– С. 53–58.
14. Wajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z. Hydrologia ogólna. - Warszawa : Wyd. Nauk. PWN, 2006. - 339 s.
15. Геоінформаційна складова інформаційно-аналітичної системи управління розвитком біосферного резервату «Шацький» / О.В. Альохіна та ін. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. 2015. №12. С. 25–32.
16. А.с. База даних «База геоданих цифрової моделі місцевості біосферного резервату «Шацький» («БГД ЦММ БР «Шацький») [Текст] / В.В. Кошовий, О.В. Альохіна, Д.В. Івченко, Н.А. Піць, М.М. Корусь. – № 103760. Дата реєстрації 05.04.2021 р.