

УДК 556.55:502/504(477.82)

DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.4.04>

**Василь Фесюк**

доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
fesyuk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3954-9917>

**Лариса Чижевська**

кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
geolora@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6705-3460>

**Сергій Полянський**

кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки  
polianskyi.serhiy@vnu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8666-7695>

**Ірина Мороз**

кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій та хімії,  
Луцький національний технічний університет  
moroz.iryana1@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9167-4876>

**Юлія Познанська**

магістрант кафедри фізичної географії,  
Волинський національний університет імені Лесі Українки

**ОЗЕРО КРИМНЕ: ПРИРОДНІ ОСОБЛИВОСТІ,  
СУЧАСНИЙ ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН,  
ЗАХОДИ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНИ**

**Анотація.** Стаття присвячена дослідженню природних особливостей, сучасного гідроекологічного стану, розробки заходів раціонального використання озера Кримне, що входить до групи Шацьких озер. За результатами аналізу природних умов водозбору, особливостей його господарського освоєння, забруднення води та евтрофікації озера оцінено сучасний гідроекологічний стан озера Кримне. Запропоновано заходи раціонального використання та охорони озера: створення буферних зон, дотримання режиму прибережних захисних смуг, модернізація системи водопостачання, каналізації та очищення стічних вод населених пунктів та рекреаційних баз, ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ, гідроекологічний моніторинг.

**Ключові слова:** озеро, лімносистема, гідроекологічний стан озера, евтрофікація, заходи поліпшення гідроекологічного стану.

**Fesiuk Vasyly, Chyzhevska Larysa, Polianskyi Serhii, Moroz Iryna, Poznanska Yulia. KRYMNE LAKE: NATURAL FEATURES, CURRENT HYDROECOLOGICAL STATE, MEASURES OF RATIONAL USE AND PROTECTION**

**Abstract.** The purpose of the article is to develop measures to improve the hydroecological state of Lake Krymne for its rational use and protection.

The methodological basis of the research is the works of ukrainian and foreign scientists in the field of limnology and limnoecology. The methodology of the work involved a combination of the following stages: collection and analysis of materials, use of remote sensing, field studies of the watershed and coast, assessment of water quality, analysis and generalization of results.

The scientific novelty of the article is to assess the degree of anthropogenic transformation of the Krymne Lake watershed, to study its hydroecological state, lake water pollution, and to develop measures for the rational use and protection of the lake.

Conclusions. The anthropogenic impact on the lake's limnosystem is relatively small. The structure of land within the watershed is dominated by forests, marshes, and a small share of agricultural land and rural settlements. The ionic and saline composition of water is mainly influenced by natural factors, such as lithology and soils in the catchment. The anthropogenic component is low. Concentrations of organic substances (nitrogen and phosphorus) are increasing in the lake water, which indicates its gradual eutrophication.

The hydro-ecological condition of Lake Krymne is currently satisfactory, but tends to progressively eutrophicate. This requires the development and implementation of environmental protection measures. They should include: creation of buffer zones, observance of the coastal protection zones regime, modernization of the water supply, sewage and wastewater treatment systems of settlements, elimination of illegal landfills, hydroecological monitoring, bioremediation, and an information and education campaign among local residents.

**Key words:** lake, limnosystem, hydroecological state of the lake, eutrophication, measures to improve the hydroecological state.

**Актуальність теми дослідження.** Озера – це не лише водні ресурси, об'єкти природного спадку, але й аквальні системи, населені різноманітними організмами. Важливо постійно відслідковувати та зберігати їх добрий екологічний стан для охорони біорізноманіття та забезпечення екологічного балансу.

Одним із таких озер є Кримне, що входить до складу Шацького національного природного парку. Воно є цікавим і самобутнім представником Шацької групи озер.

Багато водойм, як в Україні, так і по всьому світу, стикаються з проблемами забруднення, евтрофікації та іншими антропогенними змінами, які можуть призвести до деградації екосистем. Дослідження стану цих водойм допомагає розробляти ефективні стратегії їх управління та охорони. Охорона і раціональне використання озер має важливе значення для збереження природної різноманітності та забезпечення здорового стану довкілля.

**Стан вивчення питання з аналізом основних праць.** Гідроекологічний стан Шацьких озер, зокрема озера Кримне, детально вивчався у багатьох наукових працях. Монографії Л. В. Ільїна [3], Л. В. Ільїна та Я. О. Мольчака [4] присвячені ґрунтовному дослідженню озер Волинської області, включно із Шацькими озерами. Окремі аспекти гідроекологічного стану Шацьких озер розглянуто у монографіях про поверхневі води Волині за редакцією Я. О. Мольчака [12] та про сталий еколого-безпечний розвиток регіону за редакцією В. О. Фесюка [18].

Робота О. М. Арсана із співавторами фокусується на еколого-токсикологічних дослідженнях вмісту органічних токсикантів у воді озер Шацького НПП [1]. Статті різних авторів аналізують динаміку рівнів води, морфометрію, гідрохімію та зміни гідроморфологічних параметрів Шацьких озер з плином часу. Ґрунтовний аналіз гідрохімічних досліджень озера Кримне представлено у статті Ю. М. Ситника із співавторами [17]. Сапропелі озер Волині вивчалися у монографії М. Й. Шевчука [19] та статті Д. І. Каліновського, Л. В. Ільїна [6]. Атрактивність озерних комплексів Шацького НПП проаналізовано Л. В. Ільїним, Н. В. Гринасюк в роботі [5], а природно-ресурсний потенціал парку – у монографії С. І. Кукурудзи [11], статті С. В. Полянського [13]. Природно-заповідний фонд та екомережі регіону детально висвітлено у монографіях З. К. Карпюк, В. О. Фесюка [7; 8]. В статті Т. Ю. Корлятовича із співавторами [10] проаналізована динаміка рівнів води Шацьких озер.

Окремі роботи присвячені трансформації водойм Шацького поозер'я, антропогенному навантаженню на природні комплекси парку [14], екологічній оцінці евтрофікації його озер [9], загрозам антропогенного впливу на ландшафтне та біорізноманіття [15]. Проте саме питання гідроекологічного стану оз. Кримне в наукових публікаціях висвітлене недостатньо.

**Мета та завдання дослідження.** Метою статті є розробка заходів покращення гідроекологічного стану озера Кримне для його раціонального використання та охорони. Для досягнення мети виконані завдання: досліджено природні умови, антропогенну трансформованість водо-

збору, гідрологічні та морфометричні особливості озера Кримне, гідроекологічний стан озера, якість води, евтрофікованість водойми, запропоновано заходи раціонального використання та охорони озера.

**Методи та матеріали дослідження.** В роботі використано програмні матеріали Регіонального офісу водних ресурсів у Волинській області, Шацької територіальної громади та Шацького національного природного парку, фахові наукові видання, матеріали конференцій, електронні картографічні сервіси (GoogleMap, OpenStreetMap), супутникові знімки (Sentinel-2).

Для всебічного вивчення гідроекологічного стану озера було застосовано комплексний підхід, що охоплював різноманітні методи досліджень. Зокрема, використовувалися: польові дослідження, морфометричні вимірювання, визначення складу і властивостей води, вивчення стоку, картографічні методи (електронна картографія, геоінформаційні системи), дистанційне зондування Землі для визначення морфометричних параметрів, обсягів господарської діяльності у межах водозбору, оцінки рівня евтрофікації водойми, аналіз літературних та архівних даних щодо досліджуваного озера та природи Шацького НПП, математичне моделювання для прогнозування стану озера залежно від впливу різних антропогенних чинників.

**Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів.** Озеро Кримне знаходиться на півночі Шацької селищної територіальної громади. За 1,6 км на південь від озера знаходиться с. Мельники. Відстань до державного кордону з Республікою Білорусь – 0,8 км. Озеро оточене лісом та болотами. Площа його становить 145 га, довжина берегової лінії – 6,3 км, ширина – 0,72 км, довжина – 2 км, об’єм – 3,23 млн. м<sup>3</sup>, глибина максимальна – 6 м, середня – 2,15 м [4].

Озеро має карстове походження. Воно сполучене каналом з верхів’ям р. Рита. Колись ця річка витікала прямо з озера. Але внаслідок масштабних меліоративних робіт гідрографічна мережа зазнала змін. Улоговина складної, витягнутої форми, складається із кількох карстових лійок. Береги низькі, місцями заболочені. Живлення озера переважно поверхневе. Дно піщане. Кримне займає VI місце за площею і IV за глибиною серед усіх озер Шацького НПП [12].

Форму озерної улоговини характеризує коефіцієнт глибинності, тобто відношення середньої глибини до максимальної. Для Кримного він становить 0,358. Для інших озер Волинської області характерні такі форми улоговин: конічна ( $K_{гн} < 0,33$ ), параболічна (0,33–0,50), напівеліптична (0,50–0,66); циліндрична ( $K_{гн} > 0,66$ ). Тип улоговини оз. Кримне – параболічна, близька до конічної [14].

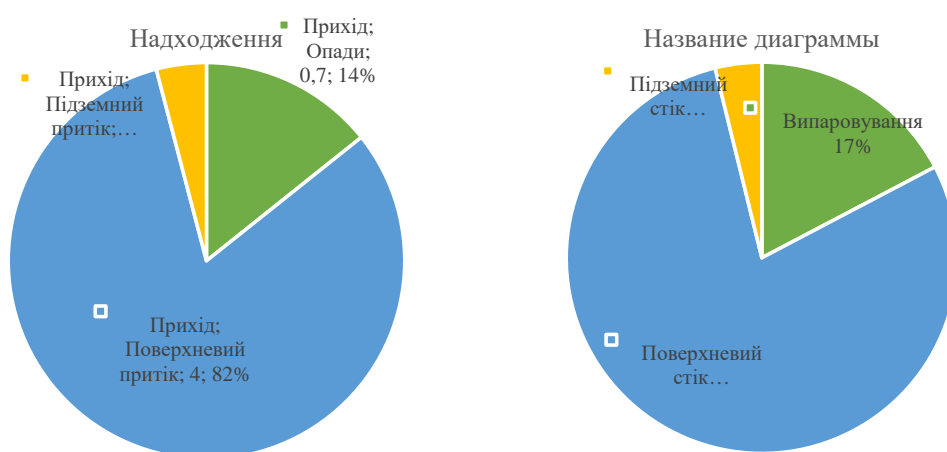


Рис. 1. Гідрологічний баланс озера [13]

В приходній частині гідрологічного балансу озера на поверхневий притік припадає 82%, опади – 14%, підземний притік – 4%. Приблизно така ж структура і витратної частини: 79%,

4%, 17% відповідно. Між озерами Шацького поозер'я існує гідравлічний зв'язок, їх рівні частково зарегульовані. Наприклад, каналами з'єднані озера Світязь і Луки, Луки і Перемут, Світязь і Линовець, Чорне Велике – Люцимир – Кругле – Довге – Плотиччя – Кримне, Пулемецьке і Острів'янське.

Такі особливості формування гідрологічного балансу зумовлюють досить високі темпи водообміну в озері. Для озера Кримне час повного водообміну становить лише 1,1 року, що найменше серед усіх Шацьких озер [14].

Площа водозбору озера становить 1159 га. Тобто площа водозбору всього в 8 разів більша, ніж площа озера. Така ситуація типова для карстових озер.

За багаторічний період гідрологічних спостережень середній рівень води в озері становив 161,36 м, найвищий – 162,98 м, а найнижчий – 160,65 м, амплітуда коливання рівня – 1,48 м. Для порівняння: для оз. Луки – 2,04 м, для оз. Світязь – 0,9 м [3].

За останнє століття морфолого-морфометричні та водно-стокові параметри озер Західного Полісся дещо змінилися [20–22]. Л. В. Ільїном та О. В. Ільїною в роботі [22] досліджена динаміка гідроморфологічних параметрів озер Шацького національного природного парку і встановлено, що у 2021 р. порівняно із 1933 р. площа оз. Кримне зменшилась із 149,7 га до 137,5 га (12,2%), а об'єм озера зменшився на 1,157 млн. м<sup>3</sup> (35,85%). Такі зміни зумовлені масштабною осушувальною меліорацією на Поліссі.

Найбільш ґрунтовний аналіз складу води озера Кримне проведено в статті Ю. М. Ситника, П. Г. Шищенка, О. В. Ільїної, Н. В. Хомік «Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: озеро Кримне» [17]. За їх даними, перші гідрохімічні дослідження в межах ШНПП датуються 1948 р. Згодом такі дослідження проведено науковцями Інституту гідробіології НАН України в 1975 р. За їх результатами виявлено, що концентрація іонів амонію була 1,2 мг/дм<sup>3</sup>, перманганатна і біхроматна окисності становили відповідно 18,9 і 75,9 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, кольоровість води – 45–55°, БСК<sub>5</sub> – 0,3 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Це зумовлено наявністю у воді значних концентрацій гумінових речовин. Під час наступних досліджень (1988 р.) виявлено дефіцит кисню у воді озера та підвищений вміст заліза [17].

Протягом 1996–97 рр. здійснювались комплексні гідроекологічні дослідження оз. Кримне, які встановили, що мінералізація води озера гідрокарбонатно-кальцієва, вміст хлоридів підвищений через використання добрив та побутові стоки. В 2000-х рр. спостереження мали епізодичний характер. Останні дослідження хімічного складу води оз. Кримне проведені у 2010 р. [17].

Аналіз вмісту забруднюючих речовин у воді озера показує, що вміст іонів амонію за максимальними значеннями в 2003 р. досягав 3,15 мг/дм<sup>3</sup>. Вміст нітритів теж епізодичне перевищував ГДК за максимальними значеннями в 1,2 рази. За вмістом заліза загального та сухим залишком перевищень не зафіксовано. Концентрація фосфатів в 2003 р. перевищувала ГДК в 1,7 рази, а нітратів – на 72,5%. Перманганатна окисність постійно перевищувала встановлені нормативи, що пояснюється наявністю у воді значної кількості гумінових речовин. БСК не перевищувало встановлених нормативів, проте було досить високим, що зумовлено значним вмістом у воді органічних сполук [17].

Іонно-сольовий склад води оз. Кримне формується, головним чином, фізико-географічними чинниками і залежить від літології та ґрунтів водозбірної площі. Також впливають особливості водозбірної площі, будова озерної улоговини, температурний, газовий режими, інтенсивність біологічних процесів. Зростає концентрація органічних речовин, сполук азоту та фосфору у воді озера, окисність та біологічне споживання кисню. Найбільшою мірою, впливає стік з селитебних територій та сільськогосподарських полів. Забруднені органікою стоки потрапляють в озеро та погіршують якість води. Ймовірно, що після 2010 р. тенденція збережеться і посилиться внаслідок зміни клімату.



Рис. 2. Використання прибережної захисної смуги озера за [Google Earth]

Для водозбору озера характерний не дуже високий ступінь антропогенної трансформації (рис. 2). В західній та східній частинах водозбору переважають ліси, на півночі і північному сході – заболочені луки, на південному заході і південному сході – сільськогосподарські угіддя.

Проте порушується режим прибережних захисних смуг навколо озера. Згідно ст. 60 Водного кодексу України прибережні захисні смуги встановлюються навколо озер уздовж урізу води (у меженний період) з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності шириною 100 м [2].

Згідно ст. 61 визначає, що прибережні захисні смуги є природоохоронною територією з режимом обмеженої господарської діяльності, в межах яких забороняється розорювання земель (крім підготовки ґрунту для залуження і залісення), а також садівництво та городництво [2].

Землі в межах прибережної захисної смуги розпайовані, на західному, південному та південно-східному берегах озера розорюються і використовуються в сільськогосподарському виробництві. На цих угіддях вносяться добрива і отрутохімікати, які можуть змиватися в озеро.

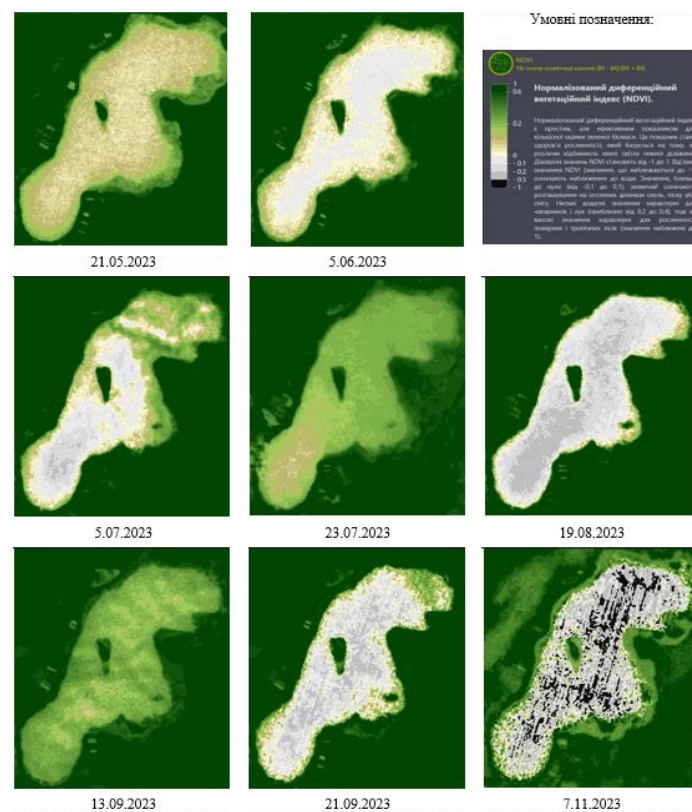
За межами прибережної захисної смуги за 1 км на південь від озера знаходиться звалище твердих побутових відходів с. Мельники. В селі відсутні централізоване водопостачання і каналізація, не організований належним чином збір і утилізація твердих побутових відходів, утворюються стихійні сміттєзвалища. Забруднюючі речовини можуть потрапляти в озеро і погіршувати якість води. Також збільшується кількість рекреаційних баз, які теж не обладнані центральною каналізацією. З часом цю проблему може виправити реалізація міжнародного проекту що передбачає: будівництво каналізаційної мережі у західній частині смт Шацьк, с. Гаївка, с. Мельники та каналізаційних очисних споруд в Шацьку за Програмою транскордонного співробітництва Польща-Білорусь-Україна 2014-20 рр.

Для оцінки евтрофікації озера використано методи дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), зокрема, індекс NDVI. Вже на початку літнього сезону (третья декада травня) 2023 р. для поверхні води характерні значення індексу більше 0,15, а для прибережної смуги макрофітів – ще вищі (0,3–0,4), що свідчить про інтенсивну евтрофікацію (рис. 3).

Від початку червня темп розвитку евтрофікації трохи сповільнюється, в найглибшій частині озер значення індексу зменшуються до 0,1, а в прибережній мілководній частині значення індексу лишаються досить високими (0,15–0,2).

На початку липня інтенсивність евтрофікації знов зростає. В південній частині озера NDVI зменшуються до 0, вода трохи очищується від водоростей. У північній і східній частинах евтрофікації зростає, NDVI – 0,3–0,4 і більше.

В липні темпи евтрофікації зростають і в кінці місяця вся поверхня озера характеризується значеннями індексу NDVI в інтервалі 0,3–0,4.



**Рис. 3.** Розподіл індексу NDVI для озера Кримне протягом 2023 р. за даними онлайн-сервісу *sentinel-hub.com* (дати під фрагментами знімків)

В першій половині серпня евтрофікаційний підцикл виходить на пік, згодом інтенсивність евтрофікації повільно зменшується, NDVI знижується до  $-0,2$ , вода частково очищується водоростей. Але температура повітря та води ще досить висока. Дощі змивають з полів органіку, залишки мінеральних добрив. Біогенні речовини потрапляють в озеро і розпочинається новий підцикл евтрофікації. NDVI збільшується до  $>0,2$ . В другій половині серпня інтенсивність підциклу затухає, NDVI для південної і центральної частини озера зменшуються до  $-0,1$ – $0,2$ , вода поступово очищується від водоростей. В іншій частині озера евтрофікаційні процеси ще продовжуються.

В середині жовтні евтрофікація продовжує сповільнюватися, але остаточно вода очищується десь до початку листопада. NDVI наближається до  $-1$ , температура вже досить низька, річний евтрофікаційний цикл закінчується.

Дослідження 5-річної динаміки індексу NDVI дозволили виявити евтрофікаційний цикл в літній період протягом усіх років. В окремі роки евтрофікація перетікає більш активно, в інші – менш активно. Найважливішими чинниками при цьому є: температура повітря і води, потрапляння в озеро біогенних речовин (азоту і фосфору), рівневий режим озера тощо. Весь теплий період року значення індексу NDVI для оз. Кримне додатні. Від пізньої осені до ранньої весни – від'ємні. В 2023 р. абсолютні максимуми NDVI досягали  $0,3$ , частота повторюваності максимумів вища, ніж в попередні роки. Абсолютні мінімуми значень індексу (менше  $-0,5$ ) фіксувались відносно рідше. В результаті впливу глобального потепління клімату ця тенденція буде наростати.

При порівнянні річного ходу NDVI для оз. Кримне та інших Шацьких озер очевидні суттєві відмінності. Наприклад, для оз. Світязь, графік динаміки NDVI протягом 2023 р. гладкіший

і пологіший, піки (максимуми і мінімуми) менш гострі, їх частота нижча. Варіабельність NDVI для оз. Кримне значно вища.

Для оз. Пісочного ситуація інша: піки NDVI більш-менш співпадають із оз. Кримне за максимальними та мінімальними значеннями та частотою. Особливо у теплий період. Озера співставні за площею (139 га та 145 га), мають схожі фізико-географічні умови. Пісочне знаходиться дещо вище, тут вищі піщані береги. Воно більш використовується в рекреації та відпочинку, тому зазнає потужнішого антропогенного впливу.

Коефіцієнт кореляції річного ходу NDVI для оз. Кримне і оз. Світязь становить – 0,18, оз. Кримне і оз. Пісочне – 0,33. Це свідчить про тісніший зв'язок між динамікою евтрофікації двох останніх озер.

**Висновки.** Найважливішими аспектами сучасного гідроекологічного стану оз. Кримне є:

1. Антропогенний вплив на лімносистему озера відносно невеликий. В структурі угідь в межах водозбору переважають ліси, болота, невелика частка сільськогосподарських угідь та сільських населених пунктів.

2. На іонно-сольовий склад води, найбільшою мірою, впливають природні чинники – літологія та ґрунти водозбору. Антропогенна складова невисока.

3. У воді озера зростають концентрації органічних речовин (азоту, фосфору), що свідчить про поступове його евтрофікування. Причиною зростання евтрофікації є стоки з населених пунктів, сільськогосподарських угідь, тваринницьких ферм та несанкціонованих сміттєзвалищ. Річний хід NDVI протягом 2023 р. характерний сезонним циклом евтрофікації з піком у літні місяці та тимчасовим зменшенням наприкінці серпня – на початку вересня. Евтрофікація найбільш виражена в мілководних прибережних зонах, особливо північній та східній частинах, менше – в центральній, більш глибоководній частині водойми. Хоча озеро характерне досить чистою водою, евтрофікаційні процеси на сьогодні посилюються. На цей процес впливає антропогенний чинник і зміна клімату.

Гідроекологічний стан оз. Кримне в наш час задовільний, але має тенденцію до прогресуючого евтрофікування, що потребує розробки та реалізації природоохоронних заходів. А саме:

- створення буферних зон навколо озера;
- моніторинг раціональності використання сільськогосподарських угідь у межах водозбору озера та дотримання режиму прибережних захисних смуг;
- модернізація системи водопостачання, каналізації та очищення стічних вод населених пунктів та рекреаційних баз;
- ліквідація несанкціонованих сміттєзвалищ та джерел забруднення озера біогенами (насамперед, сполуками азоту і фосфору);
- гідроекологічний моніторинг;
- встановлення режиму обмеженого природокористування в межах водозбору озера;
- біоремедіація для поліпшення якості води;
- інформаційно-освітня кампанія серед місцевих жителів.

Реалізація запропонованих заходів разом з гідроекологічним моніторингом і коригуванням стратегії раціонального використання і охорони озера може знизити рівень евтрофікації, поліпшити його гідроекологічний стан та сприяти збереженню озера як цінного природного об'єкта Шацького поозер'я.

#### Список використаних джерел:

1. Арсан О. М., Ситник Ю. М., Горбатюк Л. О., Кукля І. Г. Еколого-токсикологічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: органічні токсичні речовини у воді. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2012. № 9. С. 325–328.
2. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України. 1995. № 24. ст. 189.

3. Ільїн Л. В. Ліснокомплекси Українського Полісся: Монографія: У 2-х т. Т. 1 : Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 316 с.
4. Ільїн Л.В., Мольчак Я.О. Озера Волині: Лімно-географічна характеристика. Луцьк: Надстир'я, 2000. 140 с.
5. Ільїн Л.В., Гринасюк Н.В. Атрактивність озерних комплексів Шацького національного природного парку. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2014. № 11 (288). С. 25–29.
6. Каліновський Д.І., Ільїн Л.В. Донні відклади природних водойм Волинської області та перспективи їх використання у рекреації. *Культура народів Причорномор'я*. 2009. № 176. С. 120–122.
7. Карпюк З.К., Фесюк В.О., Антипюк О.В. Природно-заповідний фонд Волинської області: альбом-каталог. К.: ОК-Поліграф, 2018. 136 с.
8. Карпюк З. К., Фесюк В. О. Природоохоронні мережі Волинської області: монографія. Луцьк: Терен, 2021. 212 с.
9. Коніщук В.В., Христецька М.В. Екологічна оцінка евтрофікації озер біосферного резервату «Шацький». *Агроекологічний журнал*. 2023. № 3. С. 62–70.
10. Корлятович Т.Ю., Тартачинська З.Р., Покотило І.Я. Дослідження аномальності стану рівня води Шацьких озер у 2019 році. *Екологічні науки*. 2020. № 1(28). С. 221–227.
11. Кукурудза С.І. Природно-ресурсний потенціал Шацького національного природного парку. Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 1994. 144 с.
12. Поверхневі води Волині: колективна монографія / за ред. Я.О. Мольчака. Луцьк: Терен, 2019. 344 с.
13. Полянський С.В. Ренатуралізація меліорованих гідроморфних ґрунтів Шацького району. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2014. № 11. С. 69–74.
14. Природа Західного Полісся, прилегло до Хотиславського кар'єру: монографія / за ред. Ф. В. Зузука. Луцьк:Вежа, 2014. 246 с.
15. Романенко В. Д., Щербак В. І., Якушин В. М., Майстрова Н. В., Семенюк Н.Є. Загрози антропогенного впливу на ландшафтне і біологічне різноманіття озер Шацького національного природного парку. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2012. № 9. С.319–324.
16. Ромашенко М.І., Яцюк М.В., Сидоренко О.О., Нечай О.М., Воропай Г.В., Наседкін І.Ю., Цветова О.В., Сайдак Р.В. Причини обміління Шацьких озер і шляхи регулювання їх водного балансу. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 8 (809). С. 5–13.
17. Ситник Ю.М., Шищенко П.Г., Ільїна О.В., Хомік Н.В. Гідрохімічні дослідження озерних екосистем Шацького національного природного парку: озеро Кримне. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2014. № 11 (288). С. 29–35.
18. Сучасний екологічний стан та перспективи екологічно безпечного стійкого розвитку Волинської області: колективна монографія. / за ред. В. О. Фесюка. К.: ТОВ «Підприємство «Ві Ен Ей», 2016. 316 с.
19. Шевчук М. Й., Сергушко О.Г. Евтрофікація озер Волинської області. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 16–21.
20. Piyina O. V., Piyin L. V. The Structure of the Lake Watersheds in the Rivne Region of Ukraine as an Indicator of Landscape Economic Development and Anthropogenic Influence. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2023, Volume 2023, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520211>
21. Piyina O., Piyin L. Forms of Lake Basins of the Ukrainian Polissya Region and Their Transformations in the Process of Accumulation of Bottom Deposits. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023», Oct 2023, Volume 2023, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510066>
22. Piyin L. V., Piyina O. V. Dynamics of hydromorphological parameters of lakes of Shatsk National Nature Park (1933–2021). 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Conference Proceedings. 2022. (Nov 2022). Volume 2022, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580079>.

#### References:

1. Arsan O. M., Sytnyk Y. M., Horbatyuk L. O., Kuklia I. G. (2012). Ecological and toxicological studies of lake ecosystems of Shatskyi National Nature Park: organic toxic substances in water. *The nature of Western Polissia and adjacent territories*, 9, 325–328 [In Ukrainian].



2. Water Code of Ukraine. Information of the Verkhovna Rada of Ukraine. 1995, 24, 189 [In Ukrainian].
3. Ilyin L.V. (2008). Limnocomplexes of the Ukrainian Polissia: Monograph: In 2 vols. Vol. 1: Natural and geographical bases of research and regional regularities. Lutsk: RVV «Vezha» Volyn national University named after Lesi Ukrainka, 316 [In Ukrainian].
4. Ilyin L.V., Molchak Y.O. (2000). Lakes of Volyn : Limno-geographic characteristics. Lutsk: Nadstyrya, 140 [In Ukrainian].
5. Ilyin L.V., Hrynasyuk N.V. (2014). Attractiveness of the lake complexes of the Shatskyi National Nature Park. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Geographical sciences*, 11 (288), 25–29 [In Ukrainian].
6. Kalinovskyy D.I., Ilyin L.V. (2009). Bottom sediments of natural reservoirs of the Volyn region and prospects for their use in recreation. *Culture of the peoples of the Black Sea region*, 176, 120–122 [In Ukrainian].
7. Karpyuk Z.K., Fesyuk V.O., Antipyuk O.V. (2018). Nature reserve fund of the Volyn region: catalog album. K.: OK-Polygraph, 136 [In Ukrainian].
8. Karpyuk Z. K., Fesyuk V. O. (2021). Environmental protection networks of the Volyn region: monograph. Lutsk: Teren, 212 [In Ukrainian].
9. Konishchuk V.V., Khristetska M.V. (2023). Ecological assessment of eutrophication of the lakes of the Shatsky Biosphere Reserve. *Agroecological journal*, 3, 62–70 [In Ukrainian].
10. Korlyatovych T.Yu., Tartachynska Z.R., Pokotylo I.Ya. (2020). Study of the anomaly of the water level of the Shatsky lakes in 2019. *Environmental sciences*, 1(28), 221–227 [In Ukrainian].
11. Kukurudza S.I. The natural resource potential of the Shatskyi National Nature Park(1994). Lviv: LNU Publishing Center named after Ivan Franko, 144 [In Ukrainian].
12. Surface waters of Volyn: collective monograph / edited by I.O. Molchak (2019). Lutsk: Teren, 344 [In Ukrainian].
13. Polyansky S.V. (2014). Renaturalization of reclaimed hydromorphic soils of Shatsky district. *The nature of Western Polissia and adjacent territories*, 11, 69–74 [In Ukrainian].
14. The nature of Western Polissia adjacent to the Khotislavsky quarry: a monograph / edited by F. V. Zuzuka (2014). Lutsk: «Vezha», 246 [In Ukrainian].
15. Romanenko V. D., Shcherbak V. I., Yakushin V. M., Maistrova N. V., Semenyuk N. Ye. (2012). Threats of anthropogenic influence on the landscape and biological diversity of the lakes of the Shatskyi National Nature Park. *The nature of Western Polissia and adjacent territories*, 9, 319–324 [In Ukrainian].
16. Romaschenko M.I., Yatsyuk M.V., Sydorenko O.O., Nechay O.M., Voropai G.V., Nasedkin I.Yu., Tsvetova O.V., Saidak R.V. (2020). The reasons for the shallowing of the Shatsky lakes and ways of regulating their water balance. *Herald of Agrarian Science*, 8 (809), 5–13 [In Ukrainian].
17. Sytnyk Y.M., Shishchenko P.G., Ilyina O.V., Khomik N.V. (2014). Hydrochemical studies of lake ecosystems of the Shatskyi National Nature Park: Lake Krymne. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University Geographical sciences*, 11 (288), 29–35 [In Ukrainian].
18. Current ecological state and prospects for ecologically safe sustainable development of the Volyn region: collective monograph. / edited by V. O. Fesyuk (2016). K.: VNA Enterprise LLC, 316 [In Ukrainian].
19. Shevchuk M.Y., Sergushko O.G. (2017). Eutrophication of lakes of the Volyn region. *Agroecological journal*, 1, 6–21 [In Ukrainian].
20. Ilyina O. V., Ilyin L. V. (2023). The Structure of the Lake Watersheds in the Rivne Region of Ukraine as an Indicator of Landscape Economic Development and Anthropogenic Influence. 17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2023, Volume 2023, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520211>
21. Ilyina O., Ilyin L. (2023). Forms of Lake Basins of the Ukrainian Polissya Region and Their Transformations in the Process of Accumulation of Bottom Deposits. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023», Oct 2023, Volume 2023, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510066>
22. Ilyin L. V., Ilyina O. V. (2022). Dynamics of hydromorphological parameters of lakes of Shatsk National Nature Park (1933–2021). 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment: Conference Proceedings. 2022. (Nov 2022). Volume 2022, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580079>.

Стаття надійшла до редколегії  
27.06.2024 р.