

УДК 911.2 : 556.55 (477.82)

Ільїна Ольга Вікторівна,
кандидат географічних наук,
доцент

Пасічник Михайло Петрович

Східноєвропейський національний
університет імені Лесі Українки, м Луцьк,
Україна

e-mail: olga-v-ilyina@rambler.ru

Східноєвропейський національний
університет імені Лесі Українки, м Луцьк,
Україна

e-mail: beekeeper.misha@gmail.com

*ГЕОХІМІЯ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ ОЗЕРА МАЛЕ ЗГОРАНЬСЬКЕ
(ВОЛИНСЬКЕ ПОЛІССЯ)*

Мета роботи полягає у дослідженні донних відкладів озера Мале Згоранське за допомогою геохімічного аналізу золи (Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 , $\text{S}_{\text{заг.}}$, $\text{N}_{\text{заг.}}$, K_2O та ін.).

Методика дослідження ґрунтується на принципах ландшафтно-геохімічного підходу. При дослідженні використано галузевий геохімічний метод. Для вирішення поставлених завдань залучено результати власних досліджень авторів, фондові матеріали Київської геологорозвідувальної експедиції, літературні джерела та картографічний матеріал.

Результати дослідження засвідчують, що донним відкладам оз. Мале Згоранське властиві характерні для Волинського Полісся фонові концентрації геохімічних показників, які не перевищують кларкових. Спостерігається чітка

залежність між глибиною і вмістом біогенних елементів. Це пояснюється лімногенезисним розвитком озера, яке зараз перебуває на евтрофній стадії, де основне продуктивне значення мають біогенні елементи.

Наукова новизна полягає в тому, що авторами вперше здійснено комплексне геохімічне дослідження донних відкладів оз. Мале Згоранське, з'ясовані особливості поширення головних компонентів, розраховано коефіцієнт заповнення озерної улоговини відкладами.

Практична значимість. Виконане дослідження дозволить розширити базу аналітичних даних щодо розподілу та концентрації елементів у донних відкладах різнотипних озер Волинського Полісся. Отримані результати можуть бути використані для прогнозування змін у водоймі за різних ступенів антропогенного навантаження та гідрохімічних досліджень озера.

Ключові слова: оз. Мале Згоранське, донні відклади, діатомовий сапропель, органо-глинистий сапропель, геохімічний аналіз.

УДК 911.2 : 556.55 (477.82)

Ильина Ольга Викторовна,
кандидат географических наук,
доцент

Пасечник Михаил Петрович

Восточноевропейский национальный
университет имени Леси Украинки, г. Луцк,
Украина

e-mail: olga-v-ilyina@rambler.ru

Восточноевропейский национальный
университет имени Леси Украинки, г. Луцк,
Украина

e-mail: beekeeper.misha@gmail.com

ГЕОХИМИЯ ДОННЫХ ОСАДКОВ ОЗЕРА МАЛОЕ ЗГОРАНСКОЕ (ВОЛЫНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ)

Цель работы заключается в исследовании донных отложений озера Малое Згоранское с помощью геохимического анализа золы (Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 , $\text{S}_{\text{об.}}$, $\text{N}_{\text{об.}}$, K_2O и др.)

Методика исследования основывается на принципах комплексного ландшафтно-геохимического подхода. В исследовании использован отраслевой геохимический метод. Для решения поставленных задач привлечены результаты собственных исследований авторов, фондовые материалы Киевской геологоразведочной экспедиции, литературные источники и картографический материал.

Результаты исследования показывают, что донные отложения оз. Малое Згоранское имеют характерные для Волынского Полесья фоновые концентрации геохимических показателей, не превышающих кларков. Наблюдается четкая зависимость между глубиной и содержанием биогенных элементов. Это объясняется лимногенезисным развитием озера, которое сейчас находится на евтрофной стадии, где основное продуктивное значение имеют биогенные элементы.

Научная новизна заключается в том, что авторами впервые осуществлено комплексное геохимическое исследование донных отложений оз. Малое Згоранское, изучены особенности распространения главнейших компонентов, рассчитан коэффициент заполнения озерной котловины отложениями.

Практическая значимость. Проведенное исследование позволит расширить базу аналитических данных по распределению и концентрации элементов в донных отложениях разнотипных озер Волынского Полесья. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования изменений в водоеме при разных степенях антропогенной нагрузки и гидрохимических исследований озера.

Ключевые слова: оз. Малое Згоранское, донные отложения, диатомовый сапропель, органо-глинистый сапропель, геохимический анализ.

UDC 911.2 : 556.55 (477.82)

Ilyina Olga Viktorivna,
Candidate of Geographic Sciences,
Associate Professor
Pasichnyk Mykhailo Petrovych

Lesya Ukrainka Eastern European
National University, Lutsk, Ukraine,
e-mail: olga-v-ilyina@rambler.ru

Lesya Ukrainka Eastern European
National University, Lutsk, Ukraine,
e-mail: beekeeper.misha@gmail.com

GEOCHEMISTRY OF SEDIMENTS OF THE MALE ZGORANSKE LAKE (VOLYN POLISSYA)

The objective of this project is to study the sediments of the Male Zgoranske lake using geochemical analysis of ashes (Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 , $\text{S}_{\text{gen.}}$, $\text{N}_{\text{gen.}}$, K_2O , etc.).

The research methodology is based on the principles of landscape-geochemical approach. The nature of the research involves an application of a sectoral geochemical method. To achieve a defined objective the results of personal studies of the authors, file data of Kiev geological expedition, literary sources and a set of maps were used.

The results of the research show that the sediments of the Male Zgoranske lake are characterised by typical for Volyn Polissya background concentrations of geochemical indicators, which do not exceed Clarke indicators. There is also a strong relationship between the depth of location and content of biogenic elements. This is due to the limno-genetical particularities of the lake, which currently is at its eutrophic stage, when the biogenic elements play a central role.

Scientific novelty lies in the fact that a comprehensive geochemical study of the sediments of the Male Zgoranske lake was performed, peculiarities of the distribution of main components were pointed out, the fill factor of sediments in the lake basin was calculated.

The practical value of the research. This study will expand the base of analytical data on the topic of distribution and concentration of elements in sediments of different types of lakes in Volyn Polissya. The results can be used for hydro-chemical studies of the lake and for predicting changes in the water with different degrees of anthropogenic load.

Keywords: the Male Zhoranske lake, sediments, diatom sapropel, organo-clay sapropel, geochemical analysis.

Постановка проблеми. Озерна водойма в межах свого басейну є базисом акумуляції осадового матеріалу. З моменту виникнення озеро стає природним резервуаром для надходження та накопичення мінеральних і органічних речовин. Хімічний склад відкладів є важливим показником стану водойми, оскільки відображає величину нагромадження речовини, а також масштаби і швидкість надходження матеріалу у водойму.

Знання закономірностей розподілу, динаміки складу відкладів і чинників, які їх визначають, необхідне для науково обґрунтованого прогнозування розвитку водойм під впливом техногенного навантаження і розробки раціональних схем їх використання, залежно від складу та властивостей.

Тому дослідження процесів седиментації та особливостей формування донних відкладів озер є актуальним завданням сучасних

літогенетичних і геохімічних досліджень. Особливу актуальність ці дослідження набувають у місцях активного антропогенного навантаження, де є необхідність поглибленого й комплексного дослідження донних відкладів водойм.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями просторово-географічного вивчення акумуляції та хімічного складу речовини донних відкладів озер займалися вітчизняні [2–4] та зарубіжні дослідники [1, 5–6]. Окремі лімнологіко-геохімічні аспекти розглянув Л. В. Ільїн [2], зокрема, узагальнив показники концентрації та диференціації мікроелементів, розробив методику ландшафтно-геохімічної оцінки донних відкладів. Вагомий внесок у аспекти геохімічних досліджень зробив російський дослідник Д. А. Субетто [5]. Геохімічним дослідженням озер присвячені праці білоруських дослідників А. Л. Жуховицької, В. А. Генералової [1]. Окремі аспекти оцінки геохімії донних відкладів розглянуто в роботах, які присвячені комплексним дослідженням озерних екосистем Українського Полісся [2–3]. Проте питання літогенезису та геохімії донних відкладів і досі залишається недостатньо вивченим.

Формулювання цілей статті. Мета роботи полягає у розкритті особливостей хімічного складу та розподілу донних відкладів озера Мале Згоранське Любомльського адміністративного району Волинської області – типової водойми регіону. Основна увага приділена вивченню хімічного складу золи донних відкладів (Fe_2O_3 , CaO , P_2O_5 , $\text{S}_{\text{заг}}$, $\text{N}_{\text{заг}}$, K_2O та ін.). Досягнення поставленої мети здійснено шляхом вирішення таких завдань:

– здійснення лімнологічного аналізу озера Мале Згоранське та його водозбору;

– з'ясування особливостей просторового розподілу найголовніших геохімічних показників донних відкладів озера.

Виклад основного матеріалу. Озеро Мале Згоранське ($51^{\circ}22'$ пн. ш., $23^{\circ}59'$ сх. д.) розташоване на території ландшафтного заказника загальнодержавного значення «Згоранські озера». Водойма карстового походження, має неправильну овальну форму і дещо витягнута з півночі на південь. Довжина озера – 0,75 км, максимальна ширина – 0,62 км, площа – 0,31 км². Береги озера, за виключенням південного, низькі, заболочені, порослі лісом та чагарниками. Озеро з півночі та заходу заростає очеретом звичайним, кугою озерною, водоперицею звичайною, рдесником. Загальна площа водозбору 3,06 км², з них на долю природного ландшафту припадає 2,0 км² (лісові насадження – 1,44 км², болота – 0,25 км²), на антропогенний – 1,06 км² (землі сільськогосподарського призначення). Озеро безстічне, розташоване на висоті 172,4 м над рівнем моря. Берегова лінія слабо почленована. Влітку водойма використовується для купально-пляжного відпочинку.

Дно озера піщане, з товщиною донних відкладів місцями до 8 м. Максимальна їхня потужність спостерігається у центральній та південній частині улоговини (до 8 м), поступово зменшуючись (до 1 м) на північ. За

даними Київської геологорозвідувальної експедиції, в озері Мале Згоранське розвідано 118 тис. т балансових запасів сапропелів. У межах водного дзеркала зосереджено 114 тис. т (4 тис. т на західному березі перекриті шаром торфу). Середня потужність сапропелів складає 3,4 м.

З метою уточнення особливостей формування донних відкладів озера Мале Згоранське нами визначений коефіцієнт заповнення озерної улоговини відкладами (K_3), який становить 0,47. Він є характерним для евтрофних озер (0,25–0,60), в яких швидкими темпами проходить процес природної сукцесії.

Донні відклади представлені органо-глинистим сапропелем (87,2 %), який потужним шаром залягає у центральній та південній частині водойми. Запаси при 60 % вологості становлять – 103 тис. т. Характерною особливістю такого сапропелю є переважання кремнієвих фракцій. Вміст частинок глини тут коливається в межах 25–55 %, аморфного детриту – 20–25 %, синьозелених водоростей – 5–10%, продуктів розкладу рослин 5–10 %, тваринних решток – 5–15 %. У незначній мірі (<5 %) спостерігаються вкраплення протококових та діатомових водоростей. Цей вид сапропелю найбільш придатний для використання у сільському господарстві: як меліорант для нейтралізації кислих ґрунтів, та в якості кормових добавок [4].

Органо-глинистий сапропель має високі теплові та пластичні властивості, насичений мікроелементами, ферментами, вітамінами тощо. Препарати на його основі застосовують у грязелікуванні та косметології [6].

Придонний шар відкладів представлений діатомовим сапропелем. Нагромадження діатомових осадів прямо пов'язане з розвитком діатомових водоростей. Така залежність існувала в епоху голоцену, в якій ці водорості мали вирішальну роль при седиментації матеріалу. Комфортними умовами для розвитку діатомових водоростей був прохолодний клімат із середньою кількістю атмосферних опадів та великою кількістю сонячних днів. Діатомові сапропелі більш поширені в озерах північних широт [5].

Діатомовий сапропель залягає шаром потужністю до 3,5 м і локалізований у центральній, найнижчій частині улоговини. Балансові його запаси становлять 15 тис. т, що відповідає 12,8 % від загальних, об'єм – 90 тис м³. За біотичним складом представлений продуктами розкладу діатомових водоростей (35–45 %), аморфним детритом (15–20 %), залишками тваринного походження (10–15 %), рослинними спорами та пилком (до 5 %), синьозеленими водоростями (до 5 %) та частинками глини (20–25 %). Іноді присутні продукти розкладу рослин, протококові водорості та піщані частинки. Такі сапропелі придатні для використання в якості органічних добрив [4].

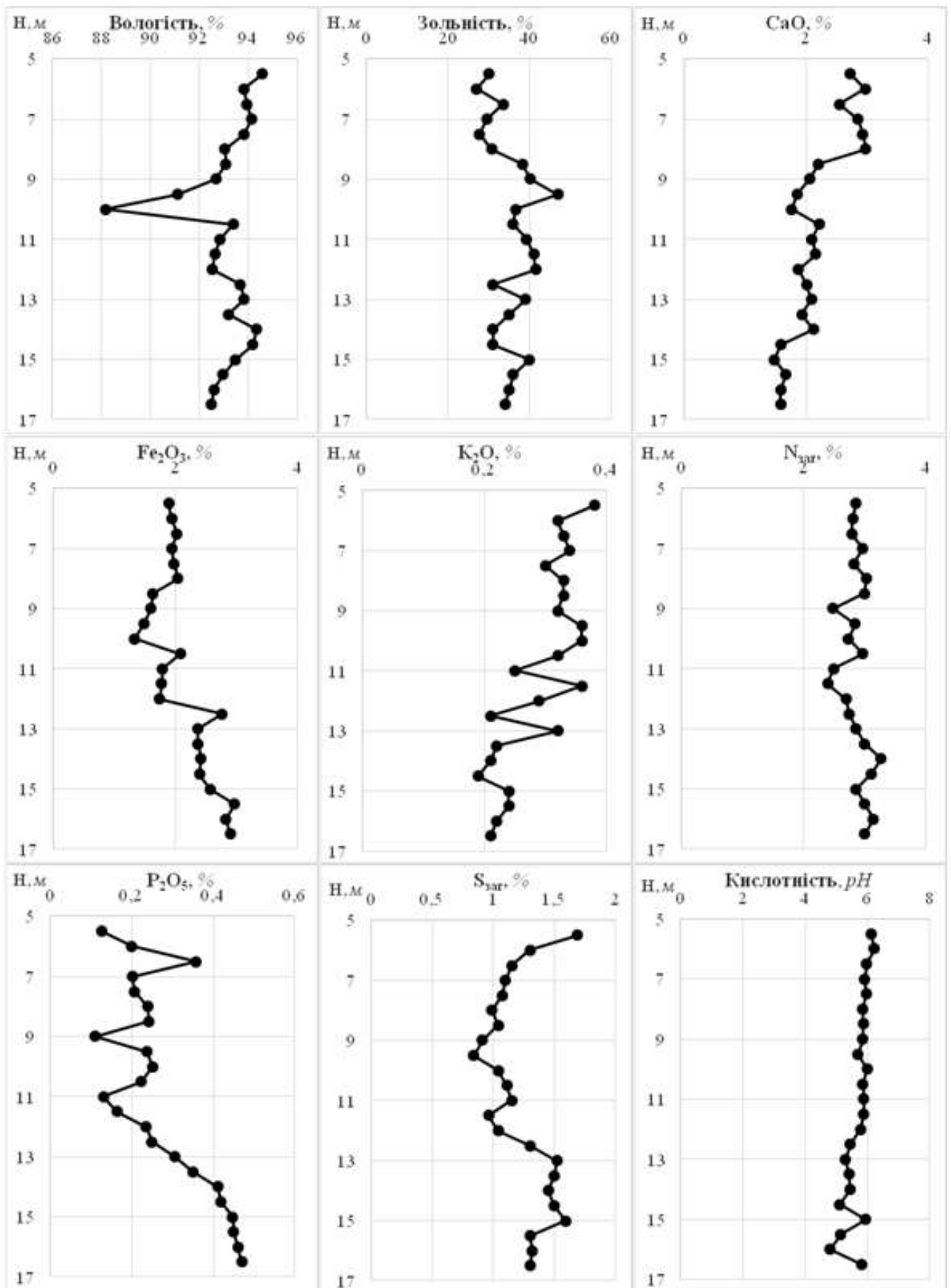


Рис. 1. Розподіл вологості, зольності, кислотності та концентрації біогенних елементів (% на суху речовину)

У донних відкладах озера вміст оксиду кальцію (CaO) не перевищує 2,98 % (рис. 1). Карбонатна речовина погано надходить у водойму з

водозбору у зв'язку з його малою площею ($3,06 \text{ км}^2$) і нагромаджується в основному за рахунок біохемогенних процесів у самому озері [2].

Вміст заліза (Fe_2O_3) коливається в межах 1,33–2,97 % (див. рис. 1). Як компонент озерного середовища залізо характеризує всі стадії і стани водойми, зокрема, особливості складу речовини, що надходить, лужно-кислотні й окисно-відновні властивості, просторові й часові зміни процесів седиментації та діагенезу. Основним джерелом надходження заліза в донні відклади озера є його перенесення тимчасовими водотоками, підземними та ґрунтовими водами з площ водозбірного басейну в складі продуктів денудації [2].

Вміст фосфору (P_2O_5) у відкладах досліджуваної водойми коливається в межах 0,110–0,461 % (див. рис. 1). Концентрація фосфору зростає від пісків літоральної зони до глибоких пелагіальних відкладів. Наявність фосфору у донних відкладах у багатьох випадках обумовлена ландшафтно-геохімічними умовами, зокрема, складом прибережних континентальних біоценозів і типом заболочення. Техногенне надходження фосфору, головним чином, відбувається за рахунок застосування звичайних суперфосфатних добрив в агротехнічній діяльності та ортофосфатів у побуті. Геохімічні особливості фосфору як важливого біогенного елемента зумовлені його здатністю контролювати усталену під час седиментації динамічну рівновагу між водною фазою та відкладами, стан екосистеми та процеси евтрофікації водойм [1].

Середній вміст сірки ($\text{S}_{\text{зар.}}$) для відкладів різного віку становить близько 1,17 % (на суху речовину). Діапазон коливань від 0,84 % до 1,69 % свідчить про різноманітність умов її акумуляції. Нагромадження її у відкладах відбувається внаслідок поглинання сульфат-іонів планктоном. Згодом, у ході мінералізації органічної речовини, сірка переходить у мінеральні форми [2].

Вміст оксиду калію (K_2O) зменшується з глибиною від 0,38 % до 0,19 % (див. рис. 1). Надходження його сполук у водойми визначається обсягами теригенного матеріалу, що потрапляє до озера. Він міститься у слюдах, польових шпатах, глинистих мінералах, а також у складі деяких важких мінералів [2].

Сапропелі озера мають максимальний вміст загального азоту ($\text{N}_{\text{зар.}}$) – до 3,27 %. Азот у відкладах, головним чином, органічного походження. Азотисті сполуки надходять в осади з рештками рослинних і тваринних організмів. Організми планктону й бентосу, які багаті на білки, зумовлюють утворення сапропелів із підвищеним вмістом азоту. Білкові сполуки є основою формування азотистих речовин сапропелів – переважно гумінових кислот [4].

Встановлення концентрації мікроелементів у відкладах необхідне для оцінювання антропогенного впливу на досліджуване озеро, оскільки їх загальний вміст є критерієм антропогенізації. У донних відкладах водойми наявно багато мікроелементів (Pb, Ba, Mo, Sn, Cu, V, Ni, Zr, Co, Cr, Mn, Ti

й ін.). Їх уміст коливається в широких межах, що засвідчують дані табл. 1. Переважають титан, марганець, хром, нікель, мідь, які разом з біогенними елементами забезпечують хід багатьох життєвих процесів у живих організмах. Концентрації мікроелементів у донних осадах не перевищують кларкових показників для озер Волинського Полісся [3].

Таблиця 1

Вміст мікроелементів у відкладах оз. Мале Згоранське, (10^{-3} %)
(узагальнено за матеріалами Київської геологорозвідувальної експедиції)

<i>№ проби</i>	<i>Pb</i>	<i>Ba</i>	<i>Mo</i>	<i>Sn</i>	<i>Cu</i>	<i>V</i>	<i>Ni</i>	<i>Zr</i>	<i>Co</i>	<i>Cr</i>	<i>Mn</i>	<i>Ti</i>
1	0,2	10	0,05	< 0,1	0,63	< 1	0,32	5	0,1	0,32	15	150
2	0,4	10	0,05	0,1	0,63	< 1	0,32	4	0,1	0,32	12	120
3	0,4	10	0,06	0,1	1,2	< 1	0,4	4	0,12	0,4	12	100
4	0,63	10	0,05	0,15	3,2	< 1	0,32	3,2	0,12	0,25	32	150
5	0,25	10	0,05	0,1	0,63	< 1	0,2	3,2	0,1	0,25	12	100
Середнє	0,376	10	0,052	0,11	1,258	< 1	0,312	3,88	0,108	0,308	16,6	124

Біогенні елементи та мікроелементи, що містяться у донних відкладах можна віднести до потенційних забруднювачів озера. Їх роль полягає в стимулюванні фітопродуктивності та загальній евтрофікації озера. З часу проведення першого морфометричного дослідження у 1933 р. воно замулилось на 0,6 м. Проте негативних змін довжини, ширини й площі не відбулось. Навпаки, площа водного дзеркала озера за період спостережень збільшилась на 0,01 км², а об'єм води зріс з 1 137 тис. м³ до 1 227 тис. м³ [4]. На нашу думку, це зумовлено активізацією карстових процесів.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Озеро Мале Згоранське – типова водойма Волинського Полісся. Донні осади озера сформувались в умовах невеликої водозбірної площі – 3,06 км². Озеро є безстічним, що сприяло акумуляції теригенного матеріалу. Відклади водойми представлені сапропелями двох видів: органо-глинистим (87,2 %) та діатомовим (12,8 %). Загальні запаси сапропелевої сировини становлять 114 тис. т. Середня потужність – 3,4 м. Коефіцієнт заповнення озерної улоговини відкладами становить 0,47.

У оз. Мале Згоранське спостерігається чітка залежність між глибиною і вмістом біогенних елементів. Концентрації P₂O₅ та Fe₂O₃ зростають від літоральної зони до пелагіальних пісків, а вміст S_{заг.} та K₂O з глибиною навпаки зменшується. Насиченість донних відкладів загальним азотом (N_{заг.}) є стабільною. Такі відмінності у концентрації біогенних елементів пояснюються лімногенезисним розвитком озера, яке проходить різні стадії трофності і зараз перебуває на евтрофному рівні.

У досліджуваному нами озері показники вмісту біогенних елементів коливаються в межах (на суху речовину, %): P₂O₅ – 0,110–0,461 %, Fe₂O₃ – 1,33–2,97 %, S_{заг.} – 0,84–1,69 %, N_{заг.} – 1,69–3,67 %, K₂O – 0,19–0,38 %.

Результати просторово-географічного вивчення донних відкладів озера Мале Згоранське дозволили створити базу геохімічної інформації про донні відклади озера, геохімію окремих елементів.

Перспективами подальших досліджень донних відкладів водойми вважаємо оцінювання придатності їх для використання у сільському господарстві, хімічній, будівельній, комбікормовій промисловості та для застосування в якості лікувальних пелоїдів у грязелікарнях та курортних центрах.

Список використаних джерел:

1. Жуховицкая А. Л. Геохимия озер Белоруссии / А. Л. Жуховицкая, В. А. Генералова. – Минск: Наука и техника, 1991. – 204 с.
2. Ільїн Л. В. Ландшафтно-геохімічні дослідження лімносистем / Л. В. Ільїн // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 130–136
3. 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.
4. Ільїн Л. В. Лімнок комплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація / Л. В. Ільїн. – Луцьк: РВВ "Вежа" Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.
5. Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции / Д. А. Субетто. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. – 349 с.
6. Штин С. М. Озерные сапропели и их комплексное освоение / С. М. Штин. – М: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 373 с.

Список использованных источников

1. Жуховицкая А. Л. Геохимия озер Белоруссии / А. Л. Жуховицкая, В. А. Генералова. – Минск: Наука и техника, 1991.– 204 с.
2. Ільїн Л. В. Ландшафтно-геохімічні дослідження лімносистем / Л.В. Ільїн // Вестник Львовского университета. Серия географическая. – 2006. – Вып. 33.– С. 130–136.
3. Ільїн Л. В. Лимнок комплексы Украинского Полесья. В 2-х т. Т. 1: Естественно-географические основы исследования и региональные закономерности / Л. В. Ільїн. – Луцк: РВВ "Вежа" Вол. нац. ун-та ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.
4. Ільїн Л. В. Лимнок комплексы Украинского Полесья. В 2-х т. Т. 2: Региональные особенности и оптимизация / Л.В. Ільїн. – Луцк: РВВ "Вежа" Вол. нац. ун-та ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.
5. Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции / Д. А. Субетто. – СПб.: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. – 349 с.
6. Штин С. М. Озерный сапропель и их комплексное освоение / С. М. Штин. – М: Издательство Московского государственного горного университета, 2005. – 373 с.

References

1. Zhukhovitskaja A.L. Geochemistry of lakes of Belarus / A.L. Zhukhovitskaja, V.A. Generalova. – Minsk: Nauka i tehnica, 1991. – 204 p.
2. Іlyin L.V. Landscape-geochemical studies limnosistem / L.V. Іlyin // Visnyk of Lviv University. Geographical Series. – 2006. – Vol. 33. – P. 130–136.
3. Іlyin L.V. Limnokompleksy Ukrainian Polesie. In 2 t. T. 1: Natural and geographical bases of research and regional laws / L.V. Іlyin. – Lutsk: VNU, 2008. – 316 p.
4. Іlyin L.V. Limnokompleksy Ukrainian Polesie. In 2 t. T. 2: Regional features and optimization / L.V. Іlyin. – Lutsk: VNU, 2008. – 400 p.
5. Subetto D.A. lake sediments: reconstruction paleolimnological / D.A. Subetto. – St. Petersburg: Publishing RSPU, 2009. – 349 p.
6. Shtin S.M. Lake sapropel and their comprehensive development / S.M. Shtin. – Moscow: Publishing house of the Moscow State Mining University, 2005. – 373 p.