

УДК 911.5: 553.973: 556.55 (477.82)

В. О. МАРТИНЮК¹, канд. геогр. наук, доц., І. В. ЗУБКОВИЧ¹,
С. В. АНДРІЙЧУК¹

¹Рівненський державний гуманітарний університет
33028, м. Рівне, вул. С. Бандери, 12.
e-mail: kg_05@ukr.net

ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФІЧНА ОЦІНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ САПРОПЕЛЮ ОЗЕРА ЛЮБИТІВСЬКЕ (ВОЛИНСЬКЕ ПОЛІССЯ)

Мета. Здійснити ландшафтно-географічну оцінку ресурсів сапропелю оз. Любитівське (Волинське Полісся) для потреб збалансованого природокористування локальних територій. Дослідження ґрунтується на комплексних фізико-географічних методах, конструктивно-географічному моделюванні та ландшафтно-лімнологічному аналізі з оцінки природних аквально-комплексів (ПАК) озер. **Результати** дослідження представлені у вигляді батиметричної моделі озера, стратиграфічного розрізу донних відкладів водойми, блоку гідрологічних, гідрохімічних та геохімічних параметрів ПАК. Розкрито особливості складу, потужності, кількісної та якісної характеристики сапропелю оз. Любитівське. Із застосуванням ГІС-технологій та урахуванням особливостей мікрорельєфу озерної улоговини, літології й потужності донних осадів, гідролого-морфометричних параметрів водойми, видового складу надводних і підводних рослинних угруповань та сезонного стану температурного режиму побудовано ландшафтну карту ПАК оз. Любитівське. У складному урочищі озера виділено три аквапідурочища, зокрема літоральне, літорально-субліторальне та профундальне, а також вісім видів аквафацій. Здійснено ландшафтно-метричну оцінку морфологічної будови ПАК озера й наведено площі аквафацій та акваурочищ, а також їх співвідношення у відсотках. Акцентовано увагу на літоральному акваурочищі озера, яке зазнає найбільших антропогенних трансформацій у результаті господарської діяльності (стоки біогенних речовин із городніх ділянок, рекреаційне рибальство, вигул свійської птиці тощо) та зниження рівня ґрунтових вод й суттєвого заболочування. **Висновки.** Понад 70,0% улоговини оз. Любитівське заповнена органо-мінеральними корисними копалинами, які можна використовувати в якості добрив у аграрному секторі. Ресурсна експлуатація із видобутку сапропелю дозволить поглибити водойму й сповільнить ландшафтно-сукцесійні процеси старіння озера, а також створить сприятливі умови для рекреаційної діяльності. Оцінка ресурсів озерного сапропелю повинна бути покладена в основу стратегії розвитку збалансованого природокористування Любитівської об'єднаної територіальної громади.

Ключові слова: озеро, ландшафтно-географічна оцінка, сапропель, природний аквальний комплекс, аквафація, акваурочище, збалансоване природокористування

Martyniuk V. O., Zubkovich I. V., Andriichuk S. V.

Rivne State University of Humanities, Rivne

THE LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL ASSESSMENT OF SAPROPEL RESOURCE CAPACITY OF LUBYTIVSKE LAKE (VOLYN POLESSIA)

Purpose. To carry out the landscape and geographic assessment of sapropel resources of Lubytivske lake (Volyn Polessia) for the needs of balanced natural resource management of local areas. The research is based on complex physical and geographical **methods**, structural geographic modelling and landscape-limnological analysis from the assessment of natural aquatic complexes (NAC) of lakes. **The results** of the study have been presented in the form of a bathymetric model of the lake, a stratigraphic section of the bottom sediments of the reservoir, a block of hydrological, hydrochemical and geochemical parameters of the NAC. The peculiarities of composition, capacity, qualitative and quantitative characteristics of sapropel of Lubytivske lake have been revealed. With the use of GIS technologies and taking into account the features of the lake basin microrelief, lithology and bottom sediment capacity, hydrological and morphometric parameters of the reservoir, species composition of surface and underwater vegetation groups, and the seasonal state of the temperature regime, a landscape map of NAC of Lubytivske lake has been built. In the complex stow of the lake three aquaunderstows, in particular littoral, litho-sublittoral and profundal, and also eight types of aquatic facies have been pointed out. The landscape-metric estimation of the morphological structure of the NAC of the lake has been carried out and the areas of aquatic facies and aquastows, as well as their correlation in percentages, have been given. The attention has been focused on littoral aquastow of the lake, that receives the major anthropogenic transformations as a result of economic activity (the flows of nutrients from garden areas, recreational fishing, walking of poultry, etc.) and the decrease of groundwater level and significant waterlogging. **Conclusions.** More than 70.0% of the basin of Lubytivske lake is filled with organic minerals, which can be used as fertilizers in the agricultural sector. Resource exploitation for the production of sapropel will allow to extend the reservoir and slow down the landscape-succession processes of ageing of the lake, as well as create favourable conditions for recreational –

activities. The estimation of lake sapropel resources should be the basis of the strategy of balanced natural resource management of Lubitivska united territorial community.

Keywords: lake, landscape-geographic assessment, sapropel, natural aquatic complex, aquatic facies, tract, balanced natural resource management.

Мартынюк В. А., Зубкович И. В., Андрейчук С. В.

Ривненский государственный гуманитарный университет

ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА САПРОПЕЛЯ ОЗЕРА ЛЮБИТОВСКОЕ (ВОЛЫНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ)

Цель. Осуществить ландшафтно-географическую оценку ресурсов сапропеля оз. Любитовское (Волинское Полесье) для нужд сбалансированного природопользования локальных территорий. Исследование основывается на комплексных физико-географических **методах**, конструктивно-географическом моделировании и ландшафтно-лимнологическом анализе по оценке природных аквальных комплексов – (ПАК) озер. **Результаты** исследования представлены в виде батиметрической модели озера, стратиграфического разреза донных отложений водоема, блока гидрологических, гидрохимических и геохимических параметров ПАК. Раскрыты особенности состава, мощности, количественной и качественной характеристики сапропеля оз. Любитовское. Используя ГИС-технологии и учитывая особенности микрорельефа озерной котловины, литологии и мощности донных осадков, гидролого-морфометрические параметры водоема, видового состава надводных и подводных растительных сообществ, сезонного состояния температурного режима построено ландшафтную карту ПАК оз. Любитовское. В сложном урочище озера выделено три акваподурочища, в частности литоральное, литорально-сублиторальное и профундальное, а также восемь видов аквафаций. Осуществлена ландшафтно-метрическая оценка морфологического строения ПАК озера и приведены площади аквафаций и акваурочищ, а также их соотношение в процентах. Акцентировано внимание на литоральном акваурочище озера, которое подвергается наибольшим антропогенным трансформациям в результате хозяйственной деятельности (стоки биогенных веществ с огородных участков, рекреационное рыболовство, выгул домашней птицы и т.д.) и снижение уровня грунтовых вод и существенного заболачивания. **Выводы.** Более 70,0% котловины оз. Любитовское заполнена органоминеральными полезными ископаемыми, которые можно использовать в качестве удобрений в аграрном секторе. Ресурсная эксплуатация по добыче сапропеля позволит углубить водоем и замедлит ландшафтно-сукцессионные процессы старения озера, а также создаст благоприятные условия для рекреационной деятельности. Оценка ресурсов озерного сапропеля должна быть положена в основу стратегии развития сбалансированного природопользования Любитовской объединенной территориальной общины.

Ключевые слова: озеро, ландшафтно-географическая оценка, сапропель, природный аквальный комплекс, аквафация, акваурочище, сбалансированное природопользование.

Вступ

Постановка проблеми. Волинське Полісся є одним з найбільш заозерених регіонів України. Озера уособлюють водні, біотичні, рекреаційні, органо-мінеральні ресурси тощо. Одним із цінних видів ресурсів є сапропель (з грец. *sapros* – гнилий і *pelos* – мул) – органо-мінеральні колоїдні донні відклади озера із вмістом органічної речовини не менше 15% (за іншими даними – 30%), а також неорганічними компонентами біогенного, хемогенного і теригенного характеру. Сапропель є цінною сировиною, яка використовується як ефективне органічне добриво, а деякі різновидності – для мінеральної підгодівлі сільськогосподарських тварин, у будівництві, як лікувальні грязі та ін. [1].

За оцінками Державної комісії України по геологічних запасах корисних копалин станом на 01.01.2009 р. у Західному Поліссі (Волинська і Рівненська області) розвідано 227 родовищ сапропелю із геологічними запасами за категорією А+С₁ 54306

тис. т, а за категорією С₂ 18140 тис. т [2]. Наведені показники є найвищими в Україні стосовно ресурсних запасів озерного сапропелю. Промисловий видобуток сапропелю у межах Волинського Полісся здійснювався на кількох озерах, але у зв'язку з економічною кризою був призупинений. Актуальність досліджень ресурсів сапропелю зростає в умовах пошуку альтернативних джерел органо-мінеральних добрив у аграрному секторі економіки, формуванні кадастру озер для рекреаційної галузі та курортології, стратегічного планування розвитку новостворених об'єднаних територіальних громад (ОТГ) та розробки природно-господарських моделей озерно-басейнових систем (ОБС) Волинського Полісся.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі дослідження ресурсів сапропелю присвячені праці вітчизняних вчених, зокрема Л. В. Ільїна з конструктивно-географічної оцінки озерних ресурсів Українського Полісся [3], М. Й Шевчука із якіс-

ної оцінки сапропелю та використання його як добрива в аграрному секторі економіки [4], В. В. Коніщука та ін. з аналізу видів сапропелю для рекультивациі деградованих земель України [5], І. В. Топачевського із оцінки геологічних запасів сапропелю у прісноводних водоймах України [2] та інші. Пошуки з оцінки сапропелю та його застосування у різних сферах економіки ведуться зарубіжними дослідниками, а саме: О. М. Гордубская (сапропелеві відклади озер Білорусі як сировина для виробництва добрив, [6]), Б. В. Курзо (закономірності формування і проблеми використання сапропелю, [7]), Н. І. Єрмолаєва та ін. (гідробіологічні умови формування сапропелю на півдні Західного Сибіру, [8]), В. Д. Страховенко та ін. (гідрохімічна оцінка сапропелю Новосибірської області, [9]), Дж. Козловсь-

ка-Кедзьора та ін. (можливості використання сапропелю для виробництва брикетів, [10]), Н. Наумова та ін. (вплив сапропелевих домішок на окремі властивості ґрунтів та урожайність томатів у Південно-Західному Сибіру, [11]), Е. Бакшине та ін. (проблема видобутку сапропелю з литовських озер та застосування їх в якості органічних добрив у землеробстві, [12]), К. Станкевіца та ін. (сапропель як цінне джерело з оцінки процесів розвитку озер, [13]; використання сапропелю для рекультивациі районів, що забруднені важкими металами, [14]) та інші роботи. Проте у згаданих роботах не завжди враховується ландшафтно-географічний підхід до озера, що уособлює його як природний аквальний комплекс (ПАК).

Матеріали та методика дослідження

Дослідження ґрунтується на результатах польових експериментів у басейні оз. Любитівське, що проводилися авторами у серпні 2018 р. Польові роботи здійснювалися згідно із методикою комплексних фізико-географічних пошуків [15], конструктивно-географічного моделювання [16], лімнології [17], ландшафтно-лімнологічних методів [18] та досвіді з оцінки ресурсів озерного сапропелю Українського Полісся [19-20]. Лабораторні роботи з аналізу зразків ґрунту та донних відкладів озера вико-

нувалися у Рівненській філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України», а гідрохімічні аналізи води досліджувалися у лабораторії Рівненської обласної СЕС. Частково було використано фондові матеріали із пошуків озерного сапропелю Київської ГРЕ.

Мета дослідження – здійснити ландшафтно-географічну оцінку ресурсів сапропелю оз. Любитівське (Волинське Полісся) для потреб збалансованого природокористування локальних територій.

Результати досліджень та їх обговорення

Озеро Любитівське сформувалося у Любомльсько-Ковельському фізико-географічному районі Волинського Полісся (рис. 1). Водойма приурочена до місцевостей зандрових рівнин із зеленомоховими і чорничниковими сосняками з домішкою дрібнолистяних порід на дерново-слабо- і середньопідзолистих ґрунтах, частково розораних та забудованих.

Назва озера походить від населеного пункту с. Любитів (1300 осіб, 2018 р.), яке оточує з усіх боків водойму. Територіальна локалізація озера та його басейну показана на рис. 2. Озеро овальної форми із дещо звуженою північно-західною частиною; розташоване у глибокій западині. За результатами польових гідрологічних досліджень нами побудована цифрова батиметрична карта оз. Любитівське (рис. 3).

Площа озера складає 0,20 км² (табл. 1). Довжина становить 0,575 км, ширина у пів-

нічній частині – 0,35 км, у центральній – 0,432 км, у південній – 0,32 км. Береги водойми підняті, підвищуються в окремих місцях над рівнем води до 1,5-2,0 м, зайняті селитєбними комплексами та садовгородними угіддями мешканців села Довжина на берегової лінії складає 1,793 м. Прибережна та літоральна частина озера заросла очеретом, осокою, ситником та чагарниками, чітко дешифрується на космознімку (рис. 2б), а також на батиметричній моделі (рис. 3). Береги уздовж урізу води заболочені. Середня глибина води в основному 1,5-2,5 м, а в центральній частині озера досягає 6,05 м. Об'єм водних мас озера становить 323,4 тис. м³. Площа водозбору озера незначна й становить 0,714 км². Межами водозбору озера виступають підняті ділянки у межах с. Любитів, де проходять шляхові комунікації із твердим покриттям. Водне живлення озера дощове та снігове, а також підземне. Рівень води озера



Рис. 1 – Місце оз. Любитівське на схемі фізико-географічного районування Волинського Полісся (удосконалена схема районування розроблена В.О. Мартинюком, 2017 р.)

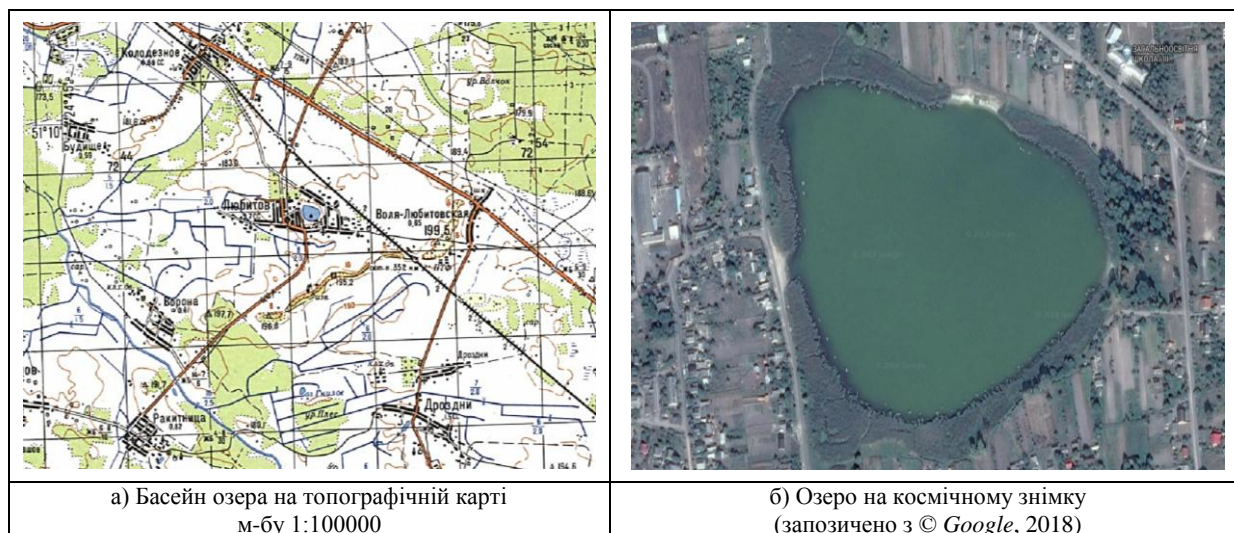


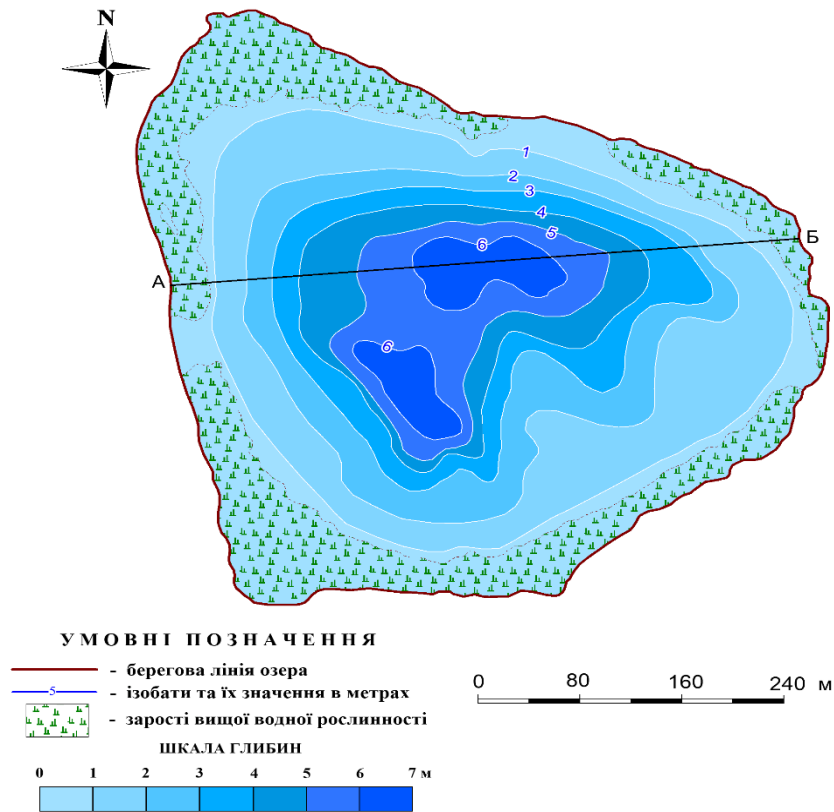
Рис. 2 – Територіальна локалізація оз. Любитівське

не зазнає різких коливань. Закладені ґрунтові шурфи у прибережній зоні (40-80 м від урізу води) озера показали залягання рівня ґрунтових вод на глибині 0,8-1,0 м від денної поверхні. Стосовно відношення рівня води в озері, то він розташований на 0,15-0,4 м вище урізу. Материнські породи, що підстеляють ґрунти прибережної зони складені алювіальними пісками та глинистими відкладами.

Важливою складовою у ландшафтно-географічній оцінці ресурсного потенціалу сапропелю озера є пізнання гідрохімічних особливостей водойми. Як показують дослідження [21], донні відклади можуть бути потенційним джерелом вторинного забруднення поверхневих вод. Здійснені лабораторні аналізи проб води з оз. Любитівське показали, що за блоком показників сольового

складу немає перевищення нормативів ГДК для водойм рибогосподарського призначення (табл. 2). Стосовно трофо-сапробіологічних показників озерної води, то виявлена лише невідповідність нормативам ГДК щодо прозорості води. У блоці специфічних показників токсичної дії спостерігається перевищення ГДК у пробі води стосовно цинку в два рази, а також незначне перевищення ГДК плумбуму. Більш детально гідрохімічні характеристики води оз. Любитівське наведено у таблиці 2.

Сапропелеві відклади залягають у межах площі дзеркала води. Північна і північно-східна прибережні ділянки літоральної зони озера шириною 25-30 м без відкладів сапропелю. Максимальна потужність сапропелю спостерігаються у центральній частині



(А-Б – лінія поперечника стратиграфічного профілю до рис. 4)

Рис. 3 – Батиметрична модель оз. Любитівське

Таблиця 1

Морфометричні та гідрологічні характеристики оз. Любитівське

$*F,$ $км^2$	$H_{абс.},$ $м$	$h_{ср.},$ $м$	$h_{max.},$ $м$	$L,$ $км$	$B_{max.},$ $км$	$B_{ср.},$ $км$	$l,$ $км$	$K_n.$	$K_{вид.}$
$K_{смк.}$	$K_{відк.}$	$K_{зл.}$	$V_{оз.}$ $тис.м^3$	K	$\Delta S,$ $км^2$	** $W_{пр.}$ $тис.м^3$	$a_{вод.},$	$\Delta a_{вод.},$	$A_{ш.}$ $мм$
0,199	179,5	2,35	6,05	0,575	0,432	0,346	1,793	0,640	1,662
0,388	0,085	4,024	323,4	0,28	3,59	90,07	0,279	3,591	452,9

*Площа озера (F), абсолютна відмітка рівня води ($H_{абс.}$), глибина середня ($h_{ср.}$) та максимальна ($h_{max.}$), довжина водойми (L), ширина максимальна ($B_{max.}$) та середня ($B_{ср.}$), довжина берегової лінії (l), коефіцієнти – порізаності берегової лінії (K_n), видовженості озера ($K_{вид.}$), ємкості ($K_{смк.}$), відкритості ($K_{відк.}$), глибинності ($K_{зл.}$), об'єм водних мас ($V_{оз.}$), показник площі (K), питомий водозбір (ΔS), об'єм приточних вод з водозбору ($W_{пр.}$), умовний водообмін ($a_{вод.}$), питома водообмінність ($\Delta a_{вод.}$), шар акумуляції ($A_{ш.}$). **Середньорічний модуль стоку, $дм^3/с км^2 - 4,0$.

озера, різко збільшується від берега до центральної частини ложа водойми. На стратиграфічному розрізі (рис. 4), який побудований через центральну частину улоговини озера, максимальна потужність відкладів досягає 10,0-11,5 м. У північній і південній частинах озера потужність сапропелевих відкладів дещо менша і сягає 7,0-8,0 м.

Проаналізовано якісні особливості сапропелю (уміст хімічних сполук чи елементів у % на суху речовину) зондувальної точки В (рис. 4), які представлені на рис. 5.

Уміст сполук Fe_2O_3 знаходиться в діапазоні від 0,66 до 1,15%. Від 7,0 до 9,5 м та від 15,0 до 17,5 м керну сапропелю спостерігається дещо підвищений вміст (понад 1,0%) сполук Fe_2O_3 , а з 10,0 до 14,0 м незначний вміст, тобто менше 1,0%.

Диференціація сполук CaO від 6,5 до 8,5 м потужності сапропелю варіює від 15,7 до 18,1%, а починаючи з глибини 9,0-17,5 м їх вміст становить від 14,1% (9,0 м) до 1,6 % (13,0 м). Розподіл сполук K_2O у керні знаходиться у діапазоні від 0,29% (15,0 м) до 0,73

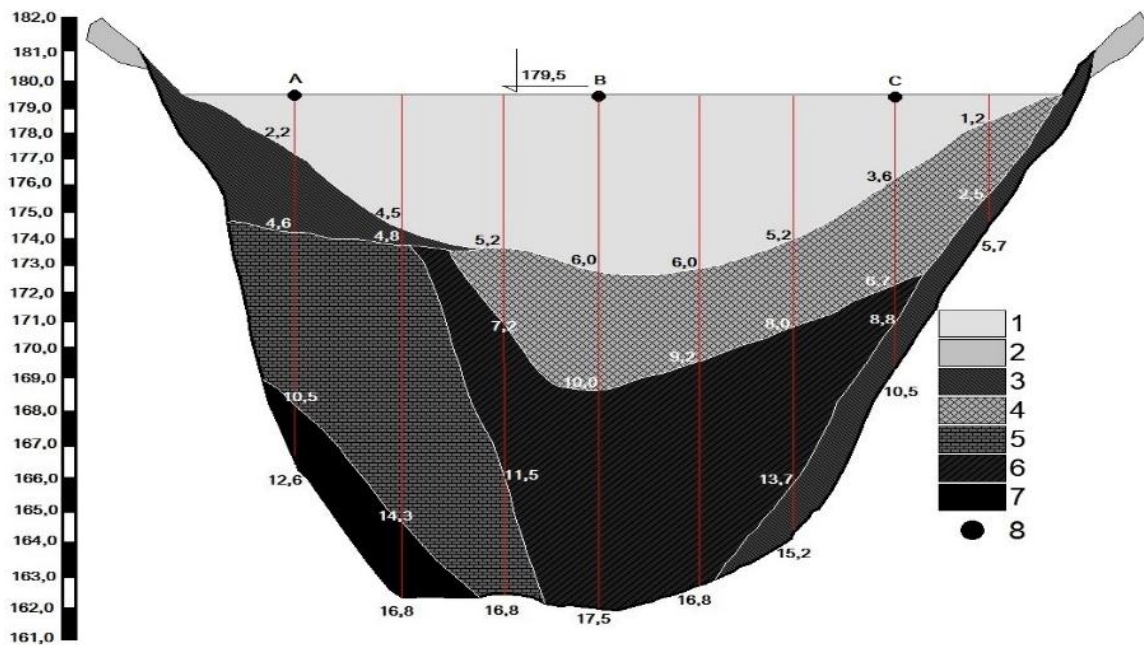
Таблиця 2

Деякі показники сольового фону, трофо-сапробіологічних характеристик та речовин біоцидної дії у воді оз. Любитівське*

№ з/п	Показник	ГДК**	оз. Любитівське (дата відбору проб: 25.08.2018)
А. Показники сольового складу			
1	Сухий залишок, мг/дм ³	<300	238,7
2	Хлориди, мг/дм ³	300	68,0
3	Сульфати, мг/дм ³	100	6,1
Б. Трофо-сапробіологічні показники			
1	Прозорість, м	>1,5	1,2
2	pH	6,5-8,1	7,3
3	NH ₄ ⁺ , мгN/дм ³	0,5	<0,05
4	NO ₃ ⁻ , мгN/дм ³	40	<0,1
5	NO ₂ ⁻ , мгN/дм ³	0,08	<0,003
6	PO ₄ ³⁻ , мгP/дм ³	2,14	<0,01
С. Специфічні показники токсичної дії			
1	Мідь, мг/дм ³	0,001-0,01	0,006
2	Цинк, мг/дм ³	0,01	0,020
3	Кадмій, мг/дм ³	0,005	0,0019
4	Плюмбум, мг/дм ³	0,01	0,012
5	Залізо, мг/дм ³	0,1	0,1

*Гідрохімічні аналізи проб води виконані у сертифікованій лабораторії Рівненської обласної СЕС.

**ГДК для водойм рибогосподарського призначення [22]



Умовні позначення: 1 – вода та абсолютна відмітка над рівнем моря озера,
2 – ґрунтово-рослинний шар;
види сапропелю: 3 – вапняковий, 4 – водоростево-глинистий, 5 – торф'янистий,
6 – змішано-водоростевий, 7 – діатомовий; 8 – пункти відбору проб (А-С);
глибина води та потужність донних відкладів озера.

Рис. 4 – Стратиграфічний розріз донних відкладів оз. Любитівське (побудовано за матеріалами Київської ГРЕ)

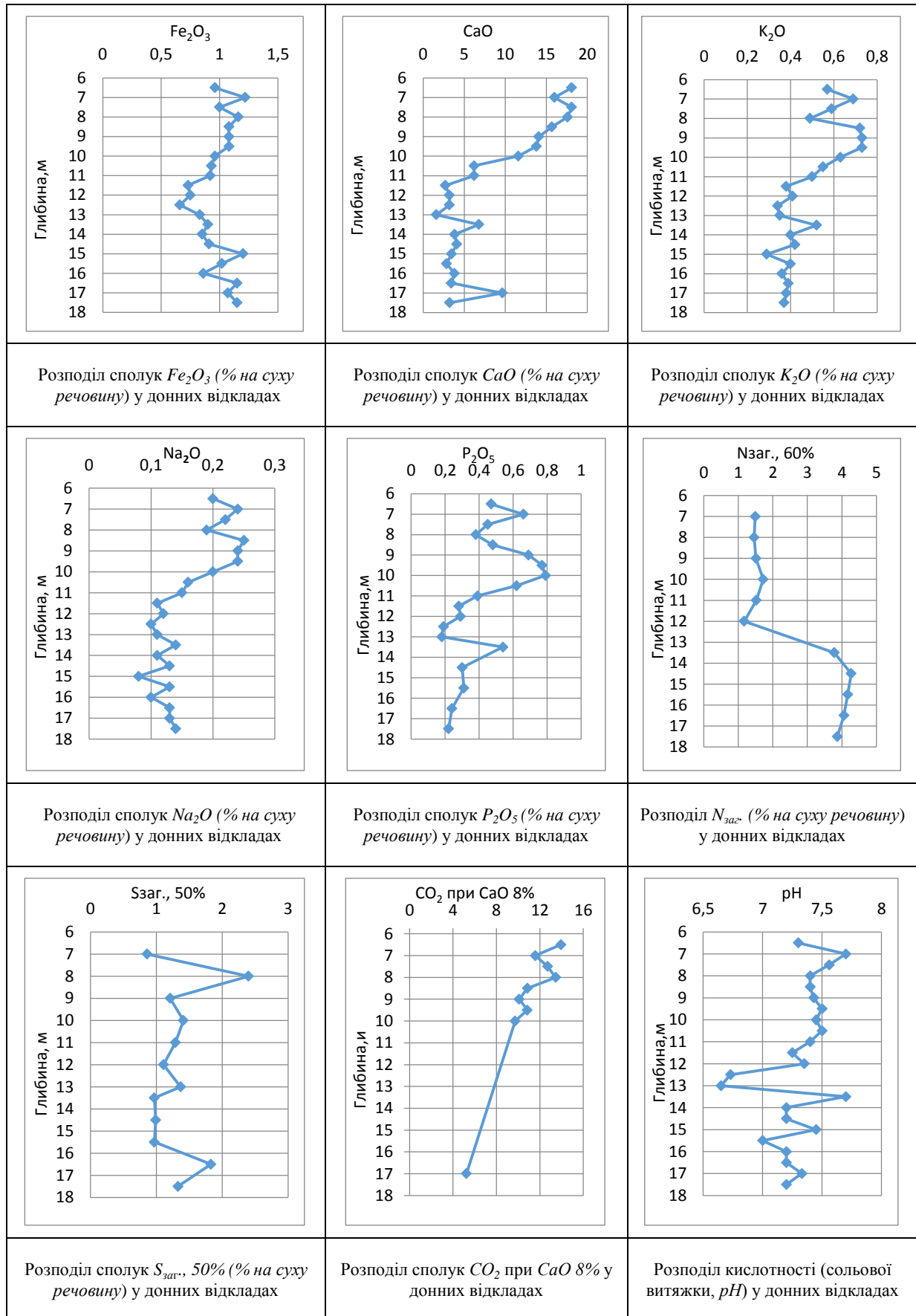


Рис. 5 – Графіки радіальної міграції хімічних елементів та сполук у донних відкладах оз. Любитівське (графіки побудовано за матеріалами Київської ГРЕ)

Таблиця 3

Кількісні та якісні агрохімічні характеристики сапропелю оз. Любитівське*

№ з/п	Найменування	Одиниця вимірювання	Види сапропелю						Усього в межах родовища
			Вапняковий	Торф'янистий	Водоростево-вапняковий	Водоростево-глинистий	Змішано водоростевий	Діатомовий	
1	Площа сапропелю у нульовій межі родовища	га							14,7
2	Площа сапропелю у межах дзеркала води	га							14,1
3	Площа дзеркала води	га							15,4
4	Середня потужність сапропелю у нульовій межі родовища	м							5,3
5	Середня потужність сапропелю у межах дзеркала води	м							5,5
6	Середня глибина води	м							2,35
7	Об'єм сапропелю у нульовій межі родовища	тис. м ³	27,3	299,0	135,4	127,0	163,0	27,3	779,0
8	Об'єм сапропелю у межах дзеркала води	тис. м ³							775,5
9	Об'єм води	тис. м ³							323,4
10	Вихід сапропелю за 60% вологості з 1 м ³	т / тис. м ³	0,178	0,198	0,242	0,177	0,145	0,381	0,219
11	Загальні геологічні (балансові) запаси сапропелю	тис. т	5,5	65,9	36,4	25,0	26,2	11,6	170,6
12	Середня вологість сапропелю	%	93,04	92,30	90,80	93,10	94,30	85,9	91,57
13	Середня зольність сапропелю	%	40,3	30,2	38,4	35,6	16,2	51,7	35,4
14	Вміст сполук кальцію (CaO)	%	22,27	10,58	11,74	12,12	4,70	2,3	10,62
15	Вміст сполук феруму (Fe ₂ O ₃)	%	0,71	0,70	0,95	0,98	0,82	2,27	1,46
16	Вміст сполук фосфору (P ₂ O ₅)	%	0,25	0,18	0,54	0,46	0,27	0,09	0,30
17	Вміст сполук калію (K ₂ O)	%	0,35	0,42	0,53	0,50	0,30	0,31	0,57
18	Вміст сполук натрію (Na ₂ O)	%	0,12	0,14	0,20	0,17	0,10	0,44	0,20
19	Сірка загальна (S, 50%)	%	0,34	0,98	0,15	1,12	0,94	2,06	1,10
20	Нітроген загальний (N, 50%)	%	0,58	0,58	1,35	2,32	2,86	0,48	1,36
21	Кислотність (pH сольове) сапропелю	%	7,83	7,63	7,56	7,60	7,35	7,03	7,50

*Узагальнено за матеріалами Київської ГРЕ.

(9,0-9,5 м), помітне зменшення K₂O спостерігається з глибини 10,5 м і аж до підстильних крейдо-мергельних порід озерної улоговини.

Незначний вміст сполук Na₂O спостерігається у цілому в керні сапропелевих від-

кладів (від 0,08 до 0,25%), а з глибини 10,5 м цей показник взагалі нижче 0,16%. Стосовно сполук P₂O₅, то спостерігається підвищена концентрація їх на глибині 6,5-7,0 м (0,47-0,66%) та 9,0-10,0 м (0,69-0,79%), а також

суттєве зниження умісту P_2O_5 (0,3% – 14,5 м) аж до мінеральної основи, що підстеляє відклади сапропелю.

Оцінка розподілу умісту $N_{заг.}$ (60%) та $S_{заг.}$ (50%) в пробах сапропелю здійснено із інтервалом відбору проб через 1,0 м. Від 7,0 до 12,0 м у зразках сапропелю концентрація $N_{заг.}$ (60%) варіює у межах 1,17-1,72%, а з глибини 13,5 м керну вміст $N_{заг.}$ (60%) у відкладах різко зростає (3,78-7,27%). Концентрація $S_{заг.}$ (50%) знаходиться у межах від 0,86% (7,0 м) до 2,4% (8,0 м); на глибинах 13,5-15,5 м вміст $S_{заг.}$ (50%) становить менше 1,0%.

Вміст сполук CO_2 (при CaO 8%) у керні сапропелю на зондувальній точці має перерваний ряд з глибини 10,5 до 16,5 м. На глибинах 6,5-10,0 м концентрація CO_2 варіює у межах 9,73-13,94%, а на глибині 17,0 м вміст CO_2 становить 5,24%. За кислотністю (pH сольової витяжки) проби сапропелю є нейтрального ступеню (pH 6,73-6,65; глибина 12,5-13,0 м) та слаболужного (pH 7,1-7,5) ступеню на усіх інших горизонтах керну. Якісні характеристики умісту хімічних спо-

лук та елементів у сапропелі залежатимуть від особливостей процесів седиментації, температурних умов, складу водної рослинності водойми тощо.

У межах родовища оз. Любитівське поширені такі види сапропелю (за матеріалами Київської ГРЕ), а саме: вапняковий, торф'янистий, водоростево-вапняковий, водоростево-глинистий, змішано-водоростевий та діатомовий (табл. 3). Загальна площа сапропелю становить у нульовій межі 14,7 га, а у межах дзеркала води 14,1 га.

Середня потужність сапропелю у межах родовища складає 5,3-5,5 м. Об'єм сапропелю по родовищу в нульовій межі складає 779,0 тис. м³, а у межах озера 775,5 тис. м³.

Загальні геологічні (балансові) запаси сапропелю родовища становлять 170,6 тис. т. Більш детально середні показники якісних геохімічних характеристик кожного із видів сапропелю наведено у табл. 1. Результати польових спостережень, а також оціночні характеристики гідролого-гідрохімічних, геолого-стратиграфічних, геохімічних параметрів озера та донних відкладів були по-

Таблиця 4

Ландшафтметрична оцінка ПАК оз. Любитівське

Вид ПАК		Площа виду ПАК (га)		% площі виду від загальної площі		Кількість контурів виду фацій в межах ПАК	% від загальної кількості	Середня площа виду (під-) урочища (га)
(Під-) урочище	Фація	(Під-) урочище	Фація	(Під-) урочище	Фація			
I		11,622		58,22		8	61,54	1,453
	1.1		5,011		25,10			
	1.2		0,338		1,69			
	1.3		1,676		8,40			
	1.4		4,597		23,03			
II		5,870		29,41		2	15,38	2,935
	2.1		4,340		21,74			
	2.2		1,530		7,66			
III		2,469		12,37		3	23,07	0,823
	3.1		1,557		12,69			
	3.2		0,912		13,08			
Усього		19,961	19,961	100,00	100,00	13	100,00	1,535

кладені в основу побудови ландшафтної карти ПАК оз. Любитівське (рис. 6). У ПАК даного озера нами виділено три аквальних підурочища (аквапідурочища), зокрема літоральне, літорально-субліторальне та профундальне, а також вісім видів аквафацій. Понад 58% площі ПАК посідає літоральне аквапідурочище, де виокремлено вісім контурів аквафацій (табл. 4). Периферію ПАК оточують

піщано-глинисті та торф'яно-сапропелеві малопотужні аквафації очеретяно-рогозово-ситникових асоціацій, які виступають «екологічним буфером» щодо запобігання проникненню біогенних речовин у аквальну екосистему. Своєрідними «острівками» без макрофітів ми виділили аквафації з боку пляжів та ділянок вигулу свійської водоплавної птиці.

Понад 29% ПАК займає площа перехідного літорально-субліторального аквапідурочища. Незначну площу (понад 12%) посідає профундальне аквапідурочище із трьома кон-

турами аквафацій, яке уособлює центральну найглибшу частину ложа озерної улоговини. Більш детально ландшафтометричні характеристики ПАК озера наведено у таблиці 4.

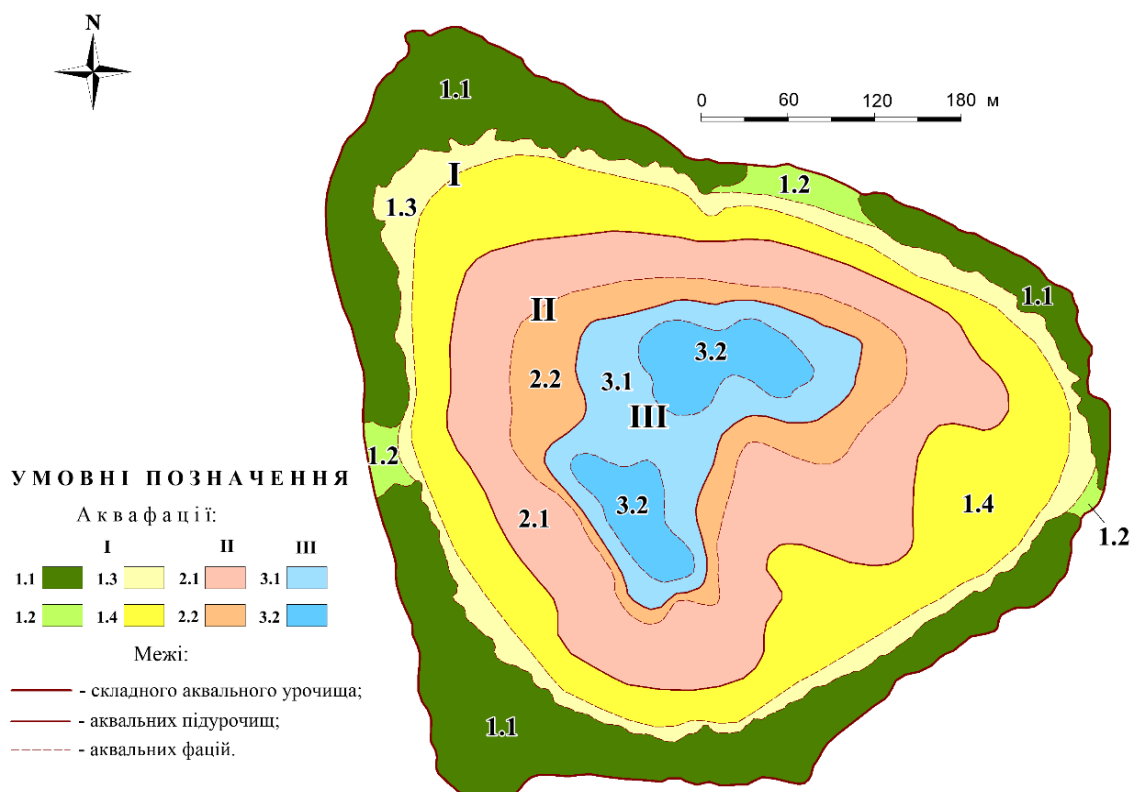


Рис. 6 – Ландшафтна структура ПАК оз. Любитівське
 Легенда до рис. 6

I. Літоральне аквапідурочище на піщано-глинистих відкладах та водоростево-глинисто-вапняковому і торф'янистому сапропелі, що сформувалися на алювіальних пісках з видовим різноманіттям надводних і підводних макрофітів.

Аквафації: **1.1.** Мілководні, абразійно-аккумулятивні піщано-глинисті та торф'яно-сапропелеві малопотужні (до 1,5 м), очеретяно-рогозово-ситникових асоціацій, з однорідним температурним режимом влітку. **1.2.** Мілководні, абразійно-аккумулятивні піщано-мулисті відкритих ділянок літоралі без макрофітів, з однорідним температурним режимом влітку. **1.3.** Мілководні, транзитно-аккумулятивні торф'яно-водоростево-глинисто-сапропелеві, що підстеляються водоростево-вапняковим сапропелем мало- та середньопотужні (1,5-4,0 м), елодейно-рдесникових асоціацій, з однорідним температурним режимом влітку. **1.4.** Мілководні, транзитні торф'яно-водоростево-глинисто-сапропелеві, що підстеляються вапняковим та діатомовим видами сапропелю середньопотужні (4,0-5,5 м), із вільно плаваючими водоростями та однорідним температурним режимом влітку.

II. Літорально-субліторальне аквапідурочище на водоростево-глинисто-вапняковому сапропелі, що підстеляються торф'янистим і змішано-водоростевим сапропелем зі збідненим видовим різноманіттям підводної рослинності.

Аквафації: **2.1.** Літоральні, транзитно-аккумулятивні водоростево-глинисто-сапропелеві, що підстеляються торф'янистим сапропелем середньопотужні (5,5-6,5 м), з вільно плаваючими водоростями та однорідним температурним режимом влітку. **2.2.** Субліторальні, аккумулятивно-транзитні водоростево-глинисто-сапропелеві, що підстеляються змішано-водоростевим та вапняковим сапропелем середньопотужні та потужні (6,5-8,0 м), з вільно плаваючими водоростями та однорідним температурним режимом влітку.

III. Профундальне аквапідурочище центральної частини ложа озерної улоговини на змішано-водоростевому та вапняковому сапропелі, що підстеляються крейдо-мергельними породами зі збідненим видовим різноманіттям підводної рослинності.

Аквафації: 3.1. Профундальні, транзитно-аккумулятивні змішано-водоростево-сапропелеві потужні (8,0-10,0 м), поодинокі вільно плаваючих водоростей та неоднорідним температурним режимом влітку. **3.2.** Профундальні, аккумулятивні змішано-водоростево-вапняково-сапропелеві дуже потужні (понад 10,0 м), що підстеляються крейдо-мергельними відкладами, поодинокі вільно плаваючих водоростей та неоднорідним температурним режимом влітку.

Висновки

Оцінка ресурсного потенціалу сапропелю оз. Любитівське засвідчила, що понад 70,0% озерної улоговини заповнена органомінеральними корисними копалинами, які можна використовувати в якості добрив у аграрному секторі. Озерний сапропель є високозольним, понад 40,0% зольності мають донні відклади на глибині від 6,0 до 10,0 м, а у цілому по родовищу його зольність складає 35,4%. Проведені дослідження дають підстави рекомендувати родовище оз. Люби-

тівське для видобутку сапропелю. Ресурсна експлуатація із видобутку сапропелю, окрім економічного ефекту, дозволить поглибити водойму й сповільнить ландшафтно-сукцесійні процеси старіння озера, а також створить сприятливі умови для рекреаційної діяльності. У стратегії розвитку Любитівської ОТГ мають посісти питання щодо розробки техніко-економічної документації із розробки озерного сапропелю місцевого озера.

Література

1. Льїн, Л. В. *Озерознавство: Укр.-рос. сл. Поняття і терміни*. Луцьк: Ред.-вид. відд. «Вежа» ВДУ ім. Лесі Українки, 2001. 112 с.
2. Топачевский, И. В. Сапропели пресноводных водоемов Украины. *Геология и полезные ископаемые Украины*. 2011. № 1. С. 66-72.
3. Льїн, Л. В. *Лімнокомплекси Українського Полісся : Монографія : У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація; за ред. В.М. Пашенка*. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 400 с.
4. Шевчук, М. Й. *Сапропелі України: запаси якості та перспективи використання*. Луцьк: Надстир'я, 1996. 384 с.
5. Конішук, В. В., Конішук, М.О., Булгаков, В.П., Бобрик, І.В., Руденко, О.М., Онук, Л.Л., Скакальська, О.І., Кирничішин, О.Р. Аналіз видів сапропелю для рекультивації деградованих земель України. *Агро-екологічний журнал*. 2015. № 1. С. 83-92.
6. Гордубская, О. М. *Сапропелевые отложения озёр Беларуси как сырьё для приготовления экологически чистых удобрений*: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Минск, 1992. 26 с.
7. Курзо, Б. В. *Закономерности формирования и проблемы использования сапропеля*. Минск, 2005.
8. Yermolaeva, N. I., Zarubina, E. Yu., Romanov, R. E., Leonov, G. A., Puzanova, A. V. Hydrobiological Conditions of Sapropel Formation in Lakes in the South of Western Siberia. *Water Resources*. 2016, Vol. 43, No. 1, pp. 129-140. DOI: 10.1134/S0097807816010073
9. Strakhovenko, V. D., Roslyakova, N. A., Sysob, A. I., Ermolaev, N. I., Zarubin, E. Yu. Tarand, O. P., Puzanov, A. V. Hydrochemical Characteristic of Sapropels in Novosibirsk Oblast. *Water Resources*. 2016, Vol. 43, No. 3, pp. 539-545. DOI: 10.1134/S009780781603016
10. Kozlovska-Kędziora, J., Petraitis, E. The possibilities of using sapropel for briquette production. *Aplinkos apsaugos inžinerija Environmental Protection Engineering*. 2011 3(5): 24-30. DOI: 10.3846/mla.2011.082
11. Naumova, N., Nechaeva, T., Smirnova, N., Fotev Y., Belousova, V. Effect of Sapropel Addition on Selected Soil Properties and Field Tomato Yield in South West Siberia. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2017. Vol.: 1, Issue: 1(3): 1-11. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/35760
12. Bakšienė, E., Čiūnys, A. Dredging of lake and application of sapropel for improvement of light soil properties. *Journal of environmental engineering and landscape management*. 2012. Vol. 20(2): 97-103. DOI: 10.3846/16486897.2011.645824
13. Stankevica, K., Klavins, M., Rutina, L., Cerina, A. Lake Sapropel: a Valuable Resource and Indicator of Lake Development. *Advances in Environment, Computational Chemistry and Bioscience*. Riga, 2012. pp. 247-252.
14. Stankevica, K., Burlakovs, J., Klavins, M. Organic rich freshwater sediments (sapropel) as potential soil amendment for recultivation of areas contaminated with heavy metals. *GeoConference on Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems*. 2013. PP. 595-601. DOI: 10.5593/SGEM2013/BC3/S13.016
15. Берущашвили, Н. Л., Жучкова, В. К. *Методы комплексных физико-географических исследований*. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1997. 320 с.
16. Петлін, В. М. *Конструктивне ландшафтознавство*. Львів: Вид-й центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. 357 с.
17. Лопух, П. С., Якушко, О. Ф. *Общая лимнология*. Минск: Изд-во БГУ, 2011. 340 с.
18. Kovalchuk, I. P., Martyniuk, V. A. Methodology and experience of landscape-limnological research into lake-basin systems of Ukraine. *Geography and Natural Resources*. 2015. Vol. 36. Issue 3. PP. 305-312. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372815030117>

19. Martyniuk, V. Constructive and Geographical Assessment of Lake Sapropel Resources of Ukrainian Polissia. *Natural resources of border areas under a changing climate. Monography*. Edited by prof. Zb. Osadovsky and prof. M. Nosko. Słupsk–Chernihiv: Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Słupsku, 2017. PP. 151-162.
20. Мартынюк, В. А. Ландшафтно-бассейновая модель кадастра озёрных ресурсов Полесья Украины. *Основы рационального природопользования: Материалы III междуна. научн.-практ. конф. (ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ»)*. Саратов: Изд-й центр «Наука», 2011. С. 139-145.
21. Бедункова, О. О., Глаз, С. М. Донні відклади як потенційне джерело вторинного забруднення поверхневих вод. *Вісник НУВГП. Сільськогосподарські науки : зб. наук. праць*. Рівне : НУВГП, 2015. Вип. 1(69). С. 40-49.
22. Гранично допустимі значення показників якості води для рибогосподарських водойм. Загальний перелік ГДК і ОБРВ шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм: [№ 12–04–11 чинний від 09–08–1990]. К: Міністерство рибного господарства СССР, 1990. 45 с.

References

1. Piiin, L. V. (2001) Ozeroznavstvo: Ukr.-ros. sl. Poniattia i terminy [Lake study: Ukr.-Russian dictionary. Concepts and terms]. Lutsk: «Vezha», 112 [in Ukrainian].
2. Topachevskiy, I. V. (2011) Sapropeli presnovodnyih vodoemov Ukrainyi [Sapropel of freshwater reservoirs of Ukraine]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Ukrainyi*, (1), 66-72 [in Russian].
3. Piiin, L. V. (2008) Limnokompleksy Ukrainiskoho Polissia . T. 2: Rehionalni osoblyvosti ta optymizatsiia [Limnocomplexes of Ukrainian Polessia. Vol. 2: Regional features and optimization]. Lutsk: «Vezha», 400 [in Ukrainian].
4. Shevchuk, M. Y. (1996) Sapropeli Ukrainy: zapasy yakist ta perspektyvy vykorystannia [Sapropel of Ukraine: stocks quality and prospects of use]. Lutsk: Nadstyria, 384 [in Ukrainian].
5. Konishchuk, V. V., Konishchuk, M.O., Bulhakov, V.P., Bobryk, I.V., Rudenko, O.M., Onuk, L.L., Skakalska, O.I., Kyrnychyshyn, O.R. (2015) Analiz vydiv sapropeliu dlia rekultyvatsii dehradovanykh zemel Ukrainy [The analysis of kinds of sapropel for the reclamation of degraded areas of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal*, (1), 83-92[in Ukrainian].
6. Gordubskaya, O. M. (1992) Sapropelyevyie otlozheniya ozyor Belarusi kak syiryu dlya prigotovleniya ekologicheskii chistyih udobreniy [Sapropel sediments of the lakes of Belarus as a raw material for the preparation of environmentally friendly fertilizers]. Minsk, 26 [in Russian].
7. Kurzo, B. V. (2005) Zakonomernosti formirovaniya i problemy ispolzovaniya sapropelya [The patterns of formation and problems of sapropel use]. Minsk, 26 [in Russian].
8. Yermolaeva, N. I., Zarubina, E. Yu., Romanov, R. E., Leonov, G. A., Puzanova, A. V. (2016) Hydrobiological Conditions of Sapropel Formation in Lakes in the South of Western Siberia. *Water Resources*, 43(1), 129-140. DOI: 10.1134/S0097807816010073 [in English].
9. Strakhovenko, V. D., Roslyakova, N. A., Sysob, A. I., Ermolaev, N. I., Zarubina, E. Yu. Tarand, O. P., Puzanova, A. V. (2016) Hydrochemical Characteristic of Sapropels in Novosibirsk Oblast. *Water Resources*, 43(3), 539-545. DOI: 10.1134/S009780781603016 [in English].
10. Kozlovska-Kędziora, J., Petraitis, E. (2011) The possibilities of using sapropel for briquette production. *Aplinkos apsaugos inžinerija Environmental Protection Engineering*, 3(5), 24-30. DOI: 10.3846/mla.2011.082 [in English].
11. Naumova, N., Nechaeva, T., Smirnova, N., Fotev Y., Belousova, V. (2017). Effect of Sapropel Addition on Selected Soil Properties and Field Tomato Yield in South West Siberia. *Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 1, (1(3)), 1-11. DOI: 10.9734/AJSSPN/2017/35760 [in English].
12. Bakšienė, E., Čiūnys, A. (2012) Dredging of lake and application of sapropel for improvement of light soil properties. *Journal of environmental engineering and landscape management*, 20(2), 97-103. DOI: 10.3846/16486897.2011.645824 [in English].
13. Stankevica, K., Klavins, M., Rutina, L., Cerina, A. (2012) Lake Sapropel: a Valuable Resource and Indicator of Lake Development. *Advances in Environment, Computational Chemistry and Bioscience*. Riga, 247-252 [in English].
14. Stankevica, K., Burlakovs, J., Klavins, M. (2013) Organic rich freshwater sediments (sapropel) as potential soil amendment for recultivation of areas contaminated with heavy metals. *GeoConference on Water Resources, Forest, Marine and Ocean Ecosystems*. 595-601. DOI: 10.5593/SGEM2013/BC3/S13.016 [in English].
15. Beruchashvili, N. L., Zhuchkova, V. K. (1997) Metodyi kompleksnykh fiziko-geograficheskikh issledovaniy [Methods of complex physiographic research]. Moscow: Izd-vo MGU, 320 [in Russian].
16. Petlin, V. M. (2006) Konstruktivne landshaftoznavstvo [Constructive Landscape Science]. Lviv: Vyd-y tseñr LNU im. Ivana Franka, 357 [in Ukrainian].
17. Lopuh, P. S., Yakushko, O. F. (2011) Obschaya limnologiya [General limnology]. Minsk: Izd-vo BGU, 340 [in Russian].

18. Kovalchuk, I. P., Martyniuk, V. A. (2015) Methodology and experience of landscape-limnological research into lake-basin systems of Ukraine. *Geography and Natural Resources*, 36(3), 305-312 DOI: <https://doi.org/10.1134/S1875372815030117> [in English].
19. Martyniuk, V. (2017) Constructive and Geographical Assessment of Lake Sapropel Resources of Ukrainian Polissia. Natural resources of border areas under a changing climate. Slupsk–Chernihiv: Wydawnictwo Naukowe Akademii Pomorskiej w Slupsku, 151-162 [in English].
20. Martyniuk, V. A. (2011) Landshaftno-basseynovaya model kadastra ozyornykh resursov Polesya Ukrainyi [The landscape-basin model of the cadastre of lake resources of Ukrainian Polessia]. *Osnovy ratsionalnogo prirodopolzovaniya: Materialy III mezhdun. nauchn.-prakt. konf. (FGBOU VPO «Saratovskiy GAU»)*. Saratov: «Nauka», 139-145 [in Russian].
21. Biedunkova, O. O., Hlaz, S. M. (2015) Donni vidklady yak potentsiine dzherelo vtorynnoho zabrudnennia pov-erkhnevyykh vod [Bottom sediments as a potential source of secondary pollution of surface water]. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky*, (1(69)), 40-49 [in Ukrainian].
22. Hranychno dopustymi znachennia pokaznykiv yakosti vody dlia rybohospodarskykh vodoim (1990). Zahalnyi perelik HDK i OBRV shkidlyvykh rehovyn dlia vody rybohospodarskykh vodoim: [№ 12–04–11 chynnyi vid 09–08–1990]. Kiev: Ministerstvo rybnoho hospodarstva SSSR, 45 [in Ukrainian].

Надійшла до редколегії 21.10.2018