

13. Bascik, M., & Chelmicki, W. (2004). The Spring as an object of interdisciplinary research. In B. Izmailow (Eds.), *Nature, Humans, God*, 149–170. Krakow: Institute of Geography and Spatial Management, Jagiellonian University.
14. Depalmas, A. (2018). Water and cults in nuragic Sardinia. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Water*, 5(5), e1293. Retrieved 22.07.2022 from https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1002/wat2.1293
15. Dingwall, P., Weighell, T., & Badman, T. (2005). Geological World Heritage: A global framework, A Contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites. IUCN, 51.
16. Haland, E. J. (2009). Water sources and the sacred in modern and ancient Greece and beyond. *Water History*, 1(2), 83–108. https://login.research4life.org/tacsgr1doi_org/10.1007/s12685-009-0008-1
17. Jokiel, P., & Michalczyk, Z. (2021). Studies on, the Use and Protection of Springs in Poland. In Zelenáková, M., Kubiak-Wójcicka, K., & Negm, A. M. (Eds.) Management of Water Resources in Poland. *Springer Water. Springer, Cham*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61965-7_7
18. Klempe, H. (2015). The hydrogeological and cultural background for two sacred springs, Bø, Telemark County, Norway. *Quaternary International*, 368, 31–42. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.10.048>
19. Mishchenko, O. V. (2019). Structural organization of sacred landscapes. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 28(3), 487–494. <http://doi:10.15421/111944> [In Ukrainian]
20. Ray, C. (Eds.). (2020). Sacred waters: A cross-cultural compendium of hallowed springs and holy wells. New York, Abingdon: Routledge. Retrieved Juli 17, 2022 from <https://www.routledge.com/Sacred-Waters-A-Cross-Cultural-Compendium-of-Hallowed-Springs-and-Holy-Ray/p/book/97803674451331>

Стаття надійшла до редколегії
28.02.2023 р.

УДК 911.2:379.85]:615.838 (477.82)
DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.2.03>

Михайло Пасічник

доктор філософії, старший викладач кафедри туризму та готельного господарства,
Волинський національний університет імені Лесі Українки
m.p.pasichnyk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1813-0618>

Ольга Ільїна

кандидат географічних наук, доцент кафедри туризму та готельного господарства,
Волинський національний університет імені Лесі Українки
olga777ilyina@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8965-0629>

ОЦІНКА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ САПРОПЕЛЕВИХ ЛІКУВАЛЬНИХ ГРЯЗЕЙ ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ З МЕТОЮ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Анотація. У статті розглянуто фізико-механічні властивості сапропелевих відкладів озер як основну передумову їхнього санаторно-курортного застосування. Оцінювались основні показники, які є визначальними при здійсненні лікувально-оздоровчих процедур: вологість, зольність, гранулометричний склад, пластично-в'язкі властивості, питома теплоємність, реакція середовища, редокс-потенціал. За результатами проведених наукових узагальнень, з'ясовано, що сапропелеві грязі волинських озер із вмістом органічних речовин понад 50,0 % здебільшого гомогенні, не мають запаху, зберігають хорошу пластичність, липкість та мають високі показники питомої теплоємності. Результати дослідження підтверджують можливість використання сапропелю

в санаторно-курортній, рекреаційній та косметичній сферах. Залучення сапропелю з волинських озер до лікувально-оздоровчої рекреації є перспективним напрямом рекреаційного природокористування, що дасть змогу розширити використання лікувальних препаратів природного походження, диверсифікувати спектр послуг у санаторно-курортних закладах та сприятиме надходженню інвестицій у рекреаційну сферу регіону.

Ключові слова: сапропель, лікувальна грязь, пелоїд, озерні відклади, Волинська область.

Pasichnyk Mykhailo, Pyina Olga. ASSESSMENT OF THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SAPROPEL HEALING MUDS OF THE VOLYN REGION WITH THE PURPOSE OF SANATORIUM AND SPA USE

Abstract. The article examines the physical and mechanical properties of sapropel deposits of lakes as the main prerequisite for their sanatorium-resort use. The main indicators that are decisive in the implementation of medical and health procedures were evaluated: humidity, ash content, granulometric composition, plastic-viscous properties, specific heat capacity, reaction of the environment, redox potential.

According to the results of the conducted scientific generalizations, it was found that the sapropel mud of the Volyn lakes with a content of organic substances over 50.0% is mostly homogeneous, odorless, retains good plasticity, stickiness and has high specific heat values. In particular, the natural humidity of lake sediments is in the range of 55.0–96.0%; clogging with particles with a diameter of more than 0.25×10^{-3} m does not exceed 2.0%; WFP reaches 85.53%; specific gravity ranges from 1.0294 kg/dm³ to 1.0859 kg/dm³; the shear stress varies within 102–776 Pa, and the stickiness is not lower than 518.38 Pa; heat capacity reaches 4.02 kJ/(kg×K); the reaction of the environment varies from weakly alkaline to weakly acidic (pH – 8.49–4.70); redox potential – reducing (from -15 mV to -80 mV); organic carbon is present in amounts from 4.88% to 43.56% on dry matter. The results of the study confirm the possibility of using sapropel in the sanatorium-resort, recreational and cosmetic spheres.

Bringing sapropel from the Volyn lakes to medical and health recreation is a promising direction of recreational nature use, which will provide opportunities to expand the use of medicinal drugs of natural origin, diversify the range of services in sanatoriums and spa facilities, and will contribute to the inflow of investments into the recreational sphere of the region. Further research on sapropel mud is associated with the preparation and implementation of the state target program for the modernization of the infrastructure of the sanatorium-resort complex of the region, with the creation of an integrated management system for the use of natural resources, stabilization and improvement of the ecological state of the surrounding natural environment, as well as the organization of monitoring on the territory of resorts and projects of natural medical and recreational resources.

Key words: sapropel, therapeutic mud, peloid, lake sediments, Volyn region.

Актуальність теми дослідження. Сапропелеві грязі, або пелоїди (з грец. *pelos* – мул), належать до корисних копалин, які придатні для використання з лікувальною, реабілітаційною чи профілактичною метою [11]. Згідно з даними [14], у Волинській області обліковано 190 родовищ озерного сапропелю зі сумарними балансовими запасами 66 363 тис. т сировини. Сапропель відноситься до поновлюваних природних ресурсів. Процеси його накопичення тривають і нині, причому для багатьох водойм вони мають прогресуючий характер.

За результатами багатьох досліджень [1–2; 11–12; 14; 17], сапропель у природному вигляді має гарну пластичність й адгезію, високу дисперсність, необхідні для грязелікування теплофізичні, антисептичні та сорбційні властивості, сприятливу реакцію середовища. Він містить комплекс біотично активних речовин органічної природи, цінні мінеральні макро- та мікроелементи, бактерицидний, не містить збудників захворювань. Спектр медичного застосування сапропелевих грязей, згідно з [15], дуже широкий: хвороби нервової системи, опорно-рухового апарату, органів дихання, органів травлення, сечостатевої системи, захворювання шкіри та ін. Сапропелева грязь добре зберігається й транспортується (без втрат лікувальних властивостей) й її можна застосовувати без спеціальних засобів і навичок у домашніх умовах.

Стан вивчення питання з аналізом праць. Озерний сапропель у Волинській області активно почали досліджувати у 80-х роках ХХ ст. Детальне вивчення складу та властивостей було зумовленою потребою в органічній сировині для сільського господарства. Геологорозвідувальні роботи проводили філії Північного державного регіонального геологічного підприємства «Північукргеологія», а також гідрогеологічне управління «Укреокаптажмінвод» [16].

Сучасні детальні розвідки на озерах мають поодинокий характер і здійснюються Державним підприємством «Українська геологічна компанія» та Виробничим кооперативом «Геолог».

Цілеспрямованим вивченням природних лікувальних ресурсів (у т. ч. лікувальних грязей) в Україні займається Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України» (м. Одеса). Основна діяльність фахівців установи спрямовувалася на дослідження мулових сульфідних грязей причорноморських лиманів. Перші медико-біологічні та фізико-хімічні дослідження сапропелевих лікувальних грязей були проведені на озері Волове (Київська область), а згодом у 2017 р. на Шацьких озерах. Результатом є опублікований звіт [1].

Згодом вийшла в світ монографія А. В. Мокієнко «Сапропелі як перспективний засіб лікування і оздоровлення» [12], у якій представлені результати фізико-хімічних, мікробіологічних та фізіологічних досліджень сапропелю озера Волове (Київська область) та окремих озер Шацької групи, а також обґрунтовано необхідність проведення клінічних випробувань сапропелів різних родовищ із подальшим упровадженням у санаторно-курортну сферу та позакурортну медичну практику.

Фахівцями Львівського національного медичного університету віднедавна ведуться роботи зі створення косметичної продукції на основі сапропелевих грязей озера Прибич [17], зокрема «сапропасти» та «антибактеріального мила».

Кількісній та якісній оцінці сапропелевих пелоїдів Волинської області присвячена праця М. П. Пасічника, Л. В. Ільїна та В. К. Хільчевського «Сапропелєві рекреаційно-туристичні ресурси озер Волинської області» [14], у якій автори запропонували методику оцінки родовищ за першочерговістю освоєння, детальна увага приділена вивченню мінерального й органічного складу, властивостей, а також санітарно-епідеміологічному стану.

Перша узагальнююча праця щодо озерних відкладів Волинської області та напрямів їхнього використання була видана М. Й. Шевчуком [18]. Ландшафтно-геохімічним дослідженням озерних систем присвячені праці Л. В. Ільїна [2–6; 20], гідрологічним дослідженням родовищ грязей присвячені праці В. К. Хільчевського [22–23] та інших [7–10; 19]. Проте досліджуване питання потребує детальних узагальнень та розробки заходів щодо раціонального використання сапропелевих грязей та охорони родовищ.

Метою дослідження є оцінка фізико-механічних властивостей сапропелевих грязей регіону для визначення можливостей їхнього санаторно-курортного застосування.

Методи та матеріали дослідження. Для дослідження використані фондові матеріали державного науково-виробничого підприємства «Геоінформ України» (1986–2021 рр.), Шацького національного природного парку (2020 р.) та результати власних експедиційних досліджень на Шацьких озерах впродовж 2016–2021 рр. Переважно вивчалися сапропелєві грязі з родовищ Шацької озераї групи – Карасинець, Кримне, Линовець, Луки, Люцимер, Мошне, Олешно, Перемут, Пісочне, Прибич, Пулемецьке, Світязь, Соминець та Чорне Велике. Під час польових експедицій відбиралися зразки сапропелю та поміщалися у полімерні ємності об'ємом $1,0 \text{ дм}^3$ для проведення окремих лабораторних досліджень на базі лабораторії мікробіології ґрунту Волинської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів» (м. Луцьк).

Для оцінювання фізико-механічних властивостей узагальнювались основні бальнеологічні показники сапропелевих лікувальних грязей: масова частка вологи (W), зольність (A^c), питома вага, пластичність, липкість, теплоємність, гранулометричний склад, засміченість часточками більшими $0,25 \times 10^{-3} \text{ м}$ (на природну речовину), втрати при прожарюванні (ВПП), вміст органічних речовин у перерахунку на вуглець ($C_{\text{орг}}$), реакція середовища (рН) та окисно-відновний потенціал (Eh).

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У природному вигляді сапропелева лікувальна грязь відібрана з опорних родовищ має консистенцію, близьку до мазеподібної, пластична, однорідна, без запаху. Її колір змінюється від чорного до світло-коричневого та темно-оливкового. Сапропелева грязь має високу вологоємність (до 96 %),

при цьому середні значення перебувають у діапазоні 90–94 %. Низькі показники вологості характерні для грязі високої зольності (A^c – 70,0–85,0 %) та для нижніх горизонтів відкладів, позаяк уміст води залежить від кількості органічної речовини та ступеня ущільнення відкладів.

У гранулометричному складі сапропелевих грязей переважають алеврито-пелітові фракції. Уміст найбільш цінних у бальнеологічному значенні колоїдних часточок, що відповідають розмірам менше $0,001 \times 10^{-3}$ м, змінюється в межах 4,0–16,0 %, усереднений показник – 7,0 %. Грубі алевритові фракції, які представлені часточками розміром $(0,25–0,01) \times 10^{-3}$ м, змінюються від 4,7 % (озеро Чорне Велике) до 42,6 % (озеро Люцимер). Для пелітової фракції сапропелю розміром $(0,01–0,001) \times 10^{-3}$ м характерний діапазон 8,0–16,0 %.

Кристалічний скелет грязі, що складений із грубодисперсних уламків силікатних матеріалів, гіпсу, кальциту, доломіту, арагоніту, органічних залишків тваринного й рослинного походження змінюється від 13,4 % до 39,8 % (на природну речовину). Максимальні його показники характерні для сапропелю озер Люцимер (39,8 %) та Пісочне (33,7 %). Згідно з [11; 15], якісна лікувальна грязь не повинна містити часточки розміром понад $0,25 \times 10^{-3}$ м, а загальна вага згаданих часточок не повинна перевищувати 10 % ваги сирової грязі. У досліджуваних зразках сапропелевої грязі кількість часточок діаметром понад $0,25 \times 10^{-3}$ м перебувають у межах норми, складаючи від 0,03 % до 0,53 % й рідко перевищуючи 1,0 % [21].



Рис. 1. Зразки сапропелевих грязей з різнотипних родовищ Шацької озерної групи (Волинська область)

Показник питомої ваги сапропелевої грязі збільшується при висиханні, водночас для мінералізованих видів сапропелю цей показник більш помітний, ніж для органічних. Переважно на питому вагу, як і на вологість, впливає структура сапропелю та ступінь його діагенетичного ущільнення, що залежить, переважно, від глибини залягання. Питома вага сапропелевої грязі досліджуваних озер збільшується відповідно до зменшення вмісту органічних речовин. Наприклад, сапропель озера Соминець має питому вагу $1,0305 \text{ кг/дм}^3$ при A^c – 18,24 %, а сапропель озера Пісочне – $1,0859 \text{ кг/дм}^3$, при A^c – 37,14 %. Діапазон питомої ваги змінюється від $1,0294 \text{ кг/дм}^3$ (озеро Карасинець, h – 4,0–4,5 м) до $1,0859 \text{ кг/дм}^3$ (озеро Пісочне, h – 12,0–14,0 м). Усередненою питомою вагою для сапропелевої грязі Волинської області, за результатами аналізу 26 зразків, є показник $1,0561 \text{ кг/дм}^3$ (табл. 1).

Пластично-в'язкі властивості пелюїдів, зазвичай, визначаються показниками напруги зсуву й липкістю. Згідно з [11], оптимальна напруга зсуву сапропелевих грязей, перебуває в межах 50–750 Па. Показник напруги зсуву сапропелевих лікувальних грязей Волинської області змінюється в широких межах від 102 Па до 776 Па. Для сапропелю озера Пісочне середнє значення становить 324 Па, для сапропелю родовища озера Чорне Велике – 431 Па, для родовища озера Карасинець – 364 Па, для родовища озера Соминець – 506 Па. Усередненим показником напруги зсуву для сапропелевих грязей регіону, за результатами аналізу 26 зразків, є показник 401 Па.

Таблиця 1

**Фізико-механічні властивості сапропелевих лікувальних грязей з окремих озер
(укладено за фондовими матеріалами ДНВП «Геоінформ України»)**

№ зразка	Озерне родовище	pH	W, %	A ^c , %	ВПП, %	Питома вага, кг/дм ³	Засміченість частками >0,25×10 ⁻³ м	Напруга зсуву, Па	Питома теплоємність, кДж/(кг×К)
1	Пісочне	7,25	92,03	34,38	65,62	1,0482	0,165	422	3,92
2	Пісочне	5,60	94,28	37,14	62,86	1,0859	0,557	177	3,99
4 ^б	Пісочне	5,43	94,89	30,42	69,58	1,0610	0,145	129	4,01
5	Пісочне	6,06	94,27	26,48	73,52	1,0578	0,278	558	3,99
6	Чорне Велике	7,13	86,36	67,56	32,44	1,0735	0,412	374	3,73
20	Чорне Велике	7,20	87,52	54,74	45,26	1,0772	0,111	722	3,76
25	Чорне Велике	7,26	86,90	42,11	57,89	1,0501	0,384	119	3,75
27	Карасинець	7,43	93,01	35,79	64,21	1,0411	0,531	245	3,95
39	Карасинець	7,18	92,55	32,82	67,18	1,0366	0,204	340	3,93
52	Соминець	6,98	92,99	18,24	81,76	1,0305	0,192	626	3,95
57	Соминець	7,46	87,64	59,43	40,57	1,0720	0,266	626	3,77
59	Соминець	7,08	88,52	52,56	46,44	1,0762	0,452	572	3,80

Липкість є додатковим бальнеотехнічним показником реологічних властивостей сапропелю. Визначення показника липкості зводиться до виміру зусилля, яке необхідне для відривання від сапропелевої грязі латунного диска, що прилип до її поверхні. За результатами досліджень фахівців Українського науково-дослідного інституту медичної реабілітації та курортології [1], липкість сапропелевих грязей змінюється в незначних межах, від 518,38 Па (озеро Олешно) до 678,56 Па (озеро Пулемецьке) (табл. 2).

Таблиця 2

Властивості сапропелевих пелоїдів з родовищ Шацького поозер'я [1]

Озерне родовище	W, %	A ^c , %	pH	Eh, мВ	C _{орг} , %	Напруга зсуву, Па	Липкість, Па	Питома теплоємність, кДж/(кг×К)	Засміченість часточками >0,25×10 ⁻³ м
Пісочне	96,2	38,9	6,5	-60	26,5	161,46	527,64	4,06	0,235
Світязь	73,6	83,5	7,2	-15	4,88	412,84	610,96	3,31	0,189
Пулемецьке	92,9	52,6	6,6	-55	16,8	196,20	678,56	3,95	0,262
Олешно	92,2	15,9	6,5	-75	43,5	208,46	518,38	3,93	0,046
Прибич	96,1	10,8	7,0	-80	29,7	294,30	606,33	4,06	0,035

Такі показники визначають можливість застосування пелоїдів для грязьових аплікацій, тобто підтверджують здатність сапропелю утримуватися на тілі рекреанта. Органічний вуглець (C_{орг}) є найбільш надійним показником сумарного вмісту органічних речовин у сапропелевих грязях. Уміст C_{орг} (на суху речовину) змінюється в досить високому інтервалі, від 4,88 % у мінеральних відкладах озера Світязь до 43,56 % у торф'янистому сапропелі озера Олешно. Високі концентрації характерні для органічних видів сапропелю. Для сапропелевих пелоїдів високої якості цей показник не повинен бути менш, як 10,0% [13].

При нагріванні сапропелевих грязей до температури 900 °С його маса зменшується внаслідок видалення води, гумусу, вуглекислого газу, адсорбованих газів та хлоридів. Максимальні втрати при прожарюванні зафіксовані у лікувальних грязях із озер Карасинець (85,53 %),

Соминець (81,76 %) та Пісочне (76,28 %). Згідно з встановленими вимогами до пелоїдів, оптимальним значенням є показник понад 50,0 %. Питома теплоємність сапропелевої грязі досліджуваних родовищ змінюється в межах від 3,31 кДж/кг×К (озеро Світязь) до 4,08 кДж/кг×К (озеро Пісочне). Високі теплові властивості сапропелю зумовлюють його бальнеологічне використання [11].

Для сапропелевих грязей Волинської області характерний широкий діапазон показників реакції середовища (рН = 8,49–4,70). Максимальне лужне середовище спостерігається в пелоїдах з озер, у яких переважає карбонатний тип седиментації: Кримне (рН – 8,49) та Чорне Велике (рН – 8,20). Показник реакції середовища одного й того ж озера іноді значно відрізняється в стратиграфічному розрізі. Найбільша амплітуда зафіксована в озерах Прибич (рН – 3,05) та Мошне (рН – 2,86). У сапропелевих відкладах озер Карасинець, Кримне, Перемут, Пулемецьке, Соминець та Чорне Велике простежується слабколужне середовище ($\geq 7,0$ рН), а в озерах Люцимер, Мошне, Охнич, Пісочне, Прибич та Скомор'є – слабкокислое ($\leq 7,0$ рН). Невисока амплітуда значень рН характерна для сапропелю озер Карасинець, Люцимер, Перемут та Пулемецьке.

Досліджувані сапропелі характеризуються від'ємними значеннями редокс-потенціалу (Eh), від -15 мВ (озеро Світязь) до -80 мВ (озеро Прибич), що свідчить про перевагу відновних процесів у відкладах і сприятливі умови для сульфат редукції [14].

Сапропелеві грязі волинських озер мають незначний уміст сірководню: від 0,004 % (озеро Світязь) до 0,006 % (озеро Пулемецьке та озеро Прибич), що суттєво нижче терапевтично активної концентрації (0,1 % на природну речовину). Усі зразки відкладів відносяться до безсульфідних [12].

Нами здійснювалися заміри природної радіоактивності прилеглої до озерних родовищ території дозиметром «ЕСОТЕСТ ТЕРРА МКС-05». У місцях відбору донних відкладів та прилеглих до родовищ територіях радіаційний фон знаходився в межах 0,07–0,11 мкЗв/год, (або 7–11 мкР/год). Слід зазначити, що рівень природної радіоактивності не перевищував природного фону області, який, за даними Волинського обласного лабораторного центру Міністерства охорони здоров'я України, становить 10–13 мкР/год та вимог державного гігієнічного нормативу «Норми радіаційної безпеки України», згідно з яким, дозове навантаження не повинне перевищувати 1 мЗв/рік (0,114 мкЗв/год).

Висновки. Отже, сапропелева лікувальна грязь із досліджених родовищ із вмістом органічних речовин понад 50,0 % здебільшого гомогенна, пластична та без запаху. Природна вологість грязі перебуває в діапазоні 55,0–96,0 %; засміченість частками діаметром понад $0,25 \times 10^{-3}$ м не перевищує 2,0 %; втрати при прожарюванні сягають до 85,53 %; питома вага коливається від 1,0294 кг/дм³ до 1,0859 кг/дм³; напруга зсуву змінюється в межах 102–776 Па, а липкість не нижча 518,38 Па; теплоємність сягає до 4,02 кДж/(кг×К); реакція середовища коливається від слабколужної до слабкокислої (рН – 8,49–4,70); редокс-потенціал – відновний (від -15 мВ до -80 мВ); органічний вуглець присутній у кількостях від 4,88 % до 43,56 % на суху речовину.

Проведене дослідження засвідчує можливість використання сапропелю волинських озер у рекреаційних та медичних цілях. Залучення сапропелевих лікувальних грязей Волинської області у лікувально-оздоровчій діяльності є перспективним напрямом рекреаційного природокористування, що дасть змогу розширити використання лікувальних препаратів природного походження, диверсифікувати спектр послуг у санаторно-курортних закладах та сприятиме надходженню інвестицій у рекреаційну сферу регіону.

Новизна дослідження полягає у встановленні основних фізико-механічних індикативних показників сапропелевих грязей регіону. У статті показано, що основні властивості сапропелю з озерних родовищ Волинської області відповідають кондиційним вимогам, установленим для лікувальних грязей. Перспективи подальших досліджень вбачаємо в оцінці бальнеологічного потенціалу окремих родовищ сапропелевих лікувальних грязей, контролі за якістю сировини та розробці регіональної програми з освоєння та використання озерних родовищ грязей.

Список використаних джерел:

1. Звіт про науково-дослідну роботу «Виявлення природних лікувальних ресурсів на території рекреаційної зони Шацьких озер та їх прогностична оцінка». Одеса : Державна установа «Український науково-дослідний інститут медичної реабілітації та курортології Міністерства охорони здоров'я України», 2017. 177 с.
2. Ільїн Л. В., Пасічник М. П. Лімнологічно-географічний та бальнеологічний аналіз донних відкладів озера Велике Піщанське. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2018. Вип. 10. С. 15–21.
3. Ільїн Л. В. Ландшафтно-геохімічні дослідження лімносистем. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2006. Вип. 33. С. 130–136.
4. Ільїн Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 1 : Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності. Луцьк : РВВ «Вежа» Волинського національного університету імені Лесі Українки, 2008. 316 с.
5. Ільїн Л. В., Громик О. М. Уміст радіонуклідів у лімносистемах Західного Полісся (на прикладі водойм зони радіоактивного забруднення Волинської області). *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2012. № 18. С. 4–10.
6. Ільїн Л. В., Мольчак Я. О. Озера Волині : Лімнологічно-географічна характеристика. Луцьк : Надстир'я, 2000. 140 с.
7. Ільїна О. В., Пасічник М. П. Ландшафтно-геохімічний аналіз озера Скомор'є. *Фізична географія та геоморфологія*. 2015. Вип. 4 (80), ч. 1. С. 66–70.
8. Ільїна О. В., Пасічник М. П. Озеро Прибич: лімнологічно-геохімічний аналіз. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Географічні науки*. 2016. Вип. 5. С. 75–80.
9. Ільїна О. В., Пасічник М. П., Пасічник Н. В. Озерний сапропель Волинської області : ресурси та перспективи використання у рекреаційно-курортній діяльності. *Географія та туризм*. 2016. Вип. 35. С. 115–124.
10. Кучер П. В., Ільїн Л. В., Штойко П. І. Рекреаційно-туристичні ресурси Волинської області : монографія. Луцьк : Волинська друкарня, 2023. 180 с.
11. Лечебные грязи (пелоиды) Украины : монография. Ч. 1 / под общей ред. М. В. Лоб оды, К. Д. Бабова, Т. А. Золотаревой, Е. М. Никипеловой. К. : «Куприянова», 2006. 320 с.
12. Мокієнко А. В. Сапропелі як перспективний засіб лікування і оздоровлення. Одеса : Фенікс, 2021. 236 с.
13. Пасічник М. П. Сапропелевіе лікувальні грязі Волинської області України. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*. 2020. No 1 (53). С. 26–30.
14. Пасічник М. П., Ільїн Л. В., Хільчевський В. К. Сапропелі рекреаційно-туристичні ресурси озер Волинської області. Луцьк : Волиньполіграф, 2021. 172 с.
15. Порядок здійснення медико-біологічної оцінки якості та цінності природних лікувальних ресурсів, визначення методів їх використання. *Зб. нормативно-директивних документів з охорони здоров'я*. 2003. № 9. С. 72–91.
16. Справочник ресурсов сапропеля Украины по состоянию на 1.01.1993 г. Кн. 1. Волинская область. К. : ГГП «Севукргеология», 1994. 194 с.
17. Струс О. Є., Половко Н. П., Малоштан Л. М., Яценко Е. Ю. Дослідження протизапальних та репаративних властивостей екстрактів сапропелю родовища Прибич. *Збірник наукових праць співробітників Національного університету охорони здоров'я України імені П. Л. Шупика*. Вип. 23. Кн. 4. 2014. С. 392–398.
18. Шевчук М. Й. Сапропелі України : запаси якості та перспективи використання. Луцьк : Надстир'я, 1996. 384 с.
19. Fesyuk V., Ilyin L., Moroz I., Ilyina O. Environmental assessment of water quality in various lakes of the Volyn region, which is intensively used in recreation. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*. 2020. 52. P. 236–250.
20. Ilyin L. V. Geochemical peculiarities of bottom sediments in polytypic lakes of Ukrainian Polissya. *Limnological Review*. 2002. Vol. 2. P. 155–163.
21. Ilyina O. V., Pasichnyk M. P. Physical, chemical and microbiological characterization of the bottom sediments of the Volyn region lakes and the possibilities of their use in mud treatment. *Scientific and educational dimensions of natural sciences : Scientific monograph*. Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. P. 341–357. DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-289-0-16>
22. Khilchevskiy V. K., Pasichnyk M. P., Ilyin L. V., Zabokrytska M. R. and Ilyina O. V. Hydrographic characteristics of the Shatsk Lakes according to the EU Water Framework Directive. *Conference Proceedings, 15th Inter-*

national Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, 2021, Vol. 2021. P. 1–5.

23. Khilchevskiy V., Ilyin L., Pasichnyk M., Zabokrytska M., Ilyina O. 2022. Hydrography, hydrochemistry and composition of sapropel of Shatsk Lakes. *Journal of Water and Land Development*. 2022. No 54 (VII–IX). P. 184–193. DOI: <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.141571>.

References:

1. Report on the scientific research work «Identification of natural healing resources in the territory of the recreation area of the Shatsky lakes and their predictive assessment» (2017). Odesa: State institution «Ukrainian Research Institute of Medical Rehabilitation and Spa Treatment of the Ministry of Health of Ukraine», 177. [In Ukrainian]
2. Ilyin, L. V., & Pasichnyk, M. P. (2018). Limnological-geographical and balneological analysis of bottom sediments of Lake Velyke Pishchanske. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka East European National University. Geographical sciences*, 10, 15–21. [In Ukrainian].
3. Ilyin, L. V. (2006). Landscape and geochemical studies of limnosystems. *Bulletin of Lviv University. The series is geographical*, 33, 130–136. [In Ukrainian].
4. Ilyin, L. V. (2008). Limnocomplexes of Ukrainian Polissia. In 2 volumes, T. 2: Regional features and optimization. Lutsk: «Tower» Lesya Ukrainka Volyn National University, 400. [In Ukrainian].
5. Ilyin, L. V., & Gromyk, O. M. (2012). The content of radionuclides in the limnosystems of Western Polissia (on the example of reservoirs in the zone of radioactive contamination of the Volyn region). *Scientific bulletin of Lesya Ukrainka Volyn National University. Geographical sciences*, 18, 4–10. [In Ukrainian].
6. Ilyin, L. V., & Molchak, Y. O. (2000). Lakes of Volyn: Limno-geographic characteristics. Lutsk: Nadstryya, 140. [In Ukrainian].
7. Ilyina, O. V., & Pasichnyk, M. P. (2015) Landscape and geochemical analysis of the lake. Skomor'ye. *Physical geography and geomorphology*, 4(80), 66–70. [In Ukrainian].
8. Ilyina, O. V., & Pasichnyk, M. P. (2016) Lake Prybych: limnological and geochemical analysis. *Scientific Bulletin of Kherson State University. Geographical sciences*, 5, 75–80. [In Ukrainian].
9. Ilyina, O. V., Pasichnyk, M. P., & Pasichnyk, N. V. (2016). Lake sapropel of the Volyn region: resources and prospects for use in recreational and resort activities. *Geography and tourism*, 35, 115–124. [In Ukrainian].
10. Kucher, P. V., Ilyin, L. V., & Shtoiko, P. I. (2023). Recreational and tourist resources of the Volyn region: monograph. Lutsk: Volynska drukarnya, 180. [In Ukrainian].
11. Medicinal muds (peloids) of Ukraine: monograph. Part 1 (2006). Under the general editorship of M. V. Lobody, K. D. Babova, T. A. Zolotarevoy & E. M. Nikipelova. K.: «Kupriyanova», 320.
12. Mokienko, A. V. (2021). Sapropel as a promising means of treatment and recovery. Odesa: Phoenix, 236. [In Ukrainian].
13. Pasichnyk, M. P. (2020). Sapropel healing mud of the Volyn region of Ukraine. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 1(53), 26–30.
14. Pasichnyk, M. P., Ilyin, L. V., & Khilchevskiy, V. K. (2021). Sapropel recreational and tourist resources of the lakes of the Volyn region. Lutsk: Volynpoligraf, 172. [In Ukrainian].
15. The procedure for medical and biological assessment of the quality and value of natural medicinal resources, determination of methods of their use (2003). *Coll. regulatory and directive documents on health care*, 9, 72–91. [In Ukrainian].
16. Directory of sapropel resources of Ukraine as of January 1, 1993. Book. 1. Volyn region (1994). K.: GHP «Sevukrgeology», 194.
17. Strus, O. E., Polovko, N. P., Maloshtan, L. M., & Yatsenko, E. Yu. (2014). Study of anti-inflammatory and reparative properties of sapropel extracts from the Prybych deposit. *Collection of scientific works of employees of the National University of Health Care of Ukraine named after P. L. Shupyka*, 23, 392–398. [In Ukrainian].
18. Shevchuk, M. Y. (1996). Sapropel of Ukraine: reserves, quality and prospects for use. Lutsk: Nadstryya, 384. [In Ukrainian].
19. Fesyuk, V., Ilyin, L., Moroz, I., & Ilyina, O. (2020). Environmental assessment of water quality in various lakes of the Volyn region, which is intensively used in recreation. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*, 52, 236–250.
20. Ilyin, L. V. (2002). Geochemical peculiarities of bottom sediments in polytypic lakes of Ukrainian Polissya. *Limnological Review*, 2, 155–163.

21. Ilyina, O. V., & Pasichnyk, M. P. (2023). Physical, chemical and microbiological characterization of the bottom sediments of the Volyn region lakes and the possibilities of their use in mud treatment. *Scientific and educational dimensions of natural sciences: Scientific monograph*. Riga, Latvia: "Baltija Publishing", 341–357. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-289-0-16>
22. Khilchevskiy, V. K., Pasichnyk, M. P., Ilyin, L. V., Zabokrytska, M. R., & Ilyina, O. V. (2021) Hydrographic characteristics of the Shatsk Lakes according to the EU Water Framework irective. *Conference Proceedings, 15th Inter-national Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment*, 1–5.
23. Khilchevskiy, V., Ilyin, L., Pasichnyk, M., Zabokrytska, M., & Ilyina, O. (2022). Hydrography, hydrochemistry and composition of sapropel of Shatsk Lakes. *Journal of Water and Land Development, 54 (VII–IX)*, 184–193. <https://doi.org/10.24425/jwld.2022.141571>.

Стаття надійшла до редколегії
16.03.2023 р.