

II. ГЕОЛОГІЯ ТА ГЕОМОРФОЛОГІЯ

УДК 631.6 : 551.3

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4782601>

Наседкін І.Ю.

ЖИТТЯ РЕЛІКТОВОГО КАРСТУ НА ПРИКЛАДІ ОЗЕРА СВІТЯЗЬ

Більшість озер північно-західної частини Волинського Полісся виповнюють реліктові форми прадавнього карстового рельєфу і відносяться в основному до атмосферного або атмосферно-грунтового типу водного живлення. Між тим, за науковими дослідженнями і даними багаторічного моніторингу підземний потік в окремих зонах інтенсивного транзиту і первинного карстоутворення, за умов підвищеного тиску розвантажуються на денну поверхню, в ґрунтовий і поверхневий стік через давні карстові структури у вигляді висхідних джерел. Це підтверджують розрахунки водного балансу ґрунтових вод і озер гідродинамічним методом аналізу режиму підземних вод. Такі об'єкти, як оз. Світязь, є геолого-гідрогеологічними пам'ятками природи і потребують особливого екологічного догляду і охорони.

Ключові слова: карст, карстові озера, підземні води (ґрунтові води), водний баланс, гідротермальний коефіцієнт, поверхневий стік, підземний водообмін, транзит, джерело, живлення, розвантаження.

Постановка проблеми. Територіально йдеться про північно-західну частину Волинського Полісся в межиріччі рр. Прип'ять і Західний Буг (саме р. Муховець), в рельєфі якого чітко простежуються форми давнього карстоутворення. Тут розміщені Шацькі озера – група з 23 унікальних водних об'єктів, компактно охоплених однією територією, а саме між державним кордоном з республікою Білорусь і долиною р. Прип'ять, з включенням населених пунктів смт. Шацьк, сс. Світязь, Пулемець, Ростань, Піща, Мельники. Найбільшим з цієї групи є карстове озеро Світязь, що відоме сталістю свого режиму, високою якістю, чистотою і унікальною прозорістю води. Природа цього озера у науково-суспільному розумінні є полемічною відносно його водного балансу при взаємодії з атмосферними водами, поверхневим і підземним стоком, водокористуванням та іншими природно-кліматичними і антропогенними чинниками. Вивченість території є тривалою, різнобічною і достатньою для поглибленого аналізу з виділенням основних етапів розвитку і трансформації карсту та сучасних його ознак, проявів і ролі у новітніх процесах рельєфо- і ландшафтотворення. В узагальненому вигляді вона доволі повно висвітлена у трудах ві-

© Наседкін І.Ю., 2021.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Article Info: Received: March 15, 2021;

Final revision: March 25, 2021; Accepted: April 12, 2021.

тчизняних дослідників [3,5,6,7,9,10,15,16,17 та ін.]. З'ясування природи формування і сучасного стану озера є ключем для розробки стратегії і культури екологічно безпечного поводження з унікальною понині існуючою і діючою пам'яткою природи.

Для охорони Шацького поозер'я у 1983 р. тут створено Шацький національний природний парк (Шацький НПП), площею 32 500 га [15].

Силами Шацького НПП та зацікавлених наукових і водогосподарських виробничих організацій(ІГіМ УААН, Волинським облводгоспом, Волинським обласним управлінням охорони природи) в межах парку і на прилеглих територіях створений та існує багаторічний комплексний водно-екологічний моніторинг для виявлення і запобігання екологічних ризиків [2, 14, 15].

Формулювання мети дослідження. За даними моніторингу, з 2016 року намітився стійкий тренд на зниження рівнів ґрунтових вод і дзеркала озера, а з початку 2019 р. спостерігається різке обміління оз. Світязь, на відстань до 100 м, та зниження водозабезпеченості Шацького поозер'я в цілому. Для прийняття рішень щодо захисту унікальних водних об'єктів від негативного впливу природних і антропогенних чинників, а саме оз. Світязь, та обґрунтування заходів з екологічного догляду і охорони необхідно, в першу чергу, з'ясувати його природу, дослідити у ретроспективі формування водного балансу і подальшого спрямування розвитку.

Дослідження проводилися шляхом натурних обстежень, опрацювання даних багаторічного моніторингу, у тому числі гідродинамічним методом аналізу режиму підземних і поверхневих вод, залучення даних літературних і фондових джерел щодо геолого-гідрогеологічної історії об'єкту, рельєфо- і ландшафтотворення, природного водообміну[1-17 та ін.].

Виклад основного матеріалу. Клімат досліджуваної території помірно-континентальний, наближений до помірно-морського клімату Західної Європи, з м'якою зимою і відносно теплим та вологим літом. За даними метеорологічної станції Світязь за період з 1985 по 2019 рр. найбільше опадів зафіксовано у 2013 р. (734,0 мм), а найменше в 1987 р. (435,5 мм). Загальною тенденцією 2018 – 2019 рр. є підвищення середньорічної температури повітря (2018 р. на 1,4°C). Щодо опадів, то в 2018-2019 рр. річна їх кількість залишалася близькою до середньостатистичної, однак із значною нерівномірністю їх розподілу по місяцях. На вегетаційний період 2018 р. припадало 92% від їх річної кількості.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) для даної території у 2018 р. – 1,01, що є нижньою межею для вологої зони. Для 2019 р. цей показник становив 0,95, що є характерним для зони недостатнього зволоження. Показники ГТК свідчать про те, що у останні роки намітилася тенденція до аридизації клімату та збільшення випаровування [13].

Середня багаторічна величина випаровування з поверхні озер становить 913,3 мм в безльодовий період, що значно перевищує їх живлення атмосферними опадами.

В геологічному відношенні територія Шацького поозер'я знаходиться в північно-західній частині Волино-Подільської плити в межах Волинського палеозойського підняття, що завершується на півночі Прип'ятським валом. Інтенсивно дислокований кристалічний фундамент об'єднує плутоно-метаморфічні утворення раннього протерозою. Осадовий плащ сформований двома структурними поверхнями – мезопротерозойсько – палеозойським і мезозойсько-кайнозойським, між якими є стратиграфічне і кутове неузгодження. Мезопротерозойсько-палеозойський фундамент має блокову структуру, обумовлену дез'юнктивними порушеннями, яка простежується і в наступних нашаруваннях мезозой-кайнозою в якості успадкованої Мінсько-Вижівської тектонічної зони, Щитинського і Кримнівського розломів [7,16, 17]. За матеріалами космічних досліджень чітко простежуються Верхньоприп'ятська лінеаментна зона та Мшанецька і Світязьська кільцеві структури. Сформовані в домезозойський період деформаційні плікативні структури, а саме Прип'ятський і Турійський вали, Шацька антикліналь, а також Головнянська, Дошнівська та Залісницька скульптури, обумовили ті риси рельєфу поверхні верхньокрейдяних утворень, що зумовили зародження і розвиток карстових процесів та особливості кайнозойських льодовикових трансгресій у межі досліджуваної території [16]. Два останні чинники є превалюючими у формуванні її сучасного обліку і екології.

Інтенсивне карстоутворення пов'язано з початком континентальної доби, коли в олігоцені море відступило і відбувся розмив палеогенових і частково крейдяних утворень. Наявність цоколя у структурі рельєфу, що широтно простежується вздовж державного кордону з Білоруссю, при значних перепадах висот і крутому північному схилі, тріщинуватість крейдяних порід і міжблокові послаблені зони сприяли стоку по них поверхневих і підземних вод, розмиву крейдяних порід і утворення у них карстових порожнин і каналів, в тому числі і карстових форм Шацького поозер'я. Послаблені міжблокові зони, що відбиваються у крейдяних відкладах, були своєрідними дренами, які збирали стік з тріщинуватої крейди і відводили його до місцевого базису ерозії у підніжжя цоколя. Водоприймачем могла бути водойма або річка прагідромережі.

Зледеніння четвертинного періоду поступово знівелиювали рельєф, принесеним льодовиками матеріалом, який відкладався на північ від цоколя поки не вирівнялися відмітки. Так, льодовик наревського зледеніння, найдавнішого у неоплейстоценовий період (800 тис років тому), не подолав верхньокрейдяні цоколи. Льодовик окського зледеніння долиною Західного Бугу вкрив Шацьке поозер'я і прилеглі території, а у дніпровський час сполосним потокам, подо-

лавши цоколь поширився до межі крайових утворень за лінією Дубровиця – Маневичі – витoki р. Турія та охопив усю територію Шацького поозер'я [6, 16]. Льодовик еродував крейдові підняття і заклав улоговини, використані в подальшому гідромережею.

З цього часу почалося формування сучасного рельєфу, гідромережі, Головного Європейського вододілу, умови і особливості загального і, зокрема, підземного водообміну.

В гідрогеологічному відношенні досліджувана територія є частиною Волино-Подільського артезіанського басейну. Верхній гідрогеологічний поверх, основний об'єкт нашої уваги, представлений потужною товщею крейди і мергелю верхньокрейдяного (турон-маастрихського) часу і перекриваючих їх обводнених нашарувань гляціалу, флювіогляціалу, річкового і озерного алювію та органогенних ґрунтів [3, 4, 16, 17].

Товща верхньої крейди, загальною потужністю до 800 м, тріщинувата на глибину 120м з максимальною її інтенсивністю в інтервалі від поверхні, або підшви поверхневої зони кольматації (3-5 м) до 60-80 м. Тріщинувата зона обводнена і вміщує перший від поверхні напірний водоносний горизонт. Нижче тріщинуватої зони крейда має монолітну структуру і представляє собою потужний регіональний водотрив між протерозой-палеозойським і мезозой-кайнозойським гідрогеологічними поверхами. Комплекс четвертинних рихлих відкладів вміщує ґрунтові води, відділені від напірних зоною кольматації, що є місцевим водотривом. Водообмін між ґрунтовими і тріщинними водами здійснюється повільно по площі через слабопроникний шар і вільно в місцях гідравлічних вікон де він відсутній. Це можуть бути річкові долини, озерні западини, окремі депресії рельєфу, де кольматуючі утворення повністю або частково розмиті. Загальний напрям руху ґрунтових вод обумовлений Головним Європейським вододілом і має переважно північне і північно-східне спрямування, або в бік долини р. Західний Буг, або у долину р. Прип'ять з обох примикань, заплавні і водно-льодовикові озера, магістральну осушувальну мережу. Потужність четвертинних відкладів в межах досліджуваної території 3-12м, за її межами вбік стрімкого занурення покрівлі крейди на північ від цоколя 30-40м і більше. Тут четвертинні, переважно флювіогляціальні піщано-глинисті відклади утворюють ґрунтовий водоносний комплекс із своїми особливостями підземного водообміну.

Область живлення тріщинного напірного водоносного горизонту знаходиться в межах Волинської височини звідки підземний стік розділяється за південним (вбік Малого Полісся) і північним (вбік Поліської низовини) спрямуванням і підземний вододіл цього горизонту не співпадає з Головним Європейським вододілом. Досліджувана територія знаходиться в зоні транзиту тріщин-

них вод, де вони зазнають часткового місцевого розвантаження в чашах карстових озер, руслі р. Прип'ять та інших місцях відсутності водотривкого шару, або місцевого підживлення на гіпсометрично припіднятих ділянках рельєфу (кінцевих моренних утвореннях, еолових пасмах тощо). Після заглушення діяльністю льодовиків карстових процесів, створення сучасного монотонного рельєфу і ліквідації базису ерозії і розвантаження тріщинних вод останні заповнили всю тріщинну зону до денної поверхні, або поверхневого водотривкого шару, набули напірності і почали розвантажуватися у місцеві водопримачі згадані вище. Тектонічно порушені зони інтенсивної тріщинуватості стали провідниками підземного стоку до глибоких карстових озер (оз. Світязь, Святе та ін.) або місць виходу напірних вод на денну поверхню з утворенням потужних джерел і джерельного стоку (Оконські вікна).

На особливу увагу у даному контексті заслуговує карстове оз. Світязь, що є: найбільшим за площею і об'ємом води на Поліссі, унікальною пам'яткою природи міжнародного значення, об'єктом Шацького національного природного парку, джерелом якісної води, має велике рекреаційне, природно-пізнавальне і туристичне значення, тощо [3, 5, 9, 13, 14, 15].

Унікальність озера полягає у природі утворення і характері сучасного водообміну, що забезпечує стабільність його водного балансу у кількісних показниках і за гідрохімічною стабільністю [11]. Чаша озера успадкувала карстовий провал, що утворився в процесі інтенсивного карстоутворення в межах зони тектонічного порушення крейди, лініаментно спрямованого на північний схід до базису ерозії у підніжжя крейдяного цоколя, висоті якого, між відмітками 165 і 100 м, відповідає найбільша глибина озерної западини (близько 60 м). Через цю западину карстовий колектор розвантажуються в озеро.

Дані багаторічних спостережень за водним режимом і балансом озера і підземним водообміном у прибережній зоні вказують на те, що рівні вільної водної поверхні, ґрунтових і напірних вод мають стійке співвідношення за яким рівень поверхні озера перевищує рівень ґрунтових вод і нижчий від п'езометричного рівня напірних. Це співвідношення майже ніколи не порушується і свідчить про те, що озеро живиться напірними водами і в свою чергу живить ґрунтовий потік і поверхневі витоки в гідромережу. Таким чином озеро не є приймачем поверхневого і ґрунтового стоку (крім атмосферних опадів), а є природним джерелом розвантаження напірного водоносного горизонту через колектор зазначеного вище лініменту [2, 5, 8, 9, 13].

Баланс ґрунтових вод території поозер'я. Для уточнення умов і особливостей водообміну водоносних горизонтів між собою і з поверхневими водами були виконані розрахунки балансу підземних вод за багаторічними коливаннями їх рівнів по чотирьох парах моніторингових свердловин, за північно-східним

спрямуванням від вододілу р. Прип'ять – оз. Світязь, через оз. Світязь на оз. Пісочне, що відповідає гіпотетичному лініменту інтенсивного стоку підземних вод, для періодів 1971-1983 рр. і 2005-2019 рр. (табл. 1) [8, 9, 13].

Таблиця 1

Середньобагатоічні баланси ґрунтових вод територій прилеглих до озера Світязь, мм/%

Період	Опади, мм	Поповнення за рахунок		Витрати за рахунок,		Змінення запасів, мм (баланс)
		притоку знизу	інфільтрації + бок. притік	перетоку вниз	випаров. + бок. відтік	
Південний берег оз. Світязь, св. 12н/13у						
1971-83	583	204,2/45	250,8/55	19,8/4	434,1/96	1,1
2005-19	629	139,5/44	180,2/56	58,5/18	253,7/82	-16,8
Північний схил вододілу р. Прип'ять – оз. Світязь, св.2н/2у						
2005-19	629	110,9/55	91,8/45	32,5/15	178,4/85	-121,5
Північно-східне узбережжя оз. Світязь, св. 22-23						
1976-80	567	70,6/22	244,2/78	70,6/26	196,2/74	-18,0
Вододіл оз. Світязь, Луки, Пісочне, св. 16/17						
1976-84	565	0,7/0,4	172,6/99,6	65,5/40	99,3/60	8,4

За даними, отриманими по свердловинах, що знаходяться на південному узбережжі оз. Світязь (св. 12н/13у) і на схилі вододілу з р. Прип'ять (2н/2у), зазначаємо наступне: за весь період досліджень з 1971 по 1983 рр. та з 2005 по 2019 рр. спостерігається стабільність у формуванні річних балансів ґрунтових вод, однак з певними відхиленнями від середніх значень окремих статей.

У прибутковій частині балансу основними є інфільтраційне живлення і притік напірних вод, у витратній – витрати на випаровування, що відповідає раніше встановленому для цієї території інфільтраційно-напірному випаровувальному типу формування водного балансу [10]. Боковий притік і відтік ґрунтових вод для даної території і для озера не мають вирішального значення.

Так, за осередненими даними, поповнення за рахунок напірних вод складало 44-55%, при інфільтраційному живленні в сумі з боковим притоком – 45-56%, тобто в рівній мірі; витрати за рахунок зворотного перетоку в напірний водоносний горизонт 4-18% і випаровування в сумі з боковим відтоком 82-96%.

З протилежної північно-східної частини озера за розрахунками по даних вимірів у свердловинах 22/23 періоду 1976-1980 рр., водний баланс формувався переважно за рахунок інфільтраційного живлення, на який в сумі з боковим притоком припадало 78% і поповнення напірними водами 22%; витрати припадали на випаровування, що в сумі з боковим відтоком складала 74% і перетік у нижній водоносний горизонт 26%. За абсолютними значеннями напірне живлення і перетікання до напірного горизонту склали відповідно 70,6 та 70,6 мм, тобто взаємообмін між водоносними горизонтами був збалансованим і нульо-

вим для результуючої водного балансу. За продовженням напрямку потоку на північний схід по св. 16/17, що розташовані неподалік оз. Перемут, в прибутковій частині балансу ґрунтових вод переважає інфільтраційне живлення, що у сумі з боковим притоком сягає 99,6%, витрати припадають на випаровування 60% і перетік у напірний водоносний горизонт 40%.

Зазначений фактаж свідчить про те, що оз. Світязь знаходиться в зоні транзиту підземного потоку, що рухається з півдня на північ і північний схід від основної області живлення (Волинська височина) до зони розвантаження (долина р. Муховець) і витрачається попутно на підживлення річок і карстових озер. Після розвантаження в оз. Світязь транзитний потік поступово зменшує напірність, при падінні якої нижче вільної поверхні потоку отримує підживлення з боку ґрунтового водоносного горизонту.

Водний баланс оз. Світязь і особливості його формування. Чаша озера Світязь приурочена до карстового провалу, максимальною глибиною 58 м, який утворився в інтенсивно тріщинуватих породах верхньої крейди, що склали денну поверхню, розмитих транзитним потоком підземних вод, спрямованим на північний схід. Область живлення останнього знаходилась (і знаходиться) значно південніше, в межах сучасної Волинської височини. Розвантаження верхньої частини потоку відбувалося під уступом масиву крейдяних порід, що мав перепад висот від 165 м до 100 м і нижня відмітка якого відповідала тодішньому місцевому базису ерозії. Відстань від карстового провалу до перегину уступу дорівнювала ~27 км.

Діяльність четвертинних льодовиків знівелювала нерівності рельєфу поверхні крейди гляціал-флювіогляціальними утвореннями і створила малостічну хвилясту заболочену моренно-зандрову рівнину. Сформувався перший від поверхні ґрунтовий водоносний горизонт, а на північ від уступу – комплекс на водотривкому закольматованому поверхневому шарі крейди. Транзитний потік уповільнився при тому, що область живлення зберегла своє розповсюдження і командне положення. П'єзометричний рівень, тепер вже напірного тріщинного водоносного горизонту, зрівнявся з вільною поверхнею ґрунтового потоку, або значно його перевищив відповідно до гіпсометрії рельєфу, сезонів року, погодних умов та дренажності. Напірні води виповнили карстові лійки, повністю замінивши в них постльодовикову воду. Так сталося і з оз. Світязь, чому воно зобов'язане своєю унікальністю, чистотою і прозорістю води [1, 7, 9].

Розрахунок водного балансу оз. Світязь виконано за даними гідрометеорологічної служби (опаді, випаровування, рівні озера), а також спостереженнями за рівнями ґрунтових і напірних вод в приозерній зоні по мережі моніторингових свердловин. Надходження ґрунтових вод розраховано за відмітками їх рівня (св. 17у) і дзеркала озера. Напірне живлення визначено за рівнями в спаре-

них свердловинах на ґрунтові (св. 13) і напірні (св. 12н) води, розташованих неподалік урізу озера (див. табл. 2).

Таблиця 2

Водний баланс оз. Світязь, мм/%

Рік	Поповнення озера за рахунок, мм				Витрати води за рахунок, мм				Змінення рівня, мм (баланс)
	опади	напірне живлення	притік ґрунт. вод	притік поверх. вод	випаровування	перетік вниз	відтік у ґрунт. води	поверх. стік	
1970-76	585/76	115/15	20/3	45/6	523/71	-	23/3	188/26	31
2016	678/60	359/32	45/4	42/4	805/76	-	205/19	44/5	70
2017	690/66	237/23	59/5	62/6	924/95	-	-	44/5	80
2018	586/52	500/44	40/4	-	642/50	-	575/45	59/5	-150
2019	462/53	351/41	35/4	20/2	845/74	-	259/23	44/3	-280

Аналізуючи отримані результати розрахунків, можна зазначити наступне. Водний баланс оз. Світязь за весь період спостережень мав (до 2015 р.) збалансований характер з певними відхиленнями від середніх показників, як окремих статей балансу, так і його результуючої, що позначалося на рівні дзеркала озера. Амплітуди коливань останнього були в межах 0,2-0,4 м, при багаторічних максимумах до 0,5-0,6 м. Основними прибутковими статтями були атмосферні опади (52-76%), напірне живлення (15-44%), при підпорядкованому значенні поверхневого притоку і надходження ґрунтових вод (в основному з південно-західного примикання); витратними – випаровування (до 95%), підживлення ґрунтового потоку (3-45%), поверхневі витоки (5-26%). Остання стаття не була однозначною через різні спроби штучного регулювання витоку. Стабілізуючим фактором в підтриманні балансової рівноваги були (і є) напірні води, притік яких завжди зростав при зростанні витрат і зниженні рівня озера. Це підтверджує і загальний доволі спокійний характер графіку коливань дзеркала озера без екстремальних підйомів і спадів, характерних для водойм і водотоків атмосферного живлення.

Аномальним, у формуванні водного балансу оз. Світязь, виявився період з 2013 р. по даний час, коли позначився стійкий тренд зниження рівня озера. На його фоні з 2015 по 2018 р. рівень стабілізувався на декілька нижчому рівні, а з 2018 по кінець 2019 р. знизився до багаторічного мінімуму, нижче абсолютної відмітки 163 м. З цим періодом пов'язано збільшення річних температур повітря в середньому на 2°C, випаровування до 924 мм, зниження рівнів ґрунтових і напірних вод на 1,0-1,2 м. Падіння рівня ґрунтових вод, значно більше за зниження рівня озера, спонукало зростання витрат з нього на підживлення ґрунтового потоку, що досягло в загальному водному балансі 575 мм (2018 р.), або 45% від загальної суми витрат, чого не спостерігалося за весь попередній період спостережень. Зросла доля напірного живлення озера, яке, проте, не змогло

повністю компенсувати збільшення витрат на випаровування і поповнення ґрунтових вод.

Не повністю з'ясованим залишається питання зниження рівнів ґрунтових і напірних вод, яке складно пояснити лише змінами у кліматичних факторах. Особливо це стосується напірного водоносного горизонту, основна область живлення якого знаходиться далеко за межами досліджуваного об'єкту, і підпорядкованого іншим умовам формування підземного потоку.

Висновки. Виходячи з результатів водобалансових розрахунків і їх аналізу можна констатувати, що живлення оз. Світязь відбувається майже в рівних відсотках (з сезонними, річними і циклічними відхиленнями) за рахунок атмосферних опадів і напірних вод. Витрати припадають на випаровування, підживлення ґрунтових вод і поверхневий стік в міжозерну водну систему. Переважаюче співвідношення рівнів таке, що дзеркало озера знаходиться нижче п'єзометричного рівня напірних вод і вище рівня ґрунтових вод (РГВ). Таким чином озеро постійно втрачає воду на живлення поверхневого і ґрунтового стоку, що дає підстави розглядати його як величезне природне джерело. Незалежно від водності року, та намагань штучного регулювання стоку, сезонні, річні і багаторічні амплітуди коливань поверхні озера незначні і не перевищують 0,5-0,6 м, що забезпечено водорегулюючою роллю напірного водоносного горизонту.

Аномально посушливі останні роки (2016-2019) у сукупності з негативним антропогенним фактором зумовили зниження рівня озера на ~1 м, що призвело до відступу кромки берегової лінії до 100 м і більше. При цьому відбулося зниження п'єзометричного рівня напірних вод на 1,2 м і ґрунтових до 3 м. Таким чином, при збереженні характеру водообміну (за ієрархією: п'єзометричний рівень – рівень озера – рівень ґрунтових вод) він збалансувався на новому нижчому рівні у зменшеному контурі озера. Особливістю збереженого взаємовідношення рівнів є значний відрив рівня ґрунтових вод від поверхні озера і п'єзометричного рівня, що складно пояснити лише кліматичними змінами, які мають пропорційно впливати на зміни живлення і втрат поверхневих і підземних вод. При цьому зазнав деформації загальний водний баланс озера і прилеглої території – збільшуються витрати з озера на підживлення ґрунтових вод і зростають витрат напірних вод на підтримання рівня озера і ґрунтового потоку, який за своєю повільністю і недренованістю витрачається майже повністю на сумарне випаровування (за виключенням осушувальних систем). Слід зважати і на те, що при падінні РГВ значно зменшуються витрати на випаровування, а за глибин більше 3 м зводяться майже нанівець.

Отриманий висновок є підставою для глибокого вивчення антропогенної складової негативного впливу на формування водного балансу карстового озе-

ра-джерела Світьязь і пошуку заходів із захисту його природного водного ресурсу від виснаження і деградації.

Література

1. Алексеевский В.Е., Наседкин И.Ю., Вирвикленко Н.К. Гидрогеологическая и гидрогеолого-мелиоративная обстановка в районе Шацких озер. *Мелиорация земель Полесья и охрана окружающей среды*. 1977. Вып.1. С. 128-141.
2. Алексеевский В.Е., Наседкин И.Ю., Цветова Е.В. Система наблюдений (мониторинг) в зоне возможного влияния Хотиславского карьера. Киев-Минск: Минприроды, 1994. 35 с.
3. Бабинец А.Е., Наседкин И.Ю., Бут Ю.С. Подземные воды Украинского Полесья и пути рационального их использования. *Проблемы Полесья*. 1987. Вып.11. С. 215-222.
4. Батометричні дослідження озера Світьязь : минуле, сучасне, та перспективи / О.В. Альохіна та ін. *Природа Західного Полісся та прилеглих територій*. 2014. №11. С.24-32.
5. Бут Ю.С., Наседкин И.Ю. Формирование баланса грунтовых вод Полесья. К.: Наукова думка, 1981. 170 с.
6. Залесский И.И. Реконструкция плейстоценовых ландшафтов Волынского Полесья в связи с вопросами рационального природопользования: автореф. дис. канд. геогр. наук. Ровно, 1987. 19 с.
7. Залеський І.І. Геологічна будова Шацького національного природного парку. *Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки*. 2007. №11. С. 53-59.
8. Наседкин И.Ю. Формирование водного баланса группы Шацких озер при осушении прилегающих земель. *Мелиорация и водное хоз-во*. 1991. Вып. 2. М., С. 8-11.
9. Наседкин И.Ю. Водообмен грунтовых вод на территории Шацкого национального парка // В кн. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. К.: Наукова думка, 1991. С. 250-256.
10. Наседкин И.Ю. Изменение водообмена под влиянием осушительных мелиораций в долине р. Припять. // В кн. Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. К.: Наукова думка, 1991. С. 235-250.
11. Наседкін І.Ю., Рябцева Г.П. Оцінка екологічної та гігієнічної стійкості озер Шацької групи за водобалансовими і гідрохімічними показниками // Екологія, водне господарство та проблеми водних ресурсів західного регіону України. Луцьк: Надстир'я, 1997. С.50-58.
12. Наседкін І.Ю., Слюта В.Б. Розвиток карстових процесів на Чернігівщині (за даними моніторингу ЕГП) // Всеукраїнська наукова конференція «Треті Сумські наукові географічні читання» (12-14 жовтня 2019 р., м. Суми). Суми, 2019. С. 89-94.
13. Причини обміління Шацьких озер і шляхи регулювання їх водного балансу / М.І. Ромашенко, М.В. Яцюк, О.А. Сидоренко, О.М. Нечай, Г.В. Воропай, І.Ю. Наседкін, О.В. Цветова, Р.В. Сайдак. *Вісник аграрної науки*. 2020. №8. С. 5-13.
14. Формування режиму природних вод району Шацьких озер в сучасних умовах. К.: Аграрна наука, 2004. 94 с.
15. Хомік Н.В. Водні ресурси Шацького національного природного парку: сучасний стан, охорона, управління. К.: Аграрна наука, 2013. 240 с.
16. Шацьке поозер'я: Монографія / І.І. Залеський, Ф.В. Зузук, В.Г. Мельничук, В.В. Матеюк, Г.І. Бровко. Т.1: Геологічна будова та гідрогеологічні умови. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2014. 190 с.
17. Шестопалов В.М. Динамика и естественные ресурсы подземных вод основных водоносных горизонтов Волынского артезианского бассейна. К.: Наук. думка, 1974. 126 с.

Summary

Nasedkin I. Yu. **The Life of the Relict Karst on the Example of Lake Svityaz.**

Most of the lakes in the northwestern part of Volyn Polissya repeat the relict forms of ancient karst relief and refer mainly to the atmospheric or atmospheric soil type of water supply. According to scientific studies and long-term monitoring data, underground flow in separate zones of intensive transit and primary karst formation, under conditions of high pressure, are unloaded on the outer

ground surface into soil and surface runoff through ancient karst structures in the form of ascending sources. This is confirmed by the calculations of the water balance of groundwater and lakes by the hydrodynamic method of groundwater analysis. these objects, including Lake Svityaz, are geological and hydrogeological objects of nature and require special ecological care and protection.

Key words: karst, karst lakes, groundwater, water balance, hydrothermal coefficient, surface runoff, underground water exchange.

УДК: 550-3

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4782607>

Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин М.Б.

ОЦІНКА ВАРІАЦІЙ ЗМІН ШВИДКОСТЕЙ ГЕОМЕХАНІЧНИХ РУХІВ ЗЕМНОЇ КОРИ ТА ЇХ ЗВ'ЯЗКУ ІЗ СЕЙСМІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В КАРПАТСЬКОМУ РЕГІОНІ

Розглянуто результати досліджень геодинамічного та сейсмічного стану Закарпатського внутрішнього прогину в 2019 році. Показано спектр геофізичних спостережень в регіоні, що позиціонується як сейсмогенеруючий, де протягом року сейсмічними станціями Відділу сейсмічності Карпатського регіону Інституту геофізики імені С.І.Субботіна НАН України реєструються чисельні сейсмічні події, серед яких відбуваються відчутні місцеві землетруси, що є індикатором сеймотектонічних процесів у Карпатському регіоні. Актуальність дослідження геофізичних явищ в регіоні викликана відсутністю протягом тривалого періоду землетрусів відчутного класу, що в свою чергу підвищує ймовірність прояву сейсмічності через серію підземних відучених подій. Вивчається зв'язок просторово-часового розподілу місцевої сейсмічності у 2019 році та характеру сучасних горизонтальних рухів кори в центральній частині Закарпатського внутрішнього прогину. Використовується розраховані фізичні характеристики геомеханічних рухів кори, зокрема швидкість добових зміщень верхніх шарів земної кори. Відмічено зв'язок інтервалів аномальних рухів кори із періодами сейсмічної активізації. Частота прояву місцевої сейсмічності залежить від модуля величини швидкості сучасних горизонтальних рухів: чим швидше стискаються або розширюються породи тим більша кількість землетрусів місцевого значення реєструється сейсмічними станціями.

Ключові слова: геодинамічний стан, сучасні горизонтальні рухи кори, сейсмічність регіону, землетруси, кінематичні параметри рухів кори, швидкість рухів, зона Оаиського глибинного розлому, Закарпатський внутрішній прогин.

Постановка проблеми. Вирішення питання створення моделі сеймотектонічних процесів в сейсмонебезпечних зонах – актуальна задача, що стоїть перед дослідниками та допоможе розв'язувати інші питання пов'язані із екологічним станом регіону. Закарпаття – регіон України, де відбуваються місцеві зем-

© Ігнатишин В.В., Ігнатишин А.В., Іжак Т.Й., Ігнатишин М.Б., 2021.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

Article Info: Received: March 17, 2021;

Final revision: March 21, 2020; Accepted: March 30, 2021.