

УДК 551.58

Клок С. В. – к. геогр. н., с. н. с., відділ кліматичних досліджень та довгострокових прогнозів погоди, Український гідрометеорологічний інститут

Корнус А. О. – к. геогр. н., доцент, кафедра загальної та регіональної географії, Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Окремі кліматичні характеристики території Шацьких озер: сьогодення, тренди та перспективи

З метою уточнення кліматичних показників району Шацьких озер, за допомогою математико-статистичних методів проведено аналіз даних гідрометеорологічних спостережень по метеостанції Світязь, отриманих період 1976–2019 рр. Отримані результати свідчать наявність часових змін характеристик погоди, наслідком чого є зміни кліматичного режиму території досліджень. В цілому, зміни, що відбуваються на даній території, знаходяться у тренді загальних кліматичних змін, проте, наявність великих водних об'єктів створює особливі локальні умови, на які слід звернути додаткову увагу.

Ключові слова: клімат, температура повітря, опади, атмосферні процеси, випаровування, водний баланс

Клок С. В., Корнус А. А. Отдельные климатические характеристики территории Шацких озера: настоящее, тренды и перспективы.

С целью уточнения климатических показателей района Шацких озер, при помощи математико-статистических методов проведен анализ данных гидрометеорологических наблюдений на метеостанции Свитязь, полученных в течении 1976–2019 гг. Полученные результаты свидетельствуют о наличие временных изменений характеристик погоды, следствием чего является изменение климатического режима территории исследований. Происходящие изменения в целом находятся в тренде общих климатических изменений, однако, наличие крупных водных объектов создает особые локальные условия, на которые следует обратить дополнительное внимание.

Ключевые слова: климат, температура воздуха, осадки, атмосферные процессы, испарение, водный баланс

Klok S. V., Kornus A. J. Particular climatic characteristics of the territory of Shatsky lakes: present, trends and prospects.

In order to clarify the climatic indicators of the Shatsky Lakes region, using mathematical and statistical methods, an analysis of the data of hydrometeorological observations at the Svityaz meteorological station, obtained during 1976–2019, was carried out. The results obtained indicate the presence of temporal changes in the characteristics of the weather, resulting in a change in the climatic regime of the study area. The ongoing changes are generally in the trend of general climatic changes, however, the presence of large water bodies creates special local conditions that should be paid additional attention.

Key words: climate, air temperature, precipitation, atmospheric processes, evaporation, water balance.

Постановка проблеми. Обміління водойм – одна з важливих геоекологічних проблем, характерна для території України і території Шацьких озер зокрема. Серед причин цього явища часто називають кліматичні зміни. Кліматичне дослідження – складний процес, що потребує врахування значної кількості показників, які об'єктивно характеризують поле кожної метеорологічної величини. Вибір показників залежить від фізичної природи, генетики, структури, динаміки метеорологічної величини. Необхідно також враховувати особливості підстильної поверхні і циркуляції атмосфери, залежно від яких кожна метеорологічна величина і атмосферне явище мають свої особливості просторово-часового розподілу.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Територія дослідження відноситься до області лісового атлантико-континентального клімату [3]. Клімат Шацького регіону помірно-континентальний, вологий, з м'якою зимою і нестійкими морозами, частими відлигами та нежарким літом, значними опадами, затяжними весною та осінню. Часто вважається, що найбільш вагомим чинником, який спричиняє обміління Шацької групи озер, є негативний

вплив змін клімату. Про це йдеться у висновку звіту «Наукове обґрунтування концепції програми збереження Шацького поозер'я» за 2019 рік», який підготував Інститут водних проблем та меліорації Національної академії аграрних наук. «Цей висновок підтверджується зміною величини гідротермічного коефіцієнта, який за своїм визначенням характеризує збалансованість водонадходження та випаровування, величина якого для території Шацького поозер'я зменшилася з 1,4 (1991 рік) до 1,01 у 2018 рік і до 0,95 в 2019 році. Це свідчить про наявність стійкого процесу аридизації клімату, внаслідок якого переважання водонадходження, що було характерним до 2018 року, змінилося на переважання випаровування, тобто на території Шацького поозер'я внаслідок переважання випаровування над водонадходженням умови перезволоження змінилися на умови недостатнього зволоження, які характеризуються формуванням у теплу пору року (починаючи з липня) дефіциту кліматичного водного балансу, величина якого за результатами розрахунків, виконаних в Інституті водних проблем і меліорації, становить від 40 до 60 мм» [8].

Негативний вплив також посилюється неефективним функціонування наявного фонду меліоративних систем. Головною причиною цього є неможливість подвійного регулювання, незадовільний технічний стан гідротехнічних споруд через їх зношеність і низький рівень експлуатації [8].

«Не менш значимим, а в майбутньому, не виключено, і найбільш вагомим чинником негативного впливу не тільки обміління групи Шацьких озер, а й зневоднення всієї території як Шацького поозер'я, так і всього Західного Полісся, є розробка білоруською стороною родовища «Хотиславське» [8].

Формулювання мети і завдань дослідження. Метою даного дослідження було з'ясування трендів середніх значень температури повітря і сум опадів, а також їх максимумів і мінімумів, зафіксованих впродовж 1976–2019 рр.

Виклад основного матеріалу. Відомо, що найважливішим механізмом формування погодних умов та клімату окремих територій є термічний режим атмосфери. Наслідки глобального потепління ми відчуваємо вже сьогодні, а тому вкрай актуальною і важливою є задача проведення досліджень механізмів цих змін з метою їх попередження або ж пом'якшення.

Термічний режим приземного шару. Середня температура повітря. Глобальне потепління не носить односпрямованого характеру, результатом його є перерозподіл атмосферних характеристик і явищ погоди – як в часі так і по території [3-6]. Крива розподілу середньої температури повітря по метеостанції Світязь, зображена на рис. 1, є підтвердженням тому.

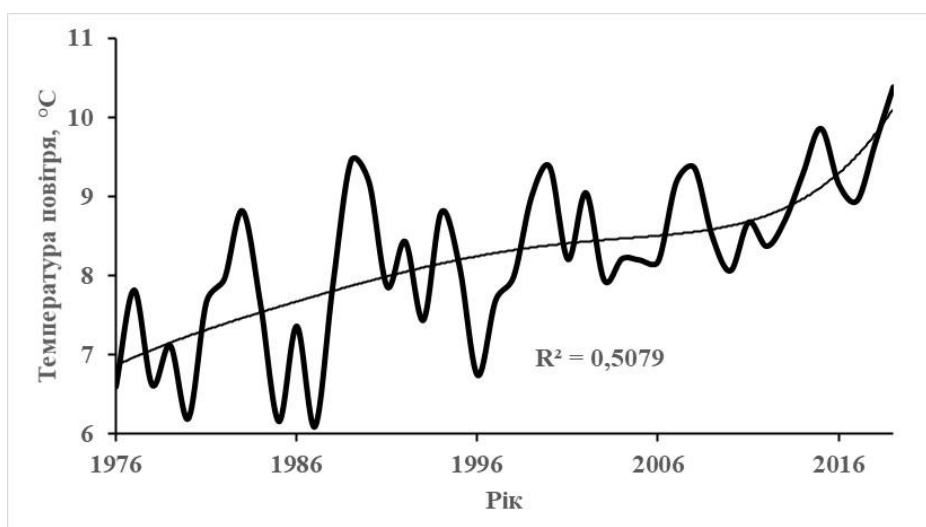


Рис. 1. Динаміка середньої багаторічної температури повітря за даними спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

Аналіз розподілу температури повітря дозволяє виявити декілька етапів: до початку 90-х років XX століття спостерігалось чітке зростання характеристики погоди, в подальшому, орієнтовно до 2010 р., термічний фон даної характеристики дещо стабілізувався, а впродовж останніх років температура знову почала інтенсивно зростати – рис. 1.

Цікаво, що зростання температури повітря відбувається передусім за рахунок першого півріччя (січень-серпень), решта місяців року характеризуються стабільним термічним фоном, що можна прослідкувати із наступного рис. 2, який демонструє річний хід температури повітря за окремі 11-річні проміжки часу.

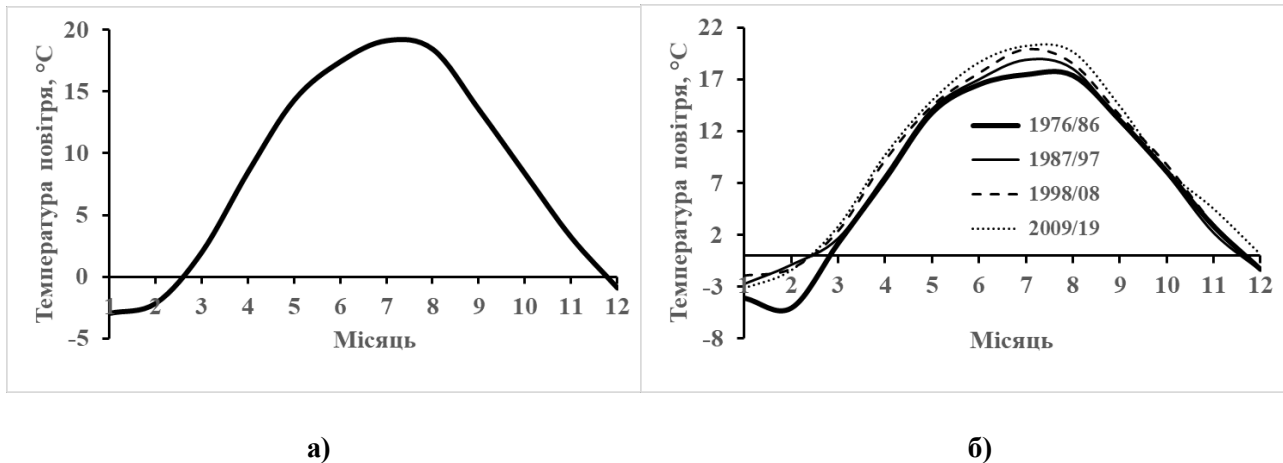


Рис. 2. Річний хід температури повітря за період: а) 1976-2019 рр. та б) різні періоди спостережень (за даними метеостанції Світязь)

Слід звернути увагу на повний розподіл температури, зображений на рис. 3, з якого видно, що на фоні сезонного ходу спостерігається більш повільна складова з періодом близько 11 років.

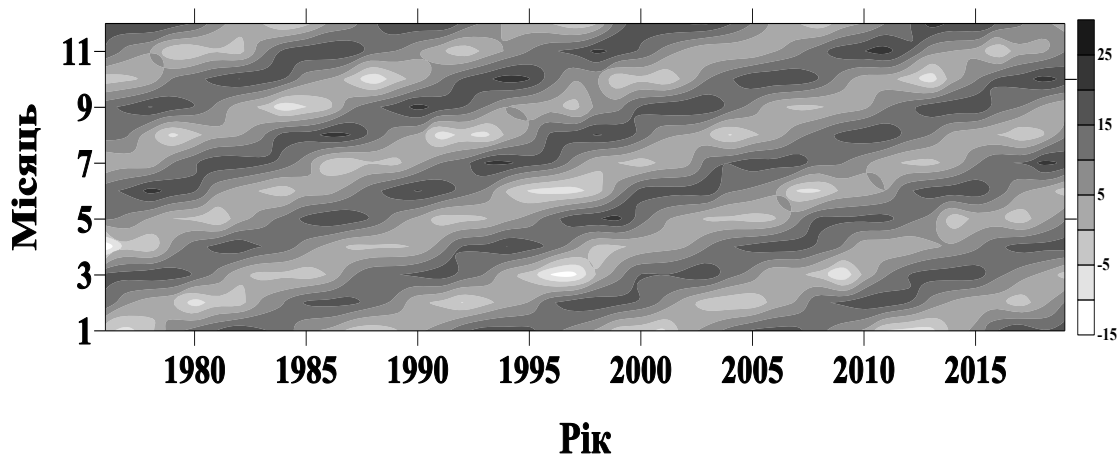


Рис. 3. Повний розподіл середніх місячних температур повітря по даних спостережень ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

Цікаво, що при проведенні аналізу щодо впливу сонячної активності на клімат встановлено, що має сенс досліджувати спектр циклів коливань температури і кількості опадів для визначення того, наскільки подібні цикли превалюють по частоті або амплітуді над загальним фоном частот коливань, що викликаються усіма іншими факторами.

До таких циклів належать відомий 11-річний цикл (точніше, 11-річний в більш ранні і близько 10 років у більш пізні роки) і його обертон – 5,5-річний цикл, що нерідко зустрічається в режимі метеорологічних величин (формування обертонів може відбуватися як в земних умовах, так і визначатися власне процесами на Сонці). Сюди ж відносяться і Гейлівський 22-річний цикл (подвійний 11-річний) магнітних явищ, яким відповідають

місцями великі амплітуди коливань температури і опадів (вперше його було помічено ще Г. І. Вільде), і віковий 80–90-річний цикл. Цикли, близькі до вікових, спостерігаються в полях температури, опадів і в характеристиках атмосферної циркуляції [5].

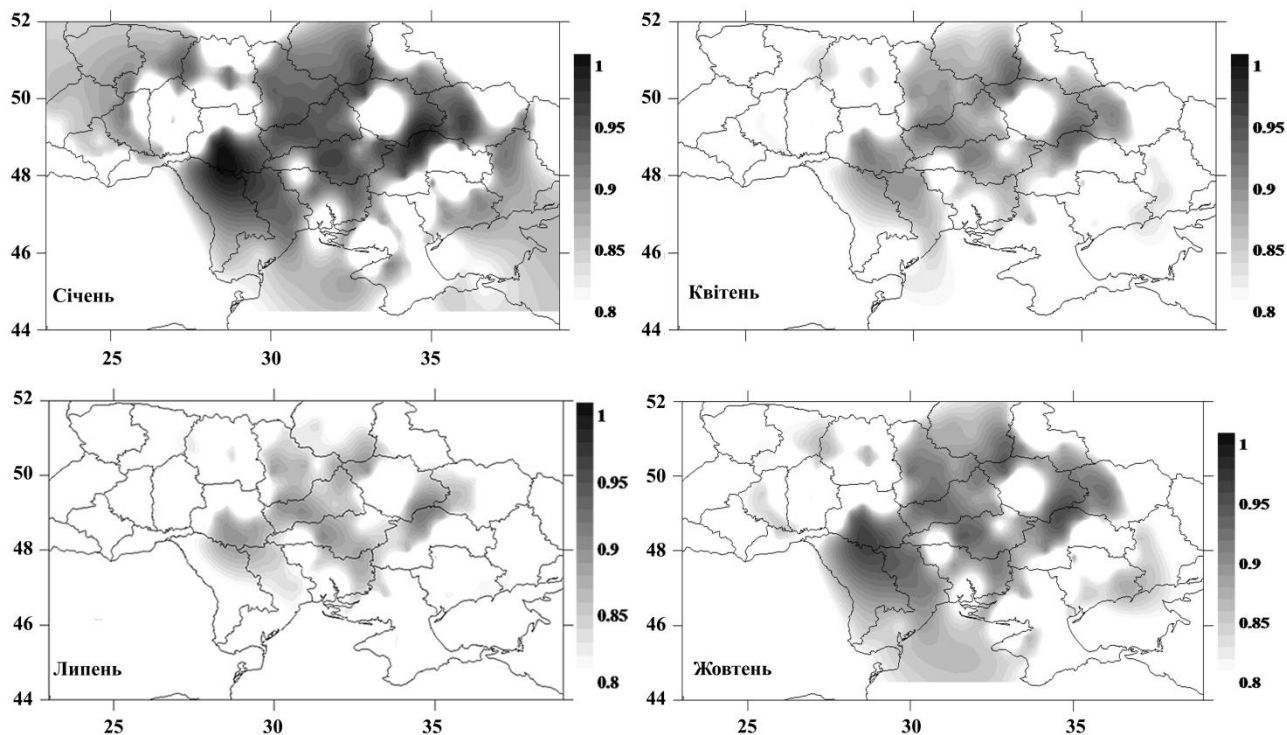


Рис. 4. Розподіл коефіцієнта кореляції між середньою мінімальною температурою повітря на станції та по регіону у центральні місяці сезонів за період спостережень 1991–2016 рр.

Слід зазначити, що середні значення не завжди в повній мірі можуть відобразити характер змін температури, а тому досить часто більш ефективним є аналіз екстремальних її значень [4]. Проте, як показують дослідження, вплив мінімальних температур по території України досить різний, що демонструє рис. 4, де відображено розподіл коефіцієнтів кореляції між мінімальною температурою на станціях та середнім її значенням по території країни. Звичайно, в холодний період року екстремальність мінімальної температури зростає, практично, по своїй території. Хоча, як це видно з аналізу рис. 4, схід та північний схід України є найбільш чутливими територіями до змін характеристики погоди впродовж всього року.

Мінімальна температура повітря. Багаторічний розподіл добових мінімумів температури повітря по станції Світязь демонструє відсутність трендової складової – загальний фон характеристики погоди залишається стабільним, що видно з рис. 5.

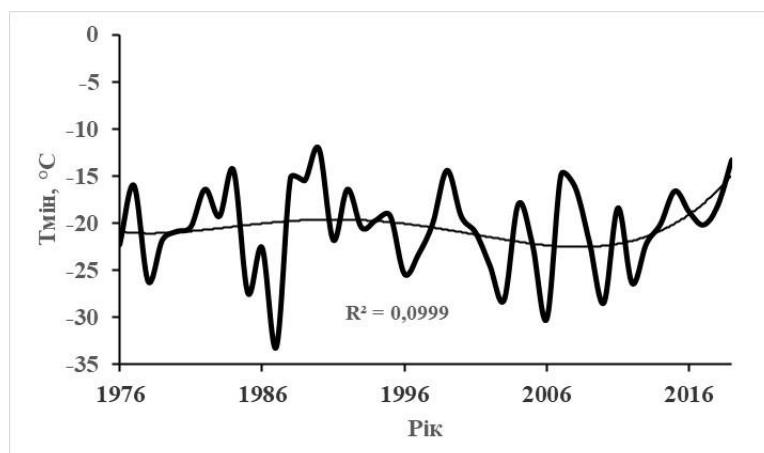


Рис. 5. Динаміка мінімальної температури повітря по даним ст. Світязь за період спостережень 1976–2019 рр.

Разом з тим, спостерігається зменшення її амплітуди і, відповідно, зменшення екстремальності. Більш детально багаторічну (за період 1976–2019 рр.) динаміку змін мінімальної температури повітря можна відслідкувати на наступному рис. 6. Слід звернути увагу на те, що екстремальні джерела холоду відсутні впродовж останнього десятиріччя.

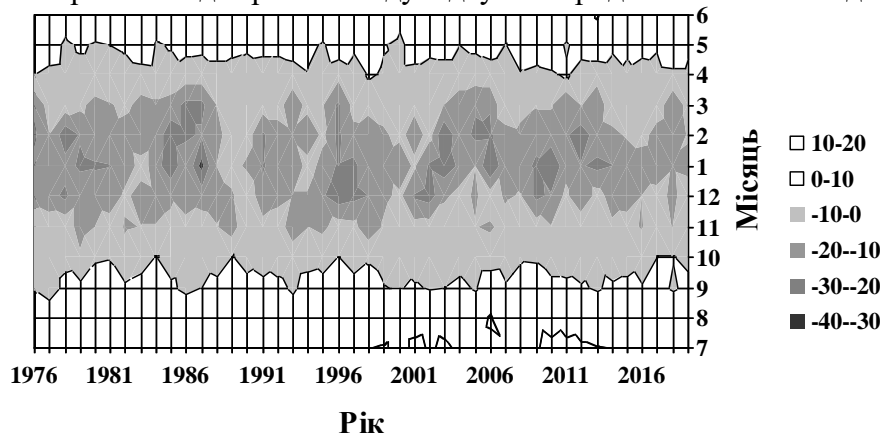


Рис. 6. Діаграма повного розподілу мінімальної температури повітря по даним ст. Світязь за період спостережень 1976–2019 рр.

Криву сезонного багаторічного розподілу мінімальної температури повітря, а також її динаміку за окремі 11-річні періоди спостереження відображено на рис. 7. Цікаво спостерігати, що підвищення температури відбувається не в усі місяці року. Зокрема, кінець зими (лютий) та весна (квітень, травень) залишаються у тому ж термічному режимі. Влітку мінімальні температури повітря також підвищились вкрай мало.

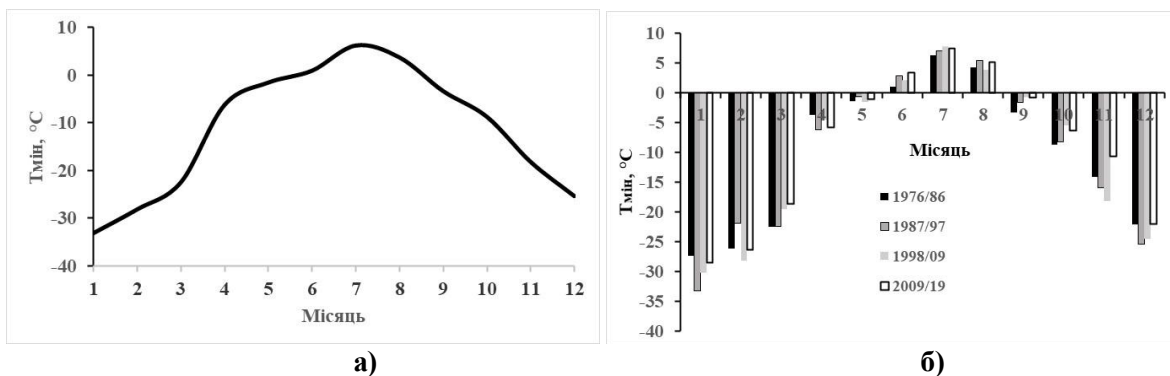


Рис. 7. Сезонний багаторічний розподіл мінімальної температури повітря за: а) період спостережень 1976–2019 рр.; б) за окремі періоди розподіл (за даними спостережень на метеостанції Світязь)

Максимальна температура повітря. Динаміка максимальної температури повітря по метеостанції Світязь демонструє чіткий позитивний тренд впродовж усього часового проміжку (1976–2019 рр.), що відображено на рис. 8.

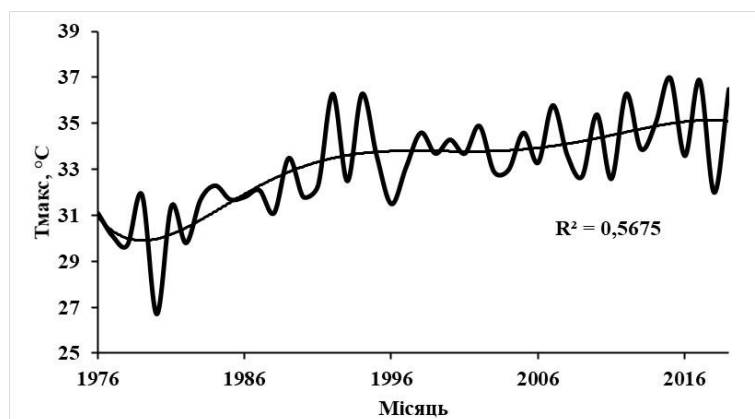


Рис. 8. Динаміка мінімальної температури повітря по даним ст. Світязь за період спостережень 1976–2019 рр.

За допомогою повного розподілу максимальної температури можна відслідкувати, поперше, початок інтенсивного її підвищення (початок 80-х років минулого століття) та основні місяці, в які відбулося підвищення максимумів температури повітря – з травня по вересень включно – рис. 9.

Зростання максимальних температур повітря відбулося лише у теплий період року, тоді як у холодні місяці (жовтень–березень) вона залишалась стабільною або ж навіть знижувалась. Про це свідчить порівняльний аналіз за окремі 11-річні періоди спостережень на рис. 10.

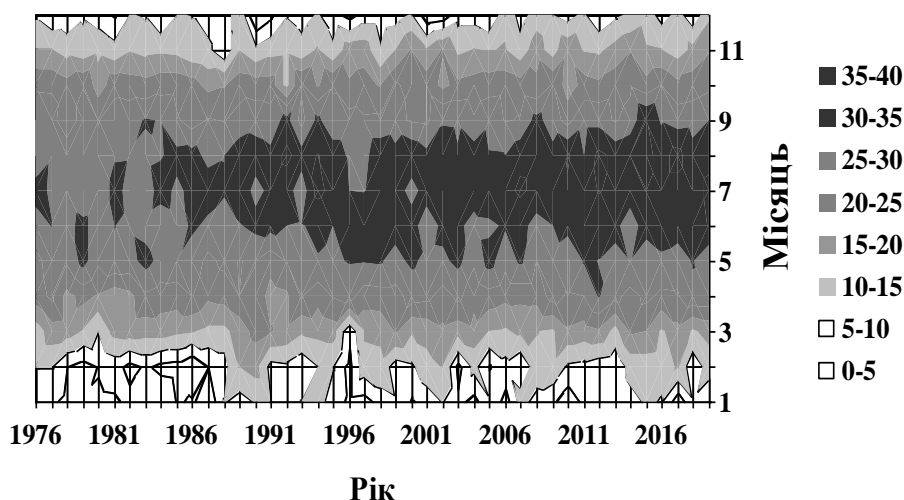


Рис. 9. Діаграма повного розподілу мінімальної температури повітря по даним ст. Світязь за період спостережень 1976–2019 рр.

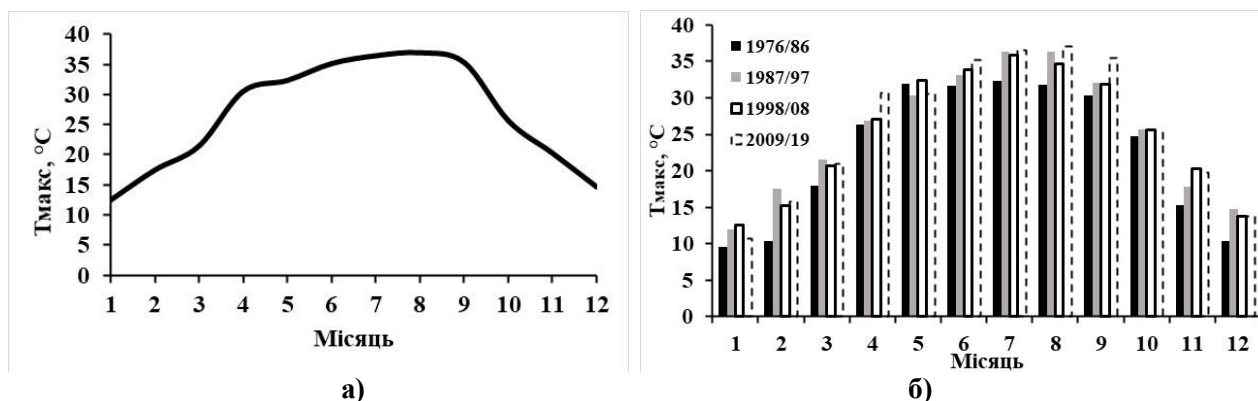


Рис. 10. Сезонний багаторічний розподіл максимальної температури повітря за: а) період спостережень 1976-2019 рр.; б) за окремі періоди розподіл (за даними спостережень на метеостанції Світязь)

Атмосферні опади. Середня річна кількість опадів в Україні за базовий період (1961–1990 рр.) складала 576 мм, за останні роки вона змінилася незначно і за період 1991–2013 рр. складала 595 мм. Однак спостерігаються істотні зміни розподілу опадів всередині року. Зимові місячні суми опадів (грудень, січень, лютий) зменшилися на одну п'яту частину, в той же час літня кількість опадів в середньому збільшилася на 5–15 %. Разом з тим, ефективність від збільшення літніх опадів нівелюється інтенсивним підвищенням температури повітря в літні місяці [1].

Основні характеристики атмосферних опадів за період спостережень 1976–2019 рр. по метеостанції Світязь наведено в таблиці 1. Як видно, середня багаторічна кількість опадів по станції складає 576,9 мм, що близько до середніх базових показників по Україна в цілому. Місячна їх норма складає 48,1 мм, а середньорічна кількість днів з опадами становить 161 день.

Таблиця 1

Характеристики атмосферних опадів за період 1976–2019 рр. по ст. Світязь

Період спостережень		Середня річна кількість опадів	Середнє значення		Максимум, мм			Стандартне відхилення, мм
					доба	місяць	рік	
початок	кінець		мм/місяць	мм/рік	мм/дата	мм/дата	мм/рік	
01.01.1976	31.12.2019	161	48,1	576,9	67,4/ 06.09.1992	290,7/ 08.2006	652,3/ 2009	32,3

Зі згаданої таблиці цікаво відмітити те, що максимуми (добові, місячні та річні) спостерігались досить давно, що може свідчити про те, що екстремальність атмосферних метеоритів впродовж останніх років не збільшується. Тобто, позитивний тренд, що демонструє наступний рис. 11, спостерігається за рахунок збільшення кількості фонових опадів.

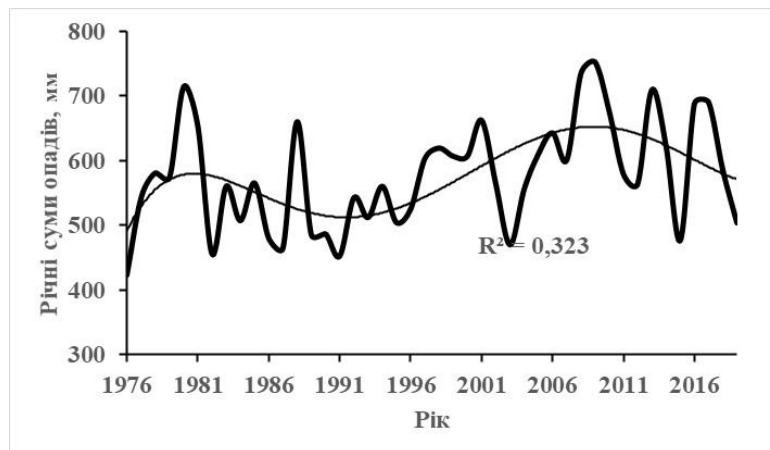


Рис. 11. Динаміка річних сум опадів по даним спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

Підтвердженням раніше сказаного є наступний рис. 12, що показує незначне збільшення кількості днів з опадами впродовж останніх десятиліть.

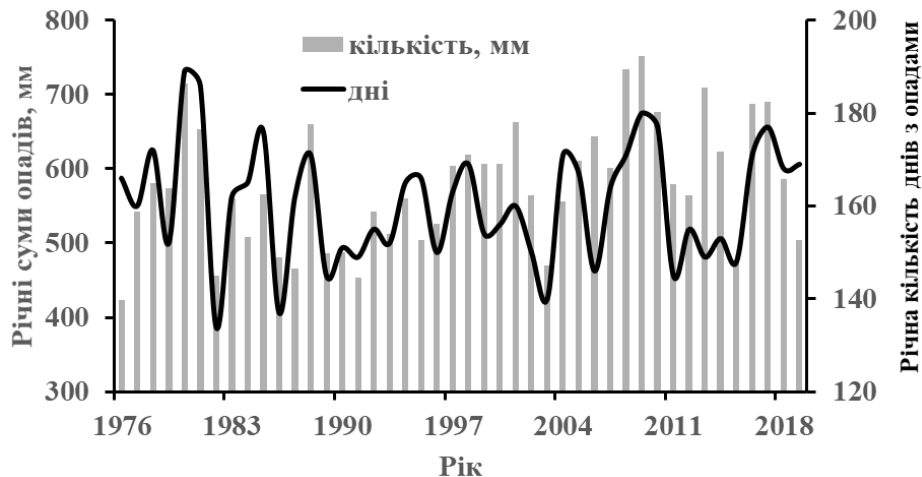


Рис. 12. Розподіл річних сум та кількості днів з опадами по даним спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

Про екстремальність характеристики погоди може свідчити її модальна складова, яка відображена на рис. 13. Спостерігається незначне її зміщення з кінця літа на його початок. Крім того, добові суми екстремальних опадів стали дещо меншими, порівняно з першою половиною періоду спостережень.

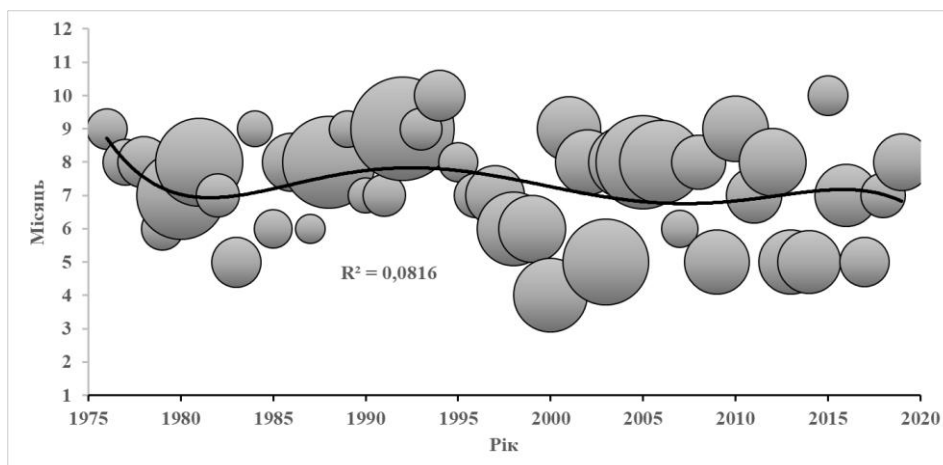


Рис. 13. Модальна складова добових сум атмосферних опадів по даним спостережень на метеостанції Світязь за період 1976–2019 рр.

Про тенденції до змін опадів, які спостерігаються в досліджуваному районі добре говорить рис. 14. Аналіз показує, що збільшення сум опадів відбувається більше за рахунок першої половини холодної пори року, представленої листопадом–січнем місяцями.

Цікаво, що спостерігається суттєвий перерозподіл опадів у літні місяці – зменшення їх на початку літа на фоні суттєвого збільшення у серпні. Також це можна побачити на рис. 15.

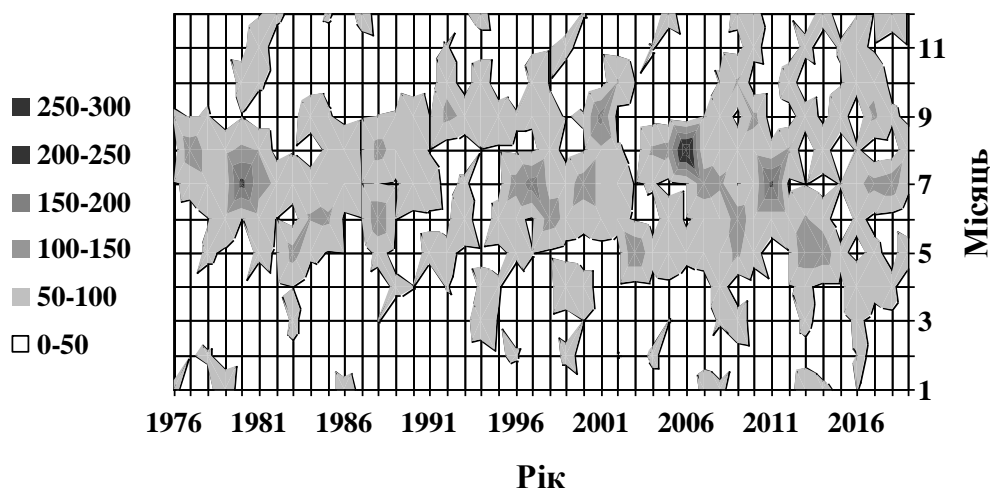


Рис. 14. Повний розподіл місячних сум атмосферних опадів по даним спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

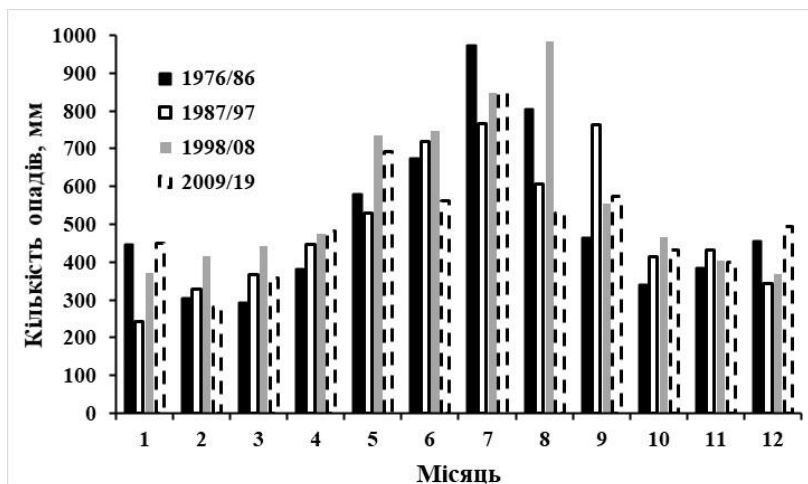


Рис. 15. Розподіл сум атмосферних опадів по окремим 11-річним періодам по даних спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

Вологість повітря та випаровуваність. Підвищення температури повітря повинно призводити до збільшення вмісту вологи у ньому (рис. 16).

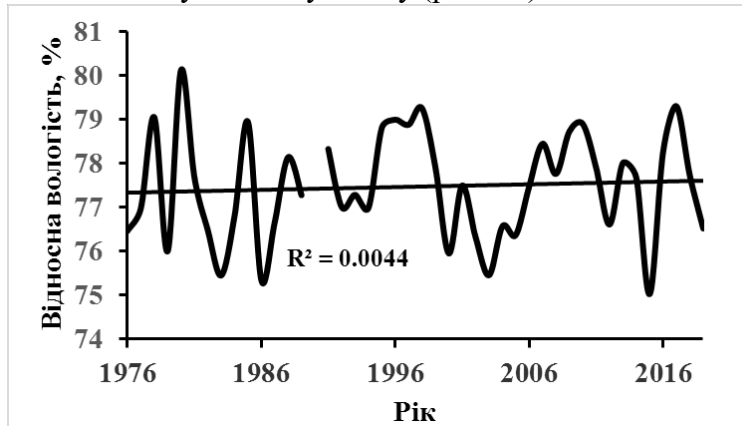


Рис. 16. Динаміка відносної вологості повітря по даним спостережень на метеостанції Світязь за період 1976–2019 рр.

Незначний позитивний тренд, можливо, варто пояснити динамічним фактором – адвекцією повітряних мас, для чого необхідно проведення додаткових досліджень. Водний баланс – це співвідношення між складовими вологообміну – надходженням та витратами води. Враховуючи, що в досліджуваному районі спостерігається деяке збільшення кількості атмосферних опадів (основної дохідної частини водного балансу), обміління озер має відбуватись за рахунок витратної частини балансу. Зокрема, оцінка випаровування за допомогою формули Іванова [7]:

$$E = 0,0018(25+t)^2(100-f),$$

де, t , f – середньомісячна температура та відносна вологість повітря, відповідно, показала наступні результати – рис. 17, 18.

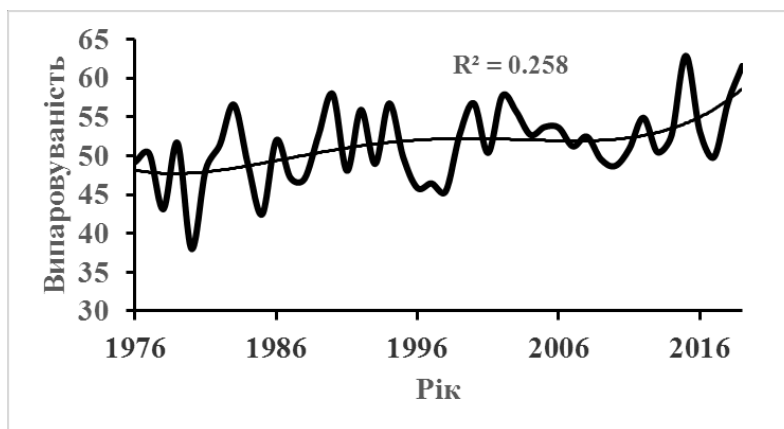


Рис. 17. Динаміка випаровуваності підстильної поверхні по даним спостережень на ст. Світязь за період 1976–2019 рр.

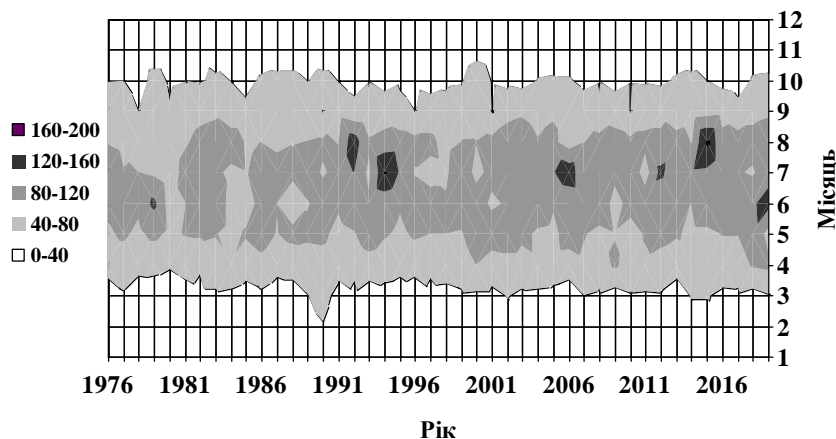


Рис. 18. Повний розподіл випаровуваності підстильної поверхні по даним спостережень на ст. Світязь за період 1976-2019 рр.

Як можна бачити, випаровування з підстильної поверхні у теплий сезон року впродовж останніх років збільшується, що пов'язано з підвищенням температури повітря.

Висновки. Таким чином, проведений аналіз підтверджує наявність певних кліматичних змін досліджуваної території Шацьких озер:

1. Спостерігається стійкий позитивний тренд температури повітря: підвищення її відбувається за рахунок максимальних її значень, тоді як мінімуми залишаються досить стабільними впродовж всього часового проміжку, що аналізувався в роботі (1976–2019 рр.);

2. Підвищення максимумів температури повітря спостерігається лише у теплу пору року, тоді як в інші сезони вона залишається стабільною (жовтень-грудень) чи навіть знижується (січень-березень);

3. Зміни мінімальної температури повітря є менш суттєвими у порівнянні з максимальними значеннями, особливо у теплий сезон року, проте, в окремі місяці має місце її збільшення у порівнянні з попередніми періодами (листопад-січень);

4. Результати аналізу показали позитивний тренд до збільшення кількості опадів на метеостанції Світязь впродовж останніх десятиліть;

5. На фоні збільшення кількості опадів спостерігається і збільшення кількості днів з опадами, тобто, інтенсивність їх суттєво не змінилась;

6. Повторюваність і самі значення екстремальних опадів на сьогодні є менш критичними, порівняно з попередніми сезонами;

7. За рахунок підвищення температури повітря відбувається збільшення випаровуваності з підстильної поверхні, що може, певним чином, впливати на рівень води у водоймах.

Слід зазначити, що кліматичний фактор разом з господарською діяльністю людини впливають на стан геосистеми району дослідження. Проте, внесок кожної із цих складових в загальну картину змін потребує додаткового вивчення.

Література

1. Адаменко Т. І. Агрокліматичне зонування території України з врахуванням змін клімату. – К. : ВЕГО «МАМА-86», 2014 – 18 с.

2. Дроздов О. А. Циклические колебания осадков и температуры, используемые в сверхдолгосрочных прогнозах, в формировании которых возможно участие солнечной активности // Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова. – Вып. 354. – С. 3–14.

3. Клімат України: Монографія / Бабіченко В. М., Дячук В. А. (ред). – К. : Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.

4. Клок С. В. Сучасні зміни та тенденції мінімумів температури повітря на території України // Географічна наука та освіта: від констатації до конструктивізму». Зб. наук. праць Міжнародної конференції, присвяченій 100-річчю Національної академії наук України, 28–29 вересня 2018 р., м. Київ. – С. 82-84.

5. Кобзистий П. І. Особливості синоптичних процесів в Україні. – К. : Нац. ун-т імені Тараса Шевченка, 2002. – 88 с.

6. Изменение климата : Обобщающий доклад. Вклад Рабочих групп I, II и III в Пятый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата [основная группа авторов, Р. К. Пачаури и Л. А. Мейер (ред.)]. МГЭИК, Женева, Швейцария, 2014.

7. Хромов С. П. Метеорология и климатология / С. П. Хромов, М. А. Петросянц. – М. : Изд-во Московского университета, 2001. – 528 с.

8. Наукове обґрунтування концепції програми збереження Шацького поозер'я: Звіт / М. В. Яцюк, О. О. Сидоренко та ін. – К. : Ін-т водних проблем і меліорації НААН, 2019. – 78 с.