

АНАЛІЗ РЕГІОНАЛЬНИХ ПРОЯВІВ ЗМІН КЛІМАТУ ТА ЇХ ВПЛИВУ НА
БІОТУ У ЧЕРЕМСЬКОМУ ПРИРОДНОМУ ЗАПОВІДНИКУ

ШИФР «Черемський заповідник»

АНОТАЦІЯ

Наукове вивчення впливу кліматичних змін на природні ландшафтні комплекси природно-заповідного фонду (далі – ПЗФ) України – це **актуальне** теоретичне та прикладне завдання. Це стосується і Черемського природного заповідника (далі – Черемського ПЗ), одного з найцінніших об'єктів ПЗФ Волинської області, природоохоронної території найвищого рангу охорони, еталонного природно-ландшафтного комплексу Північно-Західного Полісся.

Метою виконання даної наукової роботи було дослідження особливостей ходу основних кліматичних показників в заповіднику в останнє п'ятиріччя минулого десятиліття у контексті глобальних змін клімату. **Завдання роботи:** аналіз наявності та повноти метеорологічної інформації за період 2016 – 2020 рр.; вибір кліматичних показників для аналізу та порівняння; статистична оцінка та аналіз динаміки кліматичних показників в контексті регіональних змін клімату на протязі 2016-2020 рр; графічне представлення отриманих результатів, оцінка потенційного впливу змін клімату на біоту заповідника; аналітична оцінка отриманих результатів, їх інтерпретація; розробка інтерактивного додатку – карти «Кліматичні зміни у Черемському ПЗ». **Матеріали та методи дослідження:** хід метеорологічних показників визначався за даними метеостанції Маневичі (найближчої до території заповідника); використано архівні матеріали Волинського обласного центру з гідрометеорології, а також матеріали, напрацьовані авторкою під час її роботи за договором між Черемським ПЗ та університетом від 16.11.2021р. № 25-11/21 «Порівняння кліматичних показників на території Черемського ПЗ у ХХ та ХХІ ст. в контексті регіональних змін клімату». **Наукова новизна:** вперше для території Черемського ПЗ було проведено статистичний аналіз і графічне представлення регіональних тенденцій кліматичних змін, що проявляються внаслідок впливу процесів глобальних змін клімату протягом останніх років, розроблено інтерактивну карту «Кліматичні зміни в Черемському ПЗ»: <http://surl.li/nnwps>

Ключові слова: Черемський природний заповідник, кліматичні показники, зміни клімату, інтерактивна карта, біорізноманіття.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	7
1.1. Загальний огляд проблеми та її вивченість в науковій літературі.....	7
1.2. Відомості про Черемський природний заповідник.....	8
1.3. Характеристика кліматичних умов території заповідника.....	9
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ДИНАМІКИ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ 2016 – 2020 рр. ТА ЇХ ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ ЗАПОВІДНИКА.....	11
2.1. Матеріали та методика.....	11
2.2. Статистична оцінка динаміки середніх річних та середніх місячних метеорологічних показників.....	13
2.3. Графічна інтерпретація отриманих результатів та оцінка виявлених трендів у контексті регіональних змін клімату.....	18
2.4. Розробка інтерактивної карти «Кліматичні зміни в Черемському ПЗ».....	23
ВИСНОВКИ.....	33
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	35
ДОДАТКИ.....	45

ВСТУП

Наукове вивчення природних ландшафтних комплексів об'єктів та установ природно-заповідного фонду (далі – ПЗФ) України – це важливе теоретичне та прикладне завдання, яке потребує застосування сучасних методів аналізу та оцінки їх екологічного стану, динаміки та відповідно, передбачає прогнозування перспектив розвитку природних процесів у таких комплексах.

Це безпосередньо стосується і Черемського природного заповідника (далі – Черемського ПЗ), одного з найцінніших об'єктів ПЗФ Волинської області, природоохоронної території найвищого рангу охорони, еталонного природно-ландшафтного комплексу Північно-Західного Полісся.

Тому основною **метою** виконання даної наукової роботи було дослідження змін в ході основних кліматичних показників в заповіднику в останні 5 років у контексті глобальних змін клімату.

Для виконання поставленої мети було сформульовано ряд **завдань**. Зокрема, було заплановано проведення наступних видів досліджень із отриманням та описом відповідних наукових результатів:

- аналіз наявності та повноти метеорологічної інформації за період 2016 – 2020 рр.;
- вибір кліматичних показників для аналізу та порівняння;
- статистична оцінка та аналіз динаміки кліматичних показників території дослідження в контексті регіональних змін клімату на протязі періоду 2016-2020 рр.;
- графічне представлення отриманих результатів, побудова серії порівняльних графіків та діаграм; розробка та наповнення віртуального додатку – інтерактивної карти «Кліматичні зміни у Черемському ПЗ»;
- аналітична оцінка отриманих результатів, їх інтерпретація.

Матеріали та методи дослідження: основні метеорологічні показники та їх зміни визначалися за даними метеостанції Маневичі (найближчої до території заповідника), використано матеріали і архівні дані Волинського центру з гідрометеорології [5]. **Методи дослідження** – збір інформації, моделювання і

прогнозування, графічні і картографічні методи, методи аналізу і синтезу, порівняння і аналогії, методи інформаційно-комунікаційних технологій.

Наукова новизна: вперше для території Черемського ПЗ було проведено статистичний аналіз, графічне представлення та опис виявлених тенденцій кліматичних змін, що проявляються на досліджуваній території внаслідок впливу процесів глобальних змін клімату протягом останніх років.

Апробація дослідження: ідея наукової роботи виникла у авторки в процесі її роботи за договором між Черемським ПЗ та університетом від 16.11.2021р. № 25-11/21 «Порівняння кліматичних показників на території Черемського ПЗ у ХХ та ХХІ ст. в контексті регіональних змін клімату», що виконувався на кафедрі у 2021 р. До роботи за госпдоговірною тематикою залучалися студенти, в тому числі авторка даного дослідження (*копії підтверджуючих документів та Акт впровадження результатів дослідження, оформлений у Черемському ПЗ, додаються в супровідних матеріалах до роботи*). Протягом 2021-22 р. в заповідник було організовано дві наукові експедиції науковців та студентів кафедри (див. фото в **ДОДАТКУ Б**).

За результатами проведених досліджень та виконання на IV курсі кваліфікаційної роботи бакалавра авторкою було опубліковано разом з співавторами наступні наукові праці, тези та стаття (копії публікацій, сертифікати учасника конференцій додаються до роботи):

1. *«Черемський заповідник»*. Динаміка показників мікроклімату у Черемському природному заповіднику у 2020 р. *Тези I-ої студентської науково-технічної конференції*, 24-25 листопада 2021 р. Луцьк: Факультет аграрних технологій та екології, Луцький НТУ. 2021. С. 133 – 135.

2. *«Черемський заповідник»*. Дослідження кліматичних змін у Черемському природному заповіднику. *Українське Полісся: проблеми та тренди сучасного розвитку*. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції. 10 – 11 лютого 2022 р. Ніжин : Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. 2022.

3. *«Черемський заповідник»*. Аналіз кліматичних показників у Черемському природному заповіднику у 2020 р. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. 7-й Міжнародний молодіжний конгрес: збірник матеріалів. Львів: 10-11 лютого 2022 року, Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТзОВ, 2022. С. 54 – 55.

4. *«Черемський заповідник»*. Вітровий режим на Волині в контексті глобальних кліматичних змін. Актуальні проблеми сучасної науки і освіти. (частина I): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року. Львів : Львівський науковий форум, 2022. С. 6 – 8.

5. *«Черемський заповідник»*. Оцінка змін температури повітря за даними метеостанції Маневичі у XX та XXI ст. *Студентський науковий вісник. Серія – природничі та технічні науки*. Науковий збірник. Випуск 48 – Луцьк: ЛНТУ, 2022 – С. 124-133.

Практичне значення роботи: усі одержані результати, в тому числі – розроблена інтерактивна карта, можуть бути використані працівниками Черемського ПЗ при плануванні подальших наукових досліджень, при складанні Літопису природи заповідника, а також з навчальною та просвітницькою метою, зокрема – при викладанні в університеті навчальних курсів «Метеорологія і кліматологія», «Адаптація до кліматичних змін», «Заповідна справа» тощо.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. 1. Загальний огляд проблеми та її вивченість в науковій літературі

У законі України «Про природно-заповідний фонд України», який був прийнятий 16 червня 1992 р., визначаються правові основи організації і охорони природно-заповідного фонду (ПЗФ) України, найціннішими об'єктами якого є природні заповідники. У главі 1-й «Природні заповідники», ст. 15 зазначено, що основним завданням природних заповідників є збереження природних комплексів та об'єктів на їх території, проведення наукових досліджень та спостережень за станом навколишнього середовища [84].

Волинське Полісся є своєрідним ландшафтним регіоном, у якому розташований 1 природний заповідник: Черемський. Оскільки головними ландшафтними комплексами заповідника є болота та озера з прилягаючими заболоченими і перезволоженими землями, то сучасні зміни клімату можуть чинити значний вплив на їх гідро екологічний стан.

Стан вивчення проблематики наукової роботи. Питання екологічних проблеми заповідних об'єктів розглядалися у наукових працях: Т. Андрієнко, Ю. Шеляг-Сосонка,, М. Гродзинського, Бойченка С., Гаврилюка Р., Гусєва О., Савченка С., Яцківа А. та багатьох інших авторів [1,2,24,25,91].

Зокрема, про потенційний вплив кліматичних змін на природоохоронні території Волині пише у статті «Зміни довкільної сфери Полісся: аспекти впливу антропогенних та кліматичних чинників» С. Бойченко [10].

Детальні дослідження наявних і потенційних екологічних проблем заповідних територій Полісся проводяться у працях В. В. Коніщука (Черемський ПЗ) [49-57], Г. Й. Бумера (Поліський ПЗ)[12,13,14,15], Остроушко О. (Рівненський ПЗ) [74], Возний Ю. М., Боровка В. П., Демченко В. О., Коломійчук В. П. (Древлянський ПЗ) [17]. Б.Г.Проць, І.Б. Іваненко, Т.С. Ямелинець, Е. Станчук, Клименко М. О., Прищєпа А. М., Вознюк Н. М. [27,31,47,61]

проаналізували потребу та доцільність розширення гідро екологічного моніторингу у заповідниках в контексті змін клімату.

Проте кліматичні особливості Черемського ПЗ та вплив на них регіональних змін клімату практично не досліджувалися.

1.2. Відомості про Черемський природний заповідник

Черемський природний заповідник, єдиний заповідник у Волинській області, був утворений в 2001 році на основі ряду природоохоронних об'єктів, що вже існували: Черемського державного заказника і трьох місцевих заказників: орнітологічного, загально-зоологічного та ботанічного. З 1978 р. частина цієї території була заказником з найбільшим на Волині збереженим неосушеним болотом, який охороняв рідкісну рослину - шейхцерію болотну.

Черемський ПЗ виконує значну соціальну, екологічно-просвітницьку, освітню-виховну функцію для Рівненської та Волинської областей. Даний заповідник - це великі простори незайманих лісів і унікальних боліт. Загальна площа заповідника становить 2975,7 га. (рис.2.1, 2.2). Черемський ПЗ простягається суцільним лісо-болотним масивом з півночі на південь на 7 км, із заходу на схід - на 8 км. Площа земель лісового фонду складає 2976,7 га, розподіл земель за категоріями показано на рис.2.3. Болота (осоково-сфагнові) займають 1257,8 га, озера (Черемське й Редичі) - 19,5 га. Підпорядковується Черемський ПЗ Державному агентству лісових ресурсів України, у складі Волинського обласного управління лісового та мисливського господарства [63].



Рис. 1.1. Схема території Черемського природного заповідника [за 64]

Площа заповідника 2975,7 га

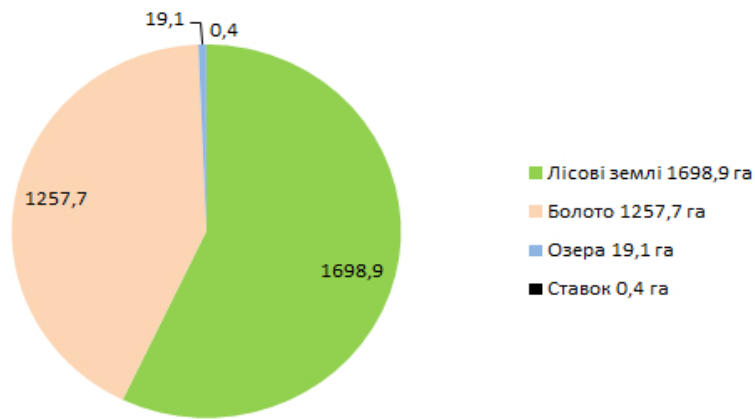


Рис. 1.2. Розподіл загальної площі Черемського заповідника [за 64].

1.3. Характеристика кліматичних умов території заповідника

Територія Черемського ПЗ має помірно-континентальний клімат з позитивним балансом вологи і західним перенесенням повітряних мас. Кліматичні особливості даного району характерні для області Волинського Полісся, зони мішаних хвойно-широколистяних лісів, з притаманною м'якою зимою, нестійкими морозами, теплим літом і значною кількістю опадів.

Річна величина сумарної сонячної радіації становить майже 96 ккал/см². Зимом наявні найменші значення - 7 ккал/см². Весною сумарна радіація значно зростає внаслідок не тільки збільшення висоти сонця і тривалості дня, а й зменшення хмарності та становить 32 ккал/см² за пору року. Літом фіксується максимальні значення - 42 ккал/см². Восени прихід сумарної радіації значно зменшується, що спричинене не тільки астрономічними чинниками, а й посиленням циклічної діяльності [52].

У процесі формування клімату радіаційні чинники тісно взаємодіють з атмосферною циркуляцією. Морські повітряні маси з північних районів Атлантики і з арктичних морів, рідше - з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря часто переміщуються над регіоном [9]. Заходить і континентальне повітря, яке формується над рівнинами Євразії. Активні циркуляційні процеси значною мірою спричиняють часту зміну і складність погодних умов в заповіднику [9,56].

Майже 43% баричних утворень становлять циклони, які приходять з північного і південного заходу. Антициклони бувають рідше, їх імовірність становить 40%, вони приходять із заходу та півдня, особливо влітку та восени. Найбільш малочисленими є північно-східні антициклони [56].

Найменша швидкість вітру зафіксована влітку - 2,3-2,5 м/с, мінімальна вона в серпні - 2,3 м/с. найвища середньомісячна швидкість вітру буває в листопаді - 3,3 м/с, проте в загальному, найбільш вітряною є зима - 3,2 м/с.

Упродовж року переважають вітри західного (20%) і південно-східного (15%) напрямку. Вітри з північного-сходу наймалочисельніші і становлять впродовж року - 6%. Для зими характерні західні (19%) і південно-східні (17%) вітри, ймовірність прояву яких подібна, а весною стає майже ідентичною. Весною помітно збільшується кількість вітрів, що рухаються з півночі (10%), північного-заходу (12%) та північного сходу (8%), при цьому зберігається панівний напрямок західних вітрів (17%) [9, 56, 64]. Влітку над всіма іншими вітрами різко переважають західні (21%) та північно-західні (18%). Помітну роль відіграють також північні вітри (14%). Восени більше південних вітрів. Переважають західні (23%) і південно-західні (15%) напрямки вітру [63].

Багаторічна середня температура становить +8,5 °С. Зимова температура повітря становить -2,1 °С, літня - +18,9 °С. Календарна весна і осінь є майже ідентичними за пересічною температурою - +8,6 °С і +8,4 °С відповідно [54].

За інформацією співробітників Маневицької метеостанції, найнижча середньомісячна температура повітря (-3,5 °С) буває в січні. Найтеплішим місяцем є липень (+20,0 °С). У Волинській області для Маневицького району притаманні найвищі суми опадів. Цьому сприяють місцеві мікрокліматичні чинники: висока залісненість території (57%) та прикордонне розташування Рівненської АЕС (на сході), в результаті діяльності якої виділяється велика кількість водяної пари, що підвищує ймовірності опадів навколо [45,88].

Проте в останні десятиліття такий типовий хід кліматичних процесів порушується під впливом глобальних змін клімату. Проаналізуємо детальніше, які саме зміни відбулися на даній території, на прикладі періоду 2016-2020 рр.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ДИНАМІКИ КЛІМАТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОТЯГОМ ПЕРІОДУ 2016 – 2020 рр. ТА ЇХ ПОТЕНЦІЙНОГО ВПЛИВУ НА ПРИРОДНІ КОМПЛЕКСИ ЗАПОВІДНИКА

2.1. Матеріали та методика

В останні десятиріччя вагомий вплив на природні комплекси природоохоронних територій, заповідних об'єктів, елементів екологічної мережі здійснюють глобальні зміни клімату, які охопили усю планету та проявляються у формі цілого ряду регіональних макро – і мікрокліматичних процесів та явищ. Дослідження регіональних проявів кліматичних змін є дуже важливим для територій та об'єктів природно-заповідного фонду, адже їх екологічні системи, які є, як правило, еталонними у межах своїх природних зон чи провінцій, можуть зазнавати суттєвого впливу та, у свою чергу, змінюватися і перетворюватися.

Зміни клімату чинять суттєвий вплив на стан природно-територіальних комплексів Волинського Полісся, оскільки в нашому регіоні основою природних ландшафтних систем є лісові масиви, луки, торфовища, заболочені землі та болота, об'єкти гідрографічної мережі (річки, озера, штучні водойми тощо), а всі названі комплекси є досить чутливими до кліматичних показників, зокрема, до динаміки опадів та зволоження, до змін у температурному режимі, до проявів несприятливих метеорологічних явищ (бурі, смерчі, пилові бурі, суховії, грози та шквали, градобій тощо). Вже сам перелік несприятливих метеорологічних явищ, який щойно був наведений, засвідчує про наявність змін у ході кліматичних процесів регіону, адже ще кілька десятиліть тому назад для Полісся мова не йшла про прояви суховіїв або пилових бур, в той час як у даний період такі явища відмічаються.

Все це визначило актуальність аналізу динаміки мікрокліматичних показників для території Черемського природного заповідника як одного з найцінніших природоохоронних комплексів Північно-Західного Полісся та Волинської області. Слід зазначити, що аналіз здійснювався за даними метеорологічних спостережень найближчої ст. Маневичі, яка розміщена на

відстані близько 20 км від території заповідника. Тому необхідно враховувати можливі інтерполяційні відхилення деяких метеорологічних величин та мікрокліматичні відмінності у їх проявах безпосередньо в межах природних комплексів заповідника. У майбутньому доцільним було б встановлення власної метеорологічної станції на території ПЗ, важливість цього буде обґрунтована у *Висновках та Рекомендаціях*.

Методика та матеріали дослідження.

Аналіз метеорологічних показників було проведено за період 2016 – 2020 рр. Використовувалися архівні матеріали найближчої до території заповідника метеорологічної станції – ст. Маневичі. Метеорологічні ряди даних були отримані у архіві Волинського обласного центру з гідрометеорології [5].

Аналізувалися наступні метеорологічні показники та явища: середня температура повітря; мінімальна температура повітря; максимальна температура повітря; відносна вологість; суми опадів, річні; добові максимальні; середня, мінімальна, максимальна швидкість вітру; атмосферний тиск, середній; мінімальний; максимальний; хмарність неба, загальна; нижня; сніговий покрив, тривалість залягання; максимальна висота; хід метеорологічних явищ: дощ, сніг, туман, заметіль, гроза (число випадків протягом року).

Для усіх вказаних показників були здійснено статистичне опрацювання числових рядів, даних метеорологічних спостережень, кліматологічна обробка, осереднення, графічна інтерпретація динаміки, що представлено у наступних параграфах у вигляді таблиць, графіків та діаграм. Застосовувалися стандартні методи статистично-математичного аналізу, графічні побудови здійснювалися у програмі *Excel*. Результати статистичного аналізу метеопоказників за окремі роки (2016 – 2020 рр.) наводяться у ДОДАТКУ А в таблицях А.1 – А. 5.

Окремо, для оцінки умов зволоження території та їх впливу на водно-болотні комплекси заповідника (що представляють особливу цінність) було розраховано показники випаровуваності та коефіцієнта зволоження (за відомою методикою Н. Іванова, яку у західній літературі часто також називають формулою В. Романенка). Перейдемо до аналізу отриманих результатів.

2.2. Статистична оцінка динаміки середніх річних та середніх місячних метеорологічних показників

Результати дослідження були оприлюднені у [96,97,98,99,100]. У таблиці А.6 (ДОДАТОК А) представлено інтегральні середні річні та сумарні осереднені за 5 років результати розрахунків метеопоказників, а також статистичні дані щодо частоти спостереження метеорологічних явищ за період 2016 – 2020 рр.

Аналіз даних таблиці А.6 дозволяє зробити наступні висновки щодо динаміки основних метеорологічних показників на території Черемського ПЗ:

- Середня річна температура повітря протягом досліджуваного періоду становила $+9,4^{\circ}\text{C}$, що майже на 2°C перевищує значення кліматичної норми (на даний час у метеорологічних дослідженнях за кліматичну норму прийнято брати осереднені значення метеорологічних показників, розрахованих за період 1961 – 1991 рр., згідно рекомендацій ВМО). Динаміка даного показника засвідчує, що процеси глобального потепління чітко проявляються у регіоні. Особливо варто відмітити 2019 р. як такий, що вперше за історичний період спостережень відзначився середньою річною температурою повітря, яка досягла позначки у $10,0^{\circ}\text{C}$ та навіть перевищила її. Зазначимо, що у 2019 р. аномально високі показники температури повітря відзначалися на усіх метеостанціях України, і в ряді регіонів країни під час холодного сезону 2019/2020 рр. не наступила метеорологічна зима (тобто середня добова температура повітря не опускалася нижче 0°C протягом 5 днів і більше);

- Середня мінімальна температура повітря коливалася в межах $+4,9$ – $+5,9^{\circ}\text{C}$, найвище її значення ($+5,9^{\circ}\text{C}$) також відмічене у 2019 р; вона перевищувала кліматичну норму на 1 – $1,5^{\circ}\text{C}$;

- Середня максимальна температура повітря змінювалася в межах $+11,8^{\circ}\text{C}$ – $+14,8^{\circ}\text{C}$. Найвище значення ($+14,8^{\circ}\text{C}$) також відмічене у 2019 р., який був аномально теплим та посушливим; додатне відхилення від кліматичної норми становило близько 2°C ;

- Температури абсолютного мінімуму коливалися у межах значень кліматичної норми, у трьох роках з 5 проаналізованих відмічалось також типове

зниження температур до абсолютного мінімуму у першій декаді січня, проте у двох роках із досліджених абсолютний мінімум температур спостерігався у березні, що підтверджує висновки ряду кліматологів про наявність певного зміщення сезонів року у контексті прояву регіональних наслідків глобального потепління для Українського Полісся;

- Температура абсолютного максимуму коливалася у межах 30,9 – 35,8⁰С, що також близько до кліматичної норми, проте варто відмітити, що практично у кожному з 5 досліджених років температурний максимум тяжів до найвищих показників, відмічених на станції за весь історичний період спостереження. Це є ще одним проявом регіональних кліматичних змін під впливом глобальних процесів;

- Значення відносної вологості повітря коливалися у межах 75 – 80 %, і були нижчими кліматичної норми на 2-5 %;

- Швидкість вітру в середньому була близькою до 2 м/с, що є дещо нижчим від кліматичної норми; слід зазначити, що даний показник в останні 10-15 років на території всієї Волинської області демонструє тенденцію до певного зниження на фоні зростання окремих поривів та формування короткочасних, але сильних і навіть руйнівних шквалів;

- Максимальна швидкість вітру коливалася у значному діапазоні (від 6 м/с до 18 м/с) і хоча осереднене за 5 років значення даного показника близьке до кліматичної норми, варто відзначити велику нестійкість параметрів вітрового режиму та їх високу варіабельність в окремі роки;

- Показники атмосферного тиску (середні значення, максимальні та мінімальні значення) практично перебували у межах кліматичної норми, проте варто відмітити деяке збільшення значень максимального атмосферного тиску (до 1042 – 1043 гПа, при кліматичній нормі 1040 гПа);

- Загальна хмарність неба також перебувала у межах кліматичної норми (показник змінювався від 5,7 бали до 6,5 бали), водночас показник нижньої хмарності в окремі роки (2016 – 2017 рр.) був аномально низьким (2,7 – 2,0 бали), що відобразилося і на осередненому значенні – 3,7 бали, яке є нижчим

від кліматичної норми на 0,4 бали. Проте у 2018 – 2020 рр. значення показника нижньої хмарності було в межах кліматичної норми;

- Річні суми опадів протягом досліджуваного періоду коливалися в межах 559 – 804 мм, а середнє за 5 років значення – 663 мм перевищує багаторічний середній показник суми опадів для ст. Маневичі. Це підтверджує описану у науковій літературі протягом останніх 15-20 років тенденцію до повільного зростання сум опадів у Західному регіоні України, зокрема, в зоні Українського Полісся, як один з проявів регіональних змін клімату;

- Максимальна добова сума опадів перебувала в межах кліматичної норми, не зовсім типова вона була восени у 2016 р. (04.10) та у 2020 р. (02.09);

- Сніговий покрив – це метеорологічний показник, динаміка якого змінилася на теренах України протягом останніх 15-20 років; підтвердженням цього є і проведений аналіз для періоду 2016-2020 рр.: тривалість залягання снігового покриву коливалася від 6-7 днів до 64 днів, і у більшості досліджених років була суттєво, на порядок меншою від значень кліматичної норми. Осереднене значення за 5 років є нижчим від кліматичної норми у 2,5 рази;

- Водночас середня висота снігового покриву спостерігалася у межах типових для Волині значень або була вищою за показники кліматичної норми (змінюючись від 12 до 30 см, при середньому показнику 19 см);

- Окремо проаналізовано частоту утворення ряду метеорологічних явищ, типових для регіону (дощ, сніг, туман, заметіль, гроза). Виявлено такі тенденції: річне число днів з опадами (дощ і сніг) є досить мінливим (від 168 до 116 днів), проте спостерігається тенденція до його зниження, середній за 5 років показник (142 дні з опадами) є нижчим від показника кліматичної норми (152 дні); зниження річного числа днів з опадами спостерігається як для рідких опадів (дощ), так і для опадів у твердому агрегатному стані (сніг), проте число днів зі снігом пропорційно зменшується більш помітно. Виявлені тенденції (зростання середніх річних сум опадів на фоні зменшення числа днів з опадами протягом року) підтверджують думку, висловлену у працях ряду метеорологів про те, що

дощів стає менше, але інтенсивність їх випадання (разові суми опадів) зростає – це ще один наслідок прояву регіональних кліматичних змін;

- Середнє число днів із заметіллю (середнє – 0,8 днів, у 2 роках – відмічено по 2 дні, протягом 3 років – заметілі не спостерігалися) є нижчим кліматичної норми, це добре співвідноситься із загальним зменшенням числа днів зі снігом та тривалості залягання снігового покриву на даній території;

- Середнє число днів з грозою (27 днів) на 40 % вище від кліматичної норми, що свідчить про зростання інтенсивності конвективних явищ в останні десятиліття та, як наслідок – більш часте виникнення гроз та інших стихійних небезпечних метеорологічних явищ. Варто відмітити, що особливо грозовим був 2020 р. (37 днів з грозою), в той час як попередні роки демонстрували показники, більш наближені до кліматичної норми (20 днів з грозою в рік).

Такою є загальна оцінка динаміки кліматичних показників періоду 2016 – 2020 рр., проаналізованих за даними регулярних спостережень на ст. Маневичі та представлених у таблиці А.6.

У таблицях А.1 – А.5 *ДОДАТКУ А* представлено також динаміку усіх кліматичних показників протягом місяців року за період 2016 – 2020 рр. Детальний аналіз місячної динаміки показників не проводився, хоча він також може представляти певний інтерес та бути доповненням при загальній оцінці кліматичних змін в регіоні в останні роки.

За одержаними результатами було розраховано ряд інтегральних показників, які є важливими для оцінки зволоження на території Черемського ПЗ. Це – показник випаровуваності та коефіцієнт зволоження, які використовуються у практиці кліматологічних досліджень як основні при оцінці потенціалу волого запасів та при загальній характеристиці режиму зволоження, що є надзвичайно важливим для водно-болотних систем, озерних систем, які складають найцінніше ядро природних комплексів Черемського ПЗ.

Показник випаровуваності f було розраховано за стандартною методикою, по формулі Н. Д. Іванова:

$$f = 0,0018 \cdot (t + 25)^2 \cdot (100 - R),$$

де t – середня температура за період ($^{\circ}\text{C}/\text{рік}$), R – середня відносна вологість (%).

Коефіцієнт зволоження, як відомо, обчислюється як відношення кількості опадів до випаровуваності за цей же період, (випаровуваність – це максимально можливе випаровування за даних температурних умов, не обмежене запасами вологи, мм). Коефіцієнт зволоження за Н. М. Івановим визначається за формулою:

$$K_{зв} = P/f,$$

де P – кількість опадів (мм), а f – випаровуваність за цей же період,

Результати обчислень представлені у *ДОДАТКУ А* в таблиці А.7.

Як бачимо з даних, наведених у таблиці А.7, випаровуваність з поверхні в окремі роки серед досліджених (2018, 2019 рр.) перевищувала річні суми опадів, відповідно, у ці роки коефіцієнт зволоження був меншим 1, що є нетиповим для клімату Поліського регіону та свідчить про прояви тенденцій до зростання посушливості клімату, зниження волого запасів у ґрунтах, погіршення режиму живлення поверхневих та підземних водних об'єктів. Ця тенденція є досить загрозливою для водно-болотних комплексів заповідника (відмітимо, що саме у 2018-2019 р.р. фіксувалися найнижчі рівні і на найбільшому волинському озері – оз. Світязь). Таким чином, незважаючи на деяке зростання сум опадів в порівнянні з кліматичною нормою, внаслідок випереджаючого росту середніх температур повітря відбувається інтенсифікація процесів випаровування з поверхні ґрунту, водних об'єктів, транспірації живими рослинами, а це, в свою чергу, призводить до зниження рівня ґрунтових вод (а у перспективі може призвести і до падіння рівня підземних напірних вод) на досліджуваній території. Тому досить важливим у короткостроковій перспективі є проведення гідро-екологічного моніторингу на території Черемського ПЗ для спостережень за розвитком таких процесів і відстежування можливих негативних тенденцій.

Варто відмітити, що лише в 1 році із досліджених (2017 р.) коефіцієнт зволоження знаходився у межах кліматичної норми (1,5), у 4 років він був

нижчим кліматичної норми, максимальне відхилення коефіцієнта від норми склало 39 % (у 2019 р.).

За даними проведеного статистичного аналізу було збудовано ряд графіків та діаграм, які представлені у п. 2.3. Зупинимось детальніше на графічній інтерпретації одержаних результатів.

2.3. Графічна інтерпретація отриманих результатів та оцінка виявлених трендів у контексті регіональних змін клімату

На основі отриманих числових показників, середніх річних, мінімальних та максимальних річних значень показників було збудовано графіки та діаграми, аналіз яких дозволяє підтвердити виявлені тренди, тенденції та закономірності у динаміці кліматичних показників досліджуваної території.

У **Додатку В** на рис. **В.1 – В.23** представлено побудовані діаграми та графіки. На рис. В.1, В.2, В.3, В.4, В.5 представлено діаграми динаміки температурних показників досліджуваної території.

Аналіз даних діаграм наочно показує наявні тенденції до зростання температурних показників на території, що досліджувалася, протягом останніх 5 років. Плавне, але постійне і динамічне зростання є характерним як для середньої річної температури повітря, так і для температурних екстремумів (максимальної та мінімальної температур). Відмітимо, що аналіз даних таблиць А.1 – А.5 в **ДОДАТКУ А** засвідчує, що середні місячні температури повітря також характеризуються тенденцією до зростання, яка проявляється у всі досліджені роки. Зокрема, скорочується тривалість періоду із середніми місячними від'ємними температурами повітря.

Аналіз діаграм на рис. В.4 – В.5 у **Додатку В** засвідчує тенденції до підвищення показників температури абсолютного мінімуму та абсолютного максимуму. У 2019 р. абсолютний температурний максимум подолав позначку у +35,0⁰С. Варто відмітити, що в даному році для всієї території України було відмічено ряд температурних рекордів, у тому числі таких, що перевищили

історично зафіксовані максимуми температур повітря на метеорологічних станціях за весь період інструментальних спостережень.

Оцінка структури діаграми на рис. В.6 дозволяє відмітити зниження показників середньої річної відносної вологості повітря, яке було особливо сильним у 2018, 2019 та 2020 роках.

Діаграми на рис. В.7 – В.8 показують зниження інтенсивності динамічних процесів в атмосфері у приземному шарі протягом досліджуваного періоду, що проявилось у зниженні середніх річних швидкостей вітру, а також максимальних поривів вітру у порівнянні із показниками кліматичної норми.

Діаграми на рис. В.9 – В.11 демонструють динаміку показників атмосферного тиску в регіоні дослідження протягом 2016 – 2020 рр. Як впливає з аналізу представлених діаграм, значення середнього річного та мінімального атмосферного тиску в основному перебувають в межах кліматичної норми, хоча можуть демонструвати відхилення від неї в окремі роки. Водночас значення максимального атмосферного тиску демонструють показники, дещо вищі від кліматичної норми (перевищення в межах 5 – 15 %). Можна припустити, що збільшення показників максимального атмосферного тиску у регіоні пов'язано з частішим проникненням на дану територію відрогів (гребенів) Азорського антициклону влітку, разом з яким приходять теплі та сухі повітряні маси з підвищеними значеннями атмосферного тиску. Відмітимо, що підвищені значення атмосферного тиску на фоні високих або і аномально високих температур повітря формують погодні умови, що є несприятливими для організму людини, особливо при наявності хвороб серцево-судинної системи, системи кровообігу тощо.

На рис. В.12 – В.13 представлено діаграми річного ходу показників хмарності неба (загальної та нижньої). Аналіз діаграм показує наявність тенденції до зниження значень загальної хмарності неба в регіоні дослідження протягом року у період, що аналізувався (це зниження складає до 10 – 15 %). Водночас показники нижньої хмарності, яка відіграє основну роль у формуванні

опадів, перебувають в межах, близьких до кліматичної норми, хоча відмічено зниження показників нижньої хмарності у 2016 – 2017 рр.

Варто відмітити, що динаміка показників хмарності неба, як загальної, так і нижньої, аналізувалася в контексті змін клімату та їх регіональних проявів набагато рідше, ніж, скажімо, хід температурних показників або динаміка опадів. Водночас хмарність є показником, який потребує такого розширеного аналізу, адже він тісно пов'язаний з багатьма іншими метеорологічними процесами та явищами, серед яких ті ж атмосферні опади, проходження фронтальних систем через дану територію, надходження сум сонячної радіації до поверхні Землі та, відповідно тепловий баланс цієї поверхні, і багато іншого.

З динамікою показників хмарності в цілому узгоджується і динаміка річних сум опадів. На рис. В.14 представлено діаграму річних сум опадів протягом періоду дослідження. Аналіз діаграми засвідчує, що річні суми опадів мають певні коливання, але в цілому вони перебувають в межах кліматичної норми або ж дещо перевищують її. Слід відмітити, що ст. Маневичі – це своєрідний «полюс дощу» на Волині, суми опадів на даній метеостанції є найбільшими в регіоні, у порівнянні з іншими 5 станціями (Ковель, Луцьк, Володимир, Світязь, Любешів).

На даний час метеостанція Маневичі втримує це неофіційне звання «полюсу дощів», середні суми опадів протягом року на станції є більшими, ніж на інших метеорологічних станціях регіону. Хоча відмічається зростання сум опадів на півдні нашої області, зокрема, за даними метеостанції Луцьк.

На рис В.15 – діаграма максимальних добових сум опадів в даний період. Як показує аналіз цієї діаграми, максимальні добові суми опадів протягом 2016 – 2020 рр. були не особливо великими і не наблизилися до максимального із зафіксованих протягом періоду інструментальних спостережень на метеостанції абсолютного максимуму 100 мм / доба.

На рис. В.16 – В.17 представлено графічну інтерпретацію динаміки снігового покриву (тривалості його залягання та максимальної висоти). Як показує аналіз діаграм, тривалість залягання снігового покриву у переважній

кількості років, що досліджувалися, перебувала в межах значень, суттєво нижчих за кліматичну норму (у 2 – 2,5 рази). Винятком був 2018 р., коли тривалість залягання снігового покриву була близькою до кліматичної норми. Водночас максимальна висота залягання снігового покриву подекуди була більшою від показників, характерних для кліматичної норми, на 15-18 %. Особливо значною вона була в 2017 – 2018 рр. (до 25 – 28 мм).

На рис. В.18 – В.21 представлено динаміку протягом року окремих метеорологічних явищ (число днів з опадами, такими, як дощ та сніг, число днів з туманами, заметілями та грозами). Як засвідчує аналіз даних графіків, число днів з опадами протягом року має тенденцію до зниження на 15 – 25 % (рис. В.18). Тобто таких днів стає менше, проте, очевидно, оскільки річні суми опадів не зменшилися (див. рис. В.14), то можна зробити припущення про збільшення інтенсивності окремих дощів чи снігопадів та зростання добових сум опадів у регіоні. На рис. В.19 представлено динаміку числа днів, в які випадав сніг – таких днів також стає менше. Це узгоджується із скороченням тривалості залягання стійкого снігового покриву див. рис. В.16).

На рис. В.20 представлено динаміку числа днів з туманами. В цілому кількість випадків туманоутворення перебуває в межах кліматичної норми. Деяко підвищене число днів з туманами спостерігалось у 2020 р., а відносно зниженим було це число у 2017 р.

На рис. В.21 представлено динаміку грозових явищ в досліджуваному регіоні. Як показує діаграма на рис. В.21, число днів з грозою перевищує кліматичну норму на 20 – 25 %, 2020 р. був роком особливо високої грозової активності, водночас у 2017 – 2018 рр. кількість грозових днів перебувала у межах кліматичної норми.

На рис. В.22 представлено діаграму випаровуваності, розрахованої за кожен із проаналізованих років. У відповідності до зростання середніх річних температур повітря та зниження середніх річних показників відносної вологості повітря, з якими випаровуваність перебуває у прямому зв'язку, відмічається

зниження даного показника. Аналогічне зниження демонструє і коефіцієнт зволоження динаміка якого показана на графіку на рис. В. 23.

Це засвідчує, що природні комплекси заповідника у близькій перспективі можуть зазнати негативного впливу процесів зростання посушливості клімату у регіоні дослідження та зниження волого запасів як у ґрунті, так і у підземних водоносних горизонтах, або навіть опускання рівня цих горизонтів нижче нормального, зафіксованого для регіону в процесі багаторічних гідрологічних та гідрогеологічних спостережень.

Таким чином, в результаті проведеного аналізу динаміки мікрокліматичних показників на території Черемського ПЗ (за даними ст. Маневичі, найближчої метеостанції до території заповідника), було виявлено, що регіональні прояви змін клімату чітко виражені у регіоні дослідження. Ці прояви, зокрема, виражаються наступним чином:

- Спостерігається зростання на 15 – 25 % у порівнянні з кліматичною нормою середніх річних, середніх місячних температур повітря, середніх мінімальних та максимальних температур. Абсолютні максимуми протягом 2016 – 2020 рр. досягали значення абсолютного максимуму, зафіксованого протягом усього періоду спостережень, та перевищили його (у 2019 р.);
- Спостерігається зниження середніх річних та середніх місячних показників відносної вологості повітря на 5-10 % у порівнянні з нормою;
- Відмічено незначне зростання середніх річних сум опадів при загальній високій мінливості даного показника;
- В умовах зростання середніх температур повітря та зниження показників відносної вологості розраховані показники випаровуваності є суттєво більшими від значень кліматичної норми (на 20-25 %);
- Невелике зростання сум опадів не є достатнім, щоб компенсувати ріст температурних показників у регіоні;
- Відповідно знижується коефіцієнт зволоження, у деякі роки це значення фіксувалося нижче 1, що є свідченням зростання посушливості.

Усе вищесказане свідчить про те, що у близькій перспективі гідрологічні та біологічні природні комплекси заповідники відчуватимуть на собі вплив даних змін мікроклімату, і відповідно реагуватимуть на них.

2.4. Розробка інтерактивної карти «Кліматичні зміни у Черемському ПЗ

Потенційний вплив змін клімату на біорізноманіття Черемського ПЗ здійснювався шляхом складання оцінкових таблиць, у яких для кожної групи видів визначено можливі позитивні та негативні види впливу змін клімату, що спостерігаються, при умові, якщо виявлені тенденції змін продовжаться.

До визначених нами основних потенційних впливів негативного характеру відносяться: втрата і деградація середовища існування раритетних болотних видів внаслідок заростання болота лісом; ризик збіднення екосистем внаслідок зростання посушливості, яка стимулюватиме поширення посухостійких інвазивних видів. погіршення основних характеристик середовища існування видів; негативні фенологічні зміни в природі (наприклад, при підвищенні середньої температури на 2⁰С, що вже спостерігається у заповіднику, рослини починають цвісти на 5-25 днів раніше, коли є загроза заморозків та відсутні комахи-запилувачі, тому не формується зав'язь, плід, насіння; можливі зміни в розселенні видів та зміни ареалів їх поширення; швидке поширення бур'янів, алергенів, отруйних видів та в цілому інвазивних видів флори, витіснення інвазивними видами місцевих раритетних. Інвазивні види завжди більш життєстійкі. На Волині, це, зокрема, амброзія та борщовик, які сьогодні зустрічаються по всій області, виявлені поблизу заповідника і представляють загрозу для здоров'я населення.

Посушливість клімату сприятиме збільшенню кількості, ймовірності та частоти пожеж у лісах заповідника, які можуть знищувати флористичні угруповання на великих площах.

Для тварин, птахів, комах, земноводних потенційною загрозою є збіднення кормової бази виду і, як наслідок, скорочення популяцій чи міграція виду.

Але зміни клімату можуть мати і позитивний вплив на біорізноманіття.

До основних визначених нами потенційних впливів позитивного характеру відносяться: прискорення процесів фотосинтезу та інших фізіологічних процесів, в тому числі приросту біомаси, внаслідок підвищення середніх температур повітря, зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері та внаслідок збільшення сум фотосинтетично активної сонячної радіації (при скороченні середньої хмарності неба); збільшення тривалості періоду активної вегетації внаслідок зміщення дат переходу температури через біологічно активні показники 0,5,10,15⁰C; пом'якшення умов перезимівлі для тварин, птахів, комах та земноводних внаслідок скорочення тривалості морозного періоду, висоти і тривалості залягання снігового покриву.

Усі отримані результати було узагальнено, представлено графічно та згруповано у вигляді тематичних шарів на інтерактивній карті «Кліматичні зміни в Черемському ПЗ». Карта є результатом роботи наукового колективу студентів на чолі з науковим керівником авторки. Особистий внесок авторки: підготовка матеріалів та розробка діаграм і таблиць, що представлені в шарах карти. Посилання на карту: <http://surl.li/nnwps>

Короткий опис карти: інтерактивна карта була створена нами в застосунку Google Maps <https://www.google.com/maps> (ресурс GoogleEarth). Даний застосунок був обраний як доступний, безкоштовний, простий у використанні та оснащений багатьма прикладними інструментами для роботи. Спочатку ми створили картографічну основу, наклавши на вихідну ландшафтну карту схематичні контури Черемського ПЗ, позначивши Черемське болото, озера Черемське та Редичі, екологічну стежку, що веде через болото до оз. Черемського, її основні точки, а також просіки в лісах поблизу заповідника.

Потім послідовно було розроблено два тематичні шари карти: «Динаміка кліматичних показників у 2016-2020 рр.» та «Потенційний вплив змін клімату на раритетну складову біорізноманіття»: обрано систему міток, які відкриваються при натисканні, знайомлячи читача з діаграмами, таблицями, схемами, графіками та поясненнями до них. Графічна частина розроблялася з врахуванням тематики карти (наприклад, активні мітки, виставлені по периметру

заповідника – це графічні символи відповідних кліматичних показників та явищ погоди, інформацію про які вони надають: температура – символ «термометр», суми опадів – символ «хмара», і т. д. Колір міток також має значення: він характеризує як тип показника (опади – синій), так і середній, мінімальний чи максимальний показник ми розглядаємо, і т.д.

На рис. В.24 у **Додатку В** наведено інтерфейс карти та її QR – код.

Ми продовжуємо наповнювати карту інформацією та вважаємо перспективним її використання в навчальному процесі, у школі, на уроках географії та біології з просвітницькою метою, а при доопрацюванні вона буде використана науковцями заповідника як основа для геопорталу Черемського ПЗ.

Отже, в перспективі біорізноманіттю Черемського ПЗ може загрозувати ряд небезпек через глобальне потепління. Серед основних можливих негативних впливів змін клімату на біорізноманіття найбільш загрозованими є потенційне обміління та заростання водно-болотного комплексу Черемського болота, якщо продовжиться тенденція інтенсивного росту показників випаровуваності та зниження коефіцієнта зволоження до значень менше 1. Тоді деградація і зникнення можуть загрозувати більшості популяцій рідкісних видів та угруповань, які є маломігруючим і слабоадаптивним. До основних позитивних наслідків зміни клімату в заповіднику можна віднести інтенсифікацію процесів фотосинтезу та інших фізіологічних процесів, помякшення умов перезимівлі, подовження періоду вегетації, збільшення кормової бази внаслідок інтенсивного приросту біомаси.

ВИСНОВКИ

Отже, на основі здійсненого аналізу можна зробити ряд висновків і запропонувати певні рекомендації з метою оптимізації науково-дослідної діяльності Черемського ПЗ:

1. В результаті проведеного аналізу динаміки метеорологічних показників на території Черемського ПЗ (за даними ст. Маневичі, найближчої метеостанції до території заповідника), було виявлено, що регіональні прояви змін клімату чітко виражені у регіоні дослідження. Ці прояви, зокрема, виражаються наступним чином: спостерігається зростання на 15 – 25 % у порівнянні з показниками кліматичної норми середніх річних, середніх місячних температур повітря, середніх мінімальних та максимальних температур. Абсолютні максимуми протягом періоду дослідження досягали значення абсолютного максимуму, зафіксованого протягом усього періоду спостережень, та перевищили його (у 2019 р.); спостерігається зниження середніх річних та середніх місячних показників відносної вологості повітря на 5-10 % у порівнянні з показниками кліматичної норми; відмічено незначне зростання середніх річних сум опадів при загальній високій мінливості даного показника; в умовах зростання середніх температур повітря та деякого зниження показників відносної вологості розраховані показники випаровуваності є суттєво більшими від значень кліматичної норми (на 20-25 %); невелике зростання сум опадів не є достатнім, щоб компенсувати ріст температурних показників; відповідно, знижується значення коефіцієнта зволоження, у деякі роки це значення фіксувалося нижче 1, що є свідченням зростання посушливості клімату в регіоні.

У близькій перспективі гідрологічні та біологічні природні комплекси заповідника відчуватимуть на собі вплив даних змін мікроклімату, і відповідно реагуватимуть на них. Зокрема, можливим є зниження рівня ґрунтових вод, зниження рівня озер Черемського та Редичі, скорочення площі перезволожених та заболочених ділянок в межах водно-болотних комплексів заповідника. При визначенні найбільш чутливих ділянок необхідно враховувати рельєф території, загальний похил та типи рослинних угруповань, характерних для окремих фацій.

2. З урахуванням віддаленості ст. Маневичі від території заповідника доцільно було б у майбутньому встановити автоматизовану метеорологічну станцію у межах власне Черемського ПЗ. Це дозволило б встановити детальніше особливості мікроклімату у природно-ландшафтних комплексах заповідника, його відмінності від мікроклімату прилеглих районів, специфіку зміни мікрокліматичних показників на території гідроекологічних систем та озерних комплексів (Черемське болото, озера Черемське і Редичі).

3. До визначених основних потенційних впливів негативного характеру відносяться: втрата і деградація середовища існування раритетних болотних видів внаслідок заростання болота лісом; погіршення основних характеристик середовища існування видів; негативні фенологічні зміни в природі (наприклад, при підвищенні середньої температури на 2°C , рослини починають цвісти на 5-25 днів раніше, коли є загроза заморозків та відсутні комахи-запилувачі, тому не формується зав'язь, плід, насіння); можливі зміни в розселенні видів та зміни ареалів їх поширення; поширення бур'янів, алергенів, отруйних видів та інвазивних видів, витіснення ними місцевих раритетних. Посушливість клімату сприятиме збільшенню кількості пожеж, які можуть знищувати флористичні угруповання. Для тварин, птахів, комах та земноводних потенційною загрозою є також збіднення кормової бази виду. До основних потенційних впливів позитивного характеру відносяться: прискорення процесів фотосинтезу, в тому числі приросту біомаси, внаслідок підвищення середніх температур повітря, зростання вмісту вуглекислого газу в атмосфері та внаслідок збільшення сум фотосинтетично активної сонячної радіації (при скороченні середньої хмарності неба); збільшення тривалості періоду активної вегетації внаслідок зміщення дат переходу температури через біологічно активні показники $0,5,10,15^{\circ}\text{C}$; пом'якшення умов перезимівлі для тварин, птахів, комах та земноводних внаслідок скорочення тривалості морозів і залягання снігового покриву.

4. Розроблена інтерактивна карта «Кліматичні зміни в Черемському ПЗ» допоможе відслідковувати динаміку змін клімату та може бути використана як навчальний та просвітницький ресурс в школах та інших освітніх закладах.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Андрієнко Т., Онищенко В. Роль природно-заповідних територій в охороні біорізноманіття. *Рідна природа*. № 3. 2003. С. 19–21.
2. Андрієнко Т.Л. Наукові дослідження територій та об'єктів природно-заповідного фонду. Літопис природи. *Заповідна справа в Україні*. К. : Географіка, 2003. С. 183-188.
3. Атлас об'єктів природно-заповідного фонду України. К. : Географіка, 2004.
4. Атлас Волинської області / голова редкол. Н. В. Бурчак; відп.ред. Ф. В. Зузук. – Москва: Комітет геодезії і картографії СРСР, 1991. 42 с.
5. Волинський обласний центр з гідрометеорології. Метеорологічний архів (ст. Маневичі, архівні дані 2016 – 2020 рр.).
6. Бевзенко В.М. Управління природно-заповідним фондом України (організаційно-правові питання) : монографія. Херсон : Айлант, 2005. – 268 с.
7. Болотний фонд Волинської області/ упоряд. М. В. Хомич; Р. В. Мігас, С. Г. Якубишина, В. Й. Петрук, М. В. Химин. Луцьк: Ініціал, 2003. 24 с.
8. Борейко В. Заповідники як гордість нації. *Молодь України*. 1995. В.24.
9. Борейко В.Е. История заповедного дела в Украине. Киев : Киевский эколого-культурный центр, 2002. 272 с.
10. Бойченко С., Гаврилюк Р., Гусєв О., Савченко С., Яцків А. Зміни довкілля сфери Полісся: аспекти впливу антропогенних та кліматичних чинників. *Екологічний вісник*. 2010. № 3, С. 43.
11. Бузіна І. М., Литвиненко Ю.О. Земельно-кадастрове картографування: Використання карт земельних ресурсів: конспект лекцій. Харків: Харк. нац. аграр. ун-т, 2016. 132 с.
12. Бумар Г. Скарби Поліського природного заповідника. *Країна знань*. 2011. № 8. С. 24-27.
13. Бумар Г. Й. Болота – цінні ландшафти Поліського природного заповідника. *Країна знань*. 2012. № 5. С. 30-33.

14. Бумар Г. Й. Флора та рослинність ВБУ «Поліські болота». / Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30 річниці аварії на ЧАЕС). Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 квітня 2016р.). Ніжин : 2016. С. 16 .

15. Бумар Г.Й., Германчук В.О. Лісові пожежі в природних біоценозах Поліського заповідника. Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Рівне, 6-8 липня 2016 р. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. (270 с.). С.86 – 88.

16. Водойми Волині. Інтерактивна карта [Електронний ресурс]. URL: <http://vod-vol.bic.com.ua>

17. Возний Ю. М., Боровка В. П., Демченко В. О., Коломійчук В. П. Радіаційне забруднення територій природного заповідника «Древлянський», його екологічні та соціальні наслідки. *Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30 річниці аварії на ЧАЕС)*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 квітня 2016р.). Ніжин, 2016. С.87.

18. Герасименко Я. Правова охорона природно-заповідного фонду України. *Вісник Академії правових наук України*. 2010. № 4. С. 266-271.

19. Гірний Б.М. Еколого-економічні аспекти розвитку ПЗФ України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата економічних наук : спец. 08.00.06. «Економіка природокористування і охорони навколишнього середовища». К. : 2008. 21 с.

20. Гриневецький В.Т. До обґрунтування основних понять і методології досліджень ландшафтного різноманіття в Україні. *Український географічний журнал*. 2000. №2. С. 8-13.

21. Гриневецький В.Т. Природоохоронне ландшафтознавство: наукові засади, потреби і передумови розвитку в Україні. *Український географічний журнал*. 2004. № 3. С. 44-50.

22. Гринчишин Н.М. Природно-заповідна справа : навч. посіб. Львів: ЛДУБЖД, 2008. 224 с.

23. Грищенко Ю.М. Основи заповідної справи : навч. посіб. для студентів спеціальності «Екологія та охорона навколишнього середовища». Рівне: Вид-во РДТУ, 2000. 234 с.

24. Гродзинський М.Д., Шишченко П.Г. Збереження та відтворення ландшафт-ного різноманіття в контексті сталого розвитку. *Заповідна справа в Україні*. 1998. Т.4. Вип. 1. С. 3-7.

25. Гродзинський М.Д. Пізнання ландшафту: місце і простір. Том 2. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. 503 с.

26. Ґрунти Волинської області / за ред. М. Й. Шевчука; М. Й. Шевчук, П. Й. Зінчук, Л. К. Колошко [та ін.]. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 1999. 162 с.

27. Давиденко В.М. Заповідна справа : навч. посіб. Миколаїв: Вид-во МФ НаУКМА, 2001. 140 с.

28. Державне підприємство «Маневицьке лісове господарство» [Електронний ресурс]. URL: <https://lisvolyn.gov.ua/623>

29. Довідник з питань економіки та фінансування природоко-ристування і природоохоронної діяльності / В. Шевчук, М. Пилипчук, Н. Карпенко [та ін.]. К.: Геопринт, 2000. 412 с.

30. Екологічне законодавство України. Х. : ТОВ «Одіссей», 2002. 928 с.

31. Експрес-оцінка стану територій природно-заповідного фонду України та визначення пріоритетів щодо управління ними /за ред. Б.Г.Проць, І.Б. Іваненко, Т.С. Ямелинець, Е. Станчу. Львів: Гриф Фонд, 2010. 92 с.

32. Екологічний паспорт Маневицького району [Електронний ресурс]. URL: <https://voladm.gov.ua/article/ekologichniy-pasport-manevickogo-rayonu/>

33. Жила С. Поліський заповідник древлянської землі. *Берегиня*. 2006. № 2. С. 23-30.

34. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України» від 21 грудня 2010 року N 2818-VI [Електронний ресурс]. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/2818-17>

35. Закон України «Про природно-заповідний фонд України» від 16.06.1992 № 2456-ХІІ, остання редакція від 08.01.2004 на підставі 1377-15, чинний.

36. Заповідник природний // Юридична енциклопедія : [у 6 т.] / ред. кол. Ю. С. Шемшученко (відп. ред.) [та ін.] К. : Українська енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1998. Т. 2 : Д – Й. 744 с.

37. Заповідна справа : навч. посіб. / упоряд. Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, В.Д. СОЛОДКИЙ, Ю.Г. МАСІКЕВИЧ [та ін.]. Харків: НТУ «ХПІ», 2002. 240 с.

38. Заповідна справа в Україні : навч. посіб. / за заг. ред. М.Д. ГРОДЗИНСЬКОГО, М.П. СТЕЦЕНКА. К. : Географіка, 2003. 306 с.

39. Зузук Ф. В. Осушені землі Волинської області та їх охорона: Монографія / Ф. В. Зузук, Л. К. Колошко, З. К. Карпюк та ін. Луцьк: Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. 294 с.

40. Іваненко І.Б., Гетьман В.І. Про управління рекреаційною діяльністю у межах територій та об'єктів природно-заповідного фонду. *Збірник методичних матеріалів з питань рекреаційно-туристичної діяльності на територіях природно-заповідного фонду*. 2011. 271 с.

41. Ільїн Л.В., Мольчак Я.О. Озера Волині: Лімно-географічна характеристика. Луцьк: Надстир'я, 2000. 140 с.

42. Ільїна О. В. Болота Волині: особливості поширення й антропогенні зміни. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2007. Вип. 256. С. 367-372

43. Ільїна О. В. Болотні геокомплекси Волині як резерват для розширення природно-заповідного фонду. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2009. Вип. 37. С. 234-241.

44. Клімат Луцка / [Под ред. В.Н.Бабиченко, Ф.В.Зузука]. Л. : Гидрометеоздат, 1988. 180 с.

45. Кліматологічні стандартні норми (1961–1990 рр.) / Л.І. Денисович, Н.І. Майлат, Ж.О. Кузнєцова та ін. ; під керівництвом О.Є. Пахалюк. К. : Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Центральна геофізична обсерваторія, 2002. 446 с.

46. Клименко В. Г. Гідрологія України: Навчальний посібник для студентів географів / В. Г. Клименко. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2010. 124 с.
47. Клименко М. О., Прищеп А. М., Вознюк Н. М. Моніторинг довкілля: Київ, 2006. 261 с.
48. Клименко М. О., Бедункова О. О. Технології «in situ» як засіб регіонального екологічного контролю водного середовища. *Вода: проблеми та шляхи вирішення*. Збірник статей науково-практичної конференції з міжнародною участю, м. Рівне, 6-8 липня 2016 р. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. С. 90-96.
49. Коніщук В.В. Еколого – економічні передумови розширення Черемського природного заповідника та створення національного парку «Західне Побужжя». *Екологічний вісник*. 2010. № 3. С. 28-29.
50. Коніщук В.В. Рідкісні види фауни Черемського природного заповідника. *Сучасні проблеми зоологічної науки: Матеріали Всеукраїнської наукової конференції «Наукові читання, присвячені 170-річчю заснування кафедри зоології та 100-річчю з дня народження професора О. Б. Кістяківського»*. К.: «Київський університет», 2004. С. 87-89.
51. Коніщук В. В., Пащук С. І. Перлина Волинського Полісся. Луцьк, 2003. 28 с.
52. Коніщук В. В. Рідкісні види рослин Черемського природного заповідника. *Укр. ботан. журнал*. 2003. Т. 60, № 3. С. 264-272.
53. Коніщук В. В. Нові місцезнаходження рідкісних рослин у Черемському природному заповіднику. *Заповідна справа в Україні*. Канів, 2004. Том 10, Випуск 1-2. С. 18-23.
54. Коніщук В. В. Хвойні ліси Черемського природного заповідника // *Рослинність хвойних лісів України (матеріали робочої, народи, Київ, листопад 2003р.)*. К.: Фітосоціоцентр, 2003. С. 111-122.
55. Коніщук В. В. Про доцільність встановлення охоронної зони Черемського природного заповідника. *Жива Україна*. 2004. № 9-10. С. 9-10.

56. Коніщук В. В. Еколого-ценотична характеристика ботанічної пам'ятки природи «Болітце». *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ландшафтне та біологічне різноманіття Хмельниччини, збереження та відтворення»*, м. Кам'янець-Подільський, 17-18 грудня, 2003 р. Кам'янець-Подільський, 2004. С. 47-53.

57. Коніщук В. В. Перспективи розвитку екологічного зеленого туризму і місце в ньому природних заповідників (на прикладі «Черемського»). *Шацький національний природний парк: Наукові дослідження 1994-2004 рр.* Матеріали наук.-практ. конф. До 20-річчя парку (Світязь 17-19 травня 2004 року). Луцьк, «Волинська друкарня», 2004. С. 51-53.

58. Кобзар Л. І., Куцоконь Ю. К., Бумар Г. Ю. Екологічні проблеми водойм Поліського природного заповідника. *Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30 річниці аварії на ЧАЕС)*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 квітня 2016 р.). Ніжин, 2016. С. 33.

59. Ковальчук І.П., Іванов Є.А., Свідерко І.Б. Географічні особливості територіального розподілу об'єктів природно-заповідного фонду Львівської області. *Наук. вісник Укр. держ. лісотехнічного ун-ту*, 2004. Вип. 14.8. С. 51-62.

60. Ковальчук А.А. Заповідна справа : наук.-довід. вид. Ужгород : «Ліра», 2002. 312 с.

61. Кохан О.В., Журбас К.В., Матвеев С.Р., Мовчан Я.І., Парчук Г.В., Устименко П.М. Формування екомережі Полісся: концепт і проблеми. *Сучасні екологічні проблеми Українського Полісся та суміжних територій (до 30 річниці аварії на ЧАЕС)*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (20-22 квітня 2016 р.). Ніжин, 2016. С. 56.

62. Лавринюк З.В., Країм О.А. Екологічний аудит та шляхи покращення якості води гідрологічної пам'ятки природи «Оконські джерела». *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2015. № 3-4. С. 49-54.

63. Лопоха М.І., Федонюк В.В. Можливості організації системи гідроекологічного моніторингу в Черемському природному заповіднику.

Студентський науковий вісник. Серія "Природничі та технічні науки".
Науковий збірник. Випуск 27. Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2019. С. 250-263.

64. Лопоха М.І., Федонюк В.В. Гідроекологічний моніторинг водно-болотних угідь Черемського природного заповідника. *Тези IV факультетської студентської наукової конференції «Сучасні аспекти ресурсозбереження»* (Факультет екології, туризму та електроінженерії). Луцьк, 2020. С. 18 – 21.

65. Маневиччина туристична [Електронний ресурс]. URL: <https://manevychi-tourism.com.ua>

66. Маринич О.М., Шищенко П.Г. Фізична географія України: Підручник. К.: «Знання», 2005. 511 с.

67. Мольчак Я.О., Мігас Р.В. Річки Волині. Луцьк: Надстир'я, 1999. 174 с.

68. Національна доповідь України / Конференція ООН «Навколишнє середовище і розвиток» (Бразилія – 92). К.: Час, 1992. С. 18–19.

69. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2010 році. К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2011. 254 с.

70. Національний атлас України / Гол. ред. Л.Г.Руденко. К.: ДНВП «Картографія», 2007. 440 с.

71. Нетробчук І. М. Моніторинг стану осушення земель Маневицького району Волинської області. *Геополітика и екогеодинамика регионів: научн. журн.* Крим. наук. центр НАН України, Таврический нац. ун-т им. В. И. Вернадского. – Симф., 2014. Т. 10, вип. 1. С. 754-759.

72. Орлов О.О. Рідкісні та зникаючі види судинних рослин Житомирської області / О.О. Орлов. Житомир : Волинь, ПП «Рута», 2005. 296 с.

73. Остапчук В.В. Сучасні особливості режиму зволоження Полісся як наслідок зміни циркуляції атмосфери. *Жива Україна*. 2004. № 9-10. С. 26.

74. Остроушко О. Рівненський Природний Заповідник. *Чумацький шлях*. 2011. № 2 . С. 21-22.

75. Пазинич В. Г. Постгляційні явища та ландшафти Полісся – походження озер та параболічних дюн. *Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту*. 2012. Вип. 262. С. 221-244.

76. Панієнко В. П. Загальне геоморфологічне районування території України/ В. П. Палієнко, М. Є. Барщевський, С. Ю. Бортник, , Т. Палієнко, Б. О. Вахрушев та ін. *Український географічний журнал*. 2004. №1. С. 3-11.
77. Петрина Н.В. Заповідна справа : конспект лекцій у схемах і таблицях. К. : Центр ІТ, 2007. 116 с.
78. Природно-заповідний фонд України: території та об'єкти загальнодержавного значення / Гол. ред. К.М. Ситник. К. : ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2009. –332 с.
79. Природно-заповідний фонд Волинської області [Електронний ресурс]. URL: <https://eco.voladm.gov.ua>
80. Природно-ресурсний аспект розвитку України. К.: Видавничий дім «КМ Akademia», 2001. 144 с.
81. Проць Б.Г., Іваненко І.Б., Ямелинець Т.С., Станчу Е. Експрес-оцінка стану територій природно-заповідного фонду України та визначення пріоритетів щодо управління ними. Львів: Гриф Фонд, 2010. С. 24.
82. Решетюк О.В. Заповідна справа: теорія та практика : навч.-метод. посіб. Ч. 2. Чернівці: ЧНУ, 2008. 232 с.
83. Руденко Л. Г. Геоінформаційне картографування в Україні: концептуальні основи і напрямки розвитку / Л. Г. Руденко, Т. І. Козаченко, д. О. Ляшенко, А. І. Бочковська, А. П. Дишлик та ін. К. : НВП Вид. «Наук. думка» НАН України, 2011. 104 с.
84. Сівак В.К., Солодкий В.Д. Заповідна справа : навч. посіб. Чернівці: Зелена Буковина, 2001. 208 с.
85. Сушик Л., Пушкар Н. Заповідна Волинь. *Краєзнавство. Географія. Туризм*. Шкільний світ. 2009. № 5. С. 18.
86. Статистичні дані Міністерства екології та природних ресурсів за 2019 р. URL: <https://mepr.gov.ua>
87. Топографические карты запада Украины 1:100 000 (посольские, около 1930 года). URL: <https://mars.vlasenko.net/historical/mapa-taktyczna-polski/>

88. Український гідрометеорологічний центр. Кліматичні дані по смт. Маневичі [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://meteo.gov.ua/ua/33182/climate/climate_station/17/

89. Царик Л.П. Заповідна справа. Навчальний посібник. Тернопіль: СМП «Тайп», 2013. 256 с.

90. Цинкаловський О. Стара Волинь і Волинське Полісся. Краєзнавчий словник – від найдавніших часів до 1914 року. Т. 1. Вінніпег: Товариство «Волинь», 1984. 601 с.

91. Шелях – Сосонко Ю. Р. Розбудова екомережі України. К.: Урожай, 1999. 127 с.

92. Щербатюк М., Куцоконь Ю. Поліський природний заповідник – резерват дикої природи. *Біологія і хімія в сучасній школі*. 2012. № 1. С. 34-36.

93. Мирка В.В., Федонюк В.В., Іванців В.В., Федонюк М.А. Порівняння динаміки мікрокліматичних показників на території Черемського природного заповідника у ХХ та ХХІ ст. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. К.: Видавничий дім «Гельветика», 2022. № 7(40). С.120 – 125. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2022/1/22.pdf>

94. Ervin, J. 2003. WWF Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management (RAPPAM) Methodology. WWF International, Gland, Switzerland.

95. FAQ – Biosphere Reserves? [Електронний ресурс]. URL: <http://www.unesco.org/mab/doc/faq/brs.pdf>.

Праці авторки (у співавторстві з науковим керівником та іншими здобувачами) за темою дослідження:

96. «Черемський заповідник». Динаміка показників мікроклімату у Черемському природному заповіднику у 2020 р. *Тези I-ої студентської науково-технічної конференції*, 24-25 листопада 2021 р. Луцьк: Факультет аграрних технологій та екології, Луцький НТУ. 2021. С. 133 – 135.

97. «Черемський заповідник». Дослідження кліматичних змін у Черемському природному заповіднику. *Українське Полісся: проблеми та*

тренди сучасного розвитку. Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції. 10 – 11 лютого 2022 р. Ніжин : Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя. 2022.

98. *«Черемський заповідник»*. Аналіз кліматичних показників у Черемському природному заповіднику у 2020 р. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. 7-й Міжнародний молодіжний конгрес: збірник матеріалів. Львів: 10-11 лютого 2022 року, Західно-Український Консалтинг Центр (ЗУКЦ), ТзОВ, 2022. С. 54 – 55.

99. *«Черемський заповідник»*. Вітровий режим на Волині в контексті глобальних кліматичних змін. Актуальні проблеми сучасної науки і освіти. (частина I): матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції м. Львів, 20-21 січня 2022 року. Львів : Львівський науковий форум, 2022. С. 6 – 8.

100. *«Черемський заповідник»*. Оцінка змін температури повітря за даними метеостанції Маневичі у XX та XXI ст. *Студентський науковий вісник. Серія – природничі та технічні науки*. Науковий збірник. Випуск 48. Луцьк: ЛНТУ, 2022 С. 124-133.

ДОДАТКИ

Посилання на Віртуальний додаток до роботи:

<http://surl.li/qklmj>