

Міністерство освіти і науки України
Департамент науки і освіти Харківської облдержадміністрації
Комунальний заклад
«Харківська обласна Мала академія наук Харківської обласної ради»

Відділення: наук про Землю
Секція: метеорологія і кліматологія

**ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА МАЛІ РІЧКИ
(НА ПРИКЛАДІ Р. МЕРЕФА)**

Роботу виконала:

Шмігіріна Анна Олександрівна,
учениця 11 класу Комунального
закладу «Харківський ліцей № 18
Харківської міської ради»

Наукові керівники:

Дрозд Олена Миколаївна, доцент
кафедри інженерної екології міст
Харківського національного
університету міського господарства
імені О.М. Бекетова, кандидат
сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник;

Бєлєвцова Олена Михайлівна,
вчитель географії Комунального
закладу «Харківський ліцей № 18
Харківської міської ради»

ВПЛИВ ЗМІНИ КЛІМАТУ НА МАЛІ РІЧКИ (НА ПРИКЛАДІ Р.МЕРЕФА)

Шмігіріна Анна Олександрівна; Харківське територіальне відділення Малої академії наук України; комунальний заклад «Харківський ліцей №18 Харківської міської ради»; 11 клас; м. Харків;

Дрозд Олена Миколаївна, доцент кафедри інженерної екології міст Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, кандидат сільськогосподарських наук;

Белєвцова Олена Михайлівна, учитель географії комунального закладу «Харківський ліцей №18 Харківської міської ради»

Дослідницьку роботу присвячено проблемі проявів зміни клімату на території Мерэф'янської територіальної громади та їх вплив на р. Мерефа з точки зору її чутливості до цього впливу.

Дослідницька робота присвячена актуальній проблемі, що є мало дослідженою у регіоні, а саме: ризикам існування малих річок в умовах поточної зміни клімату.

Проаналізовано зміну кліматичних показників щодо відповідності глобальним тенденціям, досліджено водозбірну територію для виявлення її чутливості річки.

У роботі висвітлено багатогранне значення малих річок, ризики їх зникнення, охарактеризовано зміну кліматичних показників території та чутливість річки.

Дослідженням встановлено підвищення середньомісячної температури повітря та зниження середньорічної кількості відносно середньої багаторічної норми. За показниками чутливості р. Мерефа в басейні наявні такі чинники, що її підвищують, так і ті, що її знижують.

Зроблено висновок, що на території наявні прояви глобальної зміни клімату. Вони зумовлюють ризики для р. Мерефа, проте її чутливість наразі є не високою.

Ключові слова: зміна клімату, малі річки, опади, температура, чутливість

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. РИЗИКИ ВПЛИВУ ЗМІНИ КЛІМАТУ ДЛЯ МАЛИХ РІЧОК ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ.....	6
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	10
2.1. Характеристика території дослідження	10
2.2. Методи дослідження	12
3.1. Динаміка кліматичних показників на досліджуваній території	14
ВИСНОВКИ	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	24
ДОДАТКИ	28

ВСТУП

Актуальність теми. Глобальна зміна клімату є однією з нагальних проблем людства, яка за різними прогнозами буде посилюватися у майбутньому. Вона зумовлює низку негативних наслідків для довкілля, екосистем та суспільства. Підвищення температури, зміна режиму опадів та екстремальні погодні явища руйнують екосистеми, впливаючи на доступність і розподіл критично важливих ресурсів. Одним з основних наслідків є вплив на водні ресурси: зміна режиму опадів призводить до посух, дефіциту води та зміни річкових потоків. Це, в свою чергу, впливає на сільське господарство, виробництво енергії та загальну доступність прісної води [1 – 2, 12, 26, 27]. Соціально економічний розвиток сільських громад істотно залежить від природних ресурсів, що зумовлює потребу в актуальній і своєчасній інформації щодо проявів зміни клімату для розробки адаптаційних заходів.

Малі річки особливо вразливі до зміни клімату через їхню залежність від постійних водних потоків. Нагальні проблеми малих річок: високі рівні забруднення, оскільки вони часто є середовищем водовипуску недоочищених стічних вод; засипання та трансформації природного річища в умовах містопланувальних заходів; міління та пересихання в умовах відсутності меліоративних робіт із розчищення замулених витоків і річищ тощо. За впливу зміни клімату погіршуються умови їхнього існування, що призводить до занепаду та зникнення. Це має серйозні наслідки для біорізноманіття. Більше того, втрата малих річок чинить каскадний вплив на сільське господарство, питне водопостачання та різні види соціально-економічної діяльності малих громад, які є залежними саме від ресурсів малих річок. Таким чином, вирішення проблеми зникнення малих річок потребує комплексних стратегій пом'якшення наслідків зміни клімату, сталого управління водними ресурсами та природоохоронних заходів [4 – 5, 36].

Мета дослідження – виявити прояви зміни клімату на території Мереф'янської територіальної громади та їх вплив на р. Мерефа.

Завдання.

1. Дослідити динаміку кліматичних показників та виявити тенденції відносно глобального тренду зміни клімату;
2. Дослідити територію водозбірної площі річки та стан р. Мерефа польовими методами.
3. Виявити чутливість р. Мерефа до впливу зміни клімату.

Об'єктом дослідження є кліматичні умови території, що досліджується та стан водозбірного басейну річки Мерефа. **Предметом** – показники температури повітря, опадів, стан водозбірної території р. Мерефа, показники гідрологічної, соціально-економічної, екологічної чутливості р. Мерефа до впливу зміни клімату.

Методи дослідження: теоретичні дослідження, що базуються на системному підході до розглянутої проблеми з використанням методів аналізу й синтезу, польові дослідження території водозбірної площі, метод спостережень. Оцінка кліматичних показників передбачала статистичну обробку даних. Для виявлення багаторічних тенденцій зміни клімату застосовано базу даних Copernicus. Для оцінки території водозбірного басейну застосовано геоінформаційні методи. Для опису біорізноманіття використовували описовий метод.

Наукова новизна полягає в тому, що вперше для досліджуваного регіону оцінено вплив зміни клімату та р. Мерефа.

Практичне значення роботи. Досліджено динаміку кліматичних показників Мереф'янської територіальної громади та відповідність загальному тренду зміни клімату, визначено чутливість р. Мерефа до зміни клімату. Робота є продовженням громадської ініціативи «Розчистка русла річки Мерефа». Матеріал можна використовувати під час уроків географії та на виховних годинах. Матеріали досліджень можуть бути використані екологічними службами та адміністративними установами для прийняття рішень при розробці заходів з пом'якшення наслідків зміни клімату.

РОЗДІЛ 1

РИЗИКИ ВПЛИВУ ЗМІНИ КЛІМАТУ ДЛЯ МАЛИХ РІЧОК ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ЕКОСИСТЕМ

Згідно Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату [36] водні ресурси є одним з соціально-економічних секторів, які є вразливими до зміни клімату. У Стратегії зазначено, що скорочення літніх опадів зумовлює істотне зниження поверхневого стоку річок, в наслідок чого зростає дефіцит води.

Згідно ст. 79 Водного кодексу України [4] до малих належать річки, що мають площу водозбору до 2 тис. км² та протікають в одній фізико-географічній зоні. Офіційної інформації щодо загальної кількості малих річок в Україні немає, але за різними оцінками вона становить від 63 до 70 тис. [5, 6].

Стік малих річок, струмків та потічків є невід'ємною складовою загального балансу водних ресурсів. Для окремих регіонів України саме малі річки є основним джерелом водозабезпечення населення, промисловості, сільського господарства, і забезпечують соціальних розвиток таких регіонів [7, 8].

Протягом останніх років фахівці-екологи, науковці та практики водогосподарської діяльності наголошують на проблемі деградації і зникнення малих річок та обміління поверхневих водних об'єктів в Україні, особливо таких, в яких переважає поверхнєве живлення опадами. За неофіційними даними кількість зниклих поверхневих водних об'єктів на сьогодні становить понад 10 тис. Державне агентство водних ресурсів України не визначає кількості, але підтверджує маловодність річок України та підвищені ризики зникнення малих водних об'єктів в умовах поточної зміни клімату за нераціонального використання ресурсів [6].

З екологічної точки зору малі річки є надзвичайно цінними водними об'єктами. Вони відіграють вирішальну роль у підтримці складних екосистем, надаючи життєво важливі послуги для біорізноманіття, якості води та загального екологічного здоров'я. Їх роль як важливих компонентів ландшафтів, що формують унікальні оселища та екологічні процеси, є часто недооціненою порівняно з великими річками, озерами чи океанами. Відносно вузькі та звивисті русла малих річок разом з прибережними

зонами створюють мозаїку середовищ для поширення широкого спектру видів флори та фауни. Поєднання протічної води, відкладів різного походження та різної глибини малих річок створює придатні середовища існування для численних водних організмів. Риба, комахи, амфібії та ракоподібні мають тут різноманітні трофічні ланцюги, умови розмноження та притулку [9 – 12].

Малі річки також відіграють важливу роль у кругообігу поживних речовин. Взаємодія між водою, ґрунтом і рослинністю вздовж берегів сприяє таким процесам, як поглинання поживних речовин рослинами, фільтрація донних відкладів і розкладання органічних решток. Це підвищує родючість прилеглих прибережних зон і підтримує рослинне біорізноманіття.

Малі річки підтримують загальне здоров'я екосистем, діючи як коридори для міграції видів. Вони з'єднують різні оселища в межах ландшафту, створюючи умови поширення насіння рослин, личинок комах та інших дрібних організмів. Це має виключне значення для підтримки генетичного різноманіття, динаміки популяцій, забезпечує довготривале виживання видів у більш широкому екологічному колі, сприяє підтриманню біорізноманіття та стійкості екосистем.

Малі річки відіграють важливу роль у регулюванні місцевого мікроклімату. Наявність і кількість води в малих річках впливає на рівень температури і вологості на прилеглих територіях. Прибережна рослинність уздовж малих річок забезпечує затінення, сприяє зниженню місцевих температур і стабілізує локальні кліматичні умови. Така регуляція мікрокліматичних умов є необхідною умовою виживання окремих видів рослин і тварин, особливо в регіонах, де коливання температури і прояви посух є більш вираженими [9 – 12].

Проблема забруднення водних ресурсів є не новою для України. За даними Держводагентства [6], найбільшими забруднювачами є підприємства комунального господарства, які скидають у водні об'єкти понад 60% загального об'єму забруднених стічних вод, та сільське господарство. За даними моніторингових досліджень поверхневих водних об'єктів щороку спостерігається перевищення вмісту біогенних елементів (нітратів, фосфатів) через деградацію ґрунтів, нераціональне використання засобів підвищення їх родючості (добрив), потрапляння до водних об'єктів стоків

неканалізованої забудови населених пунктів та тваринництва, засобів боротьби зі шкідниками і хворобами рослин (пестицидів, інсектицидів) та інших забруднювачів сільськогосподарського походження. Державний моніторинг проводиться на великих та середніх річках, а якість води малих річок, які є найбільш уразливими до забруднення, наразі офіційно не враховується, але визнається [6].

Зміна клімату створює значні загрози для малих річок, що призводить до ризиків як для природної складової (деградація екосистем) так і соціальної, особливо для громад, які залежать від них. За даними гідрометеорологічних спостережень та численних наукових досліджень клімат України стає теплішим і більш посушливим, що негативно впливає на кількість і якість водних ресурсів. Середньорічна кількість опадів змінюється не істотно, проте посилюється тенденція нерівномірності їх розподілу протягом сезонів року та географічно за одночасного зростання температур. Поверхневі водні об'єкти в Україні поповнюються переважно за рахунок атмосферних опадів. Площі територій з недостатньою кількістю зволоження протягом року збільшуються, тому річки в цих регіонах найбільше потерпають від маловоддя. Малі річки особливо вразливі до зміни клімату. Одним з найпомітніших наслідків є зміна гідрологічного режиму. Збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як повені та шторми, може призводити до ерозії берегів та заплав, відкладення додаткового седиментаційного матеріалу та зміни форми річищ річок. Це загрожує сталості середовищ існування водних видів і порушує крихкий баланс екосистем. Зміни у структурі угруповань місцевої флори і фауни можуть мати каскадний вплив на весь трофічний ланцюг.

Підвищення температури, тривалості посушливих періодів збільшує випаровуваність з поверхні водойм, тому у спекотні періоди річки пересихають швидше. У періоди спеки зростає потреба рослин у воді, оскільки їхні кореневі системи не в змозі компенсувати втрати на випаровування, що призводить збільшенню потреби у зрошенні. Підвищення температури може негативно вплинути на рівень розчиненого кисню у воді, погіршуючи придатність середовища існування для водних організмів (зокрема, риби є чутливими до змін температури), спричиняти цвітіння водоростей, що призводить до погіршення якості води. Евтрофікація водойм відбувається також

через інтенсивну сільськогосподарську діяльність у водозбірному басейні. Внаслідок численних порушень водоохоронного режиму з полів до водойм потрапляють рештки добрив і біогенних речовин, що створює сприятливі умови розмноження водоростей та мікроорганізмів у водоймах. Внаслідок цього зменшується прозорість води, збільшується споживання кисню, що створює умови для відмирання флори і фауни водойм. З результатом розкладання рештки поповнюють потужність донних відкладів, що призводить до замулення русел річок, і, як наслідок, до обміління. Це підвищує ризики як для здоров'я водних екосистем, так для тих громад, що використовують воду малих річок для сільського господарства, промисловості та побутових потреб. Зміни в доступності та якості води можуть мати прямі наслідки для населення, загострюючи проблеми дефіциту води [7, 11 – 19].

Встановлено, що малі річки виконують важливі екологічні, природоохоронні, господарські функції. На сьогодні вони зазнають істотного соціально-господарського навантаження і потребують додаткового дослідження, розробки і впровадження заходів адаптації на фоні глобального потепління.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Характеристика території дослідження

Для дослідження обрано Мерэф'янську територіальну громаду, що розташована у Харківському районі, Харківської області. Центр громади м. Мерефа, знаходиться за 10 км на південний схід від м. Харків. Площа громади 99, 55 км². На північному заході громада межує з смт Буди, на півночі з м. Південне, на сході - с. Яковлівка, на південному сході – с. Тимченки, на півдні – с. Бірки, а на заході – с. Рокитне та Ватутіне.

Рельєф території – хвиляста рівнина з підвищеннями в південному та північному напрямках, зустрічаються неглибокі яри [38]. Клімат помірно-континентальний з м'якою зимою та посушливим літом. Гідрографічна мережа представлена річками Мерефа, Мож, Ржавчик. Довкола громади – хвойні і листяні ліси. Промислові підприємства міста та об'єкти антропогенного навантаження, що можуть чинити вплив на параметри кліматичних показників – ТОВ «Мерэф'янська Скляна Компанія» - ТОВ «Скловолокно» - Державне Підприємство спиртової та лікєро-горілчаної промисловості «Укрспирт», ТОВ «Торгово-Промислова Компанія «Опора», ВАТ «Мерэф'янський Механічний Завод», ВАТ «Манометр-Харків» [38]. Через м. Мерефа проходять автомобільна дорога і залізниця.

Вплив зміни клімату на малі річки досліджували на прикладі р. Мерефа. Мерефа – мала річка в Харківському районі Харківської області, ліва притока р. Мож (басейн р. Сіверський Дінець) (рис.2.1, додаток А).

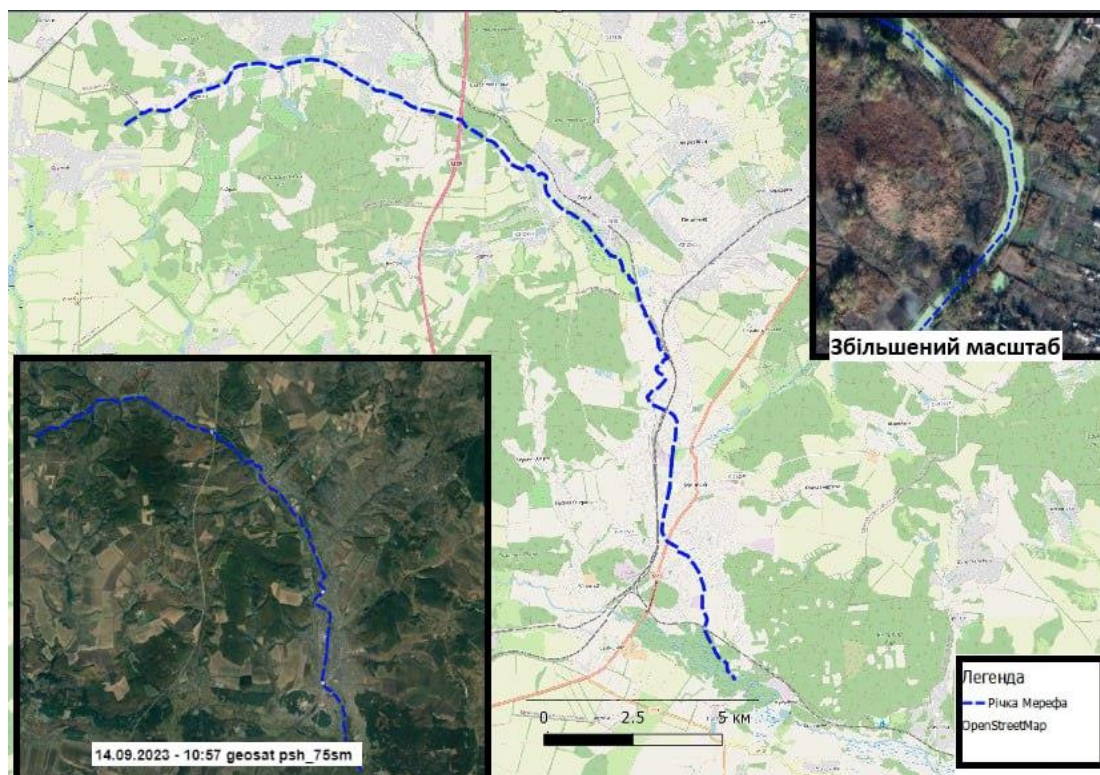


Рис. 2.1. Річка Мерефа на космічних знімках (за даними OpenStreetMap) станом на 20.11.2023 р.

Довжина 28 км, похил 1,8 м/км, площа басейну 244 км², має ліву притоку – р. Ржавчик. Бере початок на південно-західній околиці с. Караван (Харківська обл.), напрям течії – південний схід. Живлення річки переважно дощове. Заплава річки лучна, місцями заболочена, схили річки пологі. Населені пункти вздовж берегової смуги – Люботин, Буди, Південне, Мерефа. Територія водозбірного басейну річки входить до переліку цінних природоохоронних територій, що резервуються для створення нових або розширення існуючих об'єктів ПЗФ, зокрема заплановано створення загальнодержавного гідрологічного заказника площею 400 га [20 – 23].

Мешканці Мерф'янської територіальної громади виявляють занепокоєння погіршенням стану річки. Русло має численні затори, що спричиняє різкий спад рівня води і перетворює річку на маленький струмочок. Байдужість та недбалість людей призвели до забруднення водойми відходами, що негативно позначилося на санітарно-гігієнічних показниках стану води. Кілька років тому було започатковано проєкт «Розчистка русла річки Мерефа», метою якого було запобігання повному знищенню р. Мерефа. У ході виконання проєкту за допомогою екскаватора було

проведено роботи з очищення берега від намулів, відкладів та завалів. Результатом робіт стало розширення русла р. Мерефа на ділянці протяжністю близько 1,1 кілометра між с. Оболони та с. Заборянки. Перед початком робіт працівники відділу благоустрою також очистили територію вздовж річки від чагарників та побутового сміття [39]. Зважаючи на поточний стан узбережжя річки на цій та іншій ділянках, проєкт потребує продовження.

2.2. Методи дослідження

Для дослідження динаміки метеорологічних показників (температура повітря, кількість опадів) Мереф'янської територіальної громади використовували дані метеостанції Інституту овочівництва і баштанництва НААН, що розташована в с. Селекційне (висота над рівнем моря 202 м, знаходиться в лівобережній лісостеповій частині України) за два періоди: 2011-2014 рр. та 2020-2022 рр. у зв'язку з обмеженням доступу до даних в умовах поточного воєнного стану. Дані підлягали статистичному аналізу для визначення середніх, мінімальних і максимальних параметрів метеорологічних показників за зазначені періоди та встановлення відхилення від середньої багаторічної норми за період 1961-1990 рр. Для статистичного опрацювання даних застосовували стандартні можливості програми Excel.

Для встановлення тенденцій зміни клімату у Мереф'янській територіальній громаді відносно глобального тренду зміни клімату використовували дані наших попередніх досліджень [24, 25], кліматичні дані європейської бази Copernicus [28].

Оцінку стану водозбірної території проводили геостатистичними методами на основі базової карти OpenStreetMap станом на 20.11.2023 р., супутникових знімків із застосуванням програмного забезпечення GIS (QGIS) [29 – 31].

Польові дослідження водозбірної території і гідрологічних показників р. Мерефа проводили протягом весняно-осіннього періоду 2023 р. у п'яти досліджуваних точках у межах м. Мерефа. Вони передбачали застосування методу спостережень і включали визначення таких гідрологічних характеристик річки – параметри русла, швидкість

течії, каламутність води, визначення складу водних та прибережно-водних рослин (за стандартною методикою з використанням визначників), визначення місць захаращення берегів. Визначення параметрів русла здійснювалося практичним вимірюванням ширини русла візуально. Швидкість течії визначали таким чином: вибрали місце, де русло пряме, відмітили на березі відстань довжиною 100 м, по воді пускали паперовий кораблик і визначили час за який буде пройдено цю відстань. Після цього визначили швидкість течії за формулою (2.1):

$$v = s/t \quad (2.1)$$

де v – швидкість течії, м/с;

s – відстань, м;

t – час, с.

Каламутність води визначали біля берега шляхом занурення металевого диска, що був закріплений на мотузці зі шкалою. Чим глибше ми бачимо диск, тим прозоріша вода.

Характеристику чутливості р. Мерефа до впливу зміни клімату проводили з застосуванням методів аналізу і синтезу за показниками гідрологічної, соціально-економічної, екологічної чутливості згідно методичного підходу, запропонованого у роботі [32].

Констатуємо, що дослідження проводили для території Мерэф'янської територіальної громади та р. Мерефа. Для дослідження обрали статистичні, геостатистичні методи, польові та описові методи, метод спостереження, теоретичні методи, метод аналізу і синтезу.

РОЗДІЛ 3

ОСОБЛИВОСТІ Р.МЕРЕФА НА ТЛІ ЗМІНИ КЛІМАТУ

3.1. Динаміка кліматичних показників на досліджуваній території

Клімат району, до якого належить об'єкт дослідження, помірно-континентальний. Згідно тривалих багаторічних норм найтепліший місяць – липень, а найхолодніший – січень (додаток Б, табл. Б.1). Амплітуда середніх місячних температур складає $26,5^{\circ}\text{C}$ (від $+21^{\circ}\text{C}$ у липні до $-5,5^{\circ}\text{C}$ у січні). Одним із помітних наслідків зміни клімату є зміна температурних режимів. За даними спостережень метеостанції, в останні роки мали місце значні відхилення середньомісячних величин від багаторічних в напрямку збільшення. Січень вирізнявся нестійкою погодою із значними коливаннями температури повітря, частими відлигами та перевищенням середніх багаторічних показників температури повітря на $0,75^{\circ}\text{C}$ (2011-2014 р.р.) – $1,1^{\circ}\text{C}$ (2020-2022 р.р.), а липня на $1,7^{\circ}\text{C}$ (2011-2014 р.р.) – $3,2^{\circ}\text{C}$ (2020-2022 р.р.) (додаток Б, табл. Б.1, Б.2).

Динаміка середньомісячної температури повітря температури за період 2011-2014 р.р. представлена на рис. 3.1 та табл. Б.1 (додаток Б), а за період 2020-2022 р.р. на рис. 3.2 та табл. Б.2 (додаток Б). Як видно з наведених даних, відхилення середньомісячних температур від значень багаторічної норми спостерігається для кожного місяця обох досліджуваних періодів. Узагальнення даних показує, що середня багаторічна температура повітря для досліджуваної території становить $8,1^{\circ}\text{C}$. Для періоду спостережень 2011-2014 р.р. цей показник складав $9,2^{\circ}\text{C}$, а для періоду 2020-2022 р.р - $10,3^{\circ}\text{C}$. Отже, відхилення від середньої багаторічної норми становить від $1,1$ до $-2,1^{\circ}\text{C}$, що підтверджує відповідність загальнопланетарній тенденції підвищення річних температур [3]. Температури літніх місяців характеризуються загальною тенденцією підвищення. Спостерігається значна амплітуда середньомісячних параметрів показників.

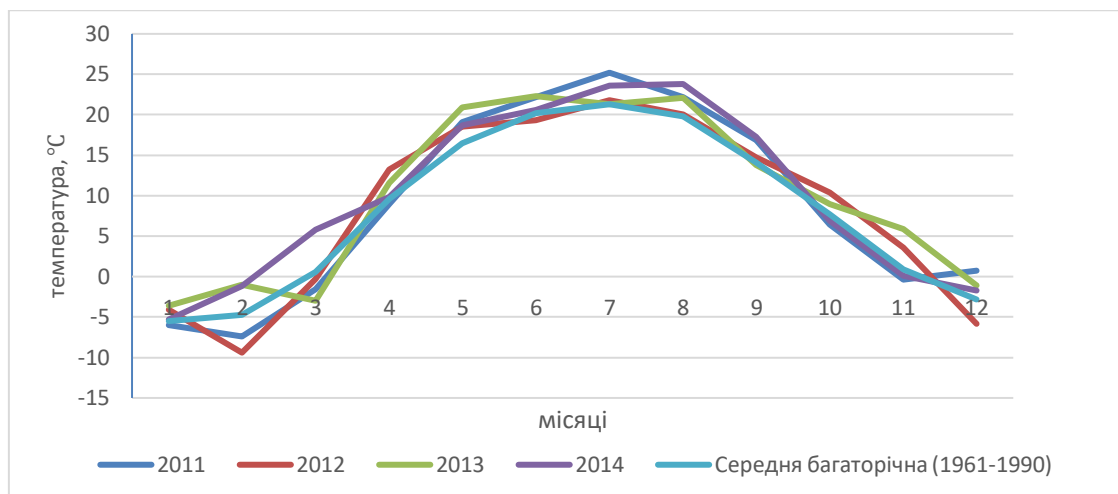


Рис. 3.1. Динаміка середньомісячної температури повітря за період спостережень 2011-2014 р.р.

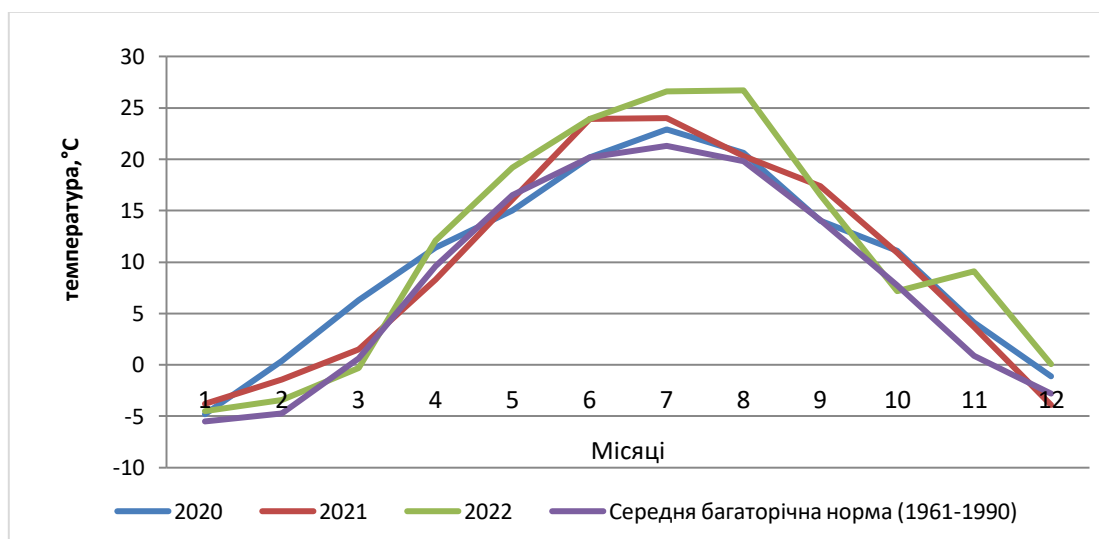


Рис. 3.2. Динаміка середньомісячної температури повітря за період спостережень 2020-2022 р.р.

Зміни в характері опадів також помітні. Згідно багаторічних кліматичних тенденцій найбільша кількість опадів на досліджуваній території спостерігалася у травні-липні, тобто в літній період, за рахунок нетривалих проте інтенсивних зливових дощів. Узагальнення даних показує, що середньорічна норма за багаторічний період становила 560 мм. Середньорічна кількість опадів за обома досліджуваними була нижчою за середню багаторічну норму і становила 423 мм та 475 мм відповідно, а періодичність і інтенсивність опадів відрізняється від середньої багаторічної тенденції (рис.3.3, 3.4, додаток Б, табл. Б.3- Б.4).

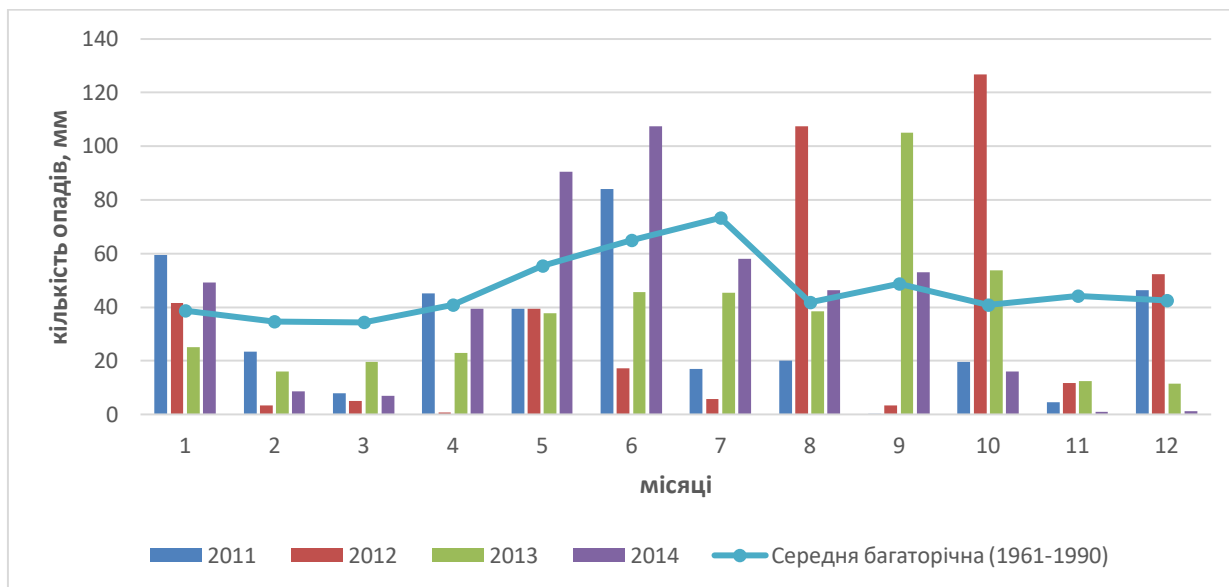


Рис. 3.3. Динаміка середньомісячної кількості опадів за період спостережень 2011-2014 р.р.

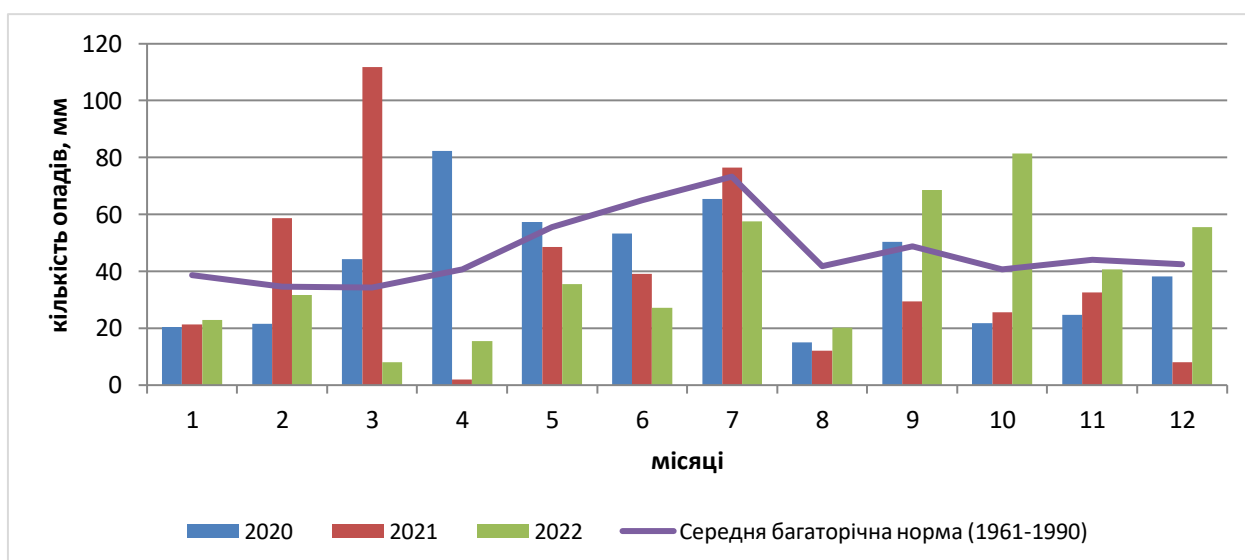


Рис. 3.4. Динаміка середньомісячної кількості опадів за період спостережень 2020-2022 р.р.

Аналіз бази даних кліматичних показників ERA5 Explorer [28] демонструє багаторічні тенденції кліматичних показників для досліджуваної території за період 1981–2021 роки. Ще у 1980 році досліджувана територія у липні потрапляла у жарку зону, а у 2020 році у дуже жарку зону, що свідчить про поступове поширення даної зони на північ країни (додаток В). Спостерігається збільшення кількості днів з періодами температури вище середніх багаторічних середньомісячної на 2-4 °С. Температурний тренд території позитивний, а інтенсивне червоне забарвлення на

смушковому графіку середніх температур свідчить про те, що в останні роки спостерігається значне потепління літнього сезону порівняно з довготривалим періодом 1980-1920 р.р (додаток Г).. Для досліджуваної території характерна також загальна тенденція зменшення морозних днів (днів, у які мінімальна температура нижче 0°C) та зростання частки жарких днів (днів, коли максимальна температура вище 25 °C). Прогресує тенденція підвищення кількості аномально жарких днів і тропічних ночей (коли мінімальна температура в літні місяці вище 20°C) (додаток Д).

Графіки ERA5 Explorer також надають інформацію щодо аномалії опадів по рокам за період 1980-2020 р (додаток Д). Сині смужки демонструють наскільки більше опадів у відсотках випадало щороку відносно довгострокового періоду 1980-2010 років (даний період за замовчуванням програмою визначено як базовий), а червоні відповідно показують на скільки менше опадів випадало щороку відносно того ж періоду. Можемо зробити висновок, що починаючи з 2000-х років відсоток опадів різко знизився (додаток Д). Згідно сценарію RCP 4.5 у подальшому зберігатиметься тенденція їх зниження (додаток Е).

За даними наукових досліджень зміна клімату перш за все проявляється в зміні усталених режимів погоди. Все частіше фіксують прояви стихійних та екстремальних гідрометеорологічних явищ (сильних злив, градів, спеки, посухи і т.і.) тривалість і інтенсивність яких істотно відрізняється від багаторічних норм [1–3, 18, 27, 33 – 35]. За умови стихійних опадів лише невелика частина атмосферної вологи засвоюється ґрунтом, а більша її частина випаровується та/або з забрудненим поверхневим стоком надходить у водойми. Тривалі періоди спеки спричиняють надмірне випаровування води з поверхні водного дзеркала річок, зниження рівня підґрунтових вод, які є джерелом їх додаткового живлення. В умовах переважаючого живлення річок атмосферними опадами зниження їх річної кількості зумовлюватиме від'ємний баланс. Тому в умовах зміни клімату ризику зникнення малих річок істотно зростають.

3.2. Характеристика чутливості р. Мерефа до зміни клімату

Сільські громади є особливо вразливими до зміни клімату, оскільки переважаючи види їх діяльності пов'язані саме з природними ресурсами. Оцінка ризиків та вразливості до зміни клімату як громад в цілому так і окремо кожного з природних ресурсів є необхідною передумовою розробки заходів з пом'якшення та адаптації, що мають вирішальне значення для подолання наслідків впливу зміни клімату.

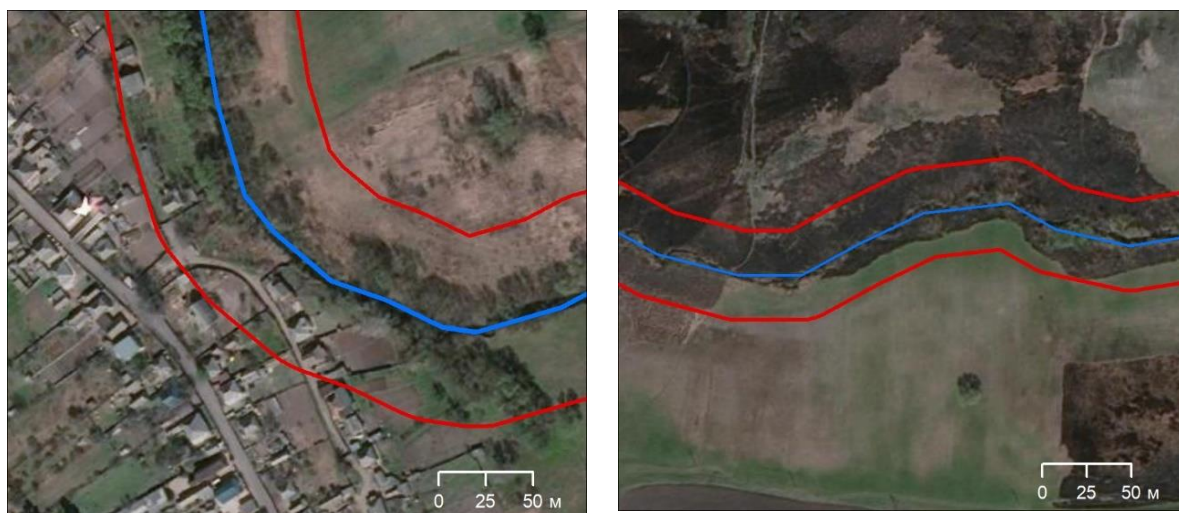
Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату встановлюють загальний методологічний підхід, згідно якого ключовими компонентами вразливості є дія кліматичних факторів, чутливість системи, та здатність системи до адаптації. Чутливість - ступінь, до якого система або об'єкт зазнає негативного чи сприятливого впливу зміни клімату [37].

Мереф'янська територіальна громада є урбанізованою територією, тому оцінку чутливості її природних ресурсів доцільно здійснювати з урахуванням цих умов. Застосований нами методичний підхід [32] пропонує здійснювати чутливість водних ресурсів урбанізованих територій за індикаторами трьох груп – гідрологічна (розмір водного об'єкту/водозбірного басейну, буферна здатність заплави знижувати витрату води під час паводків та водопілля, трансформованість русла водотоків, порушення умов формування водного стоку в басейні, ризики повені), соціально-економічна (тип водокористування, диверсифікованість джерел водокористування, водоємне споживання, населення території, збитки від затоплення, збитки від обміління) та екологічна чутливість (рідкісність видів і цінність оселищ, стабільність кисневого режиму, залежність екосистем від підземних вод). Використовуючи даний методологічний підхід і отримані в ході нашого дослідження результати ми охарактеризували чутливість р. Мерефа до поточної зміни кліматичних умов [32].

Ріка Мерефа належить до малих річок, отже відповідно до чинного законодавства прибережна захисна смуга має становити 25 м. Прибережні захисні смуги виділяються з метою охорони поверхневих водних об'єктів від забруднення і засмічення та збереження їх водності вздовж річок. Прибережні захисні смуги

встановлюються по берегах річок та навколо водойм уздовж урізу води (у межений період).

Аналіз супутникових знімків із використанням програми Google Earth показав, що на більшості ділянок спостерігаються порушення режиму прибережних захисних смуг уздовж річки (рис. 3.1).



б

Рис. 3.1. Приклади порушень режиму прибережних захисних смуг (знімки ресурсу OpenStreetMap станом на 20.11.2023 р.)

Порушеннями режиму прибережних захисних смуг є проведення господарської діяльності в їх межах, а саме сільськогосподарських орних угідь та житлової забудови, близьке розташування об'єктів критичної інфраструктури, а також використання населенням ділянок заплавл річок для господарських цілей (додаток Ж, рис. Ж.1).

Польові дослідження річки в т. 1 показали (табл. 3.1), що на дослідженій ділянці ширина річки від 0,7 м до 1,2 м. Швидкість течії – 0,3м/с. Диск видно нечітко, що свідчить про значну каламутність води. Значна замуленість дна. Русло захаращене рештками рослинності. На лівому березі поширена заплавно - лучна рослинність та городи місцевих жителів, що свідчить порушення водоохоронного режиму.

Параметри досліджуваних показників

Точка спостереження	Ширина річки	Швидкість течії м/с	Каламутність води	Ступінь замуленості дна	Заростання берега
1	0,7м - 1,2м	0,3	Диск видно нечітко	значний	значне
2	2м - 2,5м	0,1	Дно видно візуально	значний	значне
3	1,5м – 2 м	0,5	Диск видно чітко	значний	значне
4	2 м – 2,5 м	до 0,1	Майже не видно	значний	значне
5	2 м - 2,5м	до 0,1	Майже не видно	значний	значне

У т. 2 ширина річки 2- 2,5 м. Швидкість течії – 0,1м/с . Глибина незначна, тому на більшості ділянки видно замулене дно. Береги значно зарослі водною та прибережною рослинністю. У т. 3, ширина річки від 1,5 м до 2 м; швидкість течії залежить від ширини річища; диск видно чітко – значить вода відносно чиста. Відмічається значне замулення русла та заростання берегів водною та прибережною рослинністю. Помічено захаращування русла гілками засохлих дерев, які уповільнюють течію та не дають можливість промиватися та поглиблюватися річищу. Посередині річки є ділянки, де росте рогіз через утворення конусів намиву та в деяких місцях річку до середини затягує водоростями. Городи місцевих мешканців та пасовища худоби потрапляють в зону санітарної охорони, що теж впливає на стан річки.

У т. 4 та 5 ширина річки варіює від 2 м до 2,5 м, швидкість незначна, диск майже не видно, спостерігаються ознаки евтрофікації водойми, які фіксуються також за космічними знімками (додаток Ж, рис. Ж.2), заростання берегів водною та прибережною рослинністю.

На всіх досліджених ділянках береги густо порослі трав'янистими рослинами та деревами. В багатьох місцях помічено конуси виносу піску, мулу в русло, збільшення мілин, які заростають вологолюбною рослинністю. Найбільш поширеними представниками рослинності є рогіз широколистий, верба ламка,

тонконіг лучний, костриця лучна, грястиця збірна, конюшина повзуча, конюшина лучна, тимофіївка лучна, лисохвіст лучний, жовтець золотистий, осока чорна, хвощ болотний, герань криваво-червона, перстач повзучий і перстач прямостоячий, м'ята польова. Поодинокі, близько до берегу, дягель лікарський, частуха подорожникова та ін., загалом виявлено більше 29 видів рослин, що доводить унікальне флористичне різноманіття заплав малих річок.

На окремих ділянках річки в місцях обміління русла або колишнього русла в меандрах утворилися заболочені ділянки, які за даними ресурсу OpenStreetMap визначено як реліктові болота (додаток Ж, рис. Ж.3). Дані території є осередками надзвичайного біорізноманіття. Зміна клімату може впливати на розподіл і поведінку видів рослин і тварин в даних осередках, зумовлюючи зміни місцевого біорізноманіття. Зрушення в таких екосистемах можуть мати каскадний вплив на сільське господарство, оскільки під загрозою опиняються запилювачі та інші види, що є невід'ємною частиною екологічного балансу.

Узагальнена оцінка за показниками гідрологічної чутливості показує, що наразі чутливість не критичною, оскільки не за всіма індикаторами цієї групи виявлено зв'язки з чутливістю. Р. Мерефа – мала річка, русло загалом не трансформоване, проте порушення режиму прибережних захисних смуг, наявні ділянки відкритого ґрунту в межах водозбірної площі (можливе винесення біогенних та завислих речовин з поверхневим стоком під час стихійних інтенсивних опадів), асфальтовані покриття (зниження інфільтрації та надходження неочищеного поверхневого стоку в річку). Тому, за індикаторами чутливості що характеризують розмір водного об'єкту, трансформованість русла, та порушення умов формування стоку вона є чутливою. Однак береги річки рясно вкриті прибережною рослинністю, що підвищує буферну здатність заплави знижувати втрату води під час паводків і водопілля. В літній час ця здатність може бути знижена через викошування трави в заплаві та використання заплав в якості пасовищ домашньої худоби. Це підвищуватиме випаровування води в заплаві, що впливатиме на величину водного балансу. Наявність ресурсів підземних вод (колодязі) також знижує чутливість річки до зміни клімату.

Соціально-економічна чутливість пов'язана з особливостями водокористування в басейні. За інформацією адміністрації Мереф'янської ОТГ частка питного та побутово-господарського водокористування водним об'єктом є незначною, тому за цим індикатором річка є нечутливою. Наявність водоемних підприємств (ТОВ «Мереф'янська Скляна Компанія» – ТОВ «Скловолокно» – Державне Підприємство спиртової та лікєро-горілчаної промисловості «Укрспирт», ТОВ «Торгово-Промислова Компанія «Опора», ВАТ «Мереф'янський Механічний Завод», ВАТ «Манометр-Харків» [38] підвищує чутливість. Крім того, наявність ставків в межах водозбірної площі також істотно впливає на перерозподіл водного балансу. Наприклад, атмосферні опади, які б могли стати позитивною складовою водного балансу річки, потрапляючи до ставків, навпаки, випаровуються інтенсивніше. Для об'єктивної оцінки чутливості за іншими показниками цієї групи необхідний широкий перелік даних, який наразі отримати складно.

Щодо екологічної чутливості – кисневий режим річки нестабільний, що підтверджується ознаками евтрофікації на різних ділянках. Значна порослість узбережжя природною рослинністю вочевидь зумовлює значне біорізноманіття, проте оцінка наявності і видового складу рідкісних видів рослин і тварин у водних екосистемах потребує окремих фахових досліджень. В межах водозбірної площі наявні випадки зміни ландшафтів, нерівномірність глибини русла на різних ділянках річки, ділянки порушення водоохоронного режиму, періодичні скиди стічних вод підприємствами та населенням впливають на температурний режим річки, що підвищує чутливість за цими індикаторами.

Встановлено, що за кліматичними умовами досліджуваній території притаманний загальний тренд підвищення температури літніх місяців, зниження кількості опадів, зміна їх інтенсивності та періодичності. Проведена оцінка чутливості р. Мерефа до впливу зміни клімату за гідрологічними, соціально-економічними та екологічними групами показників показала, що вона наразі є не критичною.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз динаміки кліматичних показників показав, що спостерігаються істотні відхилення середньомісячних величин від багаторічних в напрямку збільшення. Відхилення від середньої багаторічної норми становить від 1,1 до - 2,1 °С, що підтверджує відповідність загальнопланетарній тенденції підвищення річних температур. Температури літніх місяців характеризуються загальною тенденцією підвищення. Зростає кількість аномально жарких днів. Середньорічна кількість опадів є нижчою за середню багаторічну норму, а за прогнозними сценаріями тенденція подальшого зниження зберігатиметься.
2. Дослідження водозбірної площі р. Мерефа показало, що в басейні річки порушується режим прибережних захисних смуг сільськогосподарською діяльністю, житловою забудовою, об'єктами інфраструктури. Польові дослідження показали, що швидкість течій повільна, місцями вода річки дуже каламутна, дно замулене, береги захаращені і порослі природною рослинністю, а на окремих ділянках виявлено прояви евтрофікації, що свідчить про порушення кисневого режиму. На окремих ділянках річки в місцях обміління річища або колишнього річища в меандрах утворилися заболочені ділянки, що є осередками цінного біорізноманіття.
3. Проведена оцінка чутливості р. Мерефа до зміни клімату за гідрологічними, соціально-економічними та екологічними групами показників показала, що наразі чутливість є не критичною, оскільки річці притаманні як ознаки, що збільшують чутливість, так і такі, що її знижують. Дані дослідження потребують поглиблення та деталізації для розробки ефективних заходів пом'якшення та адаптації до зміни клімату.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оцінка вразливості до змін клімату: Україна: URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf (дата звернення 20.09.2023)
2. Криворученко З. Р. Тенденції та можливі наслідки глобальних та регіональних змін клімату. Державне управління: удосконалення та розвиток. 2014. № 9. С. 32-44.
3. IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (дата звернення 10.09.2023)
4. Водний кодекс України: Постанова ВР від 06.06.95 № 214/95-ВР// База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-вр#Text> (дата звернення: 10.19.2023)
5. Івченко В.К. Малі річки України. Світогляд. 2009. №9. С. 48-52.
6. Державне агентство водних ресурсів України URL: <https://davr.gov.ua/diyalnist> (дата звернення 14.10.2023)
7. Мельничук П.В., Проців Г.М. Настанова з управління басейнами малих річок – приток річки Дністер. Методологічний посібник. Львів СПОЛОМ.2019. 166 с.
8. Відродження малих річок – загальнонаціональна справа. Державне агентство водних ресурсів України. Басейнове управління водних ресурсів нижнього Дніпра. URL: <https://buvrnd.gov.ua/materialy-64.htm?ps=5>, (дата звернення 14.10.2023)
9. Горошко В.В., Распопіна С.П., Белая Ю.М., Гордиященко А.Ю., Борисова В.Л. Сучасний стан лісів на водозборі річки Мерефа. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва : зб. наук. пр.- Харків. Серія, Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія Ґрунтів. 2019. № 1. С. 16-25
10. Рокитянський А.Б., Гамуля Ю.Г. Флора водойм та перезволожених місцезростань міста Харків (анотований список та основні параметри). Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : «Біологія» 2020. Вип. 35. С. 37-49.

11. Pletterbauer, F., Melcher, A., Graf, W. Climate Change Impacts in Riverine Ecosystems. In: Schmutz, S., Sendzimir, J. (eds) Riverine Ecosystem Management. Aquatic Ecology Series. Springer, Cham. 2018. vol 8. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_11 (дата звернення 27.09.2023)
12. The impacts of climate change on rivers : URL: <https://www.americanrivers.org/threats-solutions/clean-water/impacts-rivers/> (дата звернення 27.09.2023)
13. Карпець К.М. Оцінка стану малих річок території Харкова (на прикладі р. Харків) URL: <http://sn-geography.cfuv.ru/wp-content/uploads/2016/11/020karpets.pdf> (дата звернення 27.09.2023)
14. Карпець К.М. До питання самоочищення річок м. Харкова. Нове у змісті, технологіях і методиках навчального процесу та дослідженнях з географії і картографії. Харків: 2008. – С.98-106.
15. Карпець К.М. Оцінка стану малих річок території Харкова (наприкладі р. Немишля). // Вісн. Харк. нац. ун-ту. 2008, No 770: Геологія-географія-екологія. – С. 183-189.
16. Чому річки міліють? До чого тут людина і зміна клімату? Українська кліматична мережа: URL:<https://ucn.org.ua/?p=6268> (дата звернення 27.09.2023)
17. Ренатуралізація – як оживити малі річки? Екоclub : URL: https://ecoclubrivne.org/small_rivers/ (дата звернення 27.09.2023)
18. Сніжко С. Шевченко О. Дідовець Ю. Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України. Центр екологічних ініціатив «Екодія». 2021. 68 с.
19. Малі річки та їх охорона. Екологія. Право. Людина. : URL: <http://epl.org.ua/human-posts/mali-richky-ta-yih-ohorona/>(дата звернення 27.09.2023)
20. Екологічний паспорт регіону. Харківська область. 2021. 169 с. : URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1182/118158/Attaches/ekologichniy_pasport_harkivskoyi_oblast_za_2021_rik.pdf (дата звертання 24.10.2023)
21. Швець Г.І., Дрозд Н.І., Левченко С.П. Каталог річок України. Видавництво Академії наук Української РСР. Київ.1957. 198 с.
22. Словник гідронімів України / укл. Железняк І.М., Корепанова А.П., Масенко

Л.Т., Непокупний А.П., Німчук В.В., Отін Є.С., Стрижак О.С., Цілуйко К.К./ Видавництво «Наукова думка». 1979. 784 с.

23. Клименко В.Г., Локтіонова О.В. Гідрографічна характеристика річок Харківської області: Методичні вказівки. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2011. 48 с.

24. Коваль В. Є. Якість джерельних вод урбанізованого середовища в умовах кліматичних змін. Харківське територіальне відділення МАН України. Відділення наук про Землю. Секція : Гідрологія. 2021. 38 с.

25. Шмигіріна А.С. Вплив кліматичних показників Харкова і Харківської області на потенціал енергоспоживання. Харківське територіальне відділення МАН України. Відділення наук про Землю. Секція : Кліматологія. 2022. 34 с.

26. Cleugh, H. and Grimmond, S. Urban climates and global climate change. In: Henderson-Sellers, A. and McGuffie, K. (eds.) The future of the world's climate. 2nd edition. Elsevier, Amsterdam, pp. 2011. 47-76.

27. WEF. The Global Risks Report 2020 Insight Report 15th Edition. Weforum.Org <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2019> (2020)

28. Copernicus EU. URL: <https://www.copernicus.eu>

29. Відкритий картографічний веб-сервіс Openstreetmap : URL: <https://www.openstreetmap.org>

30. Геопортал відкритих даних геоінформаційного проекту Secondary Cities (Другорядні міста) – Mapping Secondary Cities for Resiliency, Human Security and Emergency Preparedness (Картографування міст для стійкості, охорони здоров'я та готовності до надзвичайних ситуацій).: URL: <https://secondarycities.geonode.state.gov/>

31. Довідковий портал ArcGIS Desktop 10.2.2 від ESRI.): URL: <http://resources.arcgis.com/ru/help/main/10.2/>

32. Дядін Д.В., Дрозд О.М., Свергуненко А.С. Оцінка чутливості водних ресурсів міських територій до зміни клімату. Екологічні науки. № 4 (49). 2023. С. 64-72.

33. Клімат України / Під ред. Ліпінського В. М., Дячука В. А., Бабіченко В. М. К. : Видавництво Раєвського. 2003. 343 с.

34. Сніжко С.І. Метеорологія: підручник. К.: Видавничо-поліграфічний центр

«Київський університет», 2010. 592 с.

35. Тюленєва В.О. Основи метеорології і кліматології. Суми : Університетська книга, 2014. 210 с.

36. Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року: Розпорядження Кабінету міністрів України від 20 жовтня 2021 р. № 1363-р // База даних «Законодавство України» / Кабінет міністрів України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-p#Text> (дата звертання 22.10.2023)

37. Про затвердження Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату : Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Наказ 03.06.2023 № 386. // База даних «Законодавство України» / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL : <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0386926-23#Text> (дата звертання 20.11.2023)

38. План дій сталого енергетичного розвитку і клімату Мереф'янської міської об'єднаної територіальної громади до 2030 року. URL : https://mycovenant.eumayors.eu/storage/web/mc_covenant/documents/8/s1jxuqqp_dGtt7tOexFYWeVP_8X3lTNL.pdf (дата звертання 20.11.2023)

39. Реалізацію громадських проєктів-переможців 2018 року розпочато. URL : <https://merefaotg.gov.ua/news/1556171306/> (дата звертання 20.11.2023)

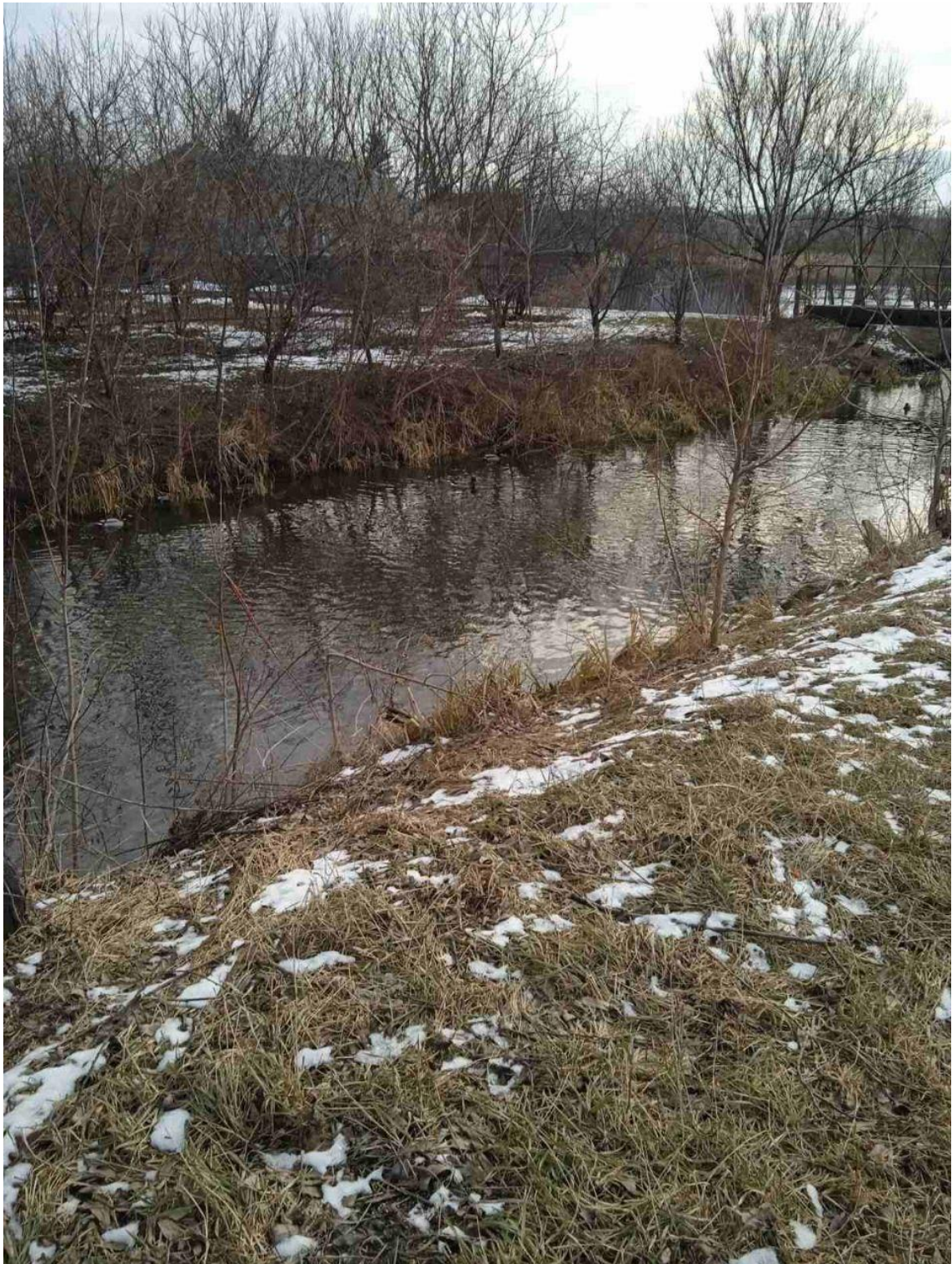
ДОДАТКИ**Додаток А****Загальний вигляд річки Мерефа**

Рис. А.1 – Річка Мерефа (фото Шмигіріна А.О.)

Динаміка кліматичних показників

Таблиця Б.1

Динаміка температури повітря за період спостережень 2011-2014 р.р

Роки	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2011	-6,0	-7,4	-1,6	9,0	19,1	22,2	25,2	22,2	16,9	6,4	-0,4	0,7
2012	-4,1	-9,4	-0,3	13,2	18,5	19,3	21,8	20,0	14,7	10,4	3,6	-5,8
2013	-3,6	-1,0	-3,0	11,6	20,9	22,3	21,3	22,1	13,8	9,0	5,9	-1,1
2014	-5,3	-1,2	5,8	9,8	18,7	20,6	23,6	23,8	17,3	6,9	0,1	-1,7
min	-6,0	-9,4	-3,0	9,0	18,5	19,3	21,3	20,0	13,8	6,4	-0,4	-5,8
max	-3,6	-1,0	5,8	13,2	20,9	22,3	25,2	23,8	17,3	10,4	5,9	0,7
Середнє за 4 роки	-4,8	-4,8	0,2	10,9	19,3	21,1	23,0	22,0	15,7	8,2	2,3	-2,0
Середня багаторічна норма (1961-1990)	-5,5	-4,7	0,6	9,6	16,5	20,2	21,3	19,8	14,1	7,7	0,9	-2,8
Відхилення від середньої багаторічної норми	0,8	0,0	-0,4	1,3	2,8	0,9	1,7	2,2	1,6	0,5	1,4	0,8

Таблиця Б.2

Динаміка температури повітря за період спостережень 2020-2022 р.р.

Роки	Місяці											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	-4,8	0,4	6,3	11,4	15	20,2	22,9	20,6	14	11,1	4,1	-1,1
2021	-3,8	-1,4	1,5	8,3	16,1	23,9	24	20,3	17,4	10,9	3,7	-3,9
2022	-4,5	-3,4	-0,3	12,1	19,2	23,9	26,6	26,7	16,5	7,2	9,1	0,1
min	-4,8	-3,4	-0,3	8,3	15	20,2	22,9	20,3	14	7,2	3,7	-3,9
max	-3,8	0,4	6,3	12,1	19,2	23,9	26,6	26,7	17,4	11,1	9,1	0,1
Середнє за 3 роки	-4,4	-1,5	2,5	10,6	16,8	22,7	24,5	22,5	16,0	9,7	5,6	-1,6
Середня багаторічна норма (1961-1990)	-5,5	-4,7	0,6	9,6	16,5	20,2	21,3	19,8	14,1	7,7	0,9	-2,8
Відхилення від середньої багаторічної норми	1,1	3,2	1,9	1,0	0,3	2,5	3,2	2,7	1,9	2,0	4,7	1,2

Продовження додатку Б
Таблиця Б.3

Динаміка опадів за період спостережень 2011-2014 р.р., мм

Роки	Місяці												Сума
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2011	59,5	23,5	8,0	45,2	39,5	84,0	17,0	20,0	0,1	19,6	4,6	46,3	367,3
2012	41,6	3,4	5,1	0,8	39,5	17,1	5,7	107,5	3,4	126,8	11,7	52,3	414,9
2013	25,0	16,0	19,5	23,0	37,7	45,5	45,3	38,5	105,0	53,8	12,5	11,5	433,3
2014	49,3	8,5	7,0	39,5	90,5	107,5	58,0	46,3	53,0	16,0	0,9	1,1	477,6
min	25,0	3,4	5,1	0,8	37,7	17,1	5,7	20,0	0,1	16,0	0,9	1,1	367,3
max	59,5	23,5	19,5	45,2	90,5	107,5	58,0	107,5	105,0	126,8	12,5	52,3	477,6
Середнє за 4 роки	43,9	12,9	9,9	27,1	51,8	63,5	31,5	53,1	40,4	54,1	7,4	27,8	423,3
Середня багаторічна (1961-1990)	38,6	34,7	34,3	40,8	55,5	65,0	73,3	41,9	48,8	40,8	44,1	42,4	560,2
Відхилення від середньої багаторічної норми	5,2	-21,9	-24,4	-13,7	-3,7	-1,5	-41,8	11,2	-8,4	13,3	-36,7	-14,6	-136,9

Динаміка опадів за період спостережень 2020-2022 р.р, мм

Роки	Місяці												Сума
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2020	20,4	21,6	44,3	82,4	57,3	53,3	65,5	15,0	50,3	21,7	24,8	38,2	494,8
2021	21,3	58,8	111,9	2,0	48,5	39,2	76,5	12,0	29,5	25,6	32,5	8,0	465,8
2022	22,8	31,7	8,1	15,5	35,5	27,2	57,5	20,2	68,5	81,5	40,6	55,5	464,6
min	20,4	21,6	8,1	2,0	35,5	27,2	57,5	12,0	29,5	21,7	24,8	8,0	464,6
max	22,8	58,8	111,9	82,4	57,3	53,3	76,5	20,2	68,5	81,5	40,6	55,5	494,8
Середнє за 3 роки	21,5	37,4	54,8	33,3	47,1	39,9	66,5	15,7	49,4	42,9	32,6	33,9	475,1
Середня багаторічна (1961-1990)	38,6	34,7	34,3	40,8	55,5	65,0	73,3	41,9	48,8	40,8	44,1	42,4	560,2
Відхилення від середньої багаторічної норми	-17,1	2,7	20,5	-7,5	-8,4	-25,1	-6,8	-26,2	0,6	2,1	-11,5	-8,5	-85,1

Тенденції кліматичних показників за період 1981–2021 роки

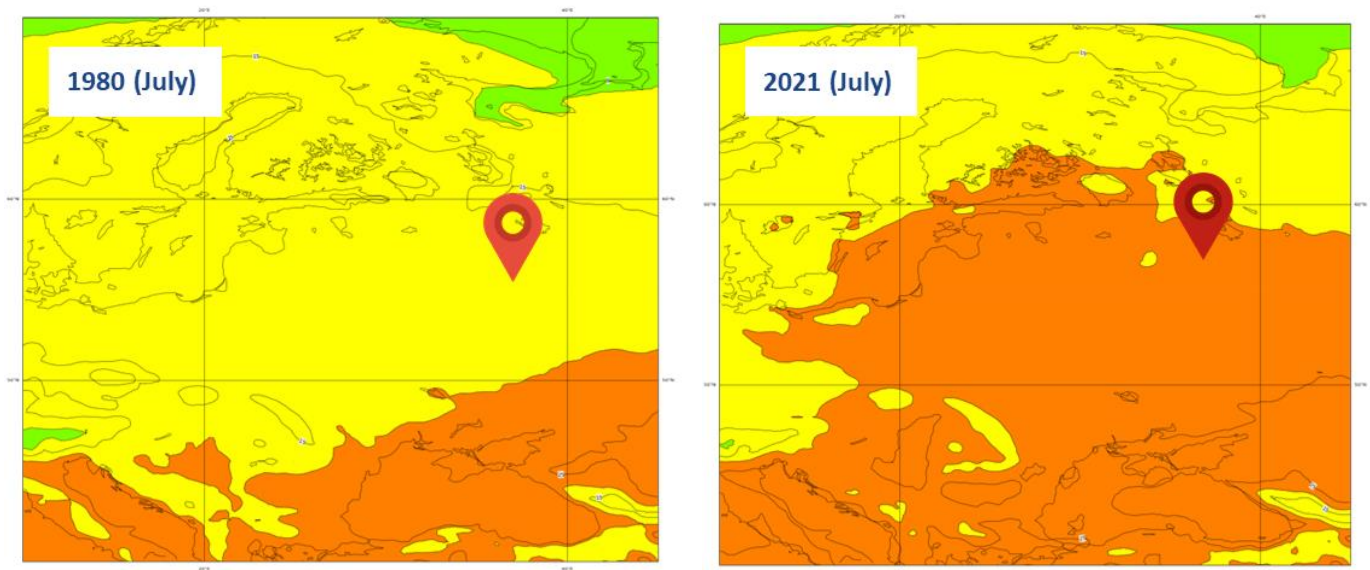


Рис. В.1. Фрагменти карти зон поширення теплових хвиль за [28]

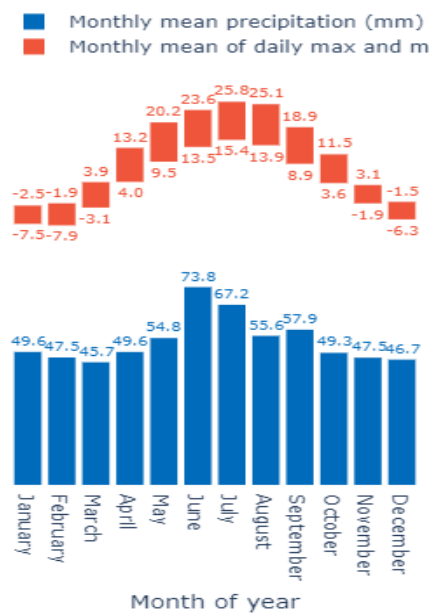


Рис. В.2. Середньодобові максимальні і мінімальні температури для кожного місяця, а також типові місячні суми опадів за період 1981-2020 років[28]

Тренд середньорічної температури

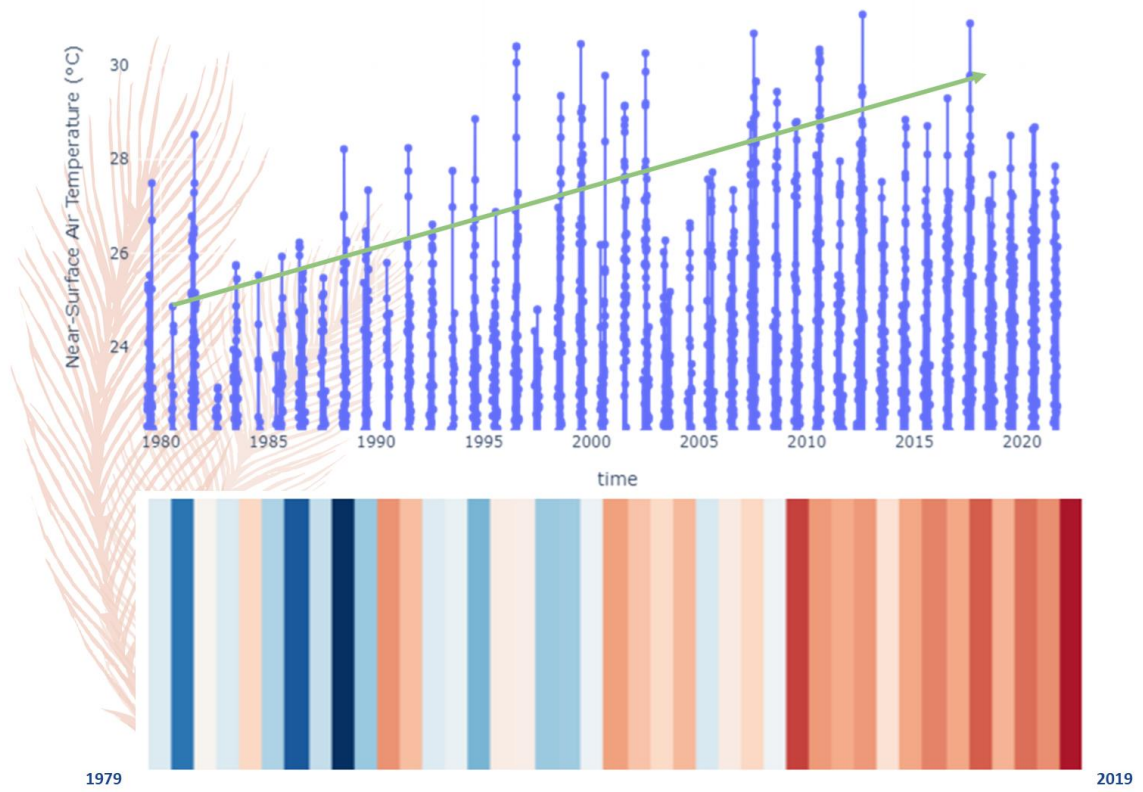
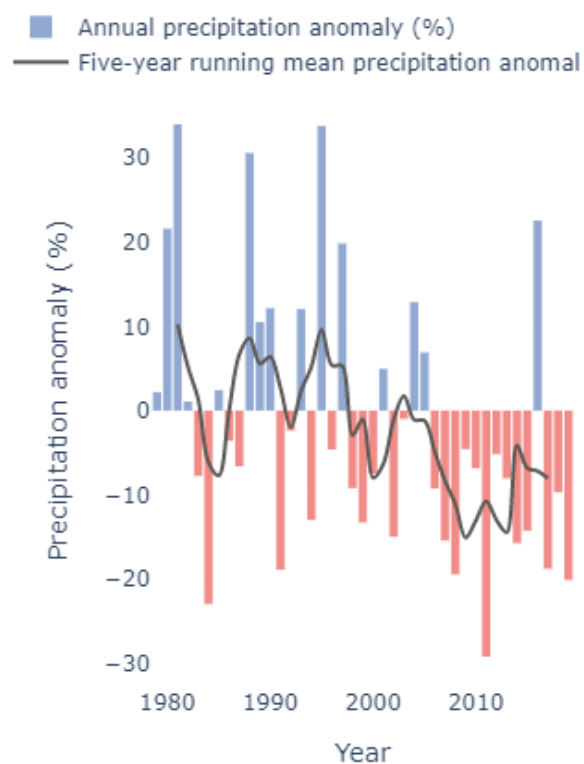
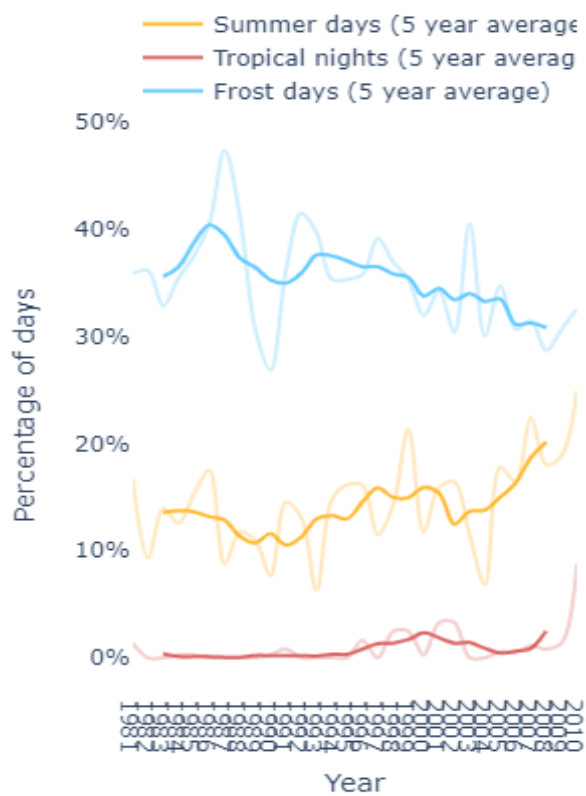


Рисунок Г.1. Середньорічна температура і смужки потепління [28]

Аномалії морозних, жарких днів та опадів



а

б

Рис.Д.1. Аномалії морозних, жарких днів та опадів [28]

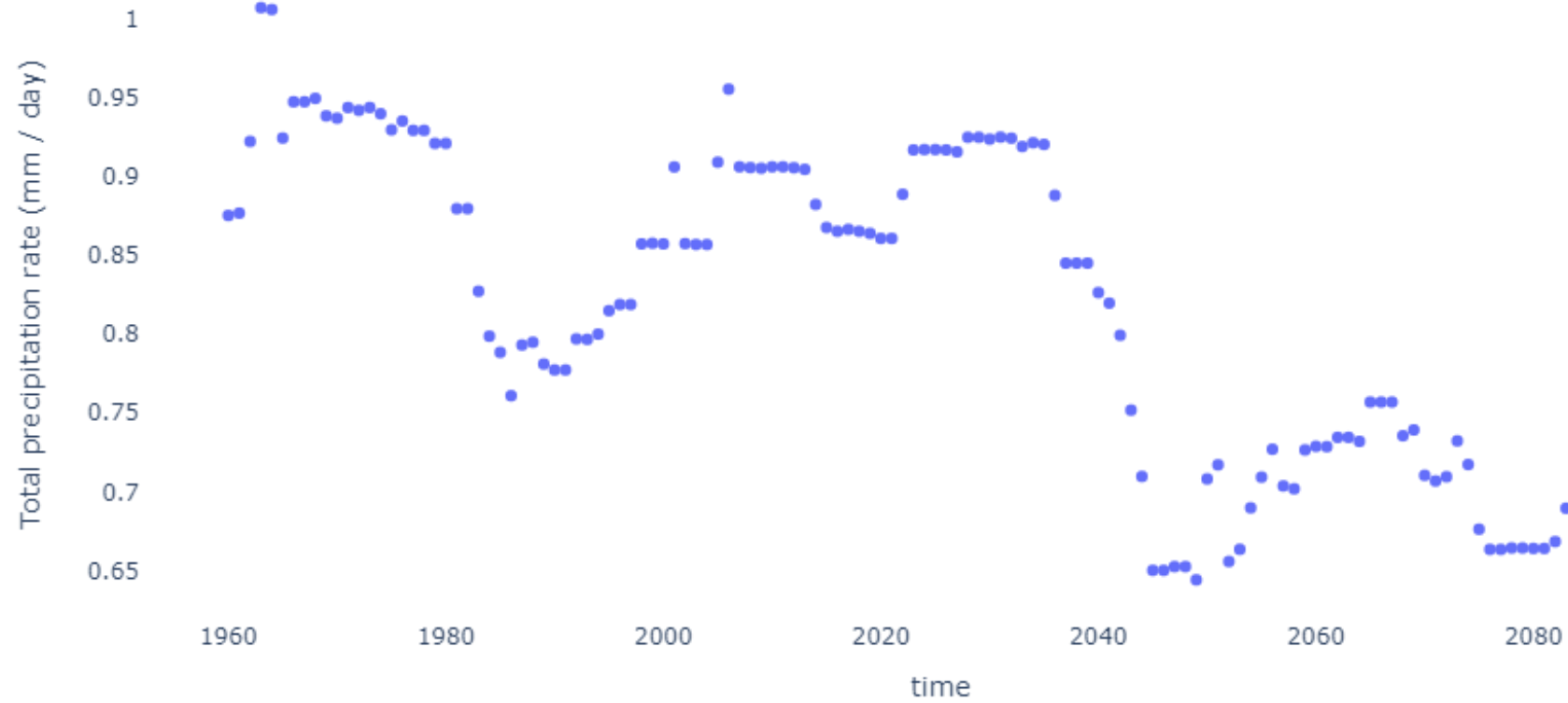
Прогноз зміни кількості опадів у період до 2100 року (сценарій RCP 4.5)

Рис. Е.1. Прогноз зміни кількості опадів у період до 2100 року (сценарій RCP 4.5) [28]

Результати дослідження території водозбору р. Мерефа

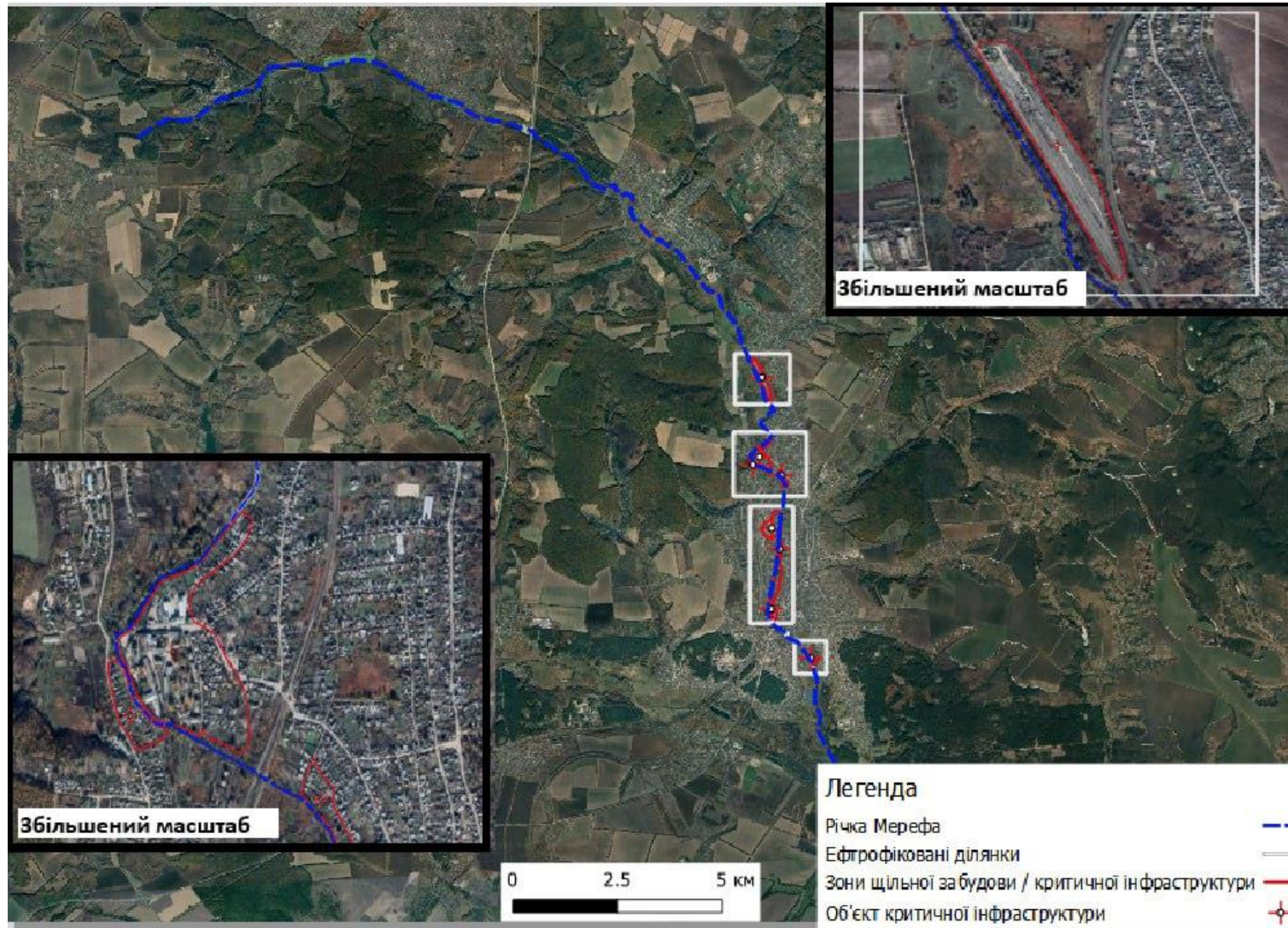


Рис. Ж.1. Приклади порушення водоохоронного режиму р. Мерефа (станом на 20.11.2023 р.)

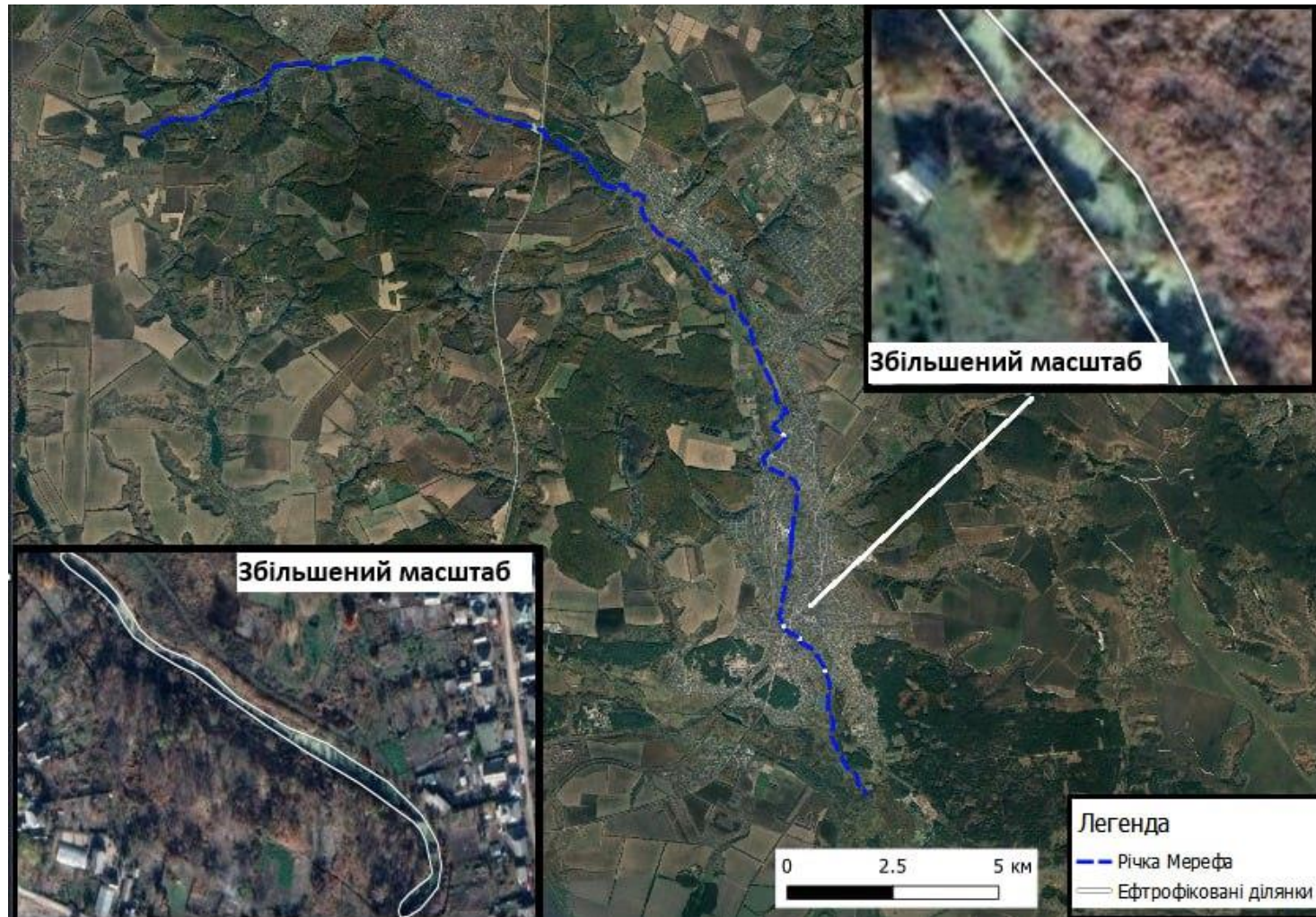


Рис. Ж.2. Евтрофіковані ділянки річки на космічних знімках (станом на 20.11.2023 р.)

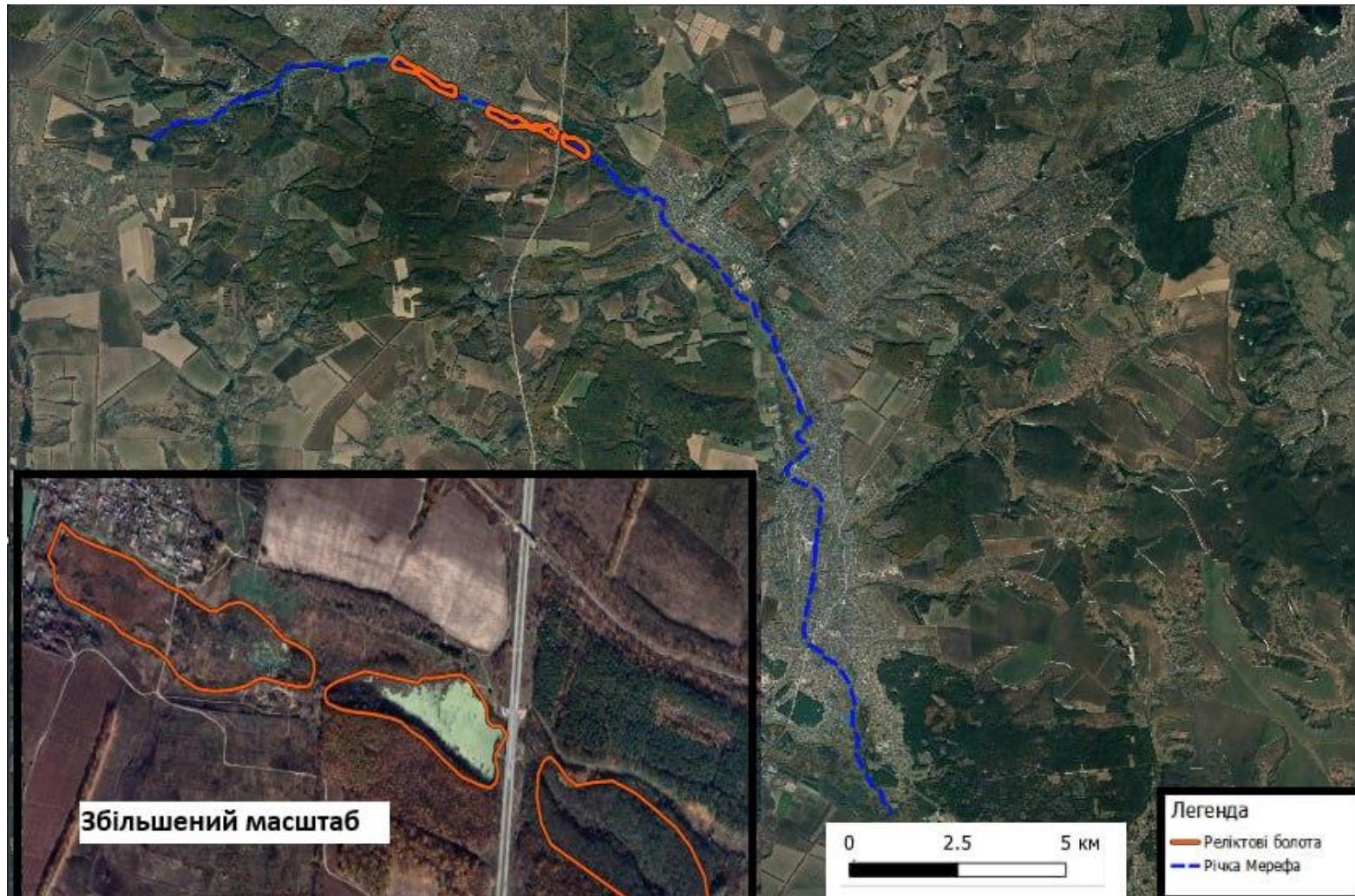


Рис. Ж.3. Приклади реліктових боліт на досліджуваній території (за даними OpenStreetMap станом на 20.11.2023 р.)