

РЕГІОНАЛЬНІ ТА ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ

УДК 551.583:504.05

DOI: 10.31471/2415-3184-2020-1(21)-22-30

*Т. М. Яцишин, М. М. Орфанова,
Г. Д. Стельмахович, О. В. Яковина,
М. М. Губка, Ю. А. Піщак, В. В. Цахнів*

*Івано-Франківський національний
технічний університет нафти і газу*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВРАЗЛИВОСТІ МІСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДО ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КАЛУШ

У статті розглядається актуальна тематика глобальних змін клімату та наслідків для міських територій, які спровоковані агресивними кліматичними факторами. Наведено причини виникнення інтенсивних змін клімату, серед яких, окрім наявності значної кількості парникових газів в атмосферному повітрі розкривається думка про циклічні загальнопланетарні зміни, що провокують руйнівні наслідки. Увага звертається на екологічні наслідки кліматичних змін, які можуть нести загрозу навколишньому природному середовищу і жителям міських та прилеглих територій. На прикладі міста Калуш проведено дослідження вразливості міської території до змін клімату. Ідентифіковано об'єкти, які є екологічно небезпечними та негативний вплив від яких може зрости при виникненні агресивних кліматичних факторів. Проаналізовано потенційні екологічно небезпечні наслідки для довкілля в умовах агресивних кліматичних факторів.

Оцінку вразливості території до змін клімату проведено за допомогою методики, яка базується на визначенні низки індикаторів, що характеризують стійкість територій до теплового стресу, підтоплення, стихійних гідрометеорологічних явищ, забезпечення питною водою, інфекційних захворювань та алергічних проявів, визначають вразливості міських зелених зон та енергетичних систем міста. Встановлено, що найбільш вразлива територія міста Калуш до підтоплення та забезпечення питною водою. Також високий показник спостерігається в групах індикаторів, що характеризують вразливість міських зелених зон, вразливість території до стихійних гідрометеорологічних явищ, а також інфекційних захворювань та алергічних проявів. На основі визначених факторів вразливості Калуша до кліматичних змін запропоновано ряд рекомендацій, що дозволяють запобігти негативним наслідкам, зумовленим агресивними метеорологічними явищами.

Ключові слова: глобальні кліматичні зміни, екологічний стан, урбанізоване середовище, екологічна безпека

Актуальність роботи. Останні десятиріччя у всіх частинах світу відмічається зростання стихійних метеорологічних явища, які є найнебезпечнішим проявом нестабільності клімату. Кількість пов'язаних із кліматом стихійних лих значно зросла за останнє сторіччя, і їх вплив сьогодні відчувають на собі понад 250 мільйонів людей на рік. Значні негативні наслідки зміни клімату для суспільства та економіки можуть завдати шкоди різним секторам – від сільського господарства до водних ресурсів та сприяти виникненню екологічно небезпечних ситуацій [1].

Непередбачуваність появи та інтенсивності таких явищ створюють небезпеку виникнення похідних екологічно-небезпечних наслідків від руйнування об'єктів, які є потенційними джерелами надходження шкідливих речовин в довкілля. Вразливими до руйнівних кліматичних факторів є міські території зі всією інфраструктурою. Тому на даний час є важливим вивчення чинників, які сприяють вразливості населених територій та їх оцінка з метою пошуку шляхів запобігання виникненню небезпечних для населення та навколишнього природного середовища наслідків.

Постановка проблеми. Метою статті є проведення оцінки вразливості до кліматичних змін міста Калуш і прилеглих населених територій та проаналізувати потенційні негативні екологічні

ефекти внаслідок настання стихійних метеорологічних явищ. Реалізація поставленої мети досягається через вирішення наступних завдань: обґрунтування вибору методики оцінки вразливості урбанізованих територій до кліматичних змін; аналіз динаміки кліматичних показників досліджуваної території; визначення найбільш визначення екологічно небезпечних зон, вразливих до кліматичних змін.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В багатьох дослідженнях, як вітчизняних, так і зарубіжних авторів фігурують дані, щодо аналізу динаміки різних кліматичних параметрів, які свідчать про наростання кількості та інтенсивності нехарактерних для досліджуваних територій явищ: значне коливання температурних ізотерм в напрямку підвищення температури; перерозподіл кількості опадів за сезонами тощо [1, 2]. Наведені явища провокують виникнення засух, повеней, селів, затоплення сільськогосподарських угідь тощо. В дослідженнях Лагойди М. М., Яремко О. Є., Архипової Л. М. здійснюється прогноз для рівнинних та гірських територій на основі гідротермічного показника, який має тенденцію до зменшення, що підтверджує загальнопланетарні кліматичні зміни [2]. Згідно результатів моделювання – для території України в майбутньому продовжуватиметься зростання температури повітря (хоча величина змін дещо відрізняється за різними прогнозними моделями) та відбуватиметься зміна кількості опадів протягом року [3].

Пріоритети розвитку державної політики в Україні спрямовуються на забезпечення енергетичної, екологічної та економічної безпеки держави в умовах кліматичних змін [4]. На даний час є важливим питання пристосування – адаптації до кліматичних змін. Згідно [5], адаптація до зміни клімату означає пристосування природних чи людських систем, що розглядається як відповідь на фактичні або очікувані кліматичні впливи чи їхні наслідки й дає змогу мінімізувати шкоду та скористатися сприятливими можливостями.

Надзвичайно важливим кроком для ефективної адаптації є чітке розуміння очікуваних наслідків, вразливості та ризиків, пов'язаних зі зміною клімату у короткостроковій, середньостроковій і довгостроковій перспективах для основних галузей економіки. Правильне розуміння наслідків, ризиків і вразливості дозволить тим, хто приймає рішення, не тільки вирішити послідовність дій, але й зрозуміти, для яких сфер необхідно розробити відповідні заходи та програми [4].

Виклад основного матеріалу. Проведення дослідження вразливості міської території до змін клімату на даний час необхідно реалізовувати для всіх міст з метою виявлення найбільш слабких ланок в міській системі і розробки стратегічних планів запобігання виникненню ризиків для населення, довкілля та значних економічних втрат. Зокрема варто звернути увагу на населені пункти, на території яких знаходяться об'єкти, що можуть створювати потенційну небезпеку для навколишнього середовища в разі порушення їх цілісності за рахунок стихійних метеорологічних явищ. До таких населених пунктів відноситься місто Калуш, який є містом обласного підпорядкування з площею 6453,5 га (це 0,5 % території області).

Калуш належить до проблемних міст, територія яких відзначається високим рівнем природно-техногенної небезпеки. Розташування у межах міста ряду небезпечних для навколишнього середовища об'єктів підприємств ТОВ «Карпатнафтохім», «Goodvalley», ДП «Калуська ТЕЦ» зумовлюють забруднення як повітряного басейну так і джерел потенційної небезпеки при виникненні стихійних метеорологічних явищ (рис. 1). Такими об'єктами є: хвостосховища, хімічна фабрика, магнієвий завод, золошлаковідвал, шахта «Новий Голинь», ТЕЦ, майданчик головного та допоміжного створів рудника, Домбровський кар'єр, відвали, акумулюючий басейн, полігон захоронення відходів та деякі інші [6].

Оцінка вразливості міста до змін клімату виконувалася на основі методики, розробленої робочою групою на чолі з Шевченко О. в межах проекту «Кліматичний форум східного партнерства» [7]. Методика передбачає оцінку міської системи за індикаторами, які поділені на сім груп:

- I група – індикатори для оцінки вразливості до теплового стресу;
- II група – індикатори для оцінки вразливості міста до підтоплення;
- III група – індикатори для оцінки вразливості міських зелених зон;
- IV група – індикатори для оцінки вразливості до стихійних гідрометеорологічних явищ;
- V група – індикатори для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води;

Оцінювання проводилось на основі аналізу доступної інформації, зокрема, статистичних звітів, аналізу супутникових карт міста тощо (рис. 2).

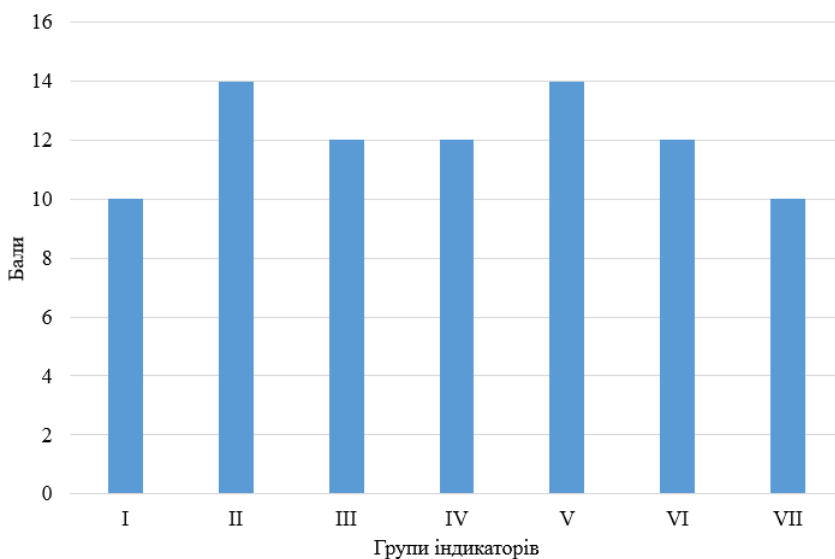


Рис. 2. Результати оцінки вразливості м. Калуш до зміни клімату

Дослідження оцінки вразливості міста Калуш за індикаторами групи I демонструє зростання середньодобових та середньомісячних температур повітря у літні місяці протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою. На даний час зростання кількості днів із максимальними температурами повітря понад +30°C та +35°C протягом останнього десятиріччя порівняно з кліматичною нормою та прогнозоване зростання температури повітря для регіону, в якому розташоване місто знаходяться в межах допустимих позначок, хоча й має тенденцію до зростання. Найбільш істотно збільшилися екстремальні температури влітку (максимальна на 1,4-1,7°C, а мінімальна на 0,8-1,2°C) і взимку (на 1,1°C, і 0,7-1,0°C, відповідно).

При цьому мінімальна температура повітря найбільше підвищилася в січні, а максимальна – в липні [9]. Зростання температури повітря спостерігається не тільки в приземному шарі атмосфери, але і в нижній тропосфері. У помірних широтах це супроводжується збільшенням вмісту вологи і призводить до збільшення нестійкості атмосфери, інтенсивності конвекції і інтенсивності опадів. В таблиці наведено зміну приземної температури повітря у верхній течії Дністра, де знаходиться Калуш відносно кліматичної норми (1991-2010 рр.).

Таблиця

Зміна приземної температури повітря у верхній течії Дністра 1991-2010 відносно кліматичної норми [9]

Місяць, сезон	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Зима	Весна	Літо	Осінь	Рік
Середня температура	1,8	1,3	0,9	0,6	0,6	0,8	1,6	1,4	-0,2	0,2	0,3	-0,3	1,0	0,7	1,3	0,1	0,8
Середня максимальна температура	1,7	1,6	1,2	0,9	1,1	1,3	2,0	1,7	-0,2	0,2	0,6	-0,1	1,1	1,1	1,7	0,2	1,0
Середня мінімальна температура	2,1	1,3	0,7	0,2	0,2	0,5	1,2	1,3	-0,1	0,3	0,4	-0,3	1,1	1,0	1,4	0,0	0,9

На досліджуваній території спостерігається збільшення кількості опадів протягом всього року: річна кількість опадів за останні двадцять років збільшилася майже на 10%. Це зростання зумовили опади холодного періоду. Зросла, також, кількість небезпечних і стихійних дощів в холодний період, особливо в осінні місяці (рис. 3 а, б). В теплий період року близько 30% опадів в цьому регіоні випадає у вигляді сильних і дуже сильних дощів. За останні 30 років внесок небезпечних і стихійних дощів в загальну суму опадів теплого періоду і, відповідно, річну суму збільшується і зростання становить 7% за 10 років (рис. 4 а, б) [9].

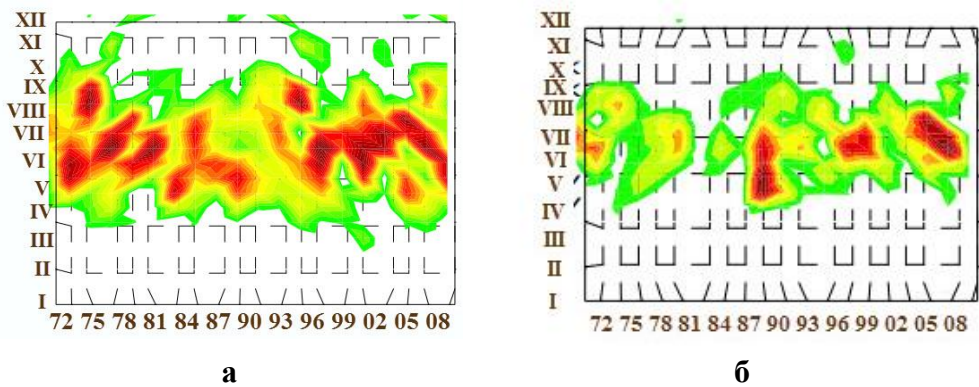


Рис. 3. Сезонна повторюваність (число випадків)

а) сильних дощів (15-29 мм / 12 годин) б) дуже сильних дощів (більше 30мм / 12 годин) [9]

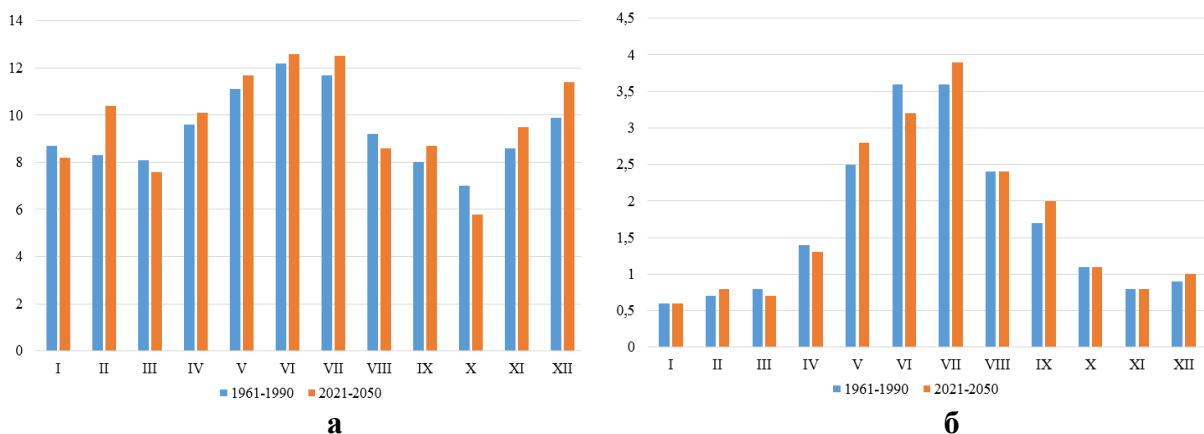


Рис. 4. Потенційні зміни кількості днів з екстремальною кількістю опадів за добу на період 2021-2050 рр.
а) ≥ 1 мм; б) ≥ 10 мм [9]

Індикатор, який демонструє зростання повторюваності хвиль тепла протягом останніх років характеризує підвищення частоти їх виникнення, хоча і не настільки інтенсивно як в південній частині України. Хвиля тепла – це періоди, протягом яких максимальні добові температури повітря понад 5 послідовних днів перевищують середні максимальні температури повітря для даного пункту даного дня за період 1961–1990 рр. на 5°C [10].

Озеленення міста є на достатньому рівні, але спостерігається його нерівномірність. На території міста протікають річки Сівка і Млинівка, а на Південному сході від Калуша протікає річка Лімниця. В центральній частині міста переважають штучні поверхні над природними, що може сприяти утворенню острова тепла, зокрема цей ефект може підсилюватися в літні місяці. Підприємства, що можуть бути джерелами додаткового тепла та викидів у довкілля шкідливих речовин, що знижують якість атмосферного повітря та водних об'єктів міста є: Карпатнафтохім, Калуський трубний завод, Калуський завод будівельних машин виробництва етилену та поліетилену, ТОВ Агрофірма “Добробут Прикарпаття”, ТОВ «Синтра», ТЕЦ.

В місті є зелені зони, які відповідають нормам у відповідності до кількості населення міста. Зокрема 10% міста становить ліс. Центральна та історична частина міста забезпечені системою великих та малих скверів, мають озеленення вздовж вулиць та пішохідних шляхів, а також незначні масиви зелених насаджень обмеженого користування. У цілому по місту озеленення мають вулиці, квартали житлової забудови, території підприємств та установ. Крім того, є значні озеленені території колективного садівництва. Однак вразливість зелених зон може провокуватись через забруднення атмосферного повітря, що сприяє появі зон некрозу та інших захворювань листяної маси (рис. 5 а). Іншим фактором вразливості є поширення інвазивних видів рослин (рис. 5 б, в), зокрема, такі як Амброзія полиноліста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) сприяють поширенню алергічних симптомів у населення, що в свою чергу підвищує бал індикаторів групи VI.

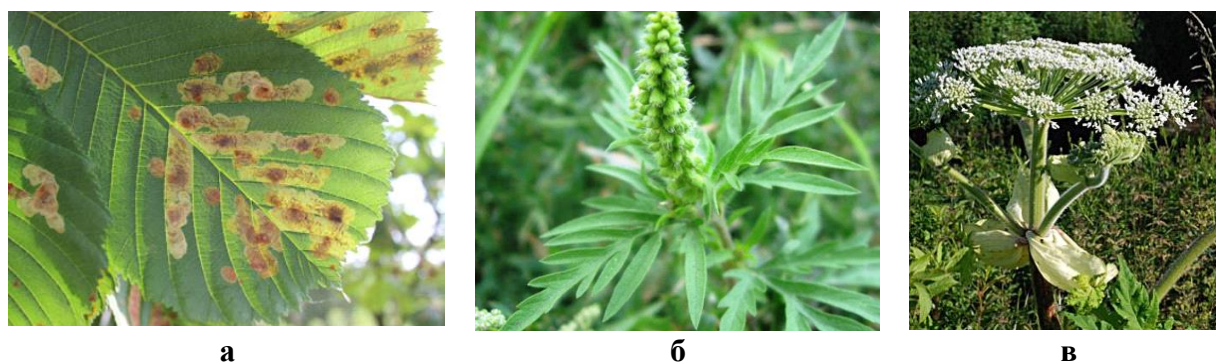


Рис. 5. Хвороби листяної пластин та інвазивні види рослин

- а) хвороби листяної пластини в кінського каштана звичайного (*Aesculus hippocastanum*);
 б) Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.);
 в) Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden)

Переважаюче населення міста підліткового та середнього віку, діти до 15 років становлять близько 20% населення, а жителі міста яким понад 65 років 8,6%. Екологічний стан міста Калуш сприяє появі хронічних легеневих захворювань. В Калуші налічується 11 медичних закладів, серед яких 3 поліклініки, 6 лікарень, Калуська станція швидкої і невідкладної медичної допомоги та Калуське районне управління ГУ ДСЕС. Згідно методики [11] щодо забезпечення стаціонарними лікарняними ліжками у розрахунку на 10 тис. населення розрахунок потреби у стаціонарних лікарняних ліжках визначається за такою формулою:

$$K_{cl} = N_i \times 60 \text{ ліжок} / 10000 \text{ нас.}, \quad (1)$$

де K_{cl} – кількість стаціонарних лікарняних ліжок;

N_i – чисельність наявного населення області/міста станом на 01 січня року, що передує плановому.

Отже, кількість лікарняних ліжок в міських лікувально-профілактичних закладах на 10 тис. населення становить 397.

Наявні засоби масової інформації, в тому числі інтернет-ресурси дають можливість вільного доступу населення до інформації про погоду та клімат, про правила поведінки під час періодів надмірної спеки.

Група II індикаторів щодо вразливості міста до підтоплення демонструє назрівання необхідності вжиття заходів для запобігання небезпечних наслідків від підтоплення міських територій, кількість яких останнім часом зростає. Такий стан справ потребує систематичного контролю справності зливової каналізації та, при потребі її ремонту. Зокрема, як вище зазначалось, через місто протікає три річки та неглибоке залягання ґрунтових вод є основними факторами, що провокують процеси підтоплення при сприятливих умовах. Місто Калуш розташоване на висоті 279 м над рівнем моря.

Треба також враховувати, що під час випадання інтенсивних опадів цілком можливі надмірне водонасичення дамб і переливання мінералізованих розчинів через гребні гребель. Враховуючи значний вміст у греблях розчинних солей, виникає загроза їх критичного водонасичення з наступним катастрофічним руйнуванням. Про зростання ризику гідротехнічної аварії свідчить те, що уздовж дамби на території хвостосховища продовжують розвиватися карстові процеси, що призводять до утворення просідань і фільтрації розсолів через тіло дамби із забрудненням поверхневої та підземної гідросфери. Прорив розсолів з хвостосховища може призвести до катастрофічного транскордонного забруднення стоку р. Дністер, аналогічного за своїми негативними наслідками до руйнування хвостосховища Стебницького калійного комбінату у 1983 р. [12, 13].

Особливої уваги потребує група індикаторів V, що зумовлено потенційним ризиком потрапляння високомінералізованих вод у водні об'єкти Калуша та прилеглих територій. Суттєво збільшилися площа забруднення підземних вод надсольового горизонту (до 900 га) в межах природно-техногенної геосистеми, що включає територію Домбровського кар'єру, шламо- та хвостосховища, а також породні відвали. При цьому швидкість руху фронту засолення надсольового горизонту у напрямку річок Млинівка та Лімниця складає близько 80-200 м/рік. Наприкінці 2013 р. контур збільшення мінералізації у надсольовому горизонті встановлено на

відстані 200 м від р. Лімниця, що є головним джерелом питно-господарського водопостачання м. Калуш з чисельністю населення близько 67,9 тис. осіб [12].

Підприємство «Карпатнафтохім», що здійснює скиди води у водні об'єкти [6, 14]. Очисні споруди «Карпатнафтохіму», які очищають стоки з Калуша, за 45 років експлуатації зазнали суттєвих змін та оновлення. Зокрема, в 1989 році було проведено реконструкцію й розширення очисних споруд; у 2007 році на вузлі механічного очищення господарсько-побутових стічних вод виконано заміну решіток-дробарок на барабанно-шнекові решітки німецької фірми HUBER, які забезпечили додаткову «тонку» очистку стоків від механічних домішок; у 2011 році модернізовано вузол механічного зневоднення осадів, що утворюються в результаті очищення господарсько-побутових стічних вод: замість застарілих осаджувальних горизонтальних центрифуг введена в експлуатацію центрифуга шведської фірми Alfa Laval ALDEC. З міста надходить близько 80 відсотків від загальної кількості господарсько-побутових стоків. Проектна продуктивність станції фільтрації складає 6,0 тис. м³/добу, досягнута – 6,0 тис. м³/добу. Вода очищується на напірних швидких фільтрах способом контактної коагуляції. Знезараження води, а також дезінфекція фільтрів проводиться розчином гіпохлориту натрію [15].

Актуальною проблемою є вразливість до зростання кількості інфекційних захворювань та алергічних проявів (Група індикаторів VI), що зумовлено рядом факторів, як метеорологічного походження (зростання частоти прояву стихійних гідрометеорологічних явищ, що можуть сприяти поширенню інфекційних захворювань), так і техногенно походження – забруднення навколишнього середовища, зокрема атмосферного повітря. Також, як зазначалося вище сприяють підвищенню алергічних захворювань поширення в міській зеленій зоні Амброзії полинолістої.

Оцінка вразливості Калуша до наслідків зміни клімату дала змогу встановити, що місто є найбільш вразливим до підтоплення і погіршення якості та зменшення кількості питної води (вразливість до цих наслідків було оцінена в 14 балів з 24 можливих) при розробці плану адаптації міста значна частка заходів повинна бути спрямована на зниження вразливості до цих проблем.

За результатами проведеної оцінки необхідно звернути увагу на формування ряду заходів, спрямованих на зниження вразливості міста до підтоплення та до прояву стихійних гідрометеорологічних явищ. Серед рекомендованих заходів є наступні пункти: модернізація та розширення зливної міської каналізаційної системи для прийняття значної кількості води під час зливових опадів; контроль регулярного очищення та технічного обслуговування каналізації для збільшення пропускної здатності водогонів; на основі існуючого досвіду при повенях і паводках розробка вдосконаленого плану ліквідації наслідків стихії та надання допомоги постраждалому населенню; покращення системи інформування населення про небезпечні явища, наприклад, шляхом передання інформації смс-повідомленнями мобільними операторами; аналіз існуючого плану управління водними ресурсами міста з врахуванням повеней, паводків та можливих посух та розроблення вдосконаленого менеджменту управління водними ресурсами; ретельний контроль за скидами у водні ресурси шкідливих речовин підприємств та перегляд норм скидів.

Висновки. Проведена оцінка вразливості до кліматичних змін міста Калуш дозволила встановити найбільшу вразливість міста до: зростання кількості випадків підтоплення окремих частин міста протягом кількох останніх років, а також погіршення якості та зменшення кількості питної води. Важливим діагностичним фактором стала повінь червня 2020 року, яка продемонструвала вразливі зони міста Калуш до підтоплення.

Також, необхідно звернути увагу на групи індикаторів, які набрали 10 балів: вразливість міських зелених зон; вразливість до стихійних гідрометеорологічних явищ; вразливість до зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів. Здійснено аналіз причин, що зумовлюють вразливість Калуша до зазначених факторів. Зважаючи на отримані результати запропоновано ряд рекомендацій для запобігання негативних наслідків при настанні складних природних умов, спровокованих кліматичними змінами.

Література

- 1 Шевченко О. Г. Вразливість урбанізованого середовища до змін клімату. Фізична географія та геоморфологія : Вип. 4(76). 2014. с. 114-120;
- 2 Лагойда, М., Яремко, О. Є., Архипова, Л. М. (2019). Тенденції часового розподілу кліматичних показників на території Івано-Франківської області. Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування : (1(19), 34-42. URL: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-1\(19\)-34-42](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-1(19)-34-42)

- 3 Оцінка вразливості до змін клімату: Україна. URL: http://nescu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf
- 4 Адаптація до змін клімату в Україні: проблеми і перспективи". Аналітична записка URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/2223/>
- 5 Climate change-2001: the scientific basis URL: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/wg1_tar-front.pdf
- 6 Савчук Л. Я. Джерела екологічної небезпеки хімічних підприємств міста Калуша / Л. Я. Савчук, Я. М. Семчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. : № 2. – С. 107-111. 2014. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2014_2_17
- 7 Шевченко О. Г. та ін. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Київ, 2005. 63 с.
- 8 Шевченко О.: Вибір методу оцінки вразливості міста до зміни клімату, формування команди: Львів, 2018. URL: http://korosten-rada.gov.ua/images/economika/internet/1_____pdf
- 9 С. Краковская, В. Балабух, Л. Горбачева, Ю. Набиванец Проект инициативы ENVSEC Снижение уязвимости к экстремальным наводнениям и изменению климата в бассейне реки Днестр («Днестр-III: наводнения и климат»). URL: <http://dnister.meteo.gov.ua/ua/news/1/3>
- 10 Shevchenko O., Lee H., Snizhko S., Mayer H. Long term analysis of heat waves in Ukraine // International Journal of Climatology. – 2013. – DOI: 10.1002/joc.3792.
- 11 Про затвердження Методики щодо забезпечення стаціонарними лікарняними ліжками у розрахунку на 10 тис. населення: наказ міністерства охорони здоров'я України від 22 лютого 2016р. № 269/28399
- 12 "Про зростання ризику транскордонної надзвичайної ситуації в Калуському гірничопромисловому районі". Аналітична записка. URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/1507/>
- 13 Дяків В., Кицмур І. Природно-техногенні причини та екологогеохімічні наслідки гідродинамічної аварії 15 вересня 1983 р. на стебницькому хвостосховищі. Вісник Львівського університету. Серія геологічна. Випуск 30. С. 106–124. 2013.
- 14 Семчук Я.М. Екологічні проблеми Калуського гірничопромислового району та шляхи їх вирішення /Я.М. Семчук, Л.Я. Савчук// Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: №1. – С. 64-69. 2010
- 15 Очисні споруди «Карпатнафтохіму» – стратегічний об'єкт Калуша: веб-сайт. URL: <http://www.knh.com.ua/uk/ochysni-sporudy-karpatnaftohimu-strategichnyj-ob-yekt-kalusha/>.

*T. Yatsyshyn, M. Orfanova,
H. Stelmakhovych, O. Yakovyna,
M. Gubka, Y. Pishchak., V. Tsakhniv
Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas*

CLIMATE CHANGE: CASE STUDY OF THE TOWN OF KALUSH

The article considers the relevant issue of global climate changes and their consequences for urban areas, caused by aggressive climatic factors. The causes of intense climate changes are provided, among which, in addition to a significant amount of greenhouse gases in the air, the idea of cyclical global changes that lead to devastating consequences is described. Attention is paid to the environmental consequences of climate changes, which can pose a threat to the environment and the inhabitants of urban and surrounding areas. The urban area vulnerability of the town of Kalush to climate change was studied. The authors have identified the environmentally hazardous objects, the negative impact of which can increase in case of aggressive climatic factors. The potential dangerous consequences for the environment in the conditions of aggressive climatic factors have been analyzed.

The territory's vulnerability to climate changes was assessed by using a procedure based on a number of indicators characterizing the resilience of areas to thermal stress, flooding, natural hydrometeorological phenomena, drinking water supply, infectious diseases and allergic reactions, and by determining the vulnerabilities of urban green areas and city energy systems. It has been established that Kalush is the most vulnerable to flooding and drinking water supply. Also, a high rate is observed in the groups of indicators that characterize the vulnerability of urban green areas, the vulnerability of the territory to natural hydrometeorological phenomena, infectious diseases and allergic reactions. Based on

the determined factors of Kalush vulnerability to climate changes, a number of recommendations have been proposed to prevent the negative consequences caused by aggressive meteorological phenomena.

Key words: global climate changes, ecological state, urbanized environment, environmental safety.

References

- 1 Shevchenko O.H. Vrazlyvist urbanizovanoho seredovyshcha do zmin klimatu. Fizychna heohrafiia ta heomorfolohiia : Vyp. 4(76). 2014. S. 114-120
- 2 Lahoida, M., Yaremko, O. Ye., & Arkhypova, L. M. (2019). Tendentsii chasovoho rozpodilu klimatychnykh pokaznykiv na terytorii Ivano-Frankivskoi oblasti. Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia : (1(19), 34-42. URL: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-1\(19\)-34-42](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-1(19)-34-42).
- 3 Otsinka vrazlyvosti do zmin klimatu: Ukraina. URL: http://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf
- 4 Adaptatsiia do zmin klimatu v Ukraini: problemy i perspektyvy. Analitychna zapyska URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/2223/>
- 5 Climate change-2001: the scientific basis URL: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/pdf/wg1_tar-front.pdf
- 6 Savchuk L. Ya. Dzherela ekolohichnoi nebezpeky khimichnykh pidpriemstv mista Kalusha / L. Ya. Savchuk, Ya. M. Semchuk // Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia. : № 2. – S. 107-111. 2014. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ebzp_2014_2_17
- 7 Shevchenko O. H. ta in. Otsinka vrazlyvosti do zminy klimatu: Ukraina. Kyiv, 2005. 63 s.
- 8 Shevchenko O.: Vybir metodu otsinky vrazlyvosti mista do zminy klimatu, formuvannia komandy: Lviv, 2018. URL: http://korosten-rada.gov.ua/images/economika/internet/1_____.pdf
- 9 S. Krakovskaia, V. Balabukh, L. Horbacheva, Yu. Nabyvanets Proekt initsiatyvy ENVSEC Snizhenie uiazvimosti k ekstremalnym navodneniim i izmeneniiu klimata v basseine reki Dnestr («Dnestr-III: navodneniia i klimat»). URL: <http://dnister.meteo.gov.ua/ua/news/1/3>
- 10 Shevchenko O., Lee H., Snizhko S., Mayer H. Long term analysis of heat waves in Ukraine // International Journal of Climatology. – 2013. – DOI: 10.1002/jo c.3792.
- 11 Pro zatverdzhennia Metodyky shchodo zabezpechennia statsionarnymy likarnianymy lizhkamy u rozrakhunku na 10 tys. naselennia: nakaz ministerstva okhorony zdorovia Ukrainy vid 22 liutoho 2016 r. № 269/28399
- 12 "Pro zrostannia ryzyku transkordonnoi nadzvychainoi sytuatsii v Kaluskomu hirnychopromyslovomu raioni". Analitychna zapyska. URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/1507/>.
- 13 Diakiv V., Kytsmur I. Pryrodno-tekhnohenni prychny ta ekolohoheokhimichni naslidky hidrodynamichnoi avarii 15 veresnia 1983 r. na stebnytskomu khvostoskhovyshchi. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia heolohichna. Vypusk 30. S. 106–124. 2013.
- 14 Semchuk Ya.M. Ekolohichni problemy Kaluskoho hirnychopromyslovoho raionu ta shliakhy yikh vyrishennia / Ia.M. Semchuk, L.Ia. Savchuk // Ekolohichna bezpeka ta zbalansovane resursokorystuvannia: №1. S. 64-69. 2010
- 15 Ochysni sporudy «Karpatnaftokhimu» – stratehichniy ob'ekt Kalusha: veb-sait. URL: <http://www.knh.com.ua/uk/ochysni-sporudy-karpatnaftohimu-strategichnyj-ob-yekt-kalusha/>.