

I. Smyrnov, Dr. Sc. (Geography), Professor, Academician,
O. Lyubitseva, Dr. Sc. (Geography), Professor, Academician
Kyiv Taras Shevchenko National University, Kyiv, Ukraine,
N. Belousova, PhD (Geography), Associate Professor
Kyiv National Aviation University, Kyiv, Ukraine

POLISH REGION OF ROZTOCZE: UKRAINIAN-POLISH COOPERATION POTENTIAL IN SPHERE OF RECREATION AND TOURISM

The recreational and tourist potential of Roztocze, a region in the south-east of Poland, bordering on Ukraine, its tourist specialization and opportunities for the development of cooperation with Ukraine in the field of recreation and tourism have been revealed. The resource base of the Roztocze region for the formation of its modern tourist specialization, in particular, gastronomic, urban, rural green, pedestrian, literary, historical-cognitive and military types of tourism has been studied. The specifics of gastronomic tourism in the region, which is based on a rather specific agricultural base of Roztocze, are revealed. The poor nature of Polissya and economic underdevelopment in the past led to a low standard of living of the local population, which was reflected in its food preferences. The main ingredients of Roztocze cuisine are porridge, cheese, sauerkraut and peas, but now they are at a high price due to their health benefits. It is noted that there are no meat and sweet dishes among the delicacies of Roztocze, which reflects the standard of living and nutrition of the population of this region in the past. So, the most famous Roztocze "delicacy" – a cake with onion (Polish – cebularz), but now this dish of local misery has become a Polish pride, as it was the first product of the Lublin Voivodeship, which received the Protected Geographical Indication of the European Union. Today it is the first product that is recommended to tourists upon arrival in Roztocze. Interesting are other dishes of local cuisine – Roztochan borsch, which locals call Ukrainian, cakes made of flour and water, potato pancakes with dough with potatoes and eggs, local dumplings, stuffed with buckwheat porridge and cheese, Roztochan cutlets, which are made from buckwheat porridge, cheese and potatoes. The simple and healthy nature of Roztocze cuisine included restrictions on the consumption of sweets. The range of gastronomy of Roztocze can be found at local gastronomic festivals, such as: Galician Fair "Tastes of Roztocze" in Narol, local product festival in Zamost, Lublin meetings with hunting tradition and culture in Zwierzyniec, the festival of Kresy Meals in Bashnya Dolna, etc. Tourist resources of the main cities of Roztocze – Zamost, Tomaszow Lubelski, Szczepieszyn have been revealed. Routes of military and bicycle tourism on the basis of visiting of fortifications of so-called Molotov lines, which have survived in large numbers in Roztocze are offered. Legendary origin of Swedish table style, connected with war experience of city of Zamosc during Mideveal times is revealed. Tank battle place from II World War near city of Tomaszow Lubelski is considered great tourist attraction. City of Szczepieszyn is a place of all Poland Literature Festival. Touristic routes connect Zamosc and Tomaszow Lubelski with Ukrainian city of Lviv. Local Polish tourist firms propose tours of sentimental tourism to Ukrainian historic cities of Kamianets-Podilskiy and Kremenets and also to Chernobyl zone.

Keywords: Polish Roztocze, tourist resources, gastronomic tourism, city tourism, literary tourism, military tourism, Molotov Line.

<http://doi.org/10.17721/1728-2721.2020.76-77.4>
УДК 551.584.5 [502.3:504.5 +551.586+551.583]

О. Шевченко, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0003-3915-427X

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСНОЇ УРБОМЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ

Визначення основних закономірностей, що впливають на формування урбометеорологічних трансформацій у містах, установлення механізмів взаємовпливу між компонентами міського середовища, розвиток методів, підходів та підготовка алгоритмів для отримання об'єктивної інформації про стан урбанізованого середовища є надзвичайно важливими та актуальними завданнями, що визначають розвиток урбометеорології як науки і мають важливе практичне значення. Мета дослідження – розробка алгоритму комплексної урбометеорологічної оцінки для об'єктивної ідентифікації трансформацій в атмосферному середовищі великих міст. Методологічною основою є концепція взаємовпливу урбометеорологічних компонентів міста. У роботі систематизовано результати новітніх метеорологічних досліджень урбанізованих територій. Показано тісні взаємозв'язки між урбометеорологічними компонентами міста (мікрокліматом, біокліматом, забрудненням атмосферного повітря та зміною клімату і вразливістю до неї) та їх значний вплив на розвиток один одного. Обґрунтовано необхідність розробки й запропоновано алгоритм комплексної урбометеорологічної оцінки, що складається з чотирьох основних етапів та одного, який може реалізовуватися опціонально. На першому етапі має здійснюватися оцінка мікрокліматичних особливостей окремих ділянок території. Другим етапом оцінки має бути вивчення специфічного міського біоклімату, що також зазнає суттєвих змін у процесі формування урбанізованого середовища. На третьому етапі оцінки має здійснюватися вивчення забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища. Четвертий етап передбачає оцінку вразливості міста до зміни клімату. Детально охарактеризовано особливості реалізації кожного етапу.

Ключові слова: урбометеорологія, мікроклімат великого міста, забруднення атмосферного повітря, біоклімат великого міста, вразливість та адаптація міст до зміни клімату, комплексна урбометеорологічна оцінка.

Вступ. Упродовж останніх десятиліть процес урбанізації відбувається швидкими темпами. Разом зі зростанням розмірів міст зазнають значних змін і компоненти природного середовища – як усередині самого міста, так і на прилеглих до нього територіях. Клімат не є винятком: заміна природних поверхонь штучними та активна людська діяльність призводять до того, що на території міста встановлюється мікрокліматичний режим, що може суттєво відрізнятися від режиму навколишніх територій. Мікрокліматичні відмінності спричиняють формування специфічного біоклімату урбанізованих територій, а численні джерела забруднення призводять до суттєвого погіршення якості повітря в містах. Якщо перше впливає на комфортність урбанізованого середовища для проживання, то забруднення повітря може стати причиною розвитку низки серйозних захворювань (або загострення вже існуючих – хронічних) у мешканців міст.

Визначення основних закономірностей, що впливають на формування урбометеорологічних трансформацій у

містах, установлення механізмів взаємовпливу між компонентами міського середовища, розвиток методів, підходів та підготовка алгоритмів для отримання об'єктивної інформації про стан урбанізованого середовища, є надзвичайно важливими та актуальними завданнями, що визначають не лише розвиток урбометеорології як науки, але й мають важливе практичне значення. Адже врахування інформації про перебіг атмосферних процесів у нижніх шарах міської атмосфери на етапі проектування забудови допомагає обрати варіант забудови, який забезпечить максимально комфортний біоклімат; розуміння впливу метеорологічних чинників на формування рівня забруднення повітря – визначити оптимальне зонування території міста та вибір місць для розташування нових підприємств чи будівництва доріг; застосування підходів для оцінки вразливості міста до виявів зміни клімату – допоможе правильно визначити пріоритетні напрями для адаптаційних дій тощо.

Аналіз попередніх публікацій та досліджень. Загострення урбометеорологічних проблем у містах в останні десятиріччя призвело до зростання кількості досліджень, що присвячені цим питанням, тому може скластися хибне враження, що урбометеорологічні дослідження започатковані відносно недавно. Проте мікрокліматичні дослідження розпочаті ще в 1818 р. Л. Говардом, який уперше виявив існування острова тепла у м. Лондоні. Це явище, а також явище "міського туману", він описав у своїй книзі про клімат міста, що з доповненнями перевидавалася тричі [14]. У 1866 р. французький дослідник Е. Рено в своїх роботах також описав наявність температурних відмінностей Парижу порівняно з його передмістями. Згодом було проведено низку інших важливих досліджень, що дали можливість вперше встановити добре відомі на сьогодні закономірності мікроклімату міст. Проте лише аналітичні огляди таких робіт, підготовані А. Кратцером у 1937 та 1956 рр., С. Бруксом у 1952 р. і дещо пізніше – Т. Чандлером (1970), Т. Оке (1974, 1979) [14] та Г. Е. Ландсбергом [14] систематизували існуючі знання про міський клімат і заклали основи урбометеорології як науки. В останні роки провідні фахівці в галузі міського клімату опублікували кілька фундаментальних робіт, що узагальнюють не лише результати досліджень, накопичені за два попередні століття, але й найновіші відкриття в цій галузі. До них належить, наприклад, монографія "Міські клімати" Т. Оке, Г. Міллза, А. Крістена, Дж. А. Вогта [19], "Міський мікроклімат" Е. Ерелла, Д. Перлмуттера, Т. Уільямсона [10].

Вивчення міського біоклімату розпочалося дещо пізніше. Перші біокліматичні індекси виникли близько 100 років тому. У 1923 р. Американське товариство інженерів із опалення, охолодження та кондиціонування (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)*) розробило концепт ефективної температури – цей біокліматичний індекс урахував вплив на тепловідчуття людини лише метеорологічних чинників – температури повітря, вологості та швидкості вітру. На початку 70-х рр. ХХ ст. почали виникати біокліматичні індекси, що враховують енергетичний баланс людини та вплив теплоізоляції одягу на тепловідчуття. Перші дослідження, присвячені біоклімату міст, з'явилися на десятиліття пізніше [13, 17]. А в 1993 р. проф. Г. Майер опублікував огляд таких досліджень за назвою "Міська біокліматологія" [16], показавши практичну значущість цього напрямку досліджень та виокремивши його як ще один із напрямів урбометеорології.

Дослідження вразливості великих міст до зміни клімату та їхня адаптація є найновішим напрямом урбометеорології, що тісно пов'язаний з усіма іншими, і має важливе практичне значення – результати досліджень активно впроваджуються під час розробки заходів із адаптації міст, допомагають мінімізувати ризики, пов'язані зі зміною клімату та зробити життя в містах комфортнішим. У той час, як у всьому світі даний напрям активно розвивається [12, 15, 18], в Україні поки що таких напрацювань дуже мало [6].

Зростання міського населення по всьому світу, посилення екологічних проблем у містах, розвиток технічних засобів, що спростили отримання об'єктивної інформації про атмосферу урбанізованого середовища, поява специфічних програм і моделей, що дають змогу отримати значення різноманітних параметрів та показників у десятки і навіть сотні разів швидше, ніж раніше, сприяли активному розвитку урбометеорології в останні десятиліття. Проте, не зважаючи на значний інтерес до урбометеорологічних досліджень та високу практичну значущість їх результатів, як правило, кожне дослідження спрямоване на вирішення окремої задачі, хоча очевидно є необхідність застосування комплексного підходу у вирішенні більшості урбометеорологічних задач та для підвищення комфортності міського середовища для проживання.

Отже, урахуваючи вищезазначене, **метою цієї роботи** є розробка алгоритму комплексної урбометеорологічної оцінки для об'єктивної ідентифікації трансформацій в атмосферному середовищі великих міст.

Матеріали та методи досліджень. Методологічну основу дослідження становить концепція взаємовпливу урбометеорологічних компонентів міста. Для реалізації поставлених у роботі задач застосовувалися загальнонаукові та специфічні методи (зокрема, структурного аналізу і синтезу, системний, порівняльний, аналіз природних та антропогенних зв'язків тощо).

Виклад основного матеріалу. Урбометеорологічні компоненти міста тісно пов'язані між собою і чинять значний вплив на розвиток один одного (рис. 1). Кожен компонент (за винятком біоклімату) здійснює вплив на три інших. Тісні взаємозв'язки між компонентами обумовлюють складність і комплексність урбометеорологічних досліджень, а належна теоретико-методологічна база дає інструменти для об'єктивної оцінки урбометеорологічних трансформацій та розробки науково-обґрунтованих рекомендацій для підвищення його комфортності.

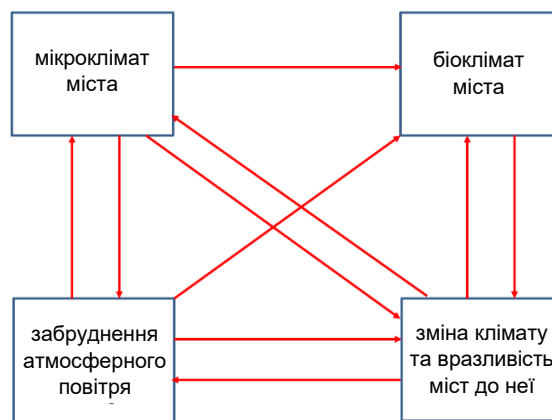


Рис. 1. Схема взаємовпливу урбометеорологічних компонентів міста

Виходячи із суттєвих трансформацій, що відбуваються в атмосфері великих міст, а також, зважаючи на тісні взає-

мозв'язки між їхніми компонентами, пропонується здійснювати комплексну урбометеорологічну оцінку за алгоритмом, що складається з чотирьох основних етапів (рис. 2).

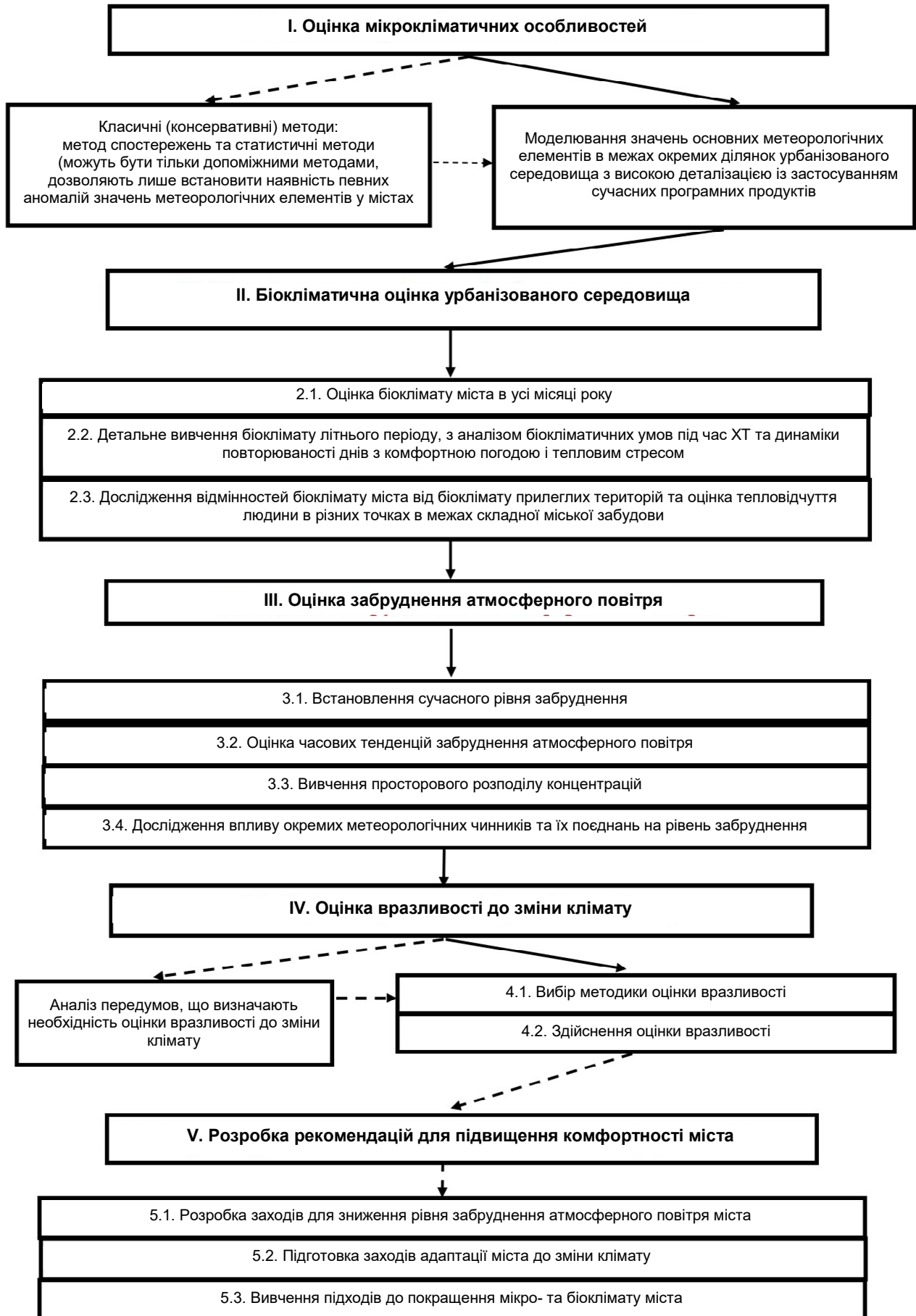


Рис. 2. Алгоритм комплексної урбометеорологічної оцінки

На першому етапі має здійснюватися оцінка мікрокліматичних особливостей окремих ділянок території. Для вирішення даної задачі слід застосовувати сучасні програмні продукти (напр., тривимірну CFD-модель "ENVI-met"), що дають змогу отримувати значення основних метеорологічних елементів із високою деталізацією та належною точністю. Як допоміжні методи можуть застосовуватися класичні (консервативні) методи спостережень та статистичні методи. Вони використовуються перед здійсненням моделювання і дають можливість лише встановити наявність певних аномалій значень метеорологічних елементів у містах. У дослідження [2, 8] на прикладі Києва показано оцінку мікрокліматичних особливостей великого міста із застосуванням моделі "ENVI-met" та класичних (консервативних) методів.

Другим етапом оцінки має бути вивчення специфічного міського біоклімату, що також зазнає суттєвих змін у процесі формування урбанізованого середовища. Загалом, біоклімат урбанізованого середовища – це сукупність характеристик клімату та мікрокліматичних особливостей великого міста, що здійснюють комплексний вплив на тепловідчуття й термічний комфорт міських жителів. Біоклімат урбанізованого середовища відрізняється від біоклімату прилеглих приміських територій і характеризується значною мінливістю навіть у межах невеликих ділянок, що визначає складність його вивчення.

З метою оцінки біоклімату певної території найчастіше використовують комплексні показники, що називаються біокліматичними індексами (БІ). Біокліматичні індекси тісно пов'язані з поняттям теплового (інколи використовують терміни – термічного чи температурного) комфорту, оскільки клімат і погода передусім впливають на термічний стан організму, а його функціональна діяльність значною мірою залежить від умов теплообміну з навколишнім середовищем [1]. Протягом останніх кількох десятиліть у всьому світі для біокліматичних оцінок використовують БІ, що ґрунтуються на енергетичному балансі людського організму. Серед європейських учених на сьогодні одним із найпопулярніших БІ є фізіологічно-еквівалентна температура (ФЕТ), запропонована П. Хоппе [11]. Індекс може використовуватися для будь-якого клімату і, як для середньостатистичної людини, так і для кожного окремого індивідуума. Також ФЕТ чудово підходить для оцінки біоклімату урбанізованого середовища. Свідченням переваг та універсальності ФЕТ є не лише його значне поширення серед науковців-метеорологів, а також те, що Директива Німецької асоціації інженерів (Verein Deutscher Ingenieure (VDI) – нім.) № 3787, частина II "Методи біокліматичної оцінки клімату для людини та якості повітря для міського та регіонального планування, частина I: клімат" (VDI, 1998), рекомендує використання ФЕТ для оцінки термальних компонентів різних кліматів.

Детальний аналіз статей із біометеорології, опублікованих у рецензованих журналах [20], свідчить про те, що серед 165 БІ, які були розроблені, ФЕТ є найуживанішим. Фізіологічно-еквівалентна температура застосовувалася для дослідження біокліматичних умов у 30,2 % досліджень, проаналізованих О. Потчером та його колегами. У той час як на застосування PMV припадало 10,1 %, UTCI – 8,0 %, SET – 5,0 %; інші ж індекси виявилися менш вживаними.

На сьогодні моделювання ФЕТ включено у вигляді окремих модулів у популярні моделі, які використовуються в урбометеорології. Наприклад, модулі для розрахунків ФЕТ є в моделі "ENVI-met", а також у моделях "Ray Man" і "Sky Helios". У наших попередніх дослідженнях [5] представлено результати порівняльного аналізу ФЕТ та біокліматичних індексів EET, HEET, PEET, BAT, що запропоновані багато десятиліть тому, не враховують рівняння енергетичного балансу людини та до цього

часу активно використовуються в Україні і на теренах колишнього Радянського Союзу. Порівняння здійснено з метою вибору найбільш прийняттого індексу для оцінки комфортності урбанізованих територій в Україні і базувалося на використанні поточних даних щоденних спостережень за десятилітній період. Рекомендовано до використання індекс ФЕТ як такий, що має хорошу інформативність і ряд суттєвих переваг перед іншими: при його розрахунках, що ґрунтуються на повному рівнянні енергетичного балансу людини, враховуються всі групи чинників, які впливають на тепловідчуття; урахування метеорологічних чинників включає врахування сонячної радіації, що надходить до тіла людини, а також середньої радіаційної температури; для ФЕТ властива більша мінливість значень, а отже, й інформативна значущість порівняно з іншими розглянутими БІ.

Для отримання вичерпної інформації про біоклімат великого міста необхідно реалізувати такі кроки:

- 1) оцінка біоклімату міста в усі місяці року;
- 2) детальне вивчення біоклімату літнього періоду (коли є ризик виникнення помірною, сильного або екстремального теплового стресу в мешканців), з аналізом динаміки повторюваності днів із комфортною погодою і тепловим стресом та аналізом біокліматичних умов під час ХТ;
- 3) дослідження відмінностей біоклімату міста від біоклімату прилеглих територій та оцінка тепловідчуття людини в різних точках у межах складної міської забудови.

В [7, 21] представлено реалізацію етапів біокліматичної оцінки урбанізованого середовища на прикладі м. Києва.

На третьому етапі оцінки має бути здійснено вивчення забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища.

В останні роки для багатьох міст світу серйозною проблемою стають високі концентрації прекурсорів та продуктів фотохімічного смогу – двоокису азоту, озону, формальдегіду тощо. Україна не є винятком (як свідчать дані державного моніторингу, що до 2014 р. охоплював 53 міста) (162 стаціонарних пости спостереження за забрудненням), в останні роки більш ніж у половині міст, у яких проводяться вимірювання вмісту забруднювальних речовин (ЗР), середні річні концентрації двоокису азоту в повітрі перевищують ГДК. Особлива небезпека високого вмісту цього забруднювача в повітрі пов'язана з тим, що він може здійснювати не лише безпосередній негативний вплив на здоров'я людини, а також за сприятливих умов брати участь у фотохімічних реакціях та призводити до формування смогу.

Озон належить до найвідоміших, найпоширеніших та найнебезпечніших продуктів фотохімічних перетворень у міській атмосфері. Ця ЗР враховується при розрахунках індексів забруднення в багатьох країнах і входить до пріоритетних при здійсненні моніторингу якості повітря. На жаль, існуюча в Україні застаріла за своєю суттю система моніторингу забруднення атмосферного повітря, якою опікується Центральна геофізична обсерваторія імені Б. Срезневського Державної служби України з надзвичайних ситуацій, не контролює вміст у повітрі вищезазначеної дуже небезпечної для здоров'я населення ЗР. Саме тому в Україні здійснити об'єктивну оцінку забруднення повітря урбанізованих територій озonom на сьогодні так само неможливо, як це було й кілька десятиліть тому. Однак, за даними зарубіжних учених [9], концентрації формальдегіду у повітрі міст можуть бути індикатором перебігу шкідливих фотохімічних реакцій, що формують фотохімічний смог. В останні роки ціла низка міст України, в яких здійснюється моніторинг якості повітря, характеризується високими рівнями середніх річних

і максимальних концентрацій двоокису азоту та формальдегіду [4]. Ураховуючи вищезазначене, очевидно є необхідність першочергового вивчення урбометеорологічних аспектів забруднення атмосферного повітря міст України саме двоокисом азоту й формальдегідом.

Вивчення забруднення повітря міста має здійснюватися якомога ретельніше (виходячи з наявної моніторингової інформації), але неодмінно повинно включати такі кроки:

- 1) встановлення сучасного рівня забруднення (розрахунок середніх, мінімальних та максимальних концентрацій ЗР, нормування концентрацій на ГДК);
- 2) оцінка часових тенденцій забруднення атмосферного повітря;
- 3) вивчення просторового розподілу концентрацій;
- 4) дослідження впливу окремих метеорологічних чинників та їх поєднань на рівень забруднення.

Коректна реалізація вищеповисаних етапів є дуже важливою, адже служить підґрунтям для подальшого прогнозування або моделювання рівня забруднення атмосферного повітря великого міста. У монографії [3] представлено результати комплексних досліджень якості повітря урбанізованих територій. Зокрема, наведено характеристику основних забруднювальних домішок атмосферного повітря та джерел їхнього надходження в атмосферу, описано основні підходи до здійснення моніторингу атмосферного повітря й висвітлено проблеми прогнозування якості повітря, представлено головні аспекти впливу забруднення повітря на стан здоров'я населення, наведено підходи до вивчення динаміки та просторово-часового розподілу вмісту ЗР в атмосферному повітрі. Значну увагу в роботі приділено впливу метеорологічного потенціалу на рівень забруднення атмосферного повітря міста. Інформація, що міститься в цій роботі, може бути дуже корисною для коректної реалізації перерахованих вище кроків оцінки забруднення атмосферного повітря великого міста.

Четвертий етап комплексної урбометеорологічної оцінки передбачає оцінку вразливості міста до зміни клімату та обов'язково має складатися із двох кроків:

- 1) вибір методики оцінки вразливості;
- 2) здійснення оцінки вразливості.

Вибору оцінки вразливості може передувати додатковий крок – аналіз передумов, які визначають необхідність оцінки вразливості до зміни клімату. Реалізація цієї задачі може покращити розуміння ситуації й допомогти підібрати оптимальну методику для оцінки вразливості. Коли методика підібрана – має бути сформована команда з фахівців, які необхідні для здійснення оцінки.

Оцінка вразливості може поділятися на оцінку поточної вразливості та оцінку майбутньої вразливості. Проте, зважаючи на те, що останнє реалізують ґрунтуючись на проєкціях клімату та прогнозах розвитку суспільства на кілька десятиліть вперед, то закономірно, що точність оцінки вразливості в майбутньому є невисокою, а вартість адаптаційних заходів (що можуть ґрунтуватися на її результатах) – значною. Тому, на нашу думку, з метою оптимального використання фінансових ресурсів, що виділяються на адаптацію, доцільніше здійснювати оцінку поточної вразливості території, але повторювати її раз на 5–10 років, у випадку якщо є підстави вважати, що могли відбутися певні зміни.

У [6] представлена методика вразливості міст до найпоширеніших наслідків зміни клімату, яка ґрунтується на застосуванні семи груп кількісно-якісних індикаторів. Ця методика розроблена спеціально для міст України з урахуванням світового досвіду оцінки вразливості та адаптації міст до зміни клімату й апробована у семи містах України – Ужгороді, Львові, Хмельницькому, Тернополі,

Одесі, Полтаві, Донецьку (з кількістю населення від 121,5 тис. осіб до 993.1 тис. осіб).

Результати комплексної урбометеорологічної оцінки становлять інтерес не лише з точки зору науки, але й мають важливе практичне значення – вони можуть стати основою для розробки рекомендацій, спрямованих на підвищення комфортності міста. Якщо реалізація такої задачі передбачена, то в алгоритмі комплексної урбометеорологічної оцінки додається ще один етап, в якому передбачено здійснення таких кроків:

- 1) розробка заходів для зниження рівня забруднення атмосферного повітря;
- 2) підготовка заходів адаптації міста до зміни клімату;
- 3) визначення підходів до покращення мікро- та біоклімату.

Висновки. Показано тісні взаємозв'язки між урбометеорологічними компонентами міста (мікрокліматом, біокліматом, забрудненням атмосферного повітря та зміною клімату і вразливістю до неї) та значний їх вплив на розвиток один одного. Обґрунтовано необхідність розробки й запропоновано алгоритм комплексної урбометеорологічної оцінки, що складається з чотирьох основних етапів та одного, який може реалізовуватися опціонально. Детально охарактеризовано особливості реалізації кожного етапу. Показано, що результати комплексної урбометеорологічної оцінки становлять інтерес не лише з точки зору науки, але й мають важливе практичне значення – вони можуть стати основою для розробки рекомендацій, спрямованих на підвищення комфортності міста шляхом визначення підходів для зниження рівня забруднення атмосферного повітря, адаптації міста до зміни клімату, покращення мікро- та біоклімату.

Список використаних джерел

1. Антоненко В. С. Оцінка рекреаційних ресурсів і комфортності погодних умов Куяльницького лиману / В. С. Антоненко, А. М. Польовий // *Географія та туризм*. – 2011. – № 12. – С. 31–39.
2. Матвиенко М. О. Моделирование микроклимата города с помощью программы "ENVI-MET" с целью повышения комфортности проживания населения / М. О. Матвиенко, О. Г. Шевченко // *Наука и образование – 2017: Материалы XII Международ. научн. конф. студентов и молодых ученых*. – Астана, 2017. – С. 6358–6361.
3. Сніжко С. І. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста: монографія / С. І. Сніжко, О. Г. Шевченко. – К.: Обрії, 2011. – 297 с.
4. Стан забруднення природного середовища на території України. Офіційний сайт Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine
5. Шевченко О. Г. Порівняльний аналіз біокліматичних індексів для оцінки комфортності урбанізованого середовища в теплий період / О. Г. Шевченко // *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. – 2016. – Т. 3 (42). – С. 105–115.
6. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна / О. Г. Шевченко, О. Я. Власюк, І. І. Ставчук та ін. – К.: Myflaer, 2014. – 62 с.
7. Шевченко О. Г. Simulation of the thermal comfort conditions of urban areas: a case study in Kyiv. / О. Г. Шевченко, С. І. Сніжко, М. О. Матвиенко // *Вісн. Харківськ. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна. Серія "Географія. Екологія"*. – 2019. – № 51. – С. 186–198.
8. Шевченко О. Особливості термічного режиму граничного шару атмосфери над Києвом / О. Шевченко, С. Сніжко, Є. Самчук // *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. – 2012. – № 3–4. – С. 7–13.
9. Observations of glyoxal and formaldehyde asymetrics for the anthropogenic impact on rural photochemistry / J. P. DiGangi, S. B. Henry, A. Kammrath, E. S. Boyle // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2012. – Vol. 12. – P. 9529–9543.
10. Erell E. Urban Microclimate: Designing the Spaces Between Buildings / E. Erell, D. Pearlmutter, T. Williamson. – London, Washington: DC, 2012. – 452 p.
11. Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // *International Journal of Biometeorology*. – 1999. – Vol. 43. – P. 71–75.
12. Hughes S. A meta-analysis of urban climate change adaptation planning in the U.S. / S. Hughes // *Urban Climate*. – 2015. – Vol. 14. – No 1. – P. 17–29.
13. Jendritzky G. A model analyzing the urban thermal environment in physiologically significant terms / G. Jendritzky, W. Nubler // *Archives for meteorology, geophysics and bioclimatology*. – 1981. – Vol. 29. – P. 313–326.
14. Landsberg H. E. The Urban Climate / H. E. Landsberg. – New York: Academic Press, 1981. – 275 p.

15. Adapting cities to climate change: A systemic modelling approach / V. Masson, C. Marchadier, L. Adolphe and other // *Urban Climate*. – 2014. – Vol. 10. – P. 407–429.
16. Mayer H. Urban bioclimatology / H. Mayer // *Experientia*. – 1993. – Vol. 49. – P. 957–963.
17. Mayer H. Thermal comfort of man in different urban environments / H. Mayer, P. Hoppe // *Theoretical and Applied Climatology*. – 1987. – Vol. 38. – P. 43–49.
18. Muller N. Counteracting urban climate change: adaptation measures and their effect on thermal comfort / N. Muller, W. Kuttler, A.-B. Barlag // *Theoretical and Applied Climatology*. – 2013. – Vol. 155. – P. 136–147.
19. Urban Climates / T. R. Oke, G. Mills, A. Christen, J. A. Voogt. – Cambridge University Press, 2017. – 546 p.
20. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification / O. Potchter, P. Cohen, T. P. Lin, A. Matzarakis // *Science of the Total Environment*. – 2018. – Vol. 631–632. – P. 390–406.
21. Shevchenko O. Recent trends on human thermal bioclimate conditions in Kyiv, Ukraine / O. Shevchenko, S. Snizhko, A. Matzarakis // *Geographia Polonica*. – 2020. – Vol. 93. – Is. 1. – P. 89–106.

References

1. Antonenko V. S. Ocinka rekreacijnyh resursiv i komfortnosti pogodnih umov Kuyalnyckogo lymanu / V. S. Antonenko, A. M. Polovij // *Geografiya ta turizm*. – 2011. № 12. – S.31–39.
2. Matviienko M. O. Modelirovanie mikroklimata goroda s pomoshhu programmy "ENVI-MET" s celyu povysheniya komfortnosti prozhivaniya naseleniya. / M.O. Matviienko, O.G. Shevchenko // *Nauka i obrazovanie*. – 2017: materialy XII mezhdunar. nauchn. konf. studentov i molodyh uchenyh. – Astana, 2017. – S.6358–6361.
3. Snizhko S.I. Urbometeorologichni aspekty zabrudnennya atmosferного povitrya velykogo mista : monografiya / Snizhko S.I., Shevchenko O.G. – K.: Obriyi, 2011. – 297 s.
4. Stan zabrudnennya pryrodного seredovysha na terytoriyi Ukrayiny. Oficijnyj sajт Centralnoyi geofizichnoyi observatoriyi im. B. Sreznevskogo // *Elektronnyj resurs*. – Rezhim dostup: http://cgo-sreznevskiy.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine
5. Shevchenko O. G. Porivnyalnyj analiz bioklimatychnyh indeksiv dlya otsinky komfortnosti urbanizovanogo seredovysha v teplej period / O. G. Shevchenko // *Gidrologiya, gidrohimiya i gidroekologiya*. – 2016. T. 3 (42). – S.105–115.
6. Otsinka vrazlyvosti do zminy klimatu: Ukrayina / O. G. Shevchenko, O. Ya. Vlasyuk, I. I. Stavchuk and other. – K.: Myflaer, 2014. – 62 s.
7. Shevchenko O. G. Simulation of the thermal comfort conditions of urban areas: a case study in Kyiv. / O.G. Shevchenko, S.I. Snizhko,

M.O. Matviienko // *Visnyk Harkivskogo nacionalnogo universitetu imeni V. N. Karazina. Seriya "Geologiya. Geografiya. Ekologiya"*. – 2019. № 51. – S. 186–198.

8. Shevchenko O. Osoblyvosti termichnogo rezhymu granynchnogo sharu atmosfery nad Kyievom / O. Shevchenko, S. Snizhko, Ye. Samchuk // *Lyudyna ta dovkillya. Problemy neoeologiyi*. – 2012. № 3–4. – S. 7–13.
9. Observations of glyoxal and formaldehyde asymetrics for the anthropogenic impact on rural photochemistry / J. P. DiGangi, S. B. Henry, A. Kamrath, E. S. Boyle // *Atmospheric Chemistry and Physics*. – 2012. Vol. 12. – P. 9529–9543.
10. Erell E. Urban Microclimate: Designing the Spaces Between Buildings / E. Erell, D. Pearlmutter, T. Williamson. – London, Washington: DC, 2012. – 452 p.
11. Hoppe P. The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment / P. Hoppe // *International Journal of Biometeorology*. – 1999. Vol. 43. – P. 71–75.
12. Hughes S. A meta-analysis of urban climate change adaptation planning in the U.S. / S. Hughes // *Urban Climate*. – 2015. Vol. 14, No 1. – P. 17–29.
13. Jendritzky G. A model analyzing the urban thermal environment in physiologically significant terms / G. Jendritzky. *Archives for meteorology, geophysics and bioclimatology*. – 1981. Vol. 29. – P.313–326.
14. Landsberg H. E. *The Urban Climate* / H. E. Landsberg. – New York: Academic Press, 1981. – 275 p.
15. Adapting cities to climate change: A systemic modelling approach / V. Masson, C. Marchadier, L. Adolphe and other // *Urban Climate*. – 2014. Vol. 10. – P. 407–429.
16. Mayer H. Urban bioclimatology / H. Mayer // *Experientia*. – 1993. Vol. 49. – P. 957–963.
17. Mayer H. Thermal comfort of man in different urban environments / H. Mayer, P. Hoppe // *Theoretical and Applied Climatology*. – 1987. Vol. 38. – P. 43–49.
18. Muller N. Counteracting urban climate change: adaptation measures and their effect on thermal comfort / N. Muller, W. Kuttler, A.-B. Barlag // *Theoretical and Applied Climatology*. – 2013. Vol. 155. – P. 136–147.
19. Urban Climates / T. R. Oke, G. Mills, A. Christen, J. A. Voogt. – Cambridge University Press, 2017. – 546 p.
20. Potchter O. Outdoor human thermal perception in various climates: A comprehensive review of approaches, methods and quantification / O. Potchter, P. Cohen, T.P. Lin, A. Matzarakis // *Science of the Total Environment*. – 2018. Vol. 631–632. – P.390–406.
21. Shevchenko O. Recent trends on human thermal bioclimate conditions in Kyiv, Ukraine / O. Shevchenko, S. Snizhko, A. Matzarakis // *Geographia Polonica*. – 2020. Vol. 93. Is. 1. – P. 89–106.

Надійшла до редколегії 03.07.20

О. Шевченко, канд. геогр. наук, доц.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

АЛГОРИТМ КОМПЛЕКСНОЙ УРБОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ

Определение основных закономерностей, влияющих на формирование урбометеорологических трансформаций в городах, выявление механизмов взаимодействия между компонентами городской среды, развитие методов, подходов и подготовка алгоритмов для получения объективной информации о состоянии урбанизированной среды являются чрезвычайно важными и актуальными задачами, определяющими развитие урбометеорологии как науки и имеют важное практическое значение. Цель исследования – разработка алгоритма комплексной урбометеорологической оценки для объективной идентификации трансформаций в атмосферной среде больших городов. Методологической основой является концепция взаимного влияния урбометеорологических компонентов города. Систематизированы результаты новейших метеорологических исследований урбанизированных территорий. Показано тесные взаимосвязи между урбометеорологическими компонентами города (микроклиматом, биоклиматом, загрязнением атмосферного воздуха и изменением климата и уязвимостью к ней) и их значительное влияние на развитие друг друга. Обоснована необходимость разработки и предложен алгоритм комплексной урбометеорологической оценки, который состоит из четырех основных этапов и одного, который может реализовываться опционально. На первом этапе должна осуществляться оценка микроклиматических особенностей территории. Вторым этапом оценки должно быть изучение специфического городского биоклимата, который также претерпевает существенные изменения в процессе формирования урбанизированной среды. На третьем этапе оценки должно осуществляться изучение загрязнения атмосферного воздуха. Четвертый этап предусматривает оценку уязвимости города к изменению климата. В исследовании подробно охарактеризованы особенности реализации каждого этапа.

Ключевые слова: урбометеорология, микроклимат большого города, загрязнение атмосферного воздуха, биоклимат большого города, уязвимость и адаптация городов к изменению климата, комплексная урбометеорологическая оценка.

O. Shevchenko, PhD Geography, Associate Professor
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

ALGORITHM OF COMPLEX URBAN METEOROLOGICAL ASSESSMENT

Determining the main patterns influencing the formation of urban meteorological transformations in cities, establishing mechanisms of interaction between components of the urban environment, development of methods, approaches and preparation of algorithms for obtaining objective information about the urban environment are very important and urgent tasks which determine the development of urban meteorology as a science and have important practical significance. The aim of this work is development of the algorithm of complex urban meteorological assessment for objective identification of transformations in atmospheric environment of big cities. The methodological basis of the research is the concept of interaction of urban meteorological components of the city. The results of the latest meteorological studies of urban areas are systematized in this work. It is shown the close relationships between the urban meteorological components (microclimate, bioclimate, air pollution and climate change and vulnerability to it) and their significant influence on the formation of each other. The necessity of the development of complex urban meteorological assessment algorithm is substantiated and such algorithm is offered. The algorithm consist of four basic stages and one which can be realized optionally. The assessment of microclimatic features of separate sites of the territory should be carried out at the first stage. The second stage of the assessment should be the study of the specific urban bioclimate, as the UHI existence, wind speed reduction, and associated changes in urban energy balance within the city lead to the formation of specific bioclimatic conditions in urban areas. The third stage of the assessment should be devoted to the evaluation of air pollution level in the urban environment. City's climate change vulnerability assessment should be done at the fourth stage. Features of realization of each stage are described in detail.

Keywords: urban meteorology, urban microclimate, air pollution, urban bioclimate, urban vulnerability and adaptation to climate change, complex urban meteorological assessment.