

ПЕРСПЕКТИВИ ПОДОЛАННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ПРОЯВІВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН НА УРБОЛАНДШАФТИ КИЇВСЬКОГО МЕГАПОЛІСУ НА ОСНОВІ ПІДБОРУ СТРЕС-ТОЛЕРАНТНИХ ВИДІВ РОСЛИН СВІТОВОЇ ФЛОРИ

**Таран Н.Ю.¹, Футорна О.А.¹, Ольшанський І.Г.²,
Тищенко О.В.¹, Бойченко С.Г.³, Баданіна В.А.¹, Светлова Н.Б.¹**

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка
вул. Володимирська, 64/13, 01601, м. Київ

²Інститут ботаніки імені М. Г. Холодного
Національної академії наук України
вул. Терещенківська, 2, 01004, м. Київ

³Інститут геофізики імені С. І. Субботіна
Національної академії наук України
просп. акад. Палладіна, 32, 03142, м. Київ
oksana_drofa@yahoo.com, olshansky1982@ukr.net

Проведено аналіз наукової літератури щодо змін клімату. Показано роль зелених насаджень у зменшенні негативного впливу ефекту «міського острова тепла». Наведено відомості про проект «Розробка стратегії подолання «міського острова тепла» урболандшафту Києва на основі підбору стрес-толерантних видів світової флори». *Ключові слова:* мегаполіс, види рослин, міський острів тепла.

Перспективи преодолення негативного впливу проявлених змін клімату на урболандшафти Київського мегаполіса на основі підбору стрес-толерантних видів рослин світової флори. Таран Н.Ю., Футорна О.А., Ольшанський І.Г., Тищенко О.В., Бойченко С.Г., Баданіна В.А., Светлова Н.Б. Проведен аналіз наукової літератури по змінам клімату. Вияснено, що більшість кліматологів світу підтримує точку зору, що в останні 150 років відбувається глобальне потепління клімату, спровоковане як природними процесами, так і антропогенним посиленням парникового ефекту. В містах проявлення глобального потепління посилюються внаслідок ефекту «міського острова тепла». Показано роль зелених насаджень у зменшенні негативного впливу ефекту «міського острова тепла». В частности, рослини забезпечують охолодження завдяки затіненню і процесу транспірації. Приведено дані про проект «Розробка стратегії подолання ефекту «міського острова тепла» урболандшафту Києва на основі підбору стрес-толерантних видів світової флори». Показано, що в Ботанічному саду ім. акад. А.В. Фомина Київського національного університету імені Тараса Шевченка представлена одна з найбільших в Україні колекцій рослин, інтродуцираних в кліматичних умовах Києва. Ці рослини мають генетично детермінований потенціал резистентності до температурного фактору, оскільки походять з «тепліх» регіонів світу. Тому Ботанічний сад ім. акад. А.В. Фомина є достатнім базовим полігоном для науково обґрунтованого підбору бар'єрних і стійких до негативного впливу «міського острова тепла», техногенних навантажень і біоповреджених антропогенних декоративних видів рослин. *Ключові слова:* мегаполіс, види рослин, міський острів тепла.

Perspectives of overcoming of climatic changes negative impact in the urbollandscape of Kyiv megapolis (based on selection of assortment of stress-resistant plant species). Taran N.Yu., Futorna O.A., Olshanskyi I.G., Tyshchenko O.V., Boychenko S.G., Badanina V.A., Svetlova N.B. The analysis of scientific literature on climate change was carried out. It has been found that in the last 150 years global warming has occurred. It was provoked both by natural processes and by anthropogenic enhancement of the “greenhouse effect”. In cities, effect of “urban heat island” exacerbates the effect of global warming. The role of green plantations in reducing the negative impact of the “urban heat island” effect is shown. The plants are cooled by shading and transpiration. Information about the project “Developing the strategy of reducing the negative impact of Kyiv “Urban Heat Island” area by the selection of the stress resistant plant species from world flora” is given. We show that in the O.V. Fomin Botanical Garden is one of the largest plants collections in Ukraine. These plants are introduced in the climatic conditions of Kiev. Some plants are resistant to high temperatures, because they originate from the “warm” regions of the World. *Key words:* metropolis, plants, urban heat island.

Постановка проблеми. Більшість кліматологів світу підтримує точку зору, що в останні 150 років відбувається глобальне потепління клімату, спровоковане як природними процесами, так і антропогенним підсиленням парникового ефекту [9; 11; 13–16; 20–28; 33; 34; 42], яке супроводжується зростанням повторюваності та інтенсивності аномальних погодних явищ [32].

Різноманітні кліматичні прогнози показують, що основні тенденції зміни клімату в майбутньому пов'язані зі збільшенням температури та зменшенням кількості опадів – тобто зі зростанням аридизації клімату. Як наслідок, через зміну фізіологічного стану рослин їхня загальна продуктивність може знизитись на 3–5% з підвищенням температури на 1°C, а вимушене зміщення термінів сівби зернових в умовах зміни клімату призводить до зменшення їх врожайності [1; 2; 5; 7; 10]. Для глобального потепління характерні частіші та інтенсивніші стихійні лиха, пов'язані з кліматом, а також екстремальні погодні умови. Наукові дослідження свідчать про те, що кількість пов'язаних із кліматом стихійних лих значно зросла за останнє сторіччя, і їх вплив нині відчувають на собі понад 250 мільйонів людей на рік [11].

Клімат України в ХХ ст. та на початку ХХІ ст. також зазнав змін: відбулося підвищення приземної температури на $0,7 \pm 0,1^\circ\text{C}/100$ років та певні зміни у просторовому і сезонному розподілі кількості атмосферних опадів. Це вже призвело до зміщення кліматичних сезонів, значного потепління в холодний період року, збільшення тривалості вегетаційного періоду, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, аридизації кліматичних умов і, як наслідок, зменшення водності річок тощо [11; 12; 17–19]. За сценарними оцінками до кінця ХХІ ст. на території України очікується підвищення приземної температури повітря до $2,0\text{--}2,5^\circ\text{C}$ та відбуватиметься зміна кількості опадів упродовж року [11; 12; 17].

Прогнозовані зміни клімату можуть мати значний вплив на сільське господарство, на ріст і розвиток людського суспільства. Очікуване різке підвищення глобальних температур позначиться на здоров'ї людей, зручностях і способі їх життя, призведе до додаткових витрат прісної води, необхідності введення нових технологій землекористування та виробництва харчових продуктів, до змін в економічній діяльності, характері розселення та міграції [41].

Зміни клімату суттєво переплітаються з іншими соціально-економічними змінами і мають тенденцію до їх загострення. Сучасні тенденції до урбанізації в Європі (три чверті населення Європи проживає на урбанізованих територіях) та збільшення попиту на водні ресурси у таких секторах, як промисловість та сільське господарство, призводять до регіонального дефіциту води. Зростаючий рівень

старіння населення Європи збільшує частку людей, вразливих для підвищених температур. У країнах зі слабо розвинутою економікою до цієї категорії населення варто додати хворих, малозабезпечених людей та малолітніх дітей, які проживають у неналежних житлових умовах (мають житло зі слабкою теплоізоляцією, відсутніми системою кондиціонування повітря та озелененням прибудинкових територій і дахів) та низьким рівнем медичного забезпечення. За період 2071–2100 рр. очікують збільшення смертності населення Європи на 86 тис. смертей порівняно з періодом 1961–1990 рр. через вплив кліматичних змін. Внаслідок урбанізації зменшується площа територій, доступних для природного управління повенями, а в районах підтоплення збільшується кількість будинків і підприємств [41].

До ймовірних наслідків зміни клімату, що можуть проявитися у містах Європи і України зокрема, належать: спеки, повені, посухи, зменшення площ та збіднення видового складу міських зелених насаджень, стихійні гідрометеорологічні явища, зменшення кількості та погіршення якості питної води; зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів, порушення нормального функціонування енергетичних систем міста. Ризик виникнення теплового стресу у містах підвищується зі зростанням температури повітря, повторюваності суховіїв, проявів локальних хвиль тепла та ефекту «міського острова тепла» [11; 41]. «Міський острів тепла» (англ. Urban Heat Island) – температурна аномалія над центральною частиною міста, що характеризується підвищеною порівняно з периферією температурою повітря [31]. Різниця температур між центром та периферією може сягати 10°C [37], а відчувати вплив «міського острова тепла» можуть навіть невеликі містечка [40]. Основними факторами, які спричиняють утворення міських теплових островів, є виділення техногенної енергії; підвищена концентрація оптично активних газів, які виділяються автотранспортом і промисловими підприємствами, закриття ґрунтів дорожнім покриттям, зниження об'ємів випаровування внаслідок скорочення площі зелених зон [3; 4].

Нещодавні дослідження українських науковців [6; 8] показали, що місто Київ гостро відчуває вплив «міського острова тепла». Так, більша частина поверхні Києва влітку прогрівається в середньому до $30\text{--}40^\circ\text{C}$. Найбільше прогріваються житлові масиви Троєщина та Позняки: тут середня літня температура поверхні сягає $35\text{--}37^\circ\text{C}$. Цим мікрорайонам відповідає найнижчий рівень озеленення – $0\text{--}10\%$. Температура в межах $34\text{--}35^\circ\text{C}$ спостерігається на Оболоні та в центральних районах міста. Їм відповідає рівень озеленення $10\text{--}15\%$. Найпрохолодніше в житлових масивах, що знаходяться в Голосіївському районі, на Борщагівці, Святошині та Сирці. В них температура поверхні не перевищує 33°C , а рівень озеленення становить $20\text{--}40\%$.

Послаблюють дію «міського острова тепла» зелені насадження та водойми. Рослини забезпечують охолодження через здатність до затінення та процес транспірації. Зі зменшенням площі зелених насаджень міста втрачають тіньову та охолоджувальну дію дерев, також зменшується поглинання вуглекислого газу. Збереження і поліпшення наявних зелених зон у містах і створення нових є важливим фактором для подолання ефекту міського теплового острова. Це є надзвичайно важливим і може надати цілу низку додаткових переваг, таких як створення областей відпочинку, фільтрації повітря та збереження водних ресурсів. Тобто інтенсивність нагрівання повітря в містах залежить від міського планування та дизайну.

Порівняно з ділянками із природною рослинністю, темні поверхні (дахи будівель, дороги) поглинають значно більше сонячного випромінювання. У містах широко використовуються такі матеріали, як бетон і асфальт, які мають істотно відмінні показники теплоємності, теплопровідності та властивості поверхні до відбивання та розсіювання (альbedo і коефіцієнт випромінювання) порівняно з сільськими районами, де ці матеріали менш поширені. Зі зменшенням площі зелених насаджень міста втрачають тіньову та охолоджувальну дію дерев, також зменшується поглинання вуглекислого газу. Серед загальних стратегій зменшення негативного впливу від ефекту «міського острова тепла» найвідомішими є фарбування дахів і будівель у світлі кольори, озеленення дахів шляхом створення газону або саду, де рослини зменшуватимуть температурні прояви міського теплового острова та створення зелених зон у містах.

Виклад основного матеріалу. Вважаємо, що є змога зменшити негативний вплив проявів кліматичних змін, зокрема глобального потепління у зоні «міського острова тепла» Київського мегаполісу, зокрема завдяки озелененню термо- та посухопредаптованими аборигенними та інтродукованими видами рослин. Для цього нами впроваджується проект «Розробка стратегії подолання «міського острова тепла» урболандшафту Києва на основі підбору стрес-толерантних видів світової флори». Головна мета цього проекту – пом'якшення негативного впливу проявів кліматичних змін у зоні «міського острова тепла» шляхом використання адаптивного потенціалу рослин.

Аналіз сучасного стану озеленення урболандшафтів свідчить про невиправдано бідний асортимент деревних і кущових рослин у зелених насадженнях Києва та інших міст України, в той час як успішно інтродукованими видами деревних рослин у колекціях ботанічних садів і дендропарків України можна істотно збагатити таксономічний склад насаджень, що забезпечить формування стійкого до зміни кліматичних факторів урбосередовища. Зокрема, у Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна Київського

національного університету імені Тараса Шевченка представлена одна із найбільших в Україні колекція рослин, які інтродуковані в кліматичних умовах Києва, але мають генетично детермінований потенціал резистентності до температурного фактора, оскільки походять із «теплих» регіонів світу, а тому є достатнім базовим полігоном для науково обґрунтованого підбору бар'єрних та стійких до негативного впливу «міського острова тепла» техногенних навантажень та біопшкоджень антропо-толерантних високодекоративних видів рослин.

На нинішньому етапі досліджень нами здійснюється морфо-фізіологічний аналіз толерантності видів деревних рослин в умовах «міського острова тепла» на моделі ботанічного саду як епіцентру цього феномена в урболандшафті Києва, що є острівцем ефективного збереження різноманіття фітобіоти у центрі мегаполісу і який має позитивний вплив на здоров'я мешканців міста завдяки очищенню повітря та виконанню рекреаційної і естетичної функцій.

За результатами першого етапу досліджень, проаналізовано особливості кліматичних змін, зокрема, змін температурного режиму та режиму зволоження в місті Києві за останні 150 років та оцінено загрози для біологічного різноманіття міських екосистем, пов'язані зі змінами довкілля. В цьому дослідженні використані емпіричні дані, отримані на метеостанції Київ (за період 1812–2016 рр. для приземної температури та за період 1891–2016 рр. для атмосферних опадів) та супутникові знімки міжнародної дослідної програми Landsat за період 1995–2016 рр.

Проаналізовано адаптаційний потенціал деяких деревних рослин ботанічного саду до негативних проявів змін клімату на основі сучасних морфо-фізіологічних та анатомічних досліджень, у тому числі мікроморфологічних досліджень листових пластинок модельних об'єктів із залученням методів електронної скануючої мікроскопії та методу кореляційних плеяд, використано сучасні бездеградаційні методи на основі фенотайпінгу флуоресценції хлорофілів, стану продишного апарату – задіяних у формуванні стресотолерантності рослин. Результати оцінки фітоколекції Ботанічного саду за кліматоутворюючими маркерами з відбору стрес-толерантних видів рослин та потенційного кліматоутворюючого впливу рослин дендрофлори Полісся, Лісостепу та Степу будуть використані для розробки рекомендацій щодо оздоровлення урболандшафтів столиці України та інших мегаполісів і пом'якшення ефекту «міського острова тепла».

Під час подальших досліджень передбачається оцінити техногенне навантаження та розробити класифікацію рослин за стійкістю до техногенних чинників, здійснити оцінку і підбір рослин, які стійкі щодо негативного впливу «міського острова тепла» (газо-, жаро-, посухо- та зимостійких) та здатні виконувати бар'єрні функції.

За результатами комплексного дослідження кліматоформуєчих параметрів рослин буде розроблено менеджмент-план із впровадження антропо-толерантних рослин в урболандшафти з метою зменшення негативного впливу урбаністичного середовища на жителів Києва, що може стати моделлю для інших мегаполісів; будуть створені ландшафтні проекти ліквідації «гарячих» урбанозон шляхом збагачення видового складу дендрофлори стретолерантними видами.

До виконання проекту залучатимуться молоді науковці з метою формування у них критичного екологічного мислення й уявлення про позитивний вплив фітобіоти на урболандшафти мегаполісу. Планується створення простору неформальної освіти у форматі сучасної відкритої інноваційної лабораторії HUB LAB для молоді, співпраця на базі ботанічного саду для популяризації ідей щодо збереження різноманіття фітобіоти та формування екологічного світогляду, проведення багатостороннього круглого столу з узгодження заходів менеджмент-плану щодо зменшення негативного впливу урбаністичного середовища, зокрема, «міського острова тепла», на мешканців мегаполісу шляхом збагачення дендрофлори насаджень громадських просторів.

Головні висновки. Аналіз наукової літератури показав, що більшість кліматологів світу підтримує точку зору, що в останні 150 років відбувається гло-

бальне потепління клімату, спровоковане як природними процесами, так і антропогенним підсиленням парникового ефекту. У містах прояви глобального потепління посилюються внаслідок ефекту «міського острова тепла». Послаблюють дію «міського острова тепла» зелені насадження та водойми, зокрема рослини забезпечують охолодження через здатність до затінення та процес транспірації. Показано, що у Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна Київського національного університету імені Тараса Шевченка представлена одна із найбільших в Україні колекція рослин, які інтродуковані в кліматичних умовах Києва, але мають генетично детермінований потенціал резистентності до температурного фактора, оскільки походять із «тепліх» регіонів Світу, а тому є достатнім базовим полігоном для науково обґрунтованого підбору бар'єрних та стійких до негативного впливу «міського острова тепла», техногенних навантажень та біопошкоджень антропо-толерантних високодекоративних видів рослин.

Публікація містить результати досліджень, проведених за грантової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76/37497 «Розробка стратегії подолання «Міського острова тепла» урболандшафту Києва на основі підбору стрес-толерантних видів світової флори», державний реєстраційний номер 0117U001999.

Література

1. Амелин А.В. Особенности изменений климата на территории Орловской области за последние 100 лет и их влияние на развитие растениеводства в регионе / Амелин А.В., Петрова С.Н. Вестник ОрелГАУ. 2006. № 2-3. С. 75–78.
2. Вермель Д.Ф. Адаптация зернового производства к изменениям климата / Вермель Д.Ф., Смирнова В.А. Аграр. наука. 1996. № 5. С. 4–6.
3. Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет, 2014. 61 с. http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/pdf/resume_teh.pdf.
4. Доклад Конференции Сторон о работе ее семнадцатой сессии, состоявшейся в Дурбане с 28 ноября по 11 декабря 2011 г. / Рамочная Конвенция об изменении климата. Организация Объединенных Наций. 2012. 106 с. <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/rus/09a01r.pdf>.
5. Зеленцов С.В. Пути адаптации сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата на примере экологической селекции сои / Зеленцов С.В., Мошненко Е.В. Научный диалог. 2012. № 7. С. 40–59.
6. Казанцев Т. Адаптация до зміни клімату: зелені зони міст на варті прохолоди / Т. Казанцев, О. Халаїм, О. Василюк та ін. Київ: Видання Українського екологічного клубу «Зелена хвиля», 2016. 40 с.
7. Папцов А.Г. Адаптация сельского хозяйства России к глобальным изменениям климата / А.Г. Папцов, С.А. Шиловская, А.В. Колесников и др. Москва: Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства, 2015. 42 с.
8. Радомська М.М. Оцінка ступеня адаптації урбосистеми міста Києва до кліматичних змін / Радомська М.М., Юрків М.В. Вісник ЛДУ БЖД. 2016. № 14. С. 102–108.
9. Терез Э.И. Устойчивое развитие и проблемы изменения глобального климата Земли. Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. 2004. № 17/56(1). С. 181–205.
10. Уліч О.Л. Вплив строків сівби на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів пшениці м'якої озимої в умовах зміни клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2014. № 4. С. 58–62.
11. Шевченко О.Г. Вразливість урбанізованого середовища до зміни клімату. Фізична географія та геоморфологія. 2014. № 4(76). С. 112–120.
12. Шевченко О. Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна / Шевченко О., Власюк О., Ставчук І. та ін. Київ: Myflaer, 2014. 62 с.
13. Adger W.N. Successful adaptation to climate change across scales / W.N. Adger, N.W. Arnell, E.L. Tompkins. Global Environment. 2005. № 15. P. 77–86.
14. Barata M. Climate change and human health in cities / M. Barata, E. Ligeti, G. De Simone et al. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network / C. Rosenzweig, W.D. Solecki, S.A. Hammer, S. Mehrotra (eds). Cambridge: Cambridge University Press, 2011. P. 179–213.
15. Barreca A.I. Climate change, humidity, and mortality in the United States. Journal of Environmental Economics and Management. 2010. № 63(1). P. 19–34.

16. Blanco H. The role of urban land in climate change / H. Blanco, P. McCarney, S. Parnell et al. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network* / C. Rosenzweig, W.D. Solecki, S.A. Hammer, S. Mehrotra (eds). Cambridge: Cambridge University Press, 2011. P. 217–248.
17. Boychenko S. Water supply and water discharge: challenges and concept of responses—context of climate change and exhaustions of water resources / Boychenko S., Havryliuk R., Movchan Ya., Tarasova O., Sharavara V, Savchenko S. *Water Supply and Wastewater Removal*, Lublin University of Technology. 2016. P. 3–14.
18. Boychenko S. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences for nature and agroecosystems / Boychenko S., Voloshchuk V., Movchan Ya. et al. *Proceedings of the National Aviation University*. 2016. № 4. P. 96–113. DOI: 10.18372/2306–1472.69.11061.
19. Boychenko S.G. Features of climate change on Ukraine: scenarios, consequences and adaptation / S.G. Boychenko, V.M. Voloshchuk, Ya.I. Movchan, V.S. Tkachenko. *Proceedings The Seventh World Congress “Aviation in The XXI-st Century” Safety in Aviation and Space Technologies*. Kyiv, 2016. P. 5.4.82–5.4.86. URL: <http://congress.nau.edu.ua/2016/>.
20. Bray D. The scientific consensus of climate change revisited. *Environmental Science & Policy*. 2010. № 13. PP. 340–350.
21. Carlton J.S. The climate change consensus extends beyond climate scientists / J.S. Carlton, R. Perry-Hill, M. Huber, L.S. Prokopy. *Environmental Research Letters*. 2015. 10, 094025.
22. *Cities and Climate Change: An Urgent Agenda*. Urban development series knowledge papers. Washington: World Bank, 2010. № 10. 81 p.
23. *Climate Change 2001: The contribution of Working Group 1 to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / J.T. Houghton et al. (eds.). Cambridge: Cambridge University Press, 2001. 881 p.
24. Cook J. Consensus on consensus: a synthesis of consensus estimates on human-caused global warming / J. Cook, N. Oreskes, P.T. Doran et al. *Environ. Res. Lett.* 2016. № 11: 048002. doi:10.1088/1748-9326/11/4/048002.
25. Cook J. Quantifying the consensus on anthropogenic global warming in the scientific literature / J. Cook, D. Nuccitelli, S.A. Green et al. *Environmental Research Letters*. 2013. 8: 024024.
26. Cook J. Consensus on consensus: A synthesis of consensus estimates on human-caused global warming / J. Cook, N. Oreskes, P.T. Doran et al. *Environmental Research Letters*. 2016. 11: 048002.
27. Doran P.T. Examining the scientific consensus on climate change / P.T. Doran, M.K. Zimmerman. *Earth & Space Science News*. 2009. № 90(3). P. 22–23.
28. Hammer S.A. Climate change and urban energy systems / S.A. Hammer, J. Keirstead, S. Dhakal et al. *Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network* / C. Rosenzweig, W.D. Solecki, S.A. Hammer, S. Mehrotra (eds). Cambridge: Cambridge University Press, 2011. P. 85–111.
29. Hansen J. Global temperature change / J. Hansen, M. Sato, R. Ruedy et al. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2006. № 103. P. 14288–14293.
30. Hoornweg D. *Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda*. Urban Development Series / D. Hoornweg, M. Freire, M.J. Lee et al. Washington: The World Bank, 2011. 306 p. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2312> License: CC BY 3.0 IGO.”
31. Howard L. The climate of London, deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis: in 2 vol. London, 1818. V. 1. 221 p.
32. IPCC: *Climate change 2013: The Physical Science Basis*. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, UNEP/WMO. 2013. URL: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
33. Losh S.C. Why it matters: U.S. adult perceptions of environmental scientist agreement on global warming. *Bulletin of science, technology and society*. 2016. № 36(6). P. 147–149.
34. Skuce A.G. Does It Matter if the Consensus on Anthropogenic Global Warming Is 97% or 99.99%? / A.G. Skuce, J. Cook, M. Richardson et al. *Bulletin of science, technology and society*. 2017. P. 1–7. DOI: 10.1177/0270467617702781.
35. Mann M.E. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries / M.E. Mann, R.S. Bradley, M.K. Hughes. *Nature*. 1998. № 392(6678). P. 779–787.
36. Mann M.E. Northern hemisphere temperatures during the past millennium: Inferences, uncertainties, and limitations / M.E. Mann, R.S. Bradley, M.K. Hughes. *Geophysical Research Letters*. 1999. № 26. P. 759–762.
37. Oke T.R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*. 1982. № 108(455). P. 1–24.
38. Oreskes N. The scientific consensus on climate change. *Science*. 2004. № 306. P. 1686.
39. Powell J.L. The Consensus on Anthropogenic Global Warming Matters *Bulletin of Science, Technology & Society*. 2016. № 36(3). P. 157–163. DOI: 10.1177/0270467617707079
40. Steeneveld G.J. Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands / G.J. Steeneveld, S. Koopmans, B.G. Heusinkveld et al. *Journal of Geophysical Research*. 2011. № 116(D20).
41. *Urban adaptation to climate change in Europe*. Challenges and opportunities for cities together with supportive national and European policies. Copenhagen, EEA, 2012. 143 p.
42. Wilbanks T. *Climate Change and Infrastructure, Urban Systems, and Vulnerabilities: Technical Report for the U.S. Department of Energy in Support of the National Climate Assessment* / T. Wilbanks, S. Fernandez. Washington: Island Press, 2013. 88 p.