

*М. М. Радомська, канд. техн. наук, доцент, М.В. Юрків
(Національний авіаційний університет)*

ОЦІНКА СТУПЕНЯ АДАПТАЦІЇ УРБОСИСТЕМИ МІСТА КИЄВА ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Проведено аналіз проявів кліматичних змін на території міста Києва. Виявлено основні фактори розвитку дезадаптаційних процесів в екосистемі міста. Виділено найбільш вразливі зони та функціональні елементи діяльності міста. Проаналізовано тенденції прояву метеорологічних явищ спричинених зміною клімату. Проведено інтегральну оцінку вразливості міста Києва до змін клімату. Розроблено рекомендації та заходи щодо компенсації та пом'якшення наслідків кліматичних змін для столиці України.

Ключові слова: міський острів тепла, хвиля тепла, підтоплення, стихійне метеорологічне явище, кліматичні зміни.

М. М. Радомская, М.В. Юрков

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ АДАПТАЦИИ УРБОСИСТЕМЫ ГОРОДА КИЕВА К КЛИМАТИЧЕСКИМ ИЗМЕНЕНИЯМ

Проведен анализ проявлений климатических изменений на территории города Киева. Выявлены основные факторы развития дезадаптационных процессов в экосистеме города. Выделены наиболее уязвимые зоны и функциональные элементы жизнедеятельности города. Проанализированы тенденции проявления различных метеорологических явлений вызванных изменением климата. Проведена интегральная оценка уязвимости города Киева к изменениям климата. Разработаны рекомендации и мероприятия по устранению и минимизации последствий климатических изменений для столицы Украины.

Ключевые слова: городской остров тепла, волна тепла, подтопления, стихийное метеорологическое явление, климатические изменения.

М. М. Radomska, M.V. Yurkiv

ASSESSMENT OF KIEV URBOSYSTEM ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE

The analysis of climatic changes display on territory of city of Kiev is conducted in the article. The basic factors of deadaptation processes development in the ecosystem of city have been considered. The most vulnerable areas and functional elements of the city have been defined. The tendencies of the different meteorological phenomena display caused the change of climate have been analyzed. The integral assessment of Kiev city vulnerability to the changes of climate has been conducted. Recommendations and measures have been developed to compensate and mitigate climatic changes consequences for the capital of Ukraine.

Key words: urban heat island, heat wave, impounding, meteorological phenomena, climate changes.

Вступ. Науковці досягли консенсусу в тому, що клімат змінився протягом останніх 150 років, переважно через життєдіяльність людини. Глобальна температура зростає, характер опадів та атмосферних явищ стає все більш непередбачуваним, як і закономірності гідрологічних процесів.

Дослідження клімату України, проведені протягом останніх десятиліть, свідчать, що температура та інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усереднених значень за період спостережень). Відхилення показників метеорологічних параметрів від попередньої норми спостерігаються на всій території України мають глобальний характер. Для ефективного вирішення проблем, що виникають у зв'язку зі зміною факторів навколишнього середовища, необхідно оцінити потенційні наслідки та виявити вразливі елементи урбосистеми, яка потрапляє в зону впливу кліматичних аномалій.

Тому **метою** цієї статті є проведення оцінки ступеня адаптації міста Києва до кліматичних змін, аналіз ризиків, спричинених нестабільністю клімату, а також розроблення рекомендацій, щодо покращення рівня адаптації до майбутніх кліматичних аномалій.

Тенденції у зміні кліматичних характеристик міста Києва. В Україні, як і за її межами, метеорологічні спостереження демонструють тенденцію до потепління: протягом наступного століття прогнозується значне підвищення температури і зменшення опадів в літні місяці, що викличе збільшення посушливих та спекотних явищ [1, 2]. 19 липня 2016 року Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (англ. NASA) повідомило, що 6-місячний період (з січня по червень) 2016 року мав найбільшу середню температуру повітря, перевищивши попередній рекорд 1880 року на $1,3^{\circ}\text{C}$ [3].

Якщо розглядати конкретно територію міста Києва, то на кількісному рівні видно, що в багаторічному плані перевищення температури поверхонь міського середовища м. Києва відносно обласних територій в денний час доби становить $+1,7^{\circ}\text{C}$ [2]. Також Горний В.І. з колегами за результатами обробки матеріалів супутникової зйомки Landsat з 1985 по 2014 рр. встановили стійке збільшення усереднених температур поверхонь міста і найближчих передмість на $+2,2^{\circ}\text{C}$. Середній щорічний приріст для липня - серпня за період 1985-2014 рр. становив по Києву і приміській зоні $+0,08^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ [2].

В межах міста приріст температур розподілений нерівномірно. Найбільший приріст ($+3,1/+3,7^{\circ}\text{C}$) спостерігається в центральних (Шевченківський, Солом'янський, Подільський та Печерський) районах, де в останні 20 років бурхливо розвивалося офісно-житлове будівництво і скорочувалися зелені зони. Найменший приріст температури поверхонь міста ($+2,3/+2,5^{\circ}\text{C}$) фіксується в Голосіївському і Деснянському районах, значні площі яких становлять лісопаркові і рекреаційні зони. Проте і в цих зонах спостерігається висока швидкість росту середньорічних літніх температур $+0,015^{\circ}\text{C}/\text{рік}$ [2]. Аналіз матеріалів показав, що аномальний приріст ТЗП відповідає площі вирубки в лісопарковій зоні (Оболонський район). Проявляється це в значному підвищенні температури поверхні оголеного ґрунту або трав'яного покриву у порівнянні з температурою крон дерев.

Для сезону максимального прогріву прогноз середньої температури поверхні міського середовища міста Києва, виконаний на 10 років вперед, показує, що в денний час доби в багаторічному плані ця температура Києва підвищиться на $+1,4^{\circ}\text{C}$. Такі тенденції призводять до помітних змін і інших кліматичних факторів, що разом формують проблему реформування системи життєзабезпечення міста за нових природних умов.

Опис методики досліджень. Оцінку вразливості міста Києва до кліматичних змін (або моніторинг вразливості) було здійснено за допомогою індикаторів вразливості, розроблених О. Г. Шевченком [1]. В роботі було виділено 7 груп індикаторів, на основі яких встановлюють вразливість міста до окремих негативних наслідків кліматичних змін: стихійних гідрометеорологічних явищ; теплового стресу; підтоплення; деградації міських зелених зон; погіршення якості та зменшення кількості питної води; зростання кількості інфекційних та алергічних захворювань; порушення діяльності енергетичних систем міста. Серед них вибрано найбільш небезпечні в плані негативних наслідків для різних компонентів урбосистеми міста та розроблено заходи мінімізації їх впливу.

Результати дослідження. У першу чергу Київ є вразливим до **стихійних метеорологічних явищ** (СМЯ). Підвищення частоти виникнення, інтенсивності та тривалості конвективних погодних явищ (гроза, злива, град, шквал) спостерігається з початку ХХІ ст. Встановлено, що у Києві за 1991-2008 рр. у зимові місяці кількість опадів значно зменшилася, особливо у грудні та січні відповідно на 13, 14 мм, що становило 75, 71% від кліматологічної стандартної норми, у лютому – на 9 мм (80%) [4]. Особливо небезпечним аспектом цього процесу є значне коливання інтенсивності опадів, враховуючи той факт, що за даними ПАТ АК «КИЇВВОДОКАНАЛУ» щомісяця у місті трапляється понад 40 серйозних засмічень каналізаційної мережі та більше 60% каналізаційного устаткування потребують ремонту та модернізації [5].

Крім цього, останніми роками у столиці спостерігається значне скорочення обсягів водовідведення, що безпосередньо пов'язане зі скороченням водоспоживання. Це призводить до підвищення концентрації забруднень у стічних водах та зменшення швидкості їх руху, внаслідок чого погіршується стан каналізаційних мереж і споруд через збільшення осаду в трубах та колекторах та внаслідок розвитку корозії. Ці дані свідчать про підвищену небезпеку підтоплення на території столиці в разі значних опадів чи інших СМЯ.

Наступним проявом кліматичних змін характерних для Києва є **формування хвиль тепла** (ХТ) – тривалих періодів аномально теплої погоди. Відповідно до останніх досліджень хвиль тепла проведених Шевченко О. Г., в Києві за літні період з 2000 по 2010 роки було зафіксовано 5 випадків хвиль тепла [1]. Основними чинниками, що впливають на формування ХТ в столиці є радіаційний, тобто випромінювання нагрітих поверхонь (для літніх періодів) та трансформація повітряних мас в областях підвищеного тиску. Середня тривалість ХТ в Києві за період 1911–2010 рр. становила майже 9 днів.

Разом з феноменом ХТ в Києві виникає **проблема міського острова тепла**, а саме температурної аномалії над центральною частиною міста, що характеризується підвищеною, порівняно з периферією, температурою повітря. Однією з причин цього феномена є те, що матеріали, з яких сформовані поверхні міста, мають значення альбедо нижчі, ніж природні. Міські поверхні поглинають більше короткохвильової сонячної радіації, тому нагріваються швидше і повітря над ними відповідно прогрівається також швидше. Наявність у місті потужних промислових підприємств та значної кількості автомобілів, що внаслідок своєї діяльності здійснюють викиди тепла в атмосферу міста, призводить до посилення інтенсивності прояву островів тепла та підвищує ймовірність виникнення теплового стресу.

Крім того, у повітря міста постійно надходять парникові гази у складі викидів не лише транспорту, а й промислових підприємств. Протягом 2014 р. від стаціонарних джерел міста Києва у повітря надійшло 31340,4 т забруднюючих речовин, що на 541,6 т або на 1,7% менше порівняно з 2013 р. Із загальної кількості викидів забруднюючих речовин, що надійшли в атмосферу, викиди метану та оксиду нітрогену, які належать до парникових газів, становили відповідно 624,6 та 20,5 т. Крім цих речовин у атмосферу надійшло 5641,1 тис. т діоксиду вуглецю, який також впливає на зміну клімату. Відповідно до наведених даних не може бути виділено чіткої тенденції щодо зменшення чи збільшення викидів парникових газів, проте зрозумілим і необхідним є вжиття заходів для їх мінімізації.

Оцінка функціональності ландшафтів міста Києва з точки зору протидії кліматичним змінам. Моніторинг теплового поля міста Києва за 1984–2014 рр. показав значний вплив рівня озеленення і щільності міської забудови на формування та характеристики теплового поля урбанізованих територій. Мінімальна поверхнева температура притаманна парковим/лісопарковим зонам завдяки природному випаровуванню та відсутності штучних покриттів, тоді як аномально висока приповерхнева температура спостерігається над великими транспортними розв'язками, основними проспектами і трасами [6]. Фахівці Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГНАН України, досліджуючи теплові поля міста Києва, дійшли висновку, що низький рівень озеленення та ущільнення міської забудови викликають локальне порушення мік-

рокліматичних умов та підсилюють зміну клімату на регіональному рівні [3]. Дослідження показують, що найбільший вплив на комфорт людини мають сонячна радіація, інфрачервоне випромінювання та швидкість вітру. Всі ці показники можуть бути регульовані за допомогою дизайну зелених зон: температура повітря всередині парків у середньому на 2°C нижча, а відносна вологість вища приблизно на 4%, ніж у центрі міста. Хоча наявність дерев має незначний вплив на температуру повітря (1,1°C), але виявляє значну охолоджувальну дію на температуру поверхні (12°C). Також дерева знижують швидкість вітру на 45% [7, 8].

Зелена зона Києва займає в загальних межах міста 56,3 тис.га. Місто оточене майже суцільним кільцем лісів. Основою системи зелених насаджень є унікальний гідрофітокомплекс Дніпра довжиною в 30 км і шириною 1,5-5 км, який включає акваторію Дніпра з островами, прибережні парки і луки [9].

Беручи до уваги значне індустріальне навантаження на столицю та швидкі темпи забудови, відповідно до даних Генерального плану міста Києва на період до 2020 року, існує ризик різкого зниження терморегуляційного потенціалу міста через скорочення площ зелених насаджень. Так, відповідно до даних Головного управління статистики у місті Києві, станом на 01.01.2015р. у місті налічувалося 735 об'єктів, що перебувають на стадії незавершеного будівництва і займають територію колишніх зелених зон [10]. Для характеристики сучасного стану цієї функції міста необхідно визначити міру екологічної стабільності екосистеми під впливом навантаження.

У загальному випадку, екологічна стабільність є здатністю певного природного комплексу або території, підтримувати своє нормальне функціонування під антропогенним тиском. Для міста Києва було визначено індекс стабільності ландшафту міста, що становить 1,6 [9]. В основі цього розрахунку лежить співвіднесення площ природних, тобто незмінених або незабруднених компонентів (площі під рослинними насадженнями, які позитивно впливають на ландшафт: ліси, зелені острови, луки, сади, заповідні об'єкти і культивовані землі, які використовують для вирощування багаторічних трав), та тих, які зазнають техногенного навантаження (щорічно оброблюваний ґрунт, землі з нестійким ґрунтовим покривом, площі під будівлями і дорогами, резервуари з ознаками цвітіння води та замулення, гірничо-хімічні підприємства і інші землі, які зазнають антропогенного впливу) [11]. Отримане значення індексу відповідає нижній межі відносної стабільності екосистеми, отже існує потреба у збільшенні позитивних елементів міського ландшафту.

Потенційні наслідки для стану міської популяції міста Києва. Кліматичні аномалії, в першу чергу, відбиваються на стані здоров'я найбільш вразливих категорій населення – людей похилого віку, дітей та людей, що мають хронічні захворювання. Також науково обґрунтованим є факт більшої чутливості до температурних змін, а саме до підвищення температури, жіночого населення. За попередніми даними Головного управління статистики у місті Києві чисельність постійного жіночого населення є переважаючою порівняно з чоловічою і становить 1531,7 тис. осіб. Кількість людей похилого віку (65 і старше) станом на 1 січня 2015 року становить 382,0 тис. осіб, кількість дітей у Києві становить 494,7 тис. осіб [12]. Прояв хвороб систем кровообігу за 2013 рік становить 134,4 випадків, а в 2014 – 140,3 випадків на тисячу населення [12]. Таким чином, з часом, відповідно до гендерного і вікового складу населення, Київ стає вразливішим до змін клімату.

Наявність належного медичного обслуговування знижує вразливість міста до теплового стресу. В Києві наявний достатній рівень медичного обслуговування, що є позитивним аспектом мінімізації теплового стресу. Так, кількість лікарняних закладів, становить 110 одиниць, а кількість лікарняних ліжок (на 10 000 населення) – 104 [12].

Значною проблемою міста Києва, як і території України в цілому, є недостатнє забезпечення питною водою. Останніми роками спостерігається періодичне погіршення якості води поверхневих джерел водопостачання міста через забруднення антропогенного і природного походження. Це насамперед пов'язано з тим, що води річок Дніпра та Десни формуються в північних районах Українського і Білоруського Полісся, які є потужними джерелами надходження органічних речовин природного походження, та неналежним станом водоканалізаційної інфраструктури.

З плином часу населення Києва стає все більш вразливим до прояву інфекційних захворювань. Це пов'язано в першу чергу зі зростанням середньомісячної температури зимового періоду. Відповідно до даних МОЗ України не можна чітко простежити збільшення кількості прояву інфекційних та паразитарних хвороб населення столиці, проте очевидним є загроза його подальшого збільшення у зв'язку зі значними кліматичними змінами [12].

Не менш важливим чинником кліматичної стабільності є раціональне енергозабезпечення населення. Навантаження на енергосистему міста зростає не лише внаслідок кліматичних чинників, а й соціальних – зростання кількості населення міста. В Києві цей фактор є значним, оскільки населення міста постійно збільшується. Це простежується у порівнянні даних про кількість постійного населення міста за період станом на 1 вересня 2014 і 2015 років відповідно. Так, з огляду на дані Головного управління статистики у місті Києві, кількість постійного населення за відповідний період 2014 року становила 2868373, за цей же період 2015 року – 2888369 осіб, тобто помітною є тенденція до збільшення кількості населення [10]. Це в свою чергу спричиняє зростання попиту на електроенергію.

Таким чином з огляду на отриману в ході дослідження інформацію, доцільним було б **застосування таких заходів адаптації міста до змін клімату:**

- розробка та впровадження системи оповіщення про спекотну погоду, що може зашкодити здоров'ю (Heat Health Warning System – HHWS);
- зміна графіків роботи підприємств, які надають послуги населенню (поштові відділення, банки тощо) з урахуванням періодів найбільшої спеки впродовж дня;
- проведення інформаційної кампанії про зміну клімату, фактори, що її спричинюють, тепловий стрес як один із її наслідків та способи його уникнення;
- створення карти прохолодних зон (парків, скверів, озер) по території міста, де населення може провести найспекотніший період дня, та розповсюдження цієї інформації.
- впровадження ефективного транспортного менеджменту для зменшення заторів на дорогах;
- застосування при будівництві тротуарів та стоянок, дахів та фасадів будинків матеріалів, що менше нагріваються та відбивають максимальну кількість сонячної радіації;
- розширення площ зелених зон у межах міста;
- створення зелених дахів та стін для зниження нагрівання будівель;
- розробка і впровадження системи управління дощовою водою в межах усього міста – перш за все, створення резервуарів для її накопичення та використання для господарських потреб.

Висновки. Аналізуючи результати дослідження вразливості міста Києва до кліматичних змін, можна відмітити, що значні проблеми столиці пов'язані насамперед з низьким рівнем якості та поганим технічним станом технологічного устаткування промислових об'єктів та інфраструктури. Так, майже вся система водоканалізаційного забезпечення є застарілою й потребує термінового ремонту та модернізації. Цей фактор робить місто вразливим до підтоплення та зменшення якісного водопостачання. Помітними також є щорічне збільшення містозабудови, що також має негативний характер, адже таким чином зменшується стабільність ландшафту та площа зелених зон, одночасно зростає альbedo штучних поверхонь внаслідок використання невідповідних будівельних матеріалів. Швидкі темпи зростання населення роблять вразливим енергетичну систему столиці: з часом все більшим стає відсоток споживання різного роду енергії населенням міста, що стимулює збільшення її вироблення та постачання в умовах низького рівня модернізації у цій сфері; активізується робота різних підприємств, що підвищує ризик збільшення кількості хвиль тепла та зростання міського острова тепла в промислових частинах міста. Водночас все більш характерною для столиці стає коливання температур зимового періоду, яке має тенденцію до зростання у частині середньомісячної температури. Це явище є сприятливим для поширення різного роду інфекційних та паразитарних захворювань.

Для зменшення та усунення наявних кліматичних проблем слід розробити чітку програму планування діяльності міста в умовах кліматичних змін та дотримуватись заходів, що до покращення адаптаційних можливостей міста.

Список лгератури:

1. Шевченко О.Г. Дослідження хвиль тепла літнього сезону, що спостерігалися в Києві за період 1911–2010 рр. // Український гідрометеорологічний журнал. – 2013. – №12. – С. 142–149.
2. Горный В.И., Лялько В.И., Крицук С.Г., Латыпов И.Ш., Тронин А.А., Филиппович В.Е., Станкевич С.А., Бровкина О.В., Киселев А.В., Давида Т.А., Лубский Н.С., Крылова А.Б. (2016). Прогноз тепловой реакции городской среды Санкт-Петербурга и Киева на изменение климата (по материалам съемок спутниками EOS и Landsat). // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2016. – Т. 13. – № 2. – С. 176–191.
3. Адаптація до зміни клімату : зелені зони міст на варті прохолоди. – Київ: Зелена хвиля, 2016. – 40 с.
4. Kutsenko V.O., Savchenko S.A. Ecosystem approach as a basic way to sustainable development (carbon calculation aspect) : тези доп. ["Екологічні проблеми природокористування та охорона навколишнього середовища"], (Рівне, 7-9 листопада, 2013 року). – Житомир Видво ЖДУ ім. І. Франка. – С.86-88.
5. Офіційний сайт ПАТ «АТ «Київводоканал» – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vodokanal.kiev.ua>.
6. Філіпович В.Є., Крилова Г.Б. Дослідження теплового поля м. Києва за даними космічного зондування в ІЧ-діапазоні як складової аналізу екологічного стану урбанізованої території : тези доп. Міжн. наук.-прак. конф. «Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях», (Київ, 16–28 жовтень 2014). – С. 217-219.
7. Georgi, N., Tzesouri, A. (2008). Monitoring Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces for Bioclimatic Conditions Environment. 1st WSEAS International Conference on landscape architecture, Algarve, Portugal, 98–103. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2008/algarve/LA/13-588-398.pdf>.
8. Spangenberg, J., Shinzato, P., Johansson, E. and Duarte, D. (2008). Simulation of Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the City of San Paolo. SBAU, Piracicaba 2, 1–19. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo36.pdf.
9. Генеральний план міста Києва на період до 2020 року – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020>
10. Головне управління статистики у місті Києві – [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.kiev.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1123&lang=1>
11. Основи стійкого розвитку / за заг. ред.. Мельника Л.Г. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2005. – 352 с.
12. Захворюваність та смертність населення м. Києва : статистичний збірник / за ред. Галдецької Т. М. – Головне управління статистики у м. Києві, 2014. – 20 с.

References:

1. O. Shevchenko (2013). Doslidzhennya hvyl' tepla litnogo sezony shcho sposterigalys v Kyevi za period 1911-2010 rr. [The research of heat waves of summer period, which observed in Kiev during 1911–2010]. Ukrainian Hydrometeorological magazine. - 2013/ - No 12. – PP. 142–149. [in Ukrainian].
2. Gornyy1 V.I. et al (2016). Forecast of Saint-Petersburg and Kiev thermal replies on climate change (on the basis of EOS and Landsat satellite imagery) // Modern problems of remote sensing of the Earth from space. – 2016. – Vol. 13. – No 2. – PP. 176–191. [in Russian].

3. Adaptaciya do zminy` klimatu : zeleni zony` mist na varti proxolody` [Adapting to climate change: green areas on guard of coolness.] – Kyiv: Zelena hvylya, 2016. – 40 p.
4. Kutsenko, V.O., Savchenko, S.A. (2013). Ecosystem approach as a basic way to sustainable development (carbon calculation aspect). Proceedings of the 1st Ukr. Sci.-and-App. Conf. «Ecological problems of natural resources using and protection of environment». (Zhytomyr: Vydavnytstvo ZhDU Franka, 2013). [in Ukrainian].
5. Web site of PAT «Kyivvodokanal» [Kyiv municipal enterprise «Kyiv water utility»]. Retrieved from <http://vodokanal.kiev.ua/ua>.
6. Filipovy`ch, V.Ye., Kry`lova, G.B. (2014) Doslidzhennya teplovogo polya m. Ky`yeva za dany`my` kosmichnogo zonduvannya v ICh-diapazoni yak skladovoyi analizu ekologichnogo stanu urbanizovanoyi tery`toriyi [The study of the Kyiv thermal field, based on the infrared range space sensing as part of the analysis of the urban area environmental condition] : Proceedings of the Int. Sci.-and-App. Conf. «Modern information technology management of ecological safety, environmental, emergency measures», (Kyiv, 2014). [in Ukrainian].
7. Georgi, N., Tzesouri, A. (2008). Monitoring Thermal Comfort in Outdoor Urban Spaces for Bioclimatic Conditions Environment. 1st WSEAS International Conference on landscape architecture, Algarve, Portugal, 98–103. Retrieved from <http://www.wseas.us/e-library/conferences/2008/algarve/LA/13-588-398.pdf>.
8. Spangenberg, J., Shinzato, P., Johansson, E. and Duarte, D. (2008). Simulation of Influence of Vegetation on Microclimate and Thermal Comfort in the City of San Paolo. SBAU, Piracicaba 2, 1–19. – Retrieved from http://www.revsbau.esalq.usp.br/artigos_cientificos/artigo36.pdf.
9. Web site of Departament mistobuduvannia ta arhitektury [Site of Department of City Planning and Architecture]. Retrieved from <http://kga.gov.ua/generalnij-plan/genplan2020.pdf>
10. Web site of Holovne upravlinnya statystyky u misti Kyivi [Department of Statistics in Kiev]. Retrieved from <http://www.kiev.ukrstat.gov.ua/p.php3?c=1123&lang=1>
11. Melnyk L. H. (2005). Osnovy stiykoho rozvytku [Fundamentals of Sustainable development]. – Sumy: VTD Universytetska knyha, 2005. [in Ukrainian].
12. T. M. Galdetska. (Eds) (2013) Statystychnyi zbirnyk: Zahvoriuvanist ta smertnist nase-lennia m. Kyiv [Statistical collection: Morbidity and mortality in Kyiv]. Kyiv: Derzhkomstat Ukrainy, 2014. [in Ukrainian].

