

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

Варавін Дмитро Володимирович

УДК 502/504:168:364.1

**ДИСЕРТАЦІЯ**  
**ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА**  
**В УМОВАХ ПАНДЕМІЧНИХ ЗАГРОЗ НА ПРИКЛАДІ М. КИЄВА**

21.06.01 - екологічна безпека

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,  
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

  
\_\_\_\_\_ Д.В. Варавін

Науковий керівник:

Кривомаз Тетяна Іванівна

доктор технічних наук, професор

Ідентичність всіх примірників дисертації ЗАСВІДЧУЮ:

Учений секретар спеціалізованої вченої ради М.В. Суханевич



Київ – 2021

## АНОТАЦІЯ

Варавін Д.В. Оцінка екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз на прикладі м. Києва. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Київський національний університет будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України. – Київ, 2021.

### **Основний зміст дисертаційної роботи.**

Дисертація присвячена вирішенню наукової проблеми удосконалення комплексного підходу управління урбанізованими територіями для покращення стану екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз. Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а в умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси. Підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища потребує нові стратегії міського простору, підвищення просторової функціональності, децентралізації мегаполісів із збільшенням потенціалу мікромобільності. Формалізовано метод розрахунку показників екологічної безпеки районів м. Києва: Дарницький (20,984), Голосіївський (20,646), Дніпровський (19,417), Шевченківський (16,649), Деснянський (16,275), Солом'янський (14,743), Оболонський (12,560), Святошинський (11,916), Подільський (5,420), Печерський (1,758). Поширення пандемічних загроз за районами м. Києва носить виражений територіальний характер. Удосконалення Стратегії розвитку м. Києва із застосуванням технологій зеленого будівництва актуально в першу чергу для таких секторів міського розвитку, як розбудова міста, земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, публічний простір, енергозбереження, управління ресурсами та поводження з відходами, охорона довкілля та екополітика.

Обґрунтовано актуальність обраної теми досліджень, висвітлено стан і перспективи вивчення даного напрямку. Проаналізовано міжнародний досвід трансформації побудованого середовища для зниження ризиків екологічної небезпеки в умовах пандемії COVID-19. Для створення екобезпечного середовища з метою запобігання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій необхідно розробити нові стратегії планування міського простору. Проаналізовано економічні, соціальні та екологічні наслідки пандемії для розвитку міст. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження у напрямку удосконалення побудованого середовища для захисту людей в умовах пандемічних загроз. Узагальнено міжнародний досвід заходів, які було реалізовано для боротьби з пандемією COVID-19 та виходу з економічної та соціальної кризи. Наведено приклади заходів, запроваджених в різних країнах світу для подолання кризи COVID-19 у містах.

Наведені принципи стимулювання урбанізованих середовищ узгоджуються з «Порядком денним у сфері сталого розвитку до 2030 року», «Паризькою кліматичною угодою» та принципами зеленого будівництва, а стратегічне планування інфраструктурних змін враховує системні зв'язки між секторами у просторі та часі. Визначено план дій подальшого стійкого розвитку міст та довгострокові стратегії відновлення міст. Обґрунтовано ефективність застосування стандартів зеленого будівництва для підвищення екологічної безпеки урбанізованого середовища.

Встановлено, що поширення COVID-19 носить виражений територіальний характер і райони Києва за кількістю захворілих розбиваються на три кластери: 1) Деснянський, Дніпровський та Дарницький райони, в яких зареєстровано найбільша кількість випадків коронавірусної інфекції; 2) Оболонський, Подільський, Святошинський – відмічено середню кількість інфікованих; 3) Шевченківський, Голосіївський, Печерський – найменше захворілих на COVID-19 у м. Києві. З загальної тенденції випадає Солом'янський район, який хоча і межує територіально з Святошинським, Шевченківським та Голосіївським

районами, але за кількістю захворілих ближче до першого кластеру з високою частотою інфікування.

Порівняння кількості захворілих на COVID-19 з чисельністю та щільністю населення у районах м. Києва (у балах) показує, що рівень інфікування не залежить від кількості та щільності населення районів. Відмічено відповідність кількості захворілих по районах сумарній кількості дитячих садків, шкіл, коледжів та вищих навчальних закладів. Водночас не виявлено прямого взаємозв'язку рівня захворюваності COVID-19 з кількістю підприємств та працюючих у районах м. Києва, що може свідчити про ефективність дистанційної праці у якості запобіжного заходу.

Для трансформації урбанізованих територій в умовах пандемії COVID-19 та у пост-пандемічний період в якості модельного прикладу запропоновано м.Київ. Успішне впровадження розробленої концепції у столиці сприятиме подальшому поширенню рекомендацій для трансформації побудованого середовища по всій території України. Моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій дозволяє створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій. Визначено категорії стійкого розвитку урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз на основі стандартів зеленого будівництва, які узгоджуються з актуальною міжнародною тенденцією «зеленого відновлення міст»: 1) планування і управління; 2) економічне обґрунтування; 3) архітектура і функціональність; 4) землекористування і екологія; 5) транспорт і інфраструктура; 6) здоров'я і безпека; 7) якість і комфорт; 8) енергоефективність і ресурсозбереження; 9) мінімізація забруднень; 10) утилізація та рециклізація відходів; 11) соціально-культурні аспекти; 12) інновації.

Внаслідок проведеного у програмі Statistica багатофакторного аналізу значного масиву даних виявлено основні групи факторів, до яких увійшли 48 показників стану екологічної безпеки м. Києва із суттєвими взаємними кореляціями. Перший фактор включає демографічні характеристики населення районів та соціальне забезпечення, включаючи розподіл за статтю та віковими

групами, доходи та витрати, кількість дитячих садків та шкіл, тощо. Другий фактор описує загальні характеристики житлового фонду районів м. Києва, зокрема кількість будинків та квартир, загальну площу нових панельних житлових будинків, тощо. Третій фактор включає параметри якості житлових умов з виділенням некондиційних будівель аварійного та ветхого типу, які в зеленому будівництві називають «poor housing». У четвертому факторі об'єдналися екологічні та територіальні показники районів. У п'ятому факторі виявилась суттєва взаємна кореляція показників забруднення атмосферного повітря від стаціонарних джерел, розташованих у районах м. Києва.

Рекомендації підвищення стану екологічної безпеки міського середовища передбачають перепланування урбаністичних просторів з урахуванням пандемічних загроз, розробку довгострокової екологічної транспортної стратегії та інфраструктури активної мобільності, реконструкції житлово-комунального сектору для зниження ризиків поширення інфекції, стимулювання місцевої економіки та захист соціально вразливих верств населення, створення нових моделей та конфігурацій громадського простору, розширення функціональних можливостей адміністративних та публічних будівель, в особливості закладів лікування та освіти.

Пандемія COVID-19 та карантинні заходи змусили компанії перебудувати офісну діяльність для ефективної роботи в кризових умовах. При цьому зелені стандарти виступають у ролі орієнтира для рекомендацій по реорганізації офісної роботи. Розроблені рекомендації включають розширення можливостей дистанційної праці, проведення безконтактних нарад та зустрічей з використанням сучасних технологій зв'язку, переобладнання офісного простору з урахуванням вимог соціальної дистанції, нові правила взаємодії у місцях загального користування. Критерії зеленого будівництва передбачають інноваційні заходи по покращенню умов праці і робочого мікроклімату, разом з посиленням норм гігієни та дезінфекції приміщень.

Передача інфекційного аерозолі на великі відстані відбувається у людних приміщеннях з поганою вентиляцією. При цьому системи кондиціонування і

вентиляції при неправильній експлуатації можуть стати транспортними шляхами поширення інфекції. Головним фактором інфекційної небезпеки є напрямок повітряного потоку, тому належні мікрокліматичні умови в будівлях мають ключове значення для здоров'я населення. В умовах пандемічних загроз пропонується запровадити природну та персоналізовану вентиляцію у вигляді місцевих витяжних систем.

Розроблено рекомендації підвищення рівня екологічної безпеки побудованого середовища в умовах пандемічних загроз, що базуються на кращих міжнародних досягненнях і стандартах. Рекомендації передбачають покращення мікроклімату приміщень та їх переобладнання з урахуванням вимог соціальної дистанції, підвищення якості і комфорту внутрішнього середовища, збереження здоров'я та працездатності населення. Для забезпечення нових вимог рекомендовано посилення норм гігієни та дезінфекції приміщень, використання сучасних технологій автоматичного очищення, застосування приладів санітарного обприскування, дезінфікуюче освітлення та температурну обробку приміщень. Зелені будівельні стандарти передбачають збільшення природного освітлення, поліпшення вентиляції та усунення з повітря небезпечних чинників, гігієнічний та біофільний дизайн приміщень. Особливої актуальності набувають безконтактні технології управління будівлями і загальне поширення сучасних цифрових технологій в узгодженні з новими правилами взаємодії людей.

В результаті проведених розрахунків показників екологічної безпеки райони м. Києва розподілено на три кластери: 1) Печерський (ПЕБ=1,758) та Подільський райони (5,420); 2) Святошинський (11,915), Оболонський (12,559), Солом'янський (14,742), Деснянський (16,274), Шевченківський (16,648); 3) Дніпровський (19,416), Голосіївський (20,645), Дарницький (20,984).

Порівняння кількості захворілих на COVID-19 з чисельністю та щільністю населення у районах м. Києва (у балах) показує, що рівень інфікування не залежить від кількості та щільності населення районів. Відмічено відповідність кількості захворілих по районах сумарній кількості дитячих садків, шкіл, коледжів та вищих навчальних закладів. Водночас не виявлено прямого

взаємозв'язку рівня захворюваності COVID-19 з кількістю підприємств та працюючих у районах м. Києва, що може свідчити про ефективність дистанційної праці у якості запобіжного заходу.

**Ключові слова:** екологічна безпека, зелене будівництва, пандемія, урбанізоване середовище, екологічне управління.

### **Список публікацій здобувача:**

*Статті у фахових виданнях України, які входять до наукометричних баз даних*

1. Варавін Д.В., Сіпаков Р.В. Показники ефективності енергозбереження та екологічної безпеки при реконструкції житлових будинків// Екологічна безпека та природокористування. – 2016. – № 1-2. – С.95-101.

2. Сіпаков Р.В., Варавін Д.В. Деякі аспекти енергоефективної реконструкції житлового фонду України// Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2016. – № 2(14). – С. 153 – 159.

3. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В. Підвищення рівня екологічної безпеки в процесі екоенергоефективної реконструкції житлового фонду в м. Києві// Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.–2017.–№ 2. – С.78-85.

4. Kryvomaz T.I., Michaud A., Varavin D.V., Perebynos A.R. French green building rating systems // Екологічна безпека та природокористування. – 2018. – Том 27, № 3. – С. 40-48.

5. Варавін Д.В. Обґрунтування технології ведення моніторингу при реконструкції житлових будівель// Екологічна безпека та природокористування. – 2017. – № 1-2. – С.61-69.

6. Кривомаз Т. І., Варавін Д. В. Шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища у зв'язку з пандемією COVID-19// Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – № 36. – С.41-55.

7. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Сіпаков Р.В., Кузьмішина Р.С. Оцінка впливу систем вентиляції на мікробіологічну безпеку та мікрокліматичні умови приміщень // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2020. – Вип. 35. – С. 49-57.

*Статті закордонних виданнях, які входять до наукометричних баз даних*

8. Varavin D., Sipakov R. Analysis of the main factors affecting the concentration of formaldehyde in the air// ЗНАНИЕ. – 2016. – № 2-1 (31). – С.150-155.

9. Varavin D. Complex analysis of legal documents for ensuring the environmental safety of the reconstruction objects of the housing sector of Ukraine and the leading countries of the world// USEFUL. – 2017. – Vol.1 (1). – P.43-51.

10. Kryvomaz T., Varavin D. Improving the level of environmental safety in the process of the ecoenergoefficient reconstruction of the housing stock in Kiev // USEFUL. – 2017. – Vol.1 (2). – P. 19–29.

11. Voloshkina O., Sipakov R., Varavin D., Anpilova Y., Kryvomaz T., Bereznitska J. Pollution of atmospheric air above the city highways // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(4). – P. 09–25.

12. Varavin D. Algorithm of the system approach to estimation of environmental processes during the reconstruction of housing in the city of Kyiv// USEFUL. – 2018. – Vol. 2(1). – P. 30–40.

13. Varavin D., Kryvomaz T. Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv // USEFUL. – 2019. – Vol. 3(1). – P. 16-30.

#### *Навчально-методичні видання*

14. Контрольні задачі з дисципліни «Збалансоване природокористування» для магістрів спеціальності 101 «Екологія». Укладачі: О.С. Волошкіна, Л.О.Василенко, О.Г. Жукова, Д.В. Варавін. – К.: КНУБА, 2018. – 28 с.

15. Зелене будівництво: методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Екологія» / Укладачі: Т.І. Кривомаз, Д.В. Варавін, А.М. Савченко – Київ: КНУБА, 2021. – 32 с.

#### *Публікації в матеріалах конференцій*

16. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В. Енергоефективність реконструкції житла як невід’ємна складова екологічної безпеки // Колективна монографія за матеріалами XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні



технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ: Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, 3-4 Жовтня 2017. – С.122-126..

17. Varavin D. LEED certification as one of the key components for effective using resources and reducing green gas emissions in Ukraine/Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Зелене будівництво». – Київ: КНУБА, 12-13 листопада 2019. – С. 15-16.

18. Волошкіна О.С., Сіпаков Р.В., Варавін Д.В. Зелене будівництво та перехід на альтернативні види моторного палива у контексті подолання наслідків змін клімату/ Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Priority directions of science and technology development». – Київ: 24-26 січня 2021. – С. 3.

## ABSTRACT

*Varavin D.V.* Assessment of the urban environment's ecological safety in the conditions of pandemic threats on the example of Kyiv. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of technical sciences candidate on a specialty 21.06.01 - ecological safety. Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

### **The main content of the dissertation work.**

The dissertation is devoted to the scientific problem of improvement of the complex approach of management of the urbanized territories for improvement of a condition of ecological safety in pandemic threats. Construction trends have always reflected the ability to evolve after the crisis, and in the context of the COVID-19 pandemic, the most vulnerable to the risk of infection was densely populated cities. Improving the ecological safety of the urban environment requires new urban space strategies, increasing spatial functionality, decentralization of megacities with increasing the potential of micromobility. The method of calculating the indicators of

ecological safety of Kyiv districts has been formalized: Darnytskyi (20,984), Holosiivskyi (20,646), Dniprovskyi (19,417), Shevchenkivskyi (16,649), Desnyanskyi (16,275), Solomyanskyi (14,743), Obolonskyi (12,560), Sviatoshynskyi ( 11,916), Podilsky (5,420), Pechersky (1,758). The spread of pandemic threats in the districts of Kyiv is pronounced territorial. Improving the Kyiv Development Strategy with the use of green building technologies is relevant primarily for such sectors of urban development as urban development, land relations, housing, and communal services, transport and urban mobility, public space, energy conservation, resource management, and waste management, environmental protection and environmental policy.

The relevance of the chosen research topic is substantiated, the state and prospects of studying this area are highlighted. The international experience of transformation of the built environment for reduction of risks of ecological danger in the conditions of pandemic COVID-19 is analyzed. To create an environmentally safe environment in order to prevent the risk of emergencies, it is necessary to develop new urban planning strategies. The economic, social and environmental consequences of the pandemic for urban development are analyzed.

It was found that the spread of COVID-19 is pronounced territorial nature and the districts of Kyiv by the number of patients are divided into three clusters: 1) Desnyansky, Dniprovsky and Darnytskyi districts, which have the highest number of cases of coronavirus infection; 2) Obolonskyi, Podilsky, Sviatoshynskyi - the average number of infected was noted; 3) Shevchenkivskyi, Holosiivskyi, Pecherskyi - the least number of patients with COVID-19 in Kyiv. The Solomensky district, which borders territorially with Sviatoshynskyi, Shevchenkivskyi and Holosiivskyi districts, falls out of the general trend, but the number of patients is closer to the first cluster with a high frequency of infection.

Comparison of the number of patients with COVID-19 with the number and density of the population in the districts of Kyiv (in points) shows that the level of infection does not depend on the number and density of the population of the districts. The correspondence of the number of patients by districts to the total number of kindergartens, schools, colleges and higher educational institutions is noted. At the

same time, no direct correlation was found between the incidence rate of COVID-19 and the number of enterprises and employees in the districts of Kyiv, which may indicate the effectiveness of teleworking as a precautionary measure.

The most relevant now are multidisciplinary research in the direction of improving the built environment for the protection of people in conditions of pandemic threats. The international experience of measures implemented to combat the COVID-19 pandemic and overcome the economic and social crisis is summarized. The categories of sustainable development of urban areas in the conditions of pandemic threats are determined on the basis of standards of green building, which are consistent with the current international trend of "green urban renewal": 1) planning and management; 2) economic justification; 3) architecture and functionality; 4) land use and ecology; 5) transport and infrastructure; 6) health and safety; 7) quality and comfort; 8) energy efficiency and resource saving; 9) minimization of pollution; 10) utilization and recycling of waste; 11) socio-cultural aspects; 12) innovation.

As a result of the multifactor analysis of a significant array of data conducted in the Statistica program, the main groups of factors were identified, which included 48 indicators of the state of ecological safety of Kyiv with significant cross-correlations. The first factor includes the demographic characteristics of the population of the districts and social security, including the distribution by sex and age groups, income and expenses, the number of kindergartens and schools, and so on.

The second factor describes the general characteristics of the housing stock of the districts of Kyiv, in particular the number of houses and apartments, the total area of new prefabricated houses, etc. The third factor includes the parameters of the quality of housing conditions with the allocation of substandard emergency and dilapidated buildings, which in green construction are called "poor housing". The fourth factor combines environmental and territorial indicators of districts. The fifth factor revealed a significant cross-correlation of air pollution from stationary sources located in the districts of Kyiv.

These principles of stimulating urban environments are consistent with the 2030 Agenda for Sustainable Development, the Paris Climate Agreement and the principles

of green building, and strategic planning for infrastructure change takes into account systemic links between sectors in space and time. An action plan for further sustainable urban development and long-term urban renewal strategies have been identified. The effectiveness of the application of green building standards to improve the environmental safety of the urban environment is substantiated.

For the transformation of urban areas in the conditions of the COVID-19 pandemic and in the post-pandemic period, the city of Kyiv is proposed as a model example. Successful implementation of the developed concept in the capital will contribute to the further dissemination of recommendations for the transformation of the built environment throughout Ukraine. Emergency modeling with the help of digital technologies allows to create an operational system of response and forecasting of various scenarios of development of ecologically dangerous situations. Categories of sustainable development of urban areas in the conditions of pandemic threats on the basis of standards of green building are defined.

Recommendations for improving the environmental safety of the urban environment include redevelopment of urban areas in the light of pandemic threats, development of long-term environmental transport strategies and active mobility infrastructure, reconstruction of housing and communal services to reduce the risk of infection, stimulate local economies and protect social populations. and configurations of public space, expanding the functionality of administrative and public buildings, especially medical and educational institutions.

The COVID-19 pandemic and quarantine measures have forced companies to restructure their office operations to work effectively in crisis situations. At the same time, green standards serve as a guide for recommendations for the reorganization of office work. The developed recommendations include expanding the possibilities of remote work, holding contactless meetings and meetings with the use of modern communication technologies, re-equipment of office space taking into account the requirements of social distance, new rules of interaction in public places. Criteria for green construction include innovative measures to improve working conditions and

working microclimate, along with strengthening the rules of hygiene and disinfection of premises.

Transmission of infectious aerosol over long distances occurs in crowded rooms with poor ventilation. Thus systems of conditioning and ventilation at incorrect operation can become transport ways of distribution of an infection. The main factor of infectious danger is the direction of air flow, so the proper microclimatic conditions in buildings are key to public health. In conditions of pandemic threats, it is proposed to introduce natural and personalized ventilation in the form of local exhaust systems.

Recommendations for increasing the level of environmental safety of the built environment in the conditions of pandemic threats, based on the best international achievements and standards, have been developed. The recommendations provide for the improvement of the microclimate of the premises and their re-equipment taking into account the requirements of social distance, improving the quality and comfort of the internal environment, maintaining the health and efficiency of the population. To meet the new requirements, it is recommended to strengthen the rules of hygiene and disinfection of premises, the use of modern technologies of automatic cleaning, the use of sanitary spraying devices, disinfectant lighting and temperature treatment of premises. Green building standards include increased natural light, improved ventilation and elimination of hazardous factors from the air, hygienic and biophilic design of the premises. Contactless building management technologies and the general spread of modern digital technologies in accordance with the new rules of human interaction are becoming especially relevant.

As a result of the calculations of environmental safety indicators, the districts of Kyiv are divided into three clusters: 1) Pecherskyi (PEB = 1,758) and Podilskyi districts (5,420); 2) Sviatoshynsky (11,915), Obolonsky (12,559), Solomyansky (14,742), Desnyansky (16,274), Shevchenkivsky (16,648); 3) Dniprovsky (19,416), Holiivsky (20,645), Darnytsky (20,984).

A comparison of the number of patients with COVID-19 with the number and density of the population in the districts of Kyiv (in points) shows that the level of infection does not depend on the number and density of the population of the districts.

The correspondence of the number of patients by districts to the total number of kindergartens, schools, colleges and higher educational establishments is noted. At the same time, no direct correlation was found between the incidence rate of COVID-19 and the number of enterprises and employees in the districts of Kyiv, which may indicate the effectiveness of remote work as a precautionary measure.

***Key words:*** environmental safety, green construction, pandemic, urban environment, ecological management.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....		18
РОЗДІЛ 1	Аналіз процесів трансформації екологічної безпеки урбанізованого середовища під впливом пандемічних загроз .....	27
	1.1. Аналіз впливу пандемічних загроз на розвиток урбанізованих територій у напрямку підвищення екологічної безпеки .....	27
	1.2. Аналіз міжнародного досвіду трансформації побудованого середовища для зниження ризиків екологічної небезпеки в умовах пандемії COVID-19 .....	30
	1.2.1. Децентралізація мегаполісів .....	34
	1.2.2. Нові моделі підвищення просторової функціональності міського середовища .....	36
	1.2.3 Сталі транспортні стратегії та мікромобільність .....	38
	1.2.4 Цифрова трансформація міст .....	43
	1.2.5 Економічне відновлення за принципами зеленого будівництва .....	45
	1.3. Обґрунтування ефективності застосування стандартів зеленого будівництва для підвищення екологічної безпеки урбанізованого середовища .....	49
	Висновки до розділу 1 .....	55
РОЗДІЛ 2	Методика та матеріали дослідження .....	57
	2.1. Загальна характеристика матеріалів та території дослідження .....	57
	2.2. Методи та схема дослідження .....	62
	2.3. Характеристика критеріїв стану екобезпеки урбанізованих територій .....	67
	Висновки до розділу 2 .....	78
РОЗДІЛ 3	Оцінка стану екобезпеки районів м. Києва та потенціалу їх розвитку в умовах пандемії COVID-19.....	80

3.1. Оцінка стану екобезпеки м. Києва з використанням факторного аналізу .....	80
3.2. Формалізація потенціалу екобезпеки районів м. Києва .....	101
3.3. Взаємозв'язки параметрів екобезпеки з рівнем захворювання COVID-19 у районах м. Києва .....	109
Висновки до розділу 3 .....	115
<b>РОЗДІЛ 4</b> Удосконалення системи підвищення рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемії COVID-19.....	117
4.1. Рекомендації по підвищенню рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища м. Києва для зниження ризиків пандемічних загроз .....	118
4.1.1 Розбудова міста і земельні відносини .....	121
4.1.2 Житлово-комунальне господарство .....	123
4.1.3 Громадський простір .....	126
4.1.4 Транспорт та міська мобільність .....	129
4.1.5 Охорона здоров'я та безпека життєдіяльності .....	132
4.1.6 Промисловість та розвиток підприємництва .....	133
4.2. Нові гігієнічні вимоги до якості та комфорту внутрішнього середовища приміщень .....	136
4.3. Розробка освітньо-інформаційної віртуальної платформи .....	148
Висновки до розділу 4 .....	153
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	155
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	158
Додаток А. Список публікацій здобувача.....	183
Додаток Б. Цифрові дані для визначення показників стану екологічної безпеки районів м. Києва .....	185
Додаток В. Результати візуалізації стану екологічної безпеки районів м.Києва з використанням програмного забезпечення Statistica та Python .....	205
Додаток Д. Акт впровадження результатів дослідження в учбовому процесі Київського національного університету будівництва і архітектури .....	216



Додаток Е. Акт впровадження результатів дослідження в учбовому процесі Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору .....	217
Додаток Ж. Акт впровадження результатів дослідження в діяльності будівельної компанії ТОВ «КЕЙ Груп» (Україна, Київ, Львів) .....	218
Додаток К. Акт впровадження результатів дослідження в діяльності компанії ОДО «ЭНЭКА» (Білорусія) .....	219
Додаток Л. Акт впровадження результатів дослідження в діяльності компанії «KW Property Management and Consulting» (Флоріда, США) .....	220
Акредитація U.S. Green Building Council Leadership in Energy and Environmental Design accredited profesional with a Building Design & Construction .....	221

## ВСТУП

Пандемія COVID-19 стала причиною глобальної економічної та соціальної кризи XXI століття, внаслідок якої стався занепад світового виробництва, порушились міжнародні ланцюги поставок, виник різкий обвал споживання. Згідно звітам Організації економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) спостерігається безпрецедентне зниження ВВП практично у всіх країнах світу, прогнозується ріст безробіття з втратою понад 300 мільйонів штатних робочих місць, а майже 450 мільйонів підприємств можуть зіткнутися з серйозними труднощами найближчим часом. Ці процеси супроводжуються кризою політичної довіри, оскільки пандемія виконує роль індикатора ефективності державного управління, коли довіра громадян до урядів зростає в одних країнах і зменшується в інших.

**Актуальність теми.** Пандемія вплинула на всі сфери людського життя, що потребує докорінних змін у способах взаємодії та середовища існування людей. Особливо це стосується урбанізованих територій з великою концентрацією населення, що збільшує небезпеку зараження та ризику поширення вірусу. Зараз вже очевидно, що світ змінився назавжди і всі подальші плани мають бути узгоджені з особливими вимогами та заходами екологічної безпеки. Це стосується планування, забудови та облаштування урбанізованих територій, а також способів взаємодії людей у побудованому середовищі. Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а в умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси. Створення екобезпечного середовища для протистояти епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям потребує докорінного перегляду теорій планування та розробки нових моделей міського простору. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження спрямовані на формування сучасних тенденцій та теорій планування

урбанізованих територій для забезпечення відповідного рівня екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз.

Проблеми управління екологічною безпекою міст розглянуто у роботах М. Абрамчук, Л. Гришиної, Д. Гулевець, С. Доценко, Л. Дромашко, І. Кобушко, Я. Мовчан, О. Рибалової, С. Бобилева, Д. Гіббса, О. Земскової, І. Кустишевої, С. Никонорова, К. Папенова, Б. Порфир'єва, Й. Сонга. Окремі аспекти взаємодії людини і побудованого середовища досліджуються архітектурно-містобудівною теорією, соціонікою, проксемікою, екопсихологією, краудінгом, етнологією, урбоекологією, екологічною оптикою, соціологією архітектури та іншими науками. Характеристики комфортного та безпечного середовища існування людей у містах зустрічаються в роботах А.Н. Тетіора, С.Б. Чистякової, Ф. Гомеса, Х. Бартона, М. Гранта, І.П. Прядко. Еколого-ергономічній екобезпеці побудованого середовища присвячено праці О.Ф. Протасенко, Г.В. Мигаль та ін. Функціональний взаємозв'язок стану здоров'я населення та показників забруднення навколишнього середовища доведено дослідженнями Ю. Вороненка і Є. Гончарука. Рівновагу урбанізованих систем розглянуто у працях М. Голубця, В. Владимірова, В. Кучерявого, В. Маслова, Б. Посацького, Н. Реймерса, А. Тетиора, М.М. Назарука. Найбільш перспективною сучасною концепцією розвитку міст загальноновизнано будівництво по екологічним стандартам або зелене будівництво, яке покладено в основу інноваційного містобудування і розвитку будівельного комплексу.

У ЮНЕСКО розпочато ініціативу, спрямовану на зменшення вразливості населення в умовах пандемії. Всесвітній економічний форум (ВЕФ) мобілізує всі зацікавлені сторони для захисту життя та засобів існування у боротьбі з COVID-19. Для відновлення міст після пандемії COVID-19 Програмою ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP) розроблено принципи інвестування у розвиток стійкої інфраструктури міст (SIP). Світовий парламент мерів (GPM) впроваджує ініціативу для підтримки контактів між мерами під час пандемії та обміну місцевими та регіональними ініціативами на глобальному рівні. Глобальна мережа стійких міст (GRCN) та Світовий банк створили платформу

для співпраці міст у протидії наслідкам кризи COVID-19. Об'єднані міста та органи місцевого самоврядування (UCLG) співпрацюють з Глобальною мережею місцевих органів влади для обміну ключовими проблемами, що виникають внаслідок пандемії, та досвідом їх вирішення. Благодійний фонд Блумберг об'єднав експертів з питань охорони здоров'я та муніципальних владу межах нової програми допомоги мерам міст США у подоланні кризи COVID – 19 на платформі Local Action Tracker.

Протипандемічні заходи в різних країнах світу свідчать про загальну міжнародну тенденцію «зеленого відновлення міст». В цьому контексті найбільш ефективним інструментом трансформації урбанізованого середовища у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей стають стандарти зеленого будівництва. Виходячи з цього, у роботі висувається **гіпотеза** про ефективність застосування стандартів зеленого будівництва для підвищення рівня екологічної безпеки в умовах пандемії COVID-19.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.** Дисертаційне дослідження виконано відповідно до «Стратегії розвитку Києва до 2030 року» у межах тематики науково-дослідної роботи Київського національного університету будівництва і архітектури «Управління екологічною безпекою територій та акваторій, створення енергоефективних екологічно чистих технологій в умовах України» номер державної реєстрації 0115U005168, де автором розроблено критерії та методологічне підґрунтя для вдосконалення рекомендацій по підвищенню рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемії COVID-19 на прикладі м. Київ з використанням критеріїв зеленого будівництва.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дисертаційної роботи є удосконалення комплексного підходу управління урбанізованими територіями для покращення стану екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз. Відповідно до поставленої мети в роботі вирішувалися такі завдання:

– здійснити комплексний аналіз теоретичних і практичних аспектів взаємодії людини та побудованого середовища і проаналізувати міжнародний

досвід трансформації урбанізованих територій під впливом пандемії COVID-19;

– визначити напрямки тенденцій та заходів, які необхідно впровадити для підвищення рівня екологічної безпеки міських просторів і інфраструктури та запропонувати напрями вдосконалення побудованого середовища в умовах пандемічних загроз;

– узагальнити методологічні критерії зеленого будівництва в аспекті підвищення рівня екобезпеки планування, забудови та облаштування будівель, а також удосконалення шляхів функціонування людей у побудованому середовищі;

– оцінити та порівняти стан екобезпеки районів м. Київ та потенціалу їх розвитку для забезпечення збереження здоров'я населення і покращення стану довкілля в умовах пандемічних загроз;

– розробити удосконалені рекомендації оптимальних форми управління екологічною безпекою, раціонального планування та екологічного менеджменту урбанізованого середовища для стабілізації та зниження ризиків пандемічних загроз, збереження здоров'я людей та стану навколишнього середовища.

**Об'єкт дослідження** – процес трансформації екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемії COVID-1.

**Предмет дослідження** – зменшення ризиків поширення екологічної небезпеки із застосуванням стандартів зеленого будівництва на прикладі м. Київ.

**Методи досліджень.** Методи дослідження базуються на системному аналізі та загальних принципах, таких як об'єктивність, причинність та актуалізм. Матеріалом дослідження стали дані надані Державною службою статистики України, Головним управлінням статистики у м. Києві, Департаментом житлово-комунальної інфраструктури Київської міської державної адміністрації, ПрАТ «АК «Київводоканал», Головного управління Держгеокадастру у м. Києві, Департаментом земельних ресурсів Київської міської державної адміністрації, Центральною геофізичною обсерваторією, Державним агентством водних ресурсів, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, інформацію з відкритих джерел, аналітичні огляди

у фахових наукових періодичних виданнях України та результати цільових досліджень. Статистична обробка кількісних даних та математичне моделювання здійснено з використанням дисперсійного, регресійного та факторного аналізу за допомогою програмного пакету Statistica та мови програмування Python. Для розрахунків та побудови графіків, гістограм і діаграм застосовано програмне забезпечення Excel. Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій забезпечується використанням сучасних методів математичного моделювання та репрезентативністю експериментальних матеріалів, а також застосуванням прогресивних аналітичних підходів, представлених в українських та міжнародних наукових дослідженнях.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що:

– обґрунтовано науково-методологічний комплексний підхід для оцінки потенціалу розвитку екологічної безпеки урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз, яке включає широкий набір аналітичних процедур та методів, зокрема – математичне моделювання, багатофакторний аналіз, візуалізацію у вигляді багатомірного масштабування, що дозволяє за допомогою цифрових технологій створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій;

– на основі критичного аналізу значного масиву даних встановлено суттєві взаємні кореляції для 48 ключових параметрів, які шляхом багатофакторного аналізу об'єднано у групи факторів: 1) демографічні характеристики населення та соціальне забезпечення; 2) житловий фонд; 3) некондиційні будівлі аварійного та ветхого типу; 4) площа районів та екологічні показники території; 5) забруднення від стаціонарних джерел, що прямо або опосередковано впливають на стан екологічної безпеки районів м. Києва, тому їх доцільно враховувати для оптимального планування розміщення об'єктів міської інфраструктури;

– встановлено показники стану екологічної безпеки та первинні закономірності поширення пандемічних загроз за районами м. Києва, що створює підґрунтя для наукових методів комплексної оцінки та оптимальних

форм управління екологічною безпекою для розробки заходів стабілізації та створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини, враховуючи критичні ситуації;

– удосконалено наукове підґрунтя трансформації урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз для підвищення рівня екобезпеки із застосуванням критеріїв зеленого будівництва, що забезпечують комплексний підхід до інноваційного вдосконалення на всіх етапах життєвого циклу будівельних проектів від розробки концепції, проектування, будівництва, експлуатації до реконструкції, перебудови та утилізації шляхом покращення впливу побудованого середовища на стан здоров'я користувачів з мінімізацією впливу на довкілля.

#### **Практичне значення отриманих результатів:**

– розроблено рекомендації по підвищенню рівня екологічної безпеки урбанізованих територій з урахуваннями сучасних міжнародних тенденцій «зеленого відновлення» міст під впливом пандемічної кризи, які стосуються таких секторів міського розвитку, як розбудова міста, земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, публічний простір, енергозбереження, ефективне управління ресурсами та поводження з відходами, охорона довкілля, екополітика та екологічна безпека.

– удосконалено рекомендації по покращенню екологічної безпеки внутрішнього середовища будівель в умовах пандемічних загроз шляхом адаптації кращих міжнародних досягнень і стандартів зеленого будівництва, які включають високі критерії мікроклімату, якості, комфорту, безпеки і нові санітарно-гігієнічні вимоги, спрямовані на підтримання здоров'я та працездатності населення і збереження довкілля.

– формалізовано потенціал розвитку стану екологічної безпеки районів м. Києва шляхом математичного моделювання: Дарницький (20,984), Голосіївський (20,646), Дніпровський (19,417), Шевченківський (16,649), Деснянський (16,275), Солом'янський (14,743), Оболонський (12,560), Святошинський (11,916), Подільський (5,420), Печерський (1,758), що

забезпечує нові методи дослідження комплексної оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на навколишнє середовище та людину.

– спроектовано освітньо-інформаційну он-лайн платформу на базі науково-методологічного підґрунтя дисертаційного дослідження для узагальнення даних щодо функціонування людей в урбанізованих середовищах в умовах пандемії, для обміну і поширення інформації серед широкого кола всіх зацікавлених осіб і організацій з метою запобігання поширенню пандемії та збереження морально-фізичного стану здоров'я людей в урбанізованих системах, для продуктивного співробітництва державних та місцевих органів влади з громадськістю, бізнесом, науковими установами та міжнародними організаціями.

– використано основні положення дисертації в учбовому процесі Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору і на кафедрі охорони праці та навколишнього середовища Київського національного університету будівництва та архітектури для студентів спеціальностей 101 «Екологія» та 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 10 «Природничі науки» при викладанні ряду дисциплін, в т.ч. курсу «Екологічна безпека».

**Особистий внесок здобувача** полягає в удосконаленні підходів до управління екологічною безпекою урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз. Основні результати дисертаційного дослідження представлені у наукових працях [1 – 18], наведених у переліку публікацій. Особистий внесок здобувача у наукові роботи, написані у співавторстві:

– проаналізовано показники енергоефективності збереження при реконструкції житлових будинків [1, 2, 3, 10, 16];

– обґрунтовано доцільність застосування стандартів зеленого будівництва [4, 13, 14, 15, 18];

– проаналізовано шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз [6, 7];



– визначено основні чинники забруднення атмосферного повітря та запобіжні заходи, що застосовують у зеленому будівництві [11, 18].

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційного дослідження доповідались, обговорювались і отримали позитивну оцінку на наукових, науково-методичних конференціях і семінарах різного рівня, а саме: «Сучасні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ, 2017), VII International Investment Business Forum on energy efficiency and renewable energy (Київ, VIII International trade fair, 10 листопада 2015), «Energy efficiency. Renewable energy - 2015» (Київ, VIII International trade fair, 13 листопада 2015), «ARHEXPO Orlando» (США, Флорида, 26-27 січня 2016), «Ecobuild» (UK London, 8-10 березня 2016), Міжнародна конференція «Розвиток науки в XXI ст.» (Харків, 14 березня 2016), «Енергоінтеграція-2016» (Київ, 13-15 квітня 2016), «Nordic Baltic bioenergy» (Литва, Вільнюс, 19-21 квітня 2016), «Biomass for Energy» (Київ, 20-21 вересня, 2016), 16 Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях» (Київ, 3-4 жовтня 2017), «Greenbuilding 2017» (USA, Boston, 8-10 листопада 2017), «ASHRAE 2018 Winter Conference» (США, 20-24 січня 2018), «Ecobuild 2018», (UK London, 06-08 березня 2018), «AHR EXPO 2019 in Atlanta» (США, 24-16 січня 2019), 1 Міжнародна науково-практична конференція «Зелене будівництво» (Київ, КНУБА, 12-13 листопада 2019), «Environment. Resources. Energy» (Київ, КНУБА, 25-26 листопада 2020), V міжнародна науково-практична конференція «Priority directions of science and technology development» (Київ, 24-26 січня 2021).

Методику переобладнання будівель із застосуванням стандартів зеленого будівництва з метою підвищення якості і екологічної безпеки внутрішнього середовища будівель для запобігання поширенню інфекційних агентів апробовано у житлових комплексах та офісних приміщеннях компанії «KW Property Management and Consulting», Florida, USA (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 03.12.2020). Рекомендації по трансформації

урбанізованого середовища відповідно нормам екологічної безпеки в умовах пандемії COVID-19 застосовано у інфраструктурних та архітектурних планах компанії ОДО «ЭНЭКА», Білорусія (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 22.01.2021). Побудовані моделі та розраховані коефіцієнти потенціалу екологічної безпеки районів м. Києва включено для заходів по покращенню інфраструктури та якості побудованого середовища, які здійснювала компанія ТОВ «КЕЙ Груп» (Київ, Львів, Україна) з метою зниження ризиків поширення COVID-19 серед мешканців житлових будинків та працівників офісів (акт впровадження результатів дисертаційної роботи від 10.11.2020). Практичну ефективність алгоритмів оцінки екологічної безпеки урбанізованих територій для прогнозування впливу пандемії COVID-19 на здоров'я населення запропоновано Київській міській державній адміністрації. Здобувача акредитовано U.S. Green Building Council за спеціалізацією Leadership in Energy and Environmental Design Building Design & Construction (LEED AP BD+C) з 2015 р.

**Публікації.** За темою дисертаційного дослідження опубліковано 18 наукових праць, з яких 13 статей, зокрема 7 –у фахових виданнях України, які входять до наукометричних баз даних, 6 статей у закордонних виданнях, 2 навчально-методичних видання, 3 публікації в матеріалах конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 221 сторінці і складається із анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг основного тексту дисертації складає 145 сторінки друкованого тексту. Робота містить 13 таблиць, 21 рисунок, перелік використаних джерел із 211 найменувань на 24 сторінках, 8 додатків на 50 сторінках.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА ПІД ВПЛИВОМ ПАНДЕМІЧНИХ ЗАГРОЗ

#### **1.1. Аналіз впливу пандемічних загроз на розвиток урбанізованих територій у напрямку підвищення екологічної безпеки**

Пандемія COVID-19 стала причиною глобальної економічної та соціальної кризи XXI століття, внаслідок якої стався занепад світового виробництва, порушились міжнародні ланцюги поставок, виник різкий обвал споживання. Згідно звітам Організації економічного співробітництва та розвитку (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) спостерігається безпрецедентне зниження ВВП практично у всіх країнах світу, прогнозується ріст безробіття з втратою понад 300 мільйонів штатних робочих місць, а майже 450 мільйонів підприємств можуть зіткнутися з серйозними труднощами найближчим часом [145]. Ці процеси супроводжуються кризою політичної довіри, оскільки пандемія виконує роль індикатора ефективності державного управління, коли довіра громадян до урядів зростає в одних країнах і зменшується в інших. Короткострокові заходи повинні узгоджуватися з довгостроковими планами розвитку, які потребують скоординованих зусиль усіх зацікавлених сторін на всіх рівнях державного управління та громадських ініціатив. Особливого значення набуває міжнародне співробітництво у напрямку об'єднання зусиль для виходу з кризи. Саме тому необхідно проаналізувати кращий міжнародний досвід заходів, які вживали міста в усьому світі у кризових пандемічних умовах. Рекомендації щодо управління ризиками катастроф для забезпечення стійкості міст спираються на Принципи міської політики ОЕСР, прийняті у березні 2019 р. [175].

Сьогодні вже очевидно, що внаслідок пандемії COVID-19 світ змінився назавжди і всі подальші плани мають бути узгоджені з особливими вимогами та заходами по запобіганню поширенню захворювання. Пандемія вплинула на всі сфери людського життя, що потребує докорінних змін у способах взаємодії та середовища існування людей. Особливо це стосується урбанізованих територій з великою концентрацією населення, що збільшує небезпеку зараження та ризику поширення вірусу. Ця глобальна пандемія суттєво вплинула на особисте та професійне життя всіх людей і має пряме відношення до самих основ міського планування та екологічної безпеки урбанізованого середовища [195].

Вірусологи вже давно попереджали, що світу слід готуватись до глобальних пандемій і протягом всієї історії віруси і бактерії були безжальними селекціонерами людства [77]. Навіть у XXI ст. людство вже потерпало від багатьох епідемій: 2002–2004 рр. – епідемія важкого гострого респіраторного синдрому SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome) викликана коронавірусом атипічної пневмонії SARS-CoV; 2009–2010 рр. – епідемія свинячого грипу (вірус грипу A/H1N1); 2012 р. – епідемія близькосхідного респіраторного синдрому MERS (Middle Eastern Respiratory syndrome coronavirus) викликана коронавірусом MERS-CoV; 2014–2015 рр. – епідемія вірусу Ебола; 2019 р. – пандемія COVID-19 [184]. Спалах COVID-19 вперше було зафіксовано в грудні 2019 р. і вже 30 січня ВООЗ оголосила надзвичайну ситуацію міжнародного масштабу в галузі охорони здоров'я, а 11 березня 2020 р. епідемію було офіційно визнано пандемією [189]. В результаті порівняння генетичних даних SARS-CoV-2 з геномами інших коронавірусів доведено, що новий вірус з'явився в результаті природного відбору і «не є лабораторною конструкцією чи цілеспрямовано керованим вірусом» [184]. Необхідно узагальнити досвід минулих пандемій в аспекті змін, які відбулися у побудованому середовищі внаслідок адаптації до нових вимог екологічної безпеки.

Насамперед слід зазначити, що пандемії минулого стали приводом для всіх значних трансформацій міст і впливали на архітектуру, дизайн та інфраструктуру. Починаючи з інтер'єрів і закінчуючи міським плануванням,

побудоване середовище сформовано під впливом хвороб, які атакували людство протягом всієї історії його існування. Багато тенденцій в архітектурі та урбанізмі, які ми бачимо сьогодні, походять від запобіжних заходів, вжитих для забезпечення здоров'я, гігієни та комфорту міських жителів [150]. З моменту, коли люди перейшли від кочового життя до осілого виникла проблема утилізації відходів та підтримання чистоти. Для мінімізації ризиків поширення інфекційних захворювань, люди переробили дизайн інтер'єру, архітектуру та інфраструктуру поселень. З розвитком та розростанням поселень актуальності набули проблеми водопостачання та каналізації. У XIV ст. внаслідок бубонної чуми відбулася фундаментальна перебудова міст, з'явилися великі площі та відкриті громадські простори, відокремилися карантинні зони. Третя пандемія чуми в 1855 р. змінила дизайн всього: від водостічних труб до порогів дверей та фундаментів будівель. Епідемії холери стали причиною реконструкції центру Лондона, санітарних реформ, розробки систем водопостачання, розширення вулиць. В епоху промисловості холера та тиф спонукали уряд до санітарної реформи. Ці епідемії сприяли розробці систем водопостачання та водовідведення, а проведення підземного трубопроводу обумовило розширення та вирівнювання вулиць, що кардинально змінило вигляд міст [193]. Епідемії туберкульозу, черевного тифу, поліомієліту та іспанського грипу стали поштовхом для виникнення модернізму. Модернізм характеризується стерильністю, сталлю, склом, великими світлими просторами. Архітектори-модерністи розглядали дизайн як ліки від хвороби перенаселених міст, де періодичні спалахи інфекційних захворювань підштовхували до очищення міських нетрів, житлових реформ та нових методів управління відходами [200]. Модернізм характеризується стерильністю, сталлю, склом, великими світлими просторами. Архітектори модернізму розробляли будівлі з великими вікнами, балконами, з покращеною вентиляцією та відокремленням індустріальних та житлових функціональних зон. Архітектурні конструкції відображали стиль епохи чистоти форм з відмовою від орнаментів на потребу санітарно-гігієнічним вимогам [170]. Світлі поверхні з сучасними матеріалами створювали враження

стерильності та чистоти, підкреслюючи лікувальні властивості середовища [171]. Окрім естетичної привабливості, ці риси втілювали модерністські ідеї щодо цілющих ефектів світла, повітря та природи, підкреслювали лікувальні властивості середовища.

Таким чином тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а інфекційні захворювання відігравали роль рушійних факторів оновлення міст. В умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси. Криза обумовлює необхідність розвитку побудованого середовища для запобігання поширенню інфекцій. Це стосується планування, забудови та облаштування урбанізованих територій, а також способів взаємодії людей та нових шляхів функціонування людини у побудованому середовищі. Вже зараз очевидно, що світ змінився назавжди і ніколи не стане таким, як до пандемії. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження спрямовані на заохоченні до пошуку нових ідей, формування сучасних тенденцій та теорій планування урбанізованих територій, щоб забезпечити необхідний захист від інфекційних захворювань [196]. Професіонали в галузі архітектури та містобудування, дизайну побудованих середовищ, екобезпеки та медицини вже зосередили увагу на пошуку ефективних рішень та шляхів підвищення рівня екобезпеки урбанізованого середовища для захисту населення у зв'язку з пандемією COVID-19 [195]. Слід ретельно проаналізувати особливості взаємодії людей з урбанізованим середовищем в умовах пандемії COVID-19. І, найголовніше, необхідно визначити напрямки тенденцій та заходів, які необхідно впровадити для підвищення рівня екобезпеки міських просторів і інфраструктури, а також нових технологій планування будівель у постпандемічний період.

## **1.2. Аналіз міжнародного досвіду трансформації побудованого середовища для зниження ризиків екологічної небезпеки в умовах пандемії COVID-19**

В умовах нинішньої кризи охорони здоров'я найбільш вразливими до ризику зараження виявились мегаполіси. За минулим прогнозами ООН, до 2050 року 70% населення світу повинно жити в містах, однак тепер закрадається сумнів щодо подібного сценарію розвитку подій [200]. Густонаселені міста перетворились у джерела розповсюдження інфекції, а передмістя та приватний сектор виявились найбільш безпечними місцями в період пандемії [180]. Внаслідок пандемії більш ймовірним здається сповільнення урбанізації і початок поступової деурбанізації, що відкриває нові перспективи для розвитку сільських територій та маленьких міст. Можливість працювати дистанційно і доставка всього необхідного до місця проживання у комбінації з свіжим повітрям та природою стали вагомими стимулами для багатьох людей перебраться у передмістя або навіть у сільську місцевість не тільки на періоди карантину. Епоха затяжного карантину з особливими вимогами до гігієни, соціальної дистанції, здорового способу життя ставить під питання сам факт існування мегаполісів у їх сучасному вигляді. Цей процес сприятиме покращенню стану навколишнього середовища і екобезпеки, розвитку зеленого будівництва і оздоровленню людства. Є шанси, що побудоване середовище зміниться на краще, як це вже відбувалось в історії людства, коли після пандемій розвивались нові архітектурні стилі. Міста перебувають на передовій пандемії COVID-19 і виступають у ролі лабораторій для інноваційних стратегій відновлення після кризи.

У ЮНЕСКО розпочато збір даних про місцеві ініціативи, спрямовані на зменшення вразливості населення [188]. Всесвітній економічний форум (ВЕФ) у партнерстві з Всесвітньою організацією охорони здоров'я (ВООЗ) мобілізує всі зацікавлені сторони для захисту життя та засобів до існування у боротьбі з COVID-19 [207]. Світовий парламент мерів (GPM) створив Віртуальний парламент для підтримки контактів між мерами під час пандемії та обміну місцевими та регіональними ініціативами на глобальному рівні [192]. Глобальна мережа стійких міст (GRCN) запустила відкриту платформу для участі та співпраці з метою обміну інформацією для протидії наслідкам кризи [156].

Благодійний фонд Блумберг об'єднав експертів з питань охорони здоров'я та муніципальні влади для допомоги мерам міст США у подоланні кризи для надання інформації про ефективні протипандемічні заходи [182]. Британська програма «Основні міста» (Core Cities UK) накопчує найкращі практики, згруповані у п'ять ключових областей політики: культура та громада, транспорт та інфраструктура, працевлаштування, підприємницька та фінансова підтримка, житло та бездомність, охорона здоров'я [116]. Ініціатива «Міста для глобального здоров'я» створила віртуальну он-лайн платформу, де опубліковано понад 600 ініціатив із 32 країн та 97 міст, а також налагоджено віртуальний обмін щодо стратегій та програм, що реалізуються місцевими та регіональними органами влади у всьому світі [121]. У мережі міст C40 створено робочу групу для відновлення після кризи COVID-19, покращення охорони здоров'я населення, зменшення нерівності, відновлення економіки та боротьби з кліматичними наслідками [112]. Банк Ради Європи (ЄЦБ) забезпечує гнучке та швидке фінансування, щоб допомогти містам реалізовувати свої стратегії щодо здійснення стійкого відновлення з наданням інвестицій, що сприяють екологічному розвитку, зменшують викиди парникових газів та допомагають містам адаптуватися до зміни клімату [86]. Глобальні програми, такі як Цілі сталого розвитку (ЦСР) та Паризька угода, пропонують національним, регіональним та місцевим органам влади унікальну можливість просувати нову парадигму сталого розвитку та визначати пріоритети інвестицій та ресурсів, необхідних для відновлення після пандемії [104].

Багато міст вже почали розробляти свої довгострокові стратегії, щоб відновитись від руйнівного економічного впливу та побудувати кращі та стійкіші урбанізовані середовища завдяки плану економічного стимулювання. Слід зазначити, що більшість цих нових стратегій є глобальними, а не галузевими, що відображає всеохоплюючі наслідки пандемії. Ці стратегії також часто розробляються у партнерстві з владою, бізнесом та громадянським суспільством, щоб гарантувати, що сам процес формування політики є інклюзивним. Для побудови інклюзивних, зелених та розумних міст уряди країн світу повинні



використовувати належне управління для розробки та реалізації ефективних стратегій та політики, розділяючи відповідальність із зацікавленими сторонами [86]. Міста співпрацюють із широким колом суб'єктів, включаючи національні та регіональні адміністрації, з метою розробки та реалізації негайних, короткострокових та довгострокових реакцій у різних секторах міського розвитку. Координація міждисциплінарних дій виявилася вирішальною для моніторингу соціально-економічної ситуації, своєчасного введення заходів та координації планів дій щодо відновлення.

Міста Сполучених Штатів мобілізували мультидисциплінарні органи та створили робочі групи, присвячені розробці або підтримці стратегій відновлення. У Чикаго створено робочу групу «COVID-19 Taskforce Recovery», яка мобілізує експертів з широкого кола галузей, регіональних чиновників, місцевих партнерів та політиків, що об'єднані у п'ять основних комітетів: 1) комітет з питань стратегічного та економічного відновлення; 2) комітет з питань психічного та емоційного здоров'я; 3) комітет з маркетингу та розвитку бізнесу; 4) комітет з регіональної координації; 5) комітет із соціальних та економічних змін [119]. У Сан-Франциско також організовано Цільову групу з відновлення економіки (COVID-19 Economic Recovery Task Force), яка працює у трьох основних сферах: 1) робота та підтримка бізнесу; 2) вразливі групи населення; 3) економічний розвиток [169]. У Лос-Анджелесі створено робочу групу під назвою «Економічна стійкість», яка включає 13 галузевих груп, зокрема, комерцію, охорону здоров'я, працевлаштування, ресторани та дозвілля, тощо [193]. У Денвері засновано Раду з економічного відновлення та допомоги, яка виконує функції дорадчої групи та надає рекомендації щодо пом'якшення та попередження негативних наслідків пандемії COVID-19 у майбутньому [126].

Рада Барселони розробила план відновлення економіки на основі семи стратегічних цілей: 1) просування нових бізнес-моделей, щоб зробити Барселону більш стійким містом; 2) зміцнення бізнесу; 3) захист та стимулювання зайнятості; 4) заохочення місцевого споживання; 5) відновлення міжнародної репутації міста; 6) заохочення інвестицій, 7) трансформаційні рішення зі

столичним баченням [163]. У Брістолі (Великобританія) розроблено «План економічного відновлення», що управляється структурою, яка об'єднує сотні партнерів з бізнесу, громадських організацій, структур охорони здоров'я та навколишнього середовища, транспорту, будівництва та освіти [116]. У Ліверпулі ініційовано проекти нерухомості та містобудування для створення робочих місць та стимулювання економічної діяльності, в тому числі управління екологічною стійкістю, створення фонду конверсії технологій та сприяння міському та приміському сільському господарству [189]. Місто Монреаль (Канада) співпрацює з університетами та бізнесом, щоб визначити майбутню гібридну систему міста та знайти правильний баланс між навчанням та роботою на відстані та необхідністю підтримувати фізичні навантаження в місті [192]. У Парижі (Франція) пандемія показала, наскільки важливо розглядати стійкість як основу аналізу, який застосовується до всіх секторів управління для розробки превентивних заходів у разі виникнення кризових ситуацій у майбутньому [161]. У місті Ізмір (Туреччина) вже розроблено план дій з попереджувальними заходами на випадок катастрофи чи кризи та спеціальними заходами для управління пандемією та її наслідками [125]. В Іспанії реформовано територіальну політику з інноваціями, запропонованими громадянським суспільством, що дозволило місцевим органам влади проводити віртуальні зустрічі, а муніципалітетам використовувати свої надлишки бюджету для боротьби з пандемією [123].

**1.2.1 Децентралізація мегаполісів.** Урбанізоване середовище краще забезпечує швидший доступ до медичних та соціальних послуг, створює мережі підтримки для боротьби з соціальною ізоляцією для пом'якшення наслідків пандемії. З огляду на потужну мережу закладів охорони здоров'я, мегаполіси краще забезпечені для протидії COVID-19, ніж маленькі населені пункти. Однак велика щільність населення ускладнює дотримання соціальної дистанції та сприяє поширенню вірусу. Відмічено, що пандемія часто починається в бідних районах міських околиць, а потім вірусні спалахи інкубуються та передаються

транспортними коридорами [86]. Однак дослідження Американської асоціації планування показують, що щільність міст не корелює з високими показниками зараження, а у деяких випадках найбільш густонаселені райони характеризуються нижчими показниками смертності [119]. Проте така ситуація насамперед характерна для багатих центральних районів великих міст з високим рівнем інфраструктурного розвитку і кращою системою охорони здоров'я. Багаті густонаселені китайські міста, такі як Шанхай, Пекін, Шеньчжень, Тяньцзінь та Чжухай, мали менше підтверджених випадків COVID-19, оскільки мали можливість мобілізувати достатні бюджетні ресурси та забезпечити якісні послуги [118]. У більшості заможних районів густонаселених міст азіатських країн, таких як Гонконг, Сеул і Токіо, мешканці мали змогу самоізолюватись, працювати дистанційно та замовляти доставку всього необхідного, а швидкі заходи раннього тестування та широкомасштабного виявлення випадків COVID-19 запобігли серйозним спалахам [124]. Водночас густонаселені бідні райони з неякісним житлом дійсно характеризуються високими показниками зараження і смертності. Крім того, рівень інфікування корелює із збільшенням частки населення віком від 60 років, низьким соціальним статусом та невисоким рівнем освіти [110]. У густонаселених бідних районах більша щільність населення у квартирах і будинках, а їх мешканці зазвичай працюють у сферах, що передбачають фізичну близькість до інших людей та не забезпечують адекватних заходів соціальної дистанції, тому виникають підвищені ризики зараження. Цей розрив між багатими та бідними районами відображено на географічному розподілі вірусу в Нью-Йорку: вірус сильніше вражає околиці, такі як Бронкс, Квінз і навіть Стейтен-Айленд, які менш густо заселені, ніж Манхеттенський район [120]. У Сінгапурі повідомляється, що остання фаза експоненціального розповсюдження вірусу розпочалася з переповнених гуртожитків, де мешкають тисячі іноземних робітників [114]. Подібним чином у Мельбурні соціальний житловий комплекс довелося терміново помістити на карантин, оскільки житлові умови в будинку не дозволяли дотримуватись соціальної дистанції [125]. Крім того, люди, які живуть у нетрях, є більш вразливими, ніж ті, що

живуть у більш сприятливих умовах. Це особливо видно в Гуаякілі, Еквадор, де неефективне містобудування та неналежне житло ускладнюють реакцію на кризу [200]. Тобто щільність населення не є єдиною причиною вразливості міст до пандемії, оскільки поширення інфекції залежить від структурних, економічних та соціальних умов та ефективності запобіжних заходів [143]. У контексті пандемії COVID-19 ідеї «квартального міста» та «розумного міста для людей» (Human Smart City), які розроблені Карлосом Морено, розглядаються як дієвий засіб підвищення якості та стійкості життя в містах, особливо у карантинних умовах [87].

**1.2.2. Нові моделі підвищення просторової функціональності міського середовища.** Прикладом «квартального міста» є Монреаль (Канада), де всі необхідні громадські зручності та послуги у кожному районі розташовані на відстані пішої доступності. Більше того, міська рада Монреалю розглядає кризу COVID-19, як стимул для покращення привабливості центральних районів шляхом розширення тротуарів, пішохідних зон та зелених насаджень з метою постійного забезпечення соціального дистанціювання. Необхідність дистанційної роботи та навчання під час карантину спонукали владу, університети та бізнес Монреалю розробити нову гібридну систему, спрямовану на досягнення балансу у використанні громадських фізичних просторів та дистанційними режимами [88]. План пандемічної адаптації Мілану (Італія) включає концепцію гнучкості використання існуючої інфраструктури та об'єктів, наприклад, багатофункціональне застосування шкільних будівель та інших муніципальних об'єктів, які незайняті протягом певних періодів [103]. Гнучке використання громадських приміщень служить ефективним інструментом для підтримки місцевого бізнесу у місті Франкфурті (Німеччина) [104]. У місті Хобокен (США) стратегія відродження малого бізнесу включає розширення відкритого простору на тротуарах та перетворення парковок у тимчасові фудкорти (strEATERIES та Parklets) та дозволяє компаніям займати вулиці для торгівлі, коли вони перекриті для транспорту [123]. Ресторани та бари нового

типу, що використовують громадський пішохідний простір, також з'явилися в префектурі Сага (Японія), щоб забезпечити місце для безпечного функціонування закладів харчування та підтримки бізнесу [114]. У Мілані (Італія) планується створення відкритих площ (Piazze Aperte) для торгівлі у кожному районі міста, разом з відновленням громадських просторів для дозвілля та спортивних заходів [103].

Глобальні стратегії стійкого розвитку міста Мальме (Швеція) та зелений пояс насаджень навколо Валенсії (Іспанія) ще раз продемонстрували свою ефективність не тільки для забезпечення чистого повітря, але й як джерело свіжих продуктів для продовольчої безпеки та захисту від повеней мешканців міста під час коронавірусної кризи [111]. Місто Нант (Франція) є гарним прикладом екологізації міст шляхом озеленення громадських площ та забезпечення продуктами харчування. Близько 50 ділянок міських зелених насаджень, спільних садів та незайманих зелених площ (загалом 25 000 м<sup>2</sup>) відведено для вирощування овочів, зелені та фруктів. Загалом місто сподівається зібрати 25 тонн овочів, які будуть розподілені серед 1000 вразливих домогосподарств через місцеві асоціації та продовольчі банки, такі як Secours populaire, Restos du cœur [94]. Зелені зони у Парижі (Франція) важливі не тільки для підвищення екологічності міста, але і як «сховища» під час карантину. У США також кількість відвідувачів парків різко зросла під час карантину: у Далласі на 35%, а у Пенсільванія – на 165% [119].

У Парижі планується перенесення частини виробництва продуктів харчування для зменшення середньої відстані від місця виробництва до споживачів, яка зараз в середньому становить 660 км, що негативно впливає на навколишнє середовище, а також може викликати продуктивний дефіцит у разі транспортної блокади [110]. Прикладом підтримки місцевого виробництва та дистрибуції є португальське місто Віла-Нова-де-Фамалікан, де створено ринок місцевої торгівлі у співпраці за підтримки програми економічного стимулювання споживання місцевих продуктів. Програма просуває місцеві ланцюги розподілу

та підтримує сільськогосподарський сектор, сприяючи економічній стабільності та зайнятості місцевого населення під час пандемії [112].

Медичні заклади перевантажені, більшість країн за кілька тижнів побудували польові та тимчасові лікарні або повторно використали інші типи будівель та приміщення, щоб додати тисячі ліжок. У лікарні Vic (Мельбурн, Австралія) на автостоянці побудували тимчасове відділення реанімації, що складається зі збірних двоповерхових контейнерів [113]. Модульну конструкцію було споруджено на стоянці лікарні Лейшеншань (Ухань, Китай) [114]. Тут розмістилося 1600 ліжок у збірних модулях в сталевих каркасах над бетонними фундаментами. Італійський архітектор і професор спроектував капсули для інтенсивної терапії в транспортному контейнері під назвою CURA. Відсіки з'єднані надувними коридорами та оснащені біологічними системами (CURA, Мілан, Італія) [120]. Конференц-центр Javits у Нью-Йорку перетворено у тимчасову польову лікарню на 2910 ліжок для пацієнтів з COVID-19 [119]. Виставочний центр Excel Nightingale (Лондон, Великобританія), перетворився у лікарню на 500 місць, обладнану вентиляторами та потужною системою нагнітання кисню [106]. Надувна лікарня швидкої допомоги площею 1000 квадратних метрів підготовлена у місті Пачука (Мексика) для щоденного огляду до 80 пацієнтів з COVID-19 [167]. В медичному центрі UCSF (затока Сан-Франциско, США) встановлено два відкритих намети, що функціонують як приміщення для сортування та невідкладної допомоги, місця очікування та лікування для прогнозованого напливу пацієнтів з COVID-19 [119].

**1.2.3. Сталі транспортні стратегії та мікромобільність.** Для підтримки розвитку активної мобільності у багатьох містах світу переосмислюється організація громадського простору та оптимізується громадський транспорт у довгостроковій перспективі, оскільки заходи соціального дистанціювання все ще будуть необхідні в найближчі місяці на етапі відновлення після COVID-19. Під час карантину зниження активності автомобільного транспорту досягло 50-75%, а затори у деяких великих містах зменшились на 95% у години пік, наприклад, у

Мадриді (Іспанія) в перші дні карантину зафіксовано 14% зниження руху [107]. Весною 2020 року зареєстровано найнижчий глобальний рівень діоксиду азоту, який є одним з основних забруднювачів, пов'язаних з транспортними викидами. У містах Мадриді, Мілані та Римі зафіксовано зниження викидів на 45%, а у Парижі під час карантину транспортні викиди знизились на 54% [111]. Дані Служби Коперника моніторингу атмосфери Європейського Союзу, що відстежує забруднення повітря в 50 європейських містах, показують, що у 42 з них зафіксовано значне зниження рівня діоксиду азоту у березні 2020 [112]. Порівняно з 2019 роком рівень забруднення в Нью-Йорку (США) зменшився майже на 50% [118]. У Нью-Делі (Індія) зменшення транспортного навантаження в години пік на 95% протягом перших тижнів карантину призвело до зниження діоксиду азоту на 66% [120]. Крім того, у містах Індії та Китаю зафіксовано зниження концентрації оксиду сірки внаслідок зменшення промислової активності [114]. Під час карантину в китайських містах забруднення повітря зменшилось на загалом 10-30% [121]. Однак, одразу після закінчення карантину концентрація діоксиду азоту в Китаї незабаром повернулась до «нормального» рівня [86].

Париж і Мілан вже оприлюднили свої плани по створенню сотень кілометрів нових велосмуг для забезпечення соціальної дистанції та сприяння підтриманню здоров'я людей [94]. Мер Мілану анонсував перепланування 35 км вулиць для пішоходів та велотранспорту, що дуже актуально для Ломбардії, як одного з найбільш забруднених регіонів Європи [103]. Мер Парижу на період пандемії зарезервував 50 км автомобільних смуг для велодоріжок, які отримали назву «тимчасові велоколії корони» [86]. Крім того, 30 вулиць стали пішохідними для уникнення натовпу на тротуарах [156]. У Берліні також запроваджено ефемерні велодоріжки для запобігання збільшенню використання індивідуальних автомобілів [158]. У Торонто розширено площу тротуарів за рахунок ділянок дороги вздовж тротуару, щоб пішоходи могли безпечно виходити на проїзну частину для збереження дистанції [157]. Національне транспортне управління у Дубліні розробило план мобільності, де передбачено

розширення пішохідних та велосипедних зон, зміни до автобусних маршрутів та підвищення ефективності мережі громадського транспорту [139]. У Медельїні (Колумбія) планується розширення мережі велосипедних доріжок щонайменше на 50% та подвоєння кількості взаємопов'язаних ліній громадського транспорту, що дозволить зменшити викиди вуглецю на 20% до 2030 року та відновити економіку після кризи COVID-19 [163]. Мер Боготи Клаудія Лопес (Колумбія) також оголосила про створення 35 км додаткових велодоріжок, на додаток до вже існуючих 550 км [102]. У Сіетлі (США) остаточно заборонять більшість транспортних засобів на 32 км вулиць у рамках ініціативи «Залишайтеся здоровими на вулицях» для стимулювання занять спортом та дотримання соціальної дистанції [119].

У Вашингтоні розроблено дорожню карту для переосмислення планування громадських просторів, що передбачає розширення тротуарів, збільшення кількості велодоріжок та виділення нових смуг для автобусних коридорів з одночасним узгодженням з розкладом метро для обмеження натовпу [174]. У Сеулі (Корея) впроваджують інновації в галузі екологічної та інтелектуальної мобільності, що включає транспортні засоби без водіїв, доставку продуктів роботами та розумні паркінги. Крім того, створено систему швидкісних велодоріжок, завдяки чому частка велосипедного руху досягне 15% до 2030 року [121]. У місті Буенос-Айресі (Аргентина) розширено пішохідні простори тротуарів, вулиць та проспектів, введено часткове та повне перекриття автомобільного руху, а також розмежування доріг та зменшення швидкості і загалом заохочується пересування містом пішки, на велосипеді та скейтборді для коротких поїздок. Під час карантину громадським транспортом дозволено користуватись лише найважливішим працівникам, а спеціальна система визначає пріоритетні станції з найбільшим впливом пасажирів та пропонує режими гнучкого перерозподілу робочого часу у організаціях та навчальних закладах для запобігання скупченню людей у години пік [118]. У Мілані передбачено розширення терас на місцях для паркування та обмеження швидкості до 30 км/год по всьому місту, а для доставки предметів першої



необхідності, медичних та аварійних служб створено місця короткострокового паркування [172]. У Мадриді відкрито нову автостоянку повністю зарезервовану для спільних автомобілів з метою сприяння інтермодальній мобільності для зменшення кількості індивідуальних транспортних засобів [121].

Місто Роттердам (Нідерланди) розробило план мобільності в координації з компанією громадського транспорту (RET) та компаніями, що надають велосипеди та електричні скутери, щоб запропонувати альтернативну транспортну пропозицію, яка допомагає користувачам знайти найбільш зручний і швидкий спосіб здійснити подорож [126]. У Мілані запущено стратегію пандемічної адаптації для зменшення транспортного попиту шляхом вдосконалення та урізноманітнення можливості мобільності, що передбачає велосипеди, електричні скутери, спільні транспортні засоби [103]. Програми оренди електричних скутерів запроваджено у Римі (Італія) та Міддлсбро (Великобританія) [125]. Міністерство транспорту США співпрацює з міським провайдером велосипедів самообслуговування Divvy у Чикаго, щоб знизити ціну за оренду на час пандемії [122]. Місто Медельїн (Колумбія) зобов'язалося електрифікувати весь громадський транспорт, подвоїти кількість взаємопов'язаних ліній громадського транспорту, включаючи поїзди, трамваї, метро до кінця десятиліття і надає 50 000 електричних велосипедів, які мешканці можуть взяти в оренду за низькою ціною [102].

У Йокогамі (Японія) забезпечено постійну дезінфекцію та прибирання вулиць міста, тротуарів, доріжок, площ та громадського транспорту [149]. Муніципалітет Стамбулу (Туреччина) запровадив регулярне проведення дезінфекції на площах, вулицях, громадських місцях, парках, пляжах, державних установах та банках. Крім того, усі транспортні засоби, всі автобусні станції та станції метро регулярно дезінфікуються, там встановлено гідроспиртові гелеві станції та теплові камери і організовано роздачу масок пасажиром [163]. У Ризі також посилено дезінфекцію громадських транспортних засобів і створено «зелену хвилю», тобто скоординовано роботу світлофорів для забезпечення плавного руху транспорту в обох напрямках [145]. Муніципалітет Венеції

здійснив виняткову дезінфекцію човнів, гондол та автобусів ще на початку пандемії. У Мілані посилено транспортну безпеку шляхом обмеження кількості людей в автобусах та метро, та зменшення натовпу на зупинках та залізничних станціях, встановлення дистанційних обмежень [144]. У Торонто зусилля спрямовані на мінімізацію поширення вірусу в громадському транспорті полягають у збільшенні частоти поїздів та автобусів [143]. У Мадриді додатково створено 45 км автобусних смуг, що становить 30% від поточної мережі [139]. У Мехіко також виділено спеціальні смуги для нових автобусних та тролейбусних ліній [111].

Американська асоціація громадського транспорту, яка об'єднує понад 1500 членів із державного та приватного секторів США та Канади, оприлюднила документ з контрольним переліком дій, які слід вжити для відновлення транспортних послуг під час пандемії [107]. Рекомендації охоплюють широкий спектр тем, критичних для майбутнього функціонування громадського транспорту: поради щодо дезінфекції обладнання, захист працівників та користувачів громадського транспорту, консолідація та вдосконалення послуг на маршрутах, орієнтованість на споживачів та відновлення довіри громадськості [157]. До 70% людей у Лондоні (Великобританія) відчували незручність під час поїздки на роботу громадським транспортом у період карантину [165]. Після закінчення карантину в Японії в кінці травня 2020 р. було констатовано, що під час епідемії жодних нових спалахів не було пов'язано з громадським транспортом [149]. Проте у період карантину люди побоювались використовувати громадський транспорт, наприклад, в регіоні Іль-де-Франс до 31% населення надавало перевагу особистому транспорту, велосипедам, електричним скутерам або пересуванню пішки [156]. При цьому дослідження у Франції підтвердили японські спостереження, визначивши у якості основних місць поширення інфекції не громадський транспорт, а бари, тренажерні та концертні зали [131]. Відсутність спалахів інфекції безпосередньо пов'язаних з транспортом, може бути зумовлена ефективним вживанням заходів дистанціювання, носінням масок, скороченням поїздок та суворішими

гігієнічними заходами. Незважаючи на те, що подібні спостереження охоплюють лише короткий період, однак це вселяє надію, що під час пандемії за певних умов можна безпечно користуватися громадським транспортом.

**1.2.4. Цифрова трансформація міст.** Завдяки вирішальній ролі, яку відіграла цифрова трансформація у надзвичайних заходах, пов'язаних з пандемією, велика кількість міст вирішили більш систематично використовувати засоби розумного міста на постійній основі. Віртуальний простір все більше інтегрується в усі сфери, оскільки інформація, участь, культурні ресурси та комунальні послуги стають цифровими. Цифрові інструменти використовують для контролю за ризиком зараження та забезпечення дотримання карантину та соціального дистанціювання, а також для підтримання безперервної віртуальної економічної діяльності. Під час карантину віртуальність прискореними темпами укорінилась у повсякденне життя та професійну діяльність, що допомогло у процесі проти пандемічних заходів та сприятиме на етапі відновлення міст. Віртуальний простір став невід'ємною частиною різних секторів міського розвитку, що спонукало оптимізувати цифрові інструменти для довгострокових планів побудови розумних міст, розвитку інновацій та інклюзивного стійкого зростання. Дистанційна робота та навчання стали нормою для більшості населення під час карантину і виявилось, що продуктивність праці у певних видах діяльності зростає при використанні он-лайн засобів, до того ж такий підхід економить час та сприяє зменшенню негативного впливу на довкілля. Опитування показують, що значна кількість людей зберігає свої нові звички по організації праці та транспортних переміщень навіть після відміни карантину - 90% бельгійських працівників планують продовжувати роботу на дистанції навіть після зняття чинних обмежень [144].

Корейський «Новий курс» спрямовано на розширення цифрової інфраструктури та послуг у напрямку обробки даних, розвитку штучного інтелекту, посилення кібербезпеки та просуванні зеленого економічного сектору у відповідь на кліматичні зміни [140]. У Мілані розроблено цифрову платформу

для оптимізації логістики доставки та стимулювання місцевого споживання [137]. У Токіо стрімко пришвидшили цифрову трансформацію для розвитку електронного навчання, телемедицини, телемереж та дематеріалізації державних послуг [149]. У Мельбурні (Австралія) відкрито Інтернет-платформу, яка дозволяє жителям висловити свою думку та вказати, що змінила криза в їхніх пріоритетах та перспективах на майбутнє міста, а потім зібрану інформацію буде використано при розробці довгострокового плану відновлення [156]. Карантинні заходи змусили муніципалітети активізувати цифрову трансформацію місцевих державних послуг через доступ до даних у режимі реального часу. У Флоренції заплановано збільшення віртуалізації комунальних послуг від 85% до 100%, крім того, цифрова трансформація поширюється на практики будівництва та озеленення з метою спрощення процедур дозволу [145].

Для відстеження контактів та моніторингу соціального дистанціювання застосовують різні підходи. У Парижі використовують мобільний додаток Covidom для відстеження пацієнтів з підозрою на COVID-19, що дозволяє регулювати потік пацієнтів у лікарнях. У Ньюкаслі (Великобританія) використовують технології «Smart City» для оцінки відповідності соціальному дистанціюванню [131]. У місті Тегу (Корея) епідеміологічне розслідування також спиралося на платформу даних «Smart City» для відстеження контактів пацієнтів [124]. У Сеулі та Токіо створено систему моніторингу пандемії та цифрову службу відстеження контактів для зменшення ризику передачі інфекції та надання оперативних медичних консультацій. У Кореї використовували дані відеоспостереження, геолокації та банківських карток [124]. Інші міста обрали менш персоніфікований спосіб моніторингу, використовуючи колективні показники щільності та мобільності, наприклад, у Мехіко моніторинг мобільності здійснюється у партнерстві з Google Maps та Waze [125], а у Будапешті виявляють скупчення людей за допомогою інструментів «Smart City» [199]. Уряд Кореї планує створити базу даних «Smart City», а порушники карантину одягатимуть браслети для відстеження. Спочатку цю базу даних було розроблено для обміну інформацією щодо дорожнього руху та забруднення

навколишнього середовища, але тепер органи охорони здоров'я планують використання цієї мережі для виявлення та ізоляції випадків COVID-19 [178]. Однак, незважаючи на загальний позитивний вплив подібних заходів на боротьбу з епідемією, їх використання викликає занепокоєння щодо конфіденційності особистої інформації. Наразі для координації заходів з моніторингу розповсюдження хвороби Європейська комісія отримує анонімні дані мобільної геолокації від вісьмох європейських операторів телекомунікацій за умови, що після закінчення кризи конфіденційні дані буде видалено [179].

У багатьох містах віртуалізовано навіть культурні заходи. У Парижі започатковано ініціативу «Що робити вдома», яка пропонує віртуальні спортивні заходи, виставки, концерти та дозвілля для дітей [171]. У Новому Орлеані (США) Управління міської ради з питань економіки та культури запустило інтернет-збірник «Охопіть культуру» з різноманітними темами – від кулінарних шоу до он-лайн читання для дітей [199]. У Бергамо заохочують громадян до відвідування десяти музеїв в Інтернеті, демонструючи віртуальні тури та онлайн-колекції [188]. Міністерство транспорту у Нью-Йорку заохочує безконтактні платежі через смартфони для зменшення контактів з населенням та працівниками. У Ніцці розроблено нові інструменти управління цифровою кризовою логістикою [185]. Муніципальна транспортна компанія EMT в Мадриді інтенсивно використовує свої канали розповсюдження (веб-сайт, додатки, соціальні мережі) для інформування користувачів про будь-які зміни в мобільності в період карантину, нагадування про необхідність скорочення поїздок в режимі реального часу [189]. Можливо внаслідок пандемії вдасться знизити темпи урбанізації, особливо завдяки розвитку сучасних цифрових технологій, що надають можливість для дистанційної праці та навчання.

### **1.2.5. Економічне відновлення за принципами зеленого будівництва.**

Міжнародний досвід свідчить про дієвість впровадження програм державних інвестицій та заходів, спрямованих на розширення пропозицій доступного житла та покращення стану неблагополучних районів. Широкий спектр інвестицій в

реконструкцію та будівництво доступного житла поєднує економічне відновлення та екологічну стійкість з акцентом на енергоефективності та низьковуглецевих формах міської мобільності. У Відні на 2022 рік заплановано будівництво 7 нових муніципальних житлових кварталів на 1000 квартир, які розподілено по всьому місту для створення кварталів з пішохідними зонами, зеленими насадженнями, а також спортивними та культурними об'єктами, що знаходяться в декількох хвилинах ходьби [104]. У Ліверпулі підготовлено стимулюючий фінансовий пакет на 1,4 млрд. фунтів стерлінгів, який охоплює 4 ключові теми: інновації, житло, робота та творчість. План включає будівництво понад 200 модульних житлових будинків та громадських центрів, а також ремонт 4000 житлових будинків для бідних домогосподарств у районах найбільш вразливих до COVID-19. Планується створити 12 000 робочих місць у будівельному секторі та 25 600 разом із суміжними сферами [169]. У Копенгагені пришвидшено реалізацію муніципальних будівельних проектів, внаслідок чого очікується створення від 50 до 100 нових робочих місць у муніципальній адміністрації. Цій ініціативі сприяє скасування обмежень на капітальні витрати при державних закупівлях [173]. В Парижі відмічено, що в робочих кварталах більше постраждалих від COVID-19, тому для них передбачено заморожування орендної плати та муніципальних податків, а також розроблено механізм короткострокової допомоги. Місто Лілль ініціює низку заходів для відновленню діяльності компаній у будівельному секторі, що передбачає реконструкцію соціального житла з державним фінансуванням 9 мільйонів євро, теплове оновлення 600 ОСББ на 3,6 млн. євро, відновлення занедбаних ОСББ на 6 млн. євро, ремонт студентських гуртожитків на 12 млн. євро, диференційовану систему підтримки домогосподарств на суму 4 млн. євро [157]. У Мілані (Італія) стимулюють поживлення будівельного сектору шляхом запуску загальних проектів технічного обслуговування та реконструкції існуючого фонду нерухомості, як державного, так і приватного, включаючи ініціативи щодо енергозбереження, екологічного розвитку та вдосконалення комфортабельності [163]. Новий Орлеан (США) отримав 10,4 мільйона доларів державного гранту

для дев'яти проектів доступного житла, які можуть опинитися в курсі фінансування через кризу COVID-19 [173]. Муніципалітет Сан-Франциско оголосив мораторій на орендну плату, щоб запобігти виселенню жителів, які втрачають доходи внаслідок закриття компаній через фінансові наслідки пандемії COVID-19 [180]. Муніципальні ради Сінтри, Лісабону та Порту (Португалія) також звільнили жителів соціальних житлових та некомерційних асоціацій від сплати орендної плати та зменшили податки на майно [182]. Мехіко інвестує 1 млрд. дол. США для створення близько 1 млн. нових робочих місць у будівельному секторі. Очікується, що ця програма сприятиме реконструкції 13 міських інфраструктурних коридорів за допомогою проектів з нерухомості, головним чином, проектів покращення житла та нових соціальних житлових будинків у розвинутих районах [145]. Місто Параті (Бразилія) запровадило довгостроковий план відновлення економіки, який включає заходи оновлення та перепланування громадських місць, історичного центру та причалу [163]. Місто Лілль вкладає у розвиток місцевої економіку близько 32 мільйонів євро у вигляді різних систем підтримки бізнесу. Наприклад, Rebound Fund у розподіляє 20 мільйонів євро серед малих підприємств, які готові здійснити екологічний та енергетичний перехід [175]. Поряд із заходами з енергоефективності міста також інвестують у проекти з відновлюваної енергетики. Наприклад, у Сеулі на всіх муніципальних спорудах та багатьох житлових будинках встановлюють сонячні батареї, що забезпечує створення 4500 робочих місць. На сьогоднішній день місто встановило 98 МВт сонячних фотоелектричних систем на муніципальних будинках, понад 13 125 будинків отримали сонячні батареї, внаслідок чого викиди забруднювачів повітря впали на 8,7 тонни [140]. Крім того, у Сеулі вперше серед корейських міст оголошено про план субсидій по інтеграції фотоелектричних технологій у нові комерційні та житлові будівлі [141]. У Суонсі-Бей (Великобританія) запущено проект морської енергетики на суму 60 мільйонів фунтів стерлінгів, який допоможе боротися зі зміною клімату, водночас активізуючи економіку Пембрукширу на фоні кризи COVID-19 [86]. У містах Порту та Брага (Португалія) ціни на воду та санітарні послуги знижено

для всіх користувачів [104]. Муніципалітет міста Ліма (Перу) взяв на себе зобов'язання покращити водопостачання та забезпечити безперебійну доставку питної води до найбільш неблагополучних районів [88]. У місті Параті (Бразилія) здійснюють заходи по вдосконаленню каналізаційної мережі в районах історичного центру, де санітарна інфраструктура відсутня [87].

Протягом 2020 року в містах Сполучених Штатів спостерігалось збільшення кількості твердих побутових відходів та збору вторинної сировини в середньому на 20% [122], а в деяких містах, наприклад Чикаго, кількість відходів виросла до 50% [121]. Загалом в Північній Америці найближчим часом очікується зростання обсягів побутових відходів на 30% [133]. В Ірландії кількість побутових відходів також зросла на 20-30% [115]. В Каталонії (Іспанія) спостерігається зростання обсягів відходів на 350%, якщо до пандемії в середньому виходило 3300 тонн відходів на рік (приблизно 275 тонн на місяць), то з початку карантину їх кількість досягла 1200 тонн на місяць [106]. В розпал епідемії COVID-19 у провінції Хубей (Китай) інфекційні медичні відходи зросли на 600% – з 40 до 240 тонн на день [186]. Державні установи охорони здоров'я Великобританії рекомендують всі відходи, які контактували з людьми з підозрою на зараження COVID-19, розміщувати у подвійний мішок для сміття з відповідним позначенням для запобігання поширенню інфекції. У Польщі п'ять найбільших організацій, відповідальних за поводження з твердими побутовими відходами, попередили органи влади про відсутність відповідних нормативних актів на випадок пандемії [182]. У місті Кінгстон (Канада) закрито склад побутових небезпечних відходів [175], а у Люксембурзі [188] та Ньюарку (США) [122] збір великогабаритних відходів на вимогу призупинено на період пандемії. Муніципальна компанія з управління водою та відходами міста Брага (Португалія) повністю звільнила від фіксованої складової тарифу на переробку міських відходів та надала знижки на 25% для всіх комерційних споживачів [196]. У Лімі (Перу) збір відходів здійснюється в центрі міста і муніципалітет надає підтримку іншим місцевим громадам, що здійснюють санітарні послуги та ретельне прибирання громадського транспорту. Крім того, тут призупинено



сплату мита на основних транзитних маршрутах за транспортні засоби, що використовуються для запобіжних заходів проти поширення вірусу [120]. Загалом пандемія спонукає ефективніше використовувати ресурси для зменшення відходів, застосовуючи принципи циркулярної економіки, повторного використання та рециркуляції [86].

Наведені приклади наочно ілюструють, як міста виходять із фази надзвичайних ситуацій та реалізують довгострокові стратегії, спираючись на екстремальні заходи, вжиті під час карантину [88]. Оцінювати глобальні наслідки пандемії COVID-19 ще рано, але у багатьох містах світу почали робити прогнози та дослідження впливу пандемічної кризи для підтримки прийняття рішень та здійснення заходів на місцевому рівні з точки зору стратегії відновлення. Узагальнений досвід, отриманий при розробці та реалізації міської політики в різних країнах з метою побудови кращих міст, зосереджено на: 1) використанні цифрових інструментів; 2) міській мобільності та розвитку міського громадського транспорту; 3) трансформації щільності міст; 4) екологізації містобудування та забудови; 5) колективному управлінні. Ці уроки будуть корисні для переосмислення міського розвитку та міської політики після COVID-19 [94].

### **1.3. Обґрунтування ефективності застосування стандартів зеленого будівництва для підвищення екологічної безпеки урбанізованого середовища**

Протипандемічні заходи в різних країнах світу свідчать про загальну міжнародну тенденцію «зеленого відновлення міст» [192]. В цьому контексті найбільш ефективним інструментом трансформації урбанізованого середовища у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей стають стандарти зеленого будівництва. Концепція зеленого будівництва виникла у 1970-х роках

як реакція на кризу у використанні природних ресурсів і зростаючу стурбованість населення погіршенням стану навколишнього середовища. Аналітик Томас Фрідман вважає, що переломний момент стався у 2006 р., коли «зелена ідея» і «зелений спосіб життя» досягли масовості, а відтоді проекти, інвестиції і виробництво за зеленими принципами стали сприйматися критичною масою людей, як нова норма сучасності [43]. Зелене будівництво – це сучасна практика будівництва, реконструкції та експлуатації будівель, в якій застосовуються оптимальні архітектурні рішення, передові інженерні системи та матеріали для зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів, підвищення якості споруд та комфорту їх внутрішнього середовища, покращення впливу будівель на стан здоров'я її користувачів з мінімізацією впливу на оточуюче середовище на всіх етапах життєвого циклу будівельних споруд. Це практика будівництва та експлуатації будівель, метою якої є зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівлі. Загалом зелене будівництво спрямоване на мінімізацію загального впливу будівельної галузі на навколишнє середовище [100]. Застосування конструктивних технологій зеленого будівництва значно сприятиме підвищенню екологічної безпеки урбанізованого середовища. Актуальними стають високі критерії якості параметрів будівель, які застосовуються у зеленому будівництві [4].

Основні переваги зеленого будівництва полягають у зниженні рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівлі; підвищенні якості споруди та її внутрішнього середовища; гармонізації впливу будівлі на оточуюче середовище; оптимізації впливу будівлі на стан здоров'я її користувачів. Це досягається шляхом використання передових інженерних систем, матеріалів, оптимальних архітектурних та будівельних рішень, правильної орієнтації будівлі у просторі. Для навколишнього середовища переваги зеленого будівництва характеризуються скороченням обсягу відходів, викидів, витоків, скидів, парникових газів; збереженням природних ресурсів; захистом природного середовища та біологічного

різноманіття. Застосування методів оцінки життєвого циклу матеріалів та конструкцій дозволяє значно зменшити кількість відходів та негативний вплив на навколишнє середовище на етапах виробництва матеріалів, будівництва споруд та експлуатації житла.

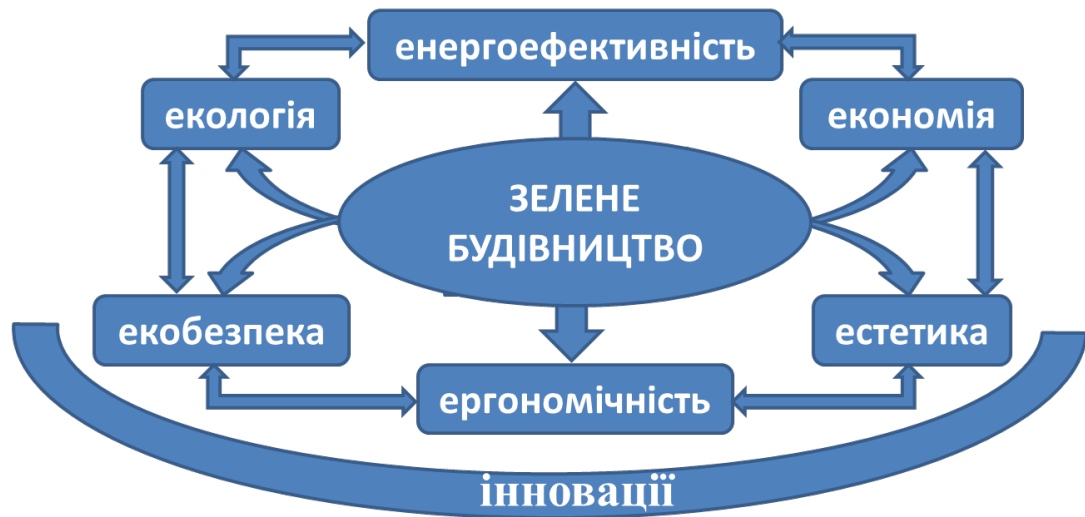


Рисунок 1.1 - Зелене будівництво – концепція БЕ

Стандарти зеленого будівництва – це надійний засіб контролю, що підвищує довіру і, як наслідок, збільшує цінність продуктів і послуг, підтримує їх реалізацію і управління. Високі вимоги сприяють підвищенню якості життя шляхом оптимального міського проектування транспортної та соціальної інфраструктури. Приваблива естетика зеленого будівництва здатна покращити соціальний та емоційний стан населення, привертає увагу до проблем забруднення довкілля та наочно демонструє шляхи їх вирішення, а також сприяє покращенню іміджу України. Зелене будівництво приваблює інвестиції розвинутих країн, як ефективний інструмент раціональної економіки. Показник фінансування житлової сфери є одним з головних індикаторів «здоров'я» економіки країни [4]. Економічний ефект зеленого житла – це не тільки пряма економія для населення, але й загальне покращення економічного стану країни (рис. 1.1).

Основні переваги зеленого будівництва для будівельної галузі можна сформулювати у наступних тезах:

- зниження сукупного негативного впливу будівельної діяльності на навколишнє середовище та здоров'я людей;
- зниження витрат на утримання будівель нового будівництва;
- використання екологічно сертифікованих матеріалів в будівництві та при оздобленні будівель;
- підвищення енергоефективності будівлі, використання альтернативних джерел енергії;
- зниження енергоспоживання, а відповідно і навантаження на електромережі та підвищення надійності їх роботи;
- розробка нових технологій і створення сучасних промислових продуктів;
- створення нових робочих місць в інтелектуальній сфері виробництва;
- комплексне скорочення витрат на будівництво та утримання будинків.

Поєднання екологічності та економічності процесу реконструкції досягається шляхом зниження рівня споживання енергетичних та матеріальних ресурсів протягом всього життєвого циклу будівлі, впливу споруд на оточуюче середовище та здоров'я користувачів. Зниження негативного впливу на довкілля можливо з одночасним підвищенням рентабельності проекту.

Важливо визначити сфери перетину інтересів учасників процесу зеленого будівництва для різних груп зацікавлених осіб. Зелені стандарти характеризуються не тільки економічними, але й нематеріальними перевагами. Вартість зелених активів зростає і відкриває нові можливості для приваблення орендарів, збільшення орендної плати та продаж. Серед переваг зелених будівель для інвесторів виділяють: зниження витрат на проектування та будівництво; підвищення продажної вартості; прискорення продаж; швидке повернення інвестицій; зменшення невикористаних площ; зростання ринкової вартості; можливість знаходження додаткових джерел фінансування.

Поширені стійкі стереотипи, що застосування принципів зеленого будівництва значно підвищує витрати і тому не представляє економічної вигоди, але насправді різниця в капіталовкладеннях складає 2-10% [211]. Дизайн і

кошторис зеленого будівництва не обов'язково дорожче, особливо якщо програми менеджменту та екологічні стратегії запроваджені на початкових етапах. Проектування та будівництво є тільки першими фазами життєвого циклу споруди. За десятки років в процесі експлуатації ці витрати окупляться багатократно, оскільки зелені будівлі набагато дешевші в експлуатації, ніж звичайні. Економічні переваги зелених будівель насамперед полягають у зменшенні експлуатаційних затрат за рахунок зниження споживання енергії, використання води, технічного обслуговування. В зелених будівлях енергоспоживання в середньому зменшується на 25%, а використання води – на 30% [174]. Завдяки більш високій якості застосовуваних засобів управління і контролю, а також за рахунок оптимізації роботи всіх систем, витрати на обслуговування будівлі помітно скорочуються. Проектні рішення забудовників впливають на енергоефективність приміщень, тепловий, акустичний та візуальний комфорт, характеристики матеріалів, що використовуються в процесі будівництва. В результаті дослідження 10 000 офісних будівель в США виявлено, що вартість зеленої будівлі приблизно на 5,5 мільйонів доларів більше, ніж вартість звичайної будівлі в тому ж районі [187]. Проте німецькі дослідники довели, що кожне євро, вкладене у збереження ресурсів окупається в 2-3 рази [127]. Однією з найбільших економічних переваг зеленої сертифікації будівель вважають економію витрат на електроенергію. У типовій офісній будівлі енерговитрати становлять 30% загальних експлуатаційних витрат будинку, тому серед орендарів та власників офісних приміщень зростає попит на зелені споруди [3]. Однак окремі дослідження експлуатаційних витрат ряду офісних будівель США не підтверджують прямого взаємозв'язку зеленої сертифікації та економії енергії, що може бути наслідком індивідуального підходу до операційних витрат кожного орендаря [174]. Власники офісних приміщень можуть бути зацікавлені збільшенням ставок орендної плати в зелених офісах у порівнянні зі звичайними приміщеннями. Цікаві дослідження були проведено для виявлення зв'язку переваг зеленої сертифікації будівель та політичних уподобань, внаслідок чого з'ясувалося, що на політично-ліберальних територіях націнки на оренду зелених

офісів становлять майже 6%, а у політично консервативних – менше 2% [35]. У сертифікованих зелених офісах Великобританії орендна ставка вища на 3% за квадратний фут, надбавки за ефективну оренду вище 6%, а ціни на продаж зелених будівель вище приблизно на 16% [99]. При цьому енергоефективне проектування при зниженні споживання енергії на 10% підвищує собівартість всього на 1%, що повністю відшкодовує підвищену плату за оренду та зелену сертифікацію офісних будівель [66]. Навіть в країнах, що розвиваються зелені офіси набувають все більшого поширення. Наприклад, в Малайзії внески інвесторів в зелені офісні будівлі позитивно впливають на такі фактори рентабельності інвестицій (Return on investment - ROI) як підвищення капіталу, більший дохід від оренди та економію витрат, а також сприяють підвищенню попиту та числа пропозицій зеленої нерухомості в країні, що мінімізує ризики та забезпечує повернення інвестицій [63]. Застосування принципів енергоефективності при реконструкції житла забезпечує не тільки пряму економію для населення, але й загальне покращення економічного стану країни. Використання енергоефективних споруд дозволить зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв та сприятиме підвищенню національної безпеки в цілому.

Таким чином, визначено ключові міжнародні тенденції трансформації побудованого середовища для зниження ризиків екологічної небезпеки в умовах пандемії COVID-19 з метою подальшої адаптації цих практик у вітчизняних умовах. Підсумовуючи матеріали розділу, зазначимо, що побудоване середовище сформовано під впливом хвороб та запобіжних заходів захисту населення, при цьому зелене будівництво є ефективним інструментом для трансформації будівель та інфраструктури у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей в умовах пандемії і у постпандемічний період, тому стандарти зеленого будівництва можуть послужити основою для нових норм планування, будівництва, перебудови та функціонування урбанізованих середовищ.

## Висновки до розділу 1

1. Пандемії минулого лежать в основі трансформацій урбаністичного середовища і протягом всієї історії людства впливали на архітектуру, дизайн та інфраструктуру міст, які сформувалися під тиском запобіжних заходів, розроблених для забезпечення здоров'я, гігієни та комфорту населення.

2. Тенденції будівництва завжди відображали здатність еволюціонувати після кризи, а в умовах пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси, тому для протидії епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям необхідно створити нові стратегії міського простору і екобезпечного середовища. Найбільш актуальні зараз мультидисциплінарні дослідження у напрямку удосконалення побудованого середовища для захисту людей у постпандемічну еру.

3. Актуальними стають високі критерії якості параметрів побудованого середовища, які застосовуються у зеленому будівництві, що спрямовано на збереження здоров'я людей на всіх етапах життєвого циклу будівель та оточуючої інфраструктури, тому стандарти зеленого будівництва рекомендовано у якості фундаментального підґрунтя процесу трансформації урбанізованого середовища для підвищення рівня екобезпеки.

4. Стандарти зеленого будівництва, де застосовуються оптимальні архітектурні рішення, передові інженерні системи та матеріали для зниження рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів, підвищення якості споруд та комфорту їх внутрішнього середовища, покращення впливу будівель на стан здоров'я її користувачів з мінімізацією впливу на оточуюче середовище на всіх етапах життєвого циклу будівельних споруд, можуть послужити основою для нових норм покращення урбанізованого середовища.

5. Обґрунтовано необхідність підвищення рівня екологічної безпеки та внаслідок аналізу кращого міжнародного досвіду створено підґрунтя для формування нових стандартів урбанізованого середовища в критичній ситуації

пандемічних загроз, які стимулюють «зелене відновлення» міст з покращенням якості та комфорту побудованого середовища для збереження здоров'я населення з мінімізацією впливу на довкілля, а оскільки під час пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси, то трансформацію урбанізованих середовищ доцільно починати із столиці з подальшим поширенням по всій території України за підтримки державних та місцевих органів влади у співробітництві з громадськістю, бізнесом, науковими установами та міжнародними організаціями.



## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА ТА МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

#### 2.1. Загальна характеристика матеріалів та території дослідження

Для дослідження шляхів покращення стану екологічної безпеки урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз у якості модельного прикладу запропоновано столицю України м. Київ, де успішне впровадження розроблених рекомендацій трансформацій міського простору та будівель сприятиме їх подальшому поширенню по всій території країни [65]. Матеріали для дослідження надані Державною службою статистики України, Головним управлінням статистики у м. Києві, Департаментом житлово-комунальної інфраструктури Київської міської державної адміністрації, ПрАТ «АК «Київводоканал», Головного управління Держгеокадастру у м. Києві, Департаментом земельних ресурсів Київської міської державної адміністрації, Центральною геофізичною обсерваторією, Державним агентством водних ресурсів, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України [6, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 27, 28, 52, 57, 60, 68, 69, 70, 75]. Також використано інформацію з відкритих джерел та аналітичні огляди у фахових наукових періодичних виданнях України.

Столиця України м. Київ розташована в центрі східної Європи і простягнулась з півночі на південь на 42,1 км, із заходу на схід – на 41,9 км. Загальна площа м. Києва складає 83,6 тис. га, з них забудовано 37 тис. га [59]. Площа лісів та інших лісовкритих площ становить 35,1 тис. га, площа зелених насаджень загального користування – 5,1 тис. га, сільськогосподарські землі – 4,5 тис. га [20]. На території м. Київ 27,4 тис. га земель рекреаційного призначення, 7,8 тис. га – природоохоронного, 0,2 тис. га – оздоровчого, 0,9 тис. га – історико-культурного [14]. Середня місячна температура повітря по м. Києву

за 2019 рік: січня – мінус 4,5°C, липня – плюс 19,8°C, річна кількість опадів у 2019 р. – 591,4 мм [15]. Водне дзеркало міста займає загальну площу 6,7 тис.га. і складається з річок Дніпро, Сирець, Глибочиця, Скоморох, Дарниця, Либідь, Віта, Совка, Нивка, а також озер Вирлиця, Радунка, Тельбін, Біле, Василькове, Лукове, Синякове, Вузьке, Довге, Сонячне, Синє [22]. За даними Державного агентства водних ресурсів України водопостачання м. Києва здійснюється з трьох незалежних джерел – річок Дніпра, Десни та підземних водоносних горизонтів [57]. На сьогодні надмірне антропогенне навантаження на природне середовище міста, посилене наслідками Чорнобильської катастрофи, істотно знизило якість водноресурсного потенціалу м. Києва. Загальне водовідведення у 2019 р. склало 723 млн.м<sup>3</sup>, у водойми скинуто 287 млн.м<sup>3</sup> забруднених зворотних вод (39,7% від загального скидання у поверхневі водні об'єкти), 436 млн.м<sup>3</sup> – нормативно чистих вод без очищення. Понад 6% забруднених зворотних вод (18 млн.м<sup>3</sup>) надійшли у водойми без будь-якого очищення, 94% (269 млн.м<sup>3</sup>) – недостатньо очищеними. Наявна потужність очисних споруд становила 657 млн.м<sup>3</sup> [22].

Від економічної діяльності підприємств та організацій і від домогосподарств міста протягом 2019 р. утворилось 999,1 тис. т відходів, переважна частина з яких (994,5 тис. т, або 99,5%) – це відходи IV класу небезпеки, 4,2 тис. т, або 0,4% – відходи III класу небезпеки. Відходи I та II класів небезпеки склали відповідно 78,3 т та 298,6 т [70]. Основними утворювачами відходів у 2019 р. були підприємства переробної промисловості та з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (відповідно 28,2% та 22,6% утворених відходів від економічної діяльності підприємств) [70]. Утворені протягом 2019 р. відходи за категоріями матеріалів в основному мали побутове та подібне походження. Обсяги побутових та подібних відходів становили 688,5 тис. т, або 68,9% від загальної кількості відходів. Серед інших відходів найбільшу кількість становили відходи згоряння – 133,8 тис. т, або 13,4% [57]. Обсяги утворення відходів хімічного профілю (використані розчинники, відходи кислот, лугів чи солей, відпрацьовані оливи, хімічні відходи, осад промислових

стоків, шлами та рідкі відходи очисних споруд) становили 5,8 тис. т (0,6%) [21]. Протягом року утилізовано 0,8 тис. т відходів, або 0,1% від загальної кількості утворених [19]. За категоріями матеріалів 79,6% утилізованих відходів – відходи чорних металів. У 2019 р. спалено та використано у вигляді палива чи іншим чином для отримання енергії 200,3 тис. т відходів [57]. У спеціально відведені місця чи об'єкти у 2019 р. було видалено 605,6 тис. т відходів, або 60,6% від загальної кількості утворених, які належать до IV класу небезпеки [52]. На кінець року загальний обсяг відходів, накопичених протягом експлуатації, у місцях видалення відходів становив 12780,0 тис. т, з них 50,5 т належать до III класу небезпеки, 12779,9 тис. т – до IV класу небезпеки [57].

Адміністративно-територіальними одиницями м. Києва є райони, утворені за радіальним принципом: Голосіївський, Дарницький, Деснянський, Дніпровський, Оболонський, Печерський, Подільський, Святошинський, Солом'янський, Шевченківський (рис. 2.1) [59]. Найбільший за площею (15,62 тис. га) Голосіївський район розташований у південно-західній частині міста Києва. В його територію входить Паньківщина, Нова забудова, Передславине, Ямки, Саперна слобідка, Байкова гора, Забайків'я, Деміївка, Ширма, Цимбалів яр, Добрий шлях, Голосіїв, Теремки, Феофанія, Лиса гора, Багринова гора, Мишоловка, Самбурки, Китаєво, Пирогів, Церковщина, Нижня Теличка, Корчувате, Віта, Острів Водників [70]. Більша частина території району зайнята зеленою зоною, що включає Національний природний парк «Голосіївський».

Загальна площа Дарницького району становить 13,4 тис. га (16 % площі Києва), площа зелених насаджень – 1303 га, водного басейну – 556 га. До складу району входять Нова Дарниця, Позняки, Осокорки, Харківський масив, Село Шевченка, Рембаза, Червоний хутір, Бортничі. Промисловість представлена 77 підприємствами різних галузей, серед них 30 будівельних організацій. На території Дарницького району міста Києва знаходяться сім станцій Київського метрополітену, п'ять ВНЗ, три технікуми, три СПТУ, 46 закладів загальної середньої освіти, 62 заклади дошкільної освіти [14].

Деснянський район розташований у північно-східній частині міста Київ, де займає площу 14,8 тис. га. До складу району входять житловий масив Вигурівщина-Троєщина і селище Троєщина, житловий масив Лісовий і селище Биківня, зелена зона на Дніпровських островах, лісопарковий пояс, річка Десенка. На території району функціонує 27 промислових підприємств, розташовано 729 багатоповерхових будинків, близько 1500 будинків приватного сектора, 11 ВНЗ, 33 загальноосвітні школи, 14 – спеціалізованих, 16 гімназій, два ліцеї, 51 дошкільний заклад, 13 шкіл-садків, 4 позашкільних закладів [27].



Рисунок 2.1 - Районування території м. Київ

Площа Дніпровського району, розташованого на лівому березі р. Дніпро, складає 6,7 тис. га. До складу входять Райдужний масив, Воскресенка, Труханів острів, Гідропарк, Лівобережний масив, Микільська слобідка, Північно-Броварський масив, Соцмісто, Русанівка, Березняки, Стара Дарниця, Русанівські Сади та ДВРЗ. Промисловий комплекс району налічує 50 підприємств [52].

Оболонський район розташований на північному заході міста, на правому березі Дніпра, займає площу 11,02 тис. га, до складу входять Пуща-Водиця, Мінський масив, Пріорка, частина Куренівки, Оболонь, Петрівка. Зелені насадження району займають площу 2615 га, з них 65 га – у Пущі-Водиці.

Водний басейн району складають р. Дніпро, малі річки – р. Сирець, р. Катурка, р. Горенка, 2 струмки, 2 канали, 28 водоймищ. Житловий фонд нараховує 994 будинки, з них 143 будинки це приватна садибна забудова, в багатоквартирному житловому фонді переважають 6-ти–10-типоверхові будинки [27].

Печерський район розташований у центральній частині столиці на правому березі Дніпра, найменший за територією (2,7 тис. га) та населенням район міста Києва. До складу Печерського району входять Чорна гора, Верхня Теличка, Саперне поле, Звіринець, Печерськ, Черепанова гора, Берестове, Клов, Бесарабка, Липки, Лавра. На території району розташовано Офіс Президента України, Верховна Рада України, Кабінет Міністрів України, Національний банк України, Прокуратура України, близько 30 промислових підприємств, чотири ВНЗ, вісім технікумів та профтехучилищ, 15 середніх шкіл, 17 дошкільних закладів [59].

До складу району Подільського району (3,4 тис. га) входять селище Шевченка, масив Вітряні гори, Виноградар, Куренівка, частина Нивок, Рибальський півострів, Мостицький масив, Біliche Поле, Поділ. На території розташовано 50 виробничих підприємств [28].

Святошинський район розташований на території 10,2 тис. га у західній частині міста Києва з парковою зеленою зоною 65,75 га. До території району входять Берковець, Нивки, Біличі, Новобіличі, Катеринівка, Академмістечко, Авіамістечко, Святошин. Жовтневе, Микільська Борщагівка, Південна Борщагівка, Михайлівська Борщагівка, Перемога, Галагани, селище міського типу Коцюбинське. В районі працюють 60 промислових підприємств, 110 навчально-освітніх закладів [57].

Солом'янський розташовано у південно-західній частині міста на площі 4,05 тис. га (4,84% до загальної площі м. Києва). Загальна площа зелених насаджень – 583,37 га, протяжність вулиць та доріг – 214,4 км. До складу району входять Грушки, Відрадний, Караваєві дачі, Новокараваєві дачі, Чоколівка, Жуляни, Совки, Монтажник, Залізничний масив, Протасів Яр, Батиєва гора, Кучмин Яр, Олександрівська слобідка, Солом'янка, Першотравневий, Залізнична

колонія, частина Шулявки, Турецьке містечко. На території району розташовано найбільші транспортні об'єкти столиці України – залізничні станції Київ-Пасажирський і Київ-Товарний, аеропорт «Київ» (Жуляни), 6 вищих навчальних закладів, 7 ліцеїв, 2 гімназії, 32 середні загальноосвітні школи, 12 шкіл-дитячих садків, 48 дитячих дошкільних закладів. Промисловий комплекс району складається з 65 промислових підприємств [70].

Шевченківський район розташований у центральній частині міста на площі 2,7 тис. га. До складу району входять частина Нивок, частина Шулявки, Дехтярі, Сирець, Волейків, Лук'янівка, Солдатська слобідка, Верхне (старе) місто, Кудрявець, Татарка, Репяхів Яр, Дорогожичі, Загоровщина, Афанасівський яр. В районі розташовано 71 підприємство, 31 ВНЗ, 52 загальноосвітні навчальні заклади, 49 дитячих дошкільних закладів та 7 позашкільних закладів освіти [69].

Майже 80% утилізованих відходів припадає на підприємства Дніпровського району, 18,5% – Подільського району. Відходи, накопичені протягом експлуатації, як і раніше, зберігаються на території трьох районів, зокрема, в Печерському (62,7%, або 8007,2 тис.т), Голосіївському (37,1%, або 4736,9 тис.т) та Деснянському (0,3%, або 35,9 тис.т) районах [70].

## **2.2. Методи та схема дослідження**

Для статистичної обробки даних та побудови на їх основі математичних моделей використано програмний пакет Statistica (рис. 2.2). Дана система статистичного аналізу даних включає широкий набір аналітичних процедур та методів, зокрема застосовано модулі множинної регресії (Multiple Regression), непараметричні статистики (кореляція Спірмана, критерії Краска-Уоліса, медіанний тест), факторний аналіз, графічні модулі (2D-, 3D-графіки, діаграми розсіювання, багатомірне масштабування) програми Statistica. Криві Андреуса,

діаграми розсіювання та теплові діаграми побудовані за допомогою мови програмування Python (бібліотеки `numpy`, `scipy`) [61].



Рисунок 2.2 - Схема дослідження

Метод багатомірного масштабування (багатовимірне шкалювання) використовують в інформаційній візуалізації для дослідження схожості та відмінності даних. Будується як матриця подібних елементів, після чого підписується розміщення кожного елементу у N-вимірному просторі, де через N позначають пріоритетність. Дані що аналізуються збираються за однією ознакою, для якої визначена функція відстані  $\delta_{i,j} :=$  Відстань між  $i$ -им та  $j$ -им об'єктами. Ця відстань вноситься в матрицю відмінностей:

$$\Delta := \begin{pmatrix} \delta_{1,1} & \dots & \delta_{1,i} \\ \delta_{2,1} & \dots & \delta_{2,i} \\ \delta_{i,1} & \dots & \delta_{i,i} \end{pmatrix} \quad (2.1)$$

За допомогою дисперсійного аналізу досліджується залежність кількісних ознак від однієї або більше якісних ознак [71].

Факторний аналіз застосовано для виявлення ємних внутрішніх характеристик (факторів) екологічної безпеки у великому масиві цифрових параметрів, акумульованих з різних джерел. Для встановлення відносної ваги кожного параметра в структурі визначених факторів застосовано метод факторних навантажень, тобто значень коефіцієнтів кореляції кожного з проаналізованих параметрів з кожним виявленим фактором. Про тісноту зв'язку кожного параметру свідчить значення факторного навантаження, при цьому позитивний знак факторного навантаження свідчить про прямий зв'язок параметра з фактором і навпаки. Значення факторного навантаження (marked loading) свідчить про тісний зв'язок даного параметру з фактором, тому в остаточному аналізі враховуються тільки такі параметри (principal components), чим більше власне значення (eigenvalue) групи, тим вища значимість цієї групи для варіації даних і, в залежності від значимості, групам взаємопов'язаних параметрів (факторам) присвоюються порядкові номери. Для визначення ступеню взаємопов'язаності параметрів Statistica обчислює коефіцієнти кореляції, які оцінюють тісноту лінійного зв'язку між параметрами, приймаючи значення від -1 у випадку зворотного зв'язку, до +1, якщо зв'язок прямий. Якщо значення коефіцієнта кореляції менше 0,3 зв'язок слабкий, від 0,31 до 0,5 – помірний, від 0,51 до 0,7 – значний, від 0,71 до 0,9 – тісний, вище 0,91 – високий. Для виявлення залежностей між параметрами використано коефіцієнт рангової кореляції Спірмена:

$$p = 1 - \frac{6 \times \sum_{i=1}^n (r_i - s_i)^2}{n^3 - n}, \quad (2.2)$$

де  $r_i$  та  $s_i$  – ранги  $i$ -го об'єкта по змінним  $x$  і  $y$ ,  $n$  – число пар (об'єм вибірки).

Кількісна міра зв'язку оцінюється по абсолютному значенню коефіцієнту від 0 до 1. Коефіцієнт кореляції рангу Спірмена оцінює, наскільки добре можна описати відношення між двома змінними за допомогою монотонної функції. Якщо немає повторних значень даних, то коефіцієнт Спірмена дорівнює 1 або -1, це відбувається коли кожна зміна є монотонною функцією від іншої змінної. Визначається як коефіцієнт кореляції Пірсона між ранжуванням змінних. Для



вибірки обсягу  $n$  множини  $X_i, Y_i$  перетворюються в ряди  $x_i, y_i$  та обчислюється наступним чином:

$$\rho = \frac{\sum_i(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i(x_i - \bar{x})^2 \sum_i(y_i - \bar{y})^2}} \quad , \quad (2.3)$$

де  $x$  – незалежна змінна,  $y$  – залежна змінна [61].

Коефіцієнт рангової кореляції Кендалла обчислено по формулі:

$$\tau = 1 - \frac{4k}{n(n-1)} \quad , \quad (2.4)$$

де  $k$  – число інверсій (порушення порядку) в ряду рангів другої змінної за умови, що ранги першої змінної впорядковані [67].

Враховано значення коефіцієнту множинної кореляції ( $R = \sqrt{R^2}$ ), який характеризує тісноту зв'язку між предикторами та оцінює якість передбачення в межах від 0 до 1. В оберненій залежності від надійності результату знаходиться показник  $P$ -рівня значущості, що являє собою імовірність помилковості даної моделі. Якщо  $P$  дорівнює 0,05 (тобто 1/20), це показує, що існує 5% ймовірність того, що знайдений у вибірці зв'язок між змінними є лише випадковою особливістю даної вибірки. Моделі в програмі Statistica побудовано для  $R > 0,8$ , а  $P < 0,05$ . Стандартизований регресійний ваговий коефіцієнт  $Beta$  (похибка  $BetaStEr$  – *Standard Error of Beta*) дає можливість порівняти внески кожного предиктора в передбачення, що дозволяє провести ранжування предикторів за ступенем їх впливу. Критерій Стьюдента ( $t$ -критерій) використано для перевірки гіпотези про значущість часткового коефіцієнту кореляції [61].

Багатовимірне масштабування дозволяє здійснити аналіз параметрів способом найбільш ефективного розміщення об'єктів шляхом встановлення між ними умовної відстані. В даному випадку за відстань береться евклідова відстань в багатовимірному просторі районів або показників. Метод Андреуса – це один з методів візуалізації багатовимірних даних для аналізу їх структури. Кожній

точці даних (спостереження)  $x = (x_1, x_2, \dots, x_T)$  відповідає функція, що представляє собою кінцевий ряд Фур'є:

$$F_x(t) = \frac{x_1}{\sqrt{2}} + x_2 \sin t + x_3 \cos t + x_4 \sin 2t + x_5 \cos 2t + \dots, \quad (2.5)$$

де  $t \in [-\pi, \pi]$

Якщо данні мають певну структуру, то вона відображається на графіках функцій.  $F_x(t)$ . Криві Андреуса сильно залежать від порядку проходження факторів, змінюючи форму при зміні порядку параметрів, тому у ході розрахунків необхідно більш важливі фактори ставити на перші місця [51].

Для визначення впливу проаналізованих параметрів на стан екологічної безпеки процесу реконструкції застосовано формула Вебера – Фехнера у модифікації Кривомаз-Максименко, що показує вагомість впливу ( $B$ ) конкретного значення фактору за 10-бальною шкалою в діапазоні відомих величин ( $x_{min}, x_{max}$ ) для фактору даного типу [45]:

$$B = 1 + 9 \frac{\lg x - \lg x_{min}}{\lg x_{max} - \lg x_{min}} = 1 + 9 \frac{\lg \frac{x}{x_{min}}}{\lg \frac{x_{max}}{x_{min}}}, \quad (2.6)$$

де 10 – максимальний бал оцінки впливу фактору та значення фактору (шкала від 1 до 10),  $x$  – вимірне значення фактору,  $x_{max}$  – максимальне значення фактору,  $x_{min}$  – мінімальне значення фактору.

Загалом застосовані методи включають аналіз інформації, узагальнення даних, їх систематизацію та класифікацію. При обробці даних були враховані зауваження експертів щодо доцільності виділення певних критеріїв. Дані представлені наочними зображеннями з використанням стандартних програмних пакетів Word, Excel та PowerPoint. Проаналізовану інформацію систематизовано та скомпоновано у вигляді таблиць, схем та діаграм. Отримані результати наведено у вигляді рекомендацій та висновків.

### 2.3. Характеристика критеріїв стану екобезпеки урбанізованих територій

На стан екологічної безпеки урбанізованих територій впливає низка прямих та опосередкованих чинників. Зокрема, Державною стратегією регіонального розвитку регламентовано такі індикатори результативності: індекс комфорту життя, ступінь зношеності інфраструктури житлово-комунального господарства, оцінка якості надання комунальних послуг, споживання ресурсів, транспортна інфраструктура, типи міської мобільності та ін. [72]. У комплексних дослідженнях Головного управління статистики у м. Києві сформовано систему показників-індикаторів і соціальних нормативів, що характеризують рівень життя населення: макроекономічні показники, демографічна ситуація, охорона здоров'я та безпека, освіта, зайнятість населення, показники матеріальної забезпеченості населення, рівень та структура особистого споживання, житлові умови населення, показники пенсійного забезпечення населення, показники соціальної напруги [68].

Коли мова йде про побудоване середовище, то загально визнаним еталоном якості і безпеки виступають стандарти зеленого будівництва, що до того ж узгоджується з актуальною міжнародною тенденцією «зеленого відновлення міст» внаслідок пандемії [1, 3, 4, 13, 50, 51, 58, 62, 192]. Внаслідок аналізу стандартів міжнародних сертифікаційних систем зеленого будівництва BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology), LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen), HQE (Haute Qualité Environnementale system), категорії розвитку урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз [99, 100, 101, 127, 162, 211]. Узагальнені категорії стійкості зеленого будівництва включають: 1) планування і управління; 2) економічне обґрунтування; 3) архітектура і функціональність; 4) землекористування і екологія; 5) транспорт і інфраструктура; 6) здоров'я і безпека; 7) якість і

комфорт; 8) енергоефективність і ресурсозбереження; 9) мінімізація забруднень; 10) утилізація та рециклізація відходів; 11) соціально-культурні аспекти; 12) інновації. Кожна категорія регламентується місцевими та міжнародними законодавчими документами та нормативами.

Критерій «Управління» включає екологічний менеджмент будівництва, моніторинг впливу будівельних ділянок на довкілля та оцінку життєвого циклу будівель з окремою оцінкою проекту після завершення будівельних робіт [101]. Стадії зелених будівельних проектів відповідають стадіям життєвого циклу міського середовища, починаючи з генерального планування та розробки загальної концепції проекту, яка повинна гармонічно інтегруватись у наявну інфраструктуру з урахуванням мінімізації негативного впливу на довкілля та потреб місцевих громад. Проектна стадія базується на інформаційних технологіях проектування (BIM). Оцінюється інклюзивний і доступний дизайн будівельних проектів та надійність будівельних конструкцій (Considerate Constructors Scheme). Розроблено окремі сертифікаційні схеми для етапів планування, проектування, будівництва і здачі в експлуатацію, експлуатаційного періоду будівлі, робіт по ремонту та реконструкції, закінчення строку служби будівлі з подальшою її рециклізацією та утилізацією. Категорія «Управління» (Management category) у сертифікаційній схемі зеленого будівництва BREEAM складається з оцінки п'яти аспектів, а саме:

- 1) концепція завдання і проектування, що забезпечує процес інтегрованого проектування та оптимізує будівельні роботи;
- 2) попередні розрахунки витрат в ході експлуатації та обслуговування будівель, що передбачає збільшення прибутковості інвестицій та забезпечує економічну ефективність;
- 3) відповідальні практики в будівництві, зокрема управління будівельним майданчиком з дотриманням вимог мінімізації впливу на довкілля та безпеки людей;
- 4) введення і здача в експлуатацію об'єкту з урахуванням потреб користувачів будівлі;

5) моніторинг після введення в експлуатацію для підтвердження відповідності функціонування будівля проектним завданням та вимогам.

Для ефективного впровадження зелених проектів консультуються зі спеціалістами по екологічній стійкості будівництва, починаючи зі стадій проектування та техніко-економічного обґрунтування і закінчуючи стадією моніторингу об'єктів в експлуатації на відповідність вимогам зеленого будівництва [101].

Міжнародні стандарти ISO 14040-14043 уніфікували методологію оцінки життєвого циклу (ОЖЦ). Життєвий цикл – послідовні та взаємопов'язані стадії життєвої системи продукту або процесу, починаючи з видобутку природних ресурсів і закінчуючи утилізацією відходів. Оцінка життєвого циклу (LCI – life-cycle inventory) включає систематизований набір процедур по збору та аналізу всіх матеріальних та енергетичних потоків системи, включаючи вплив на навколишнє середовище під час всього життєвого циклу продукту та/або процесу [147, 148]. В процесі оцінки екологічних впливів здійснюють кількісні розрахунки наступних параметрів: об'єми використаної енергії, матеріальних ресурсів та викидів в навколишнє середовище; кількісна та якісна оцінка їх впливу на навколишнє середовище; визначення та оцінка можливостей для покращення екологічного стану системи.

ISO 14040:2006 (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework) виділяє чотири етапи оцінки життєвого циклу, кожен з яких окремо розглядається у відповідному стандарті: визначення мети та сфери застосування (ISO 14041); інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (ISO 14041); оцінка впливу протягом життєвого циклу (ISO 14042); інтерпретація життєвого циклу (ISO 14043).

Насамперед встановлюють мету та сфери застосування дослідженої системи, що регламентується стандартом ISO 14041:1998 (Environmental management – Life cycle assessment – Goal and scope definition and inventory analysis). Обґрунтовуються методи, що застосовуються для оцінки екологічних впливів, часові та просторові межі досліджуваної системи, а також описуються

використані джерела даних. Однак на наступних етапах може виникнути необхідність переглянути і скоригувати задіяні параметри, наприклад звузити межі або коло розглянутих екологічних впливів, якщо для розрахунків недостатньо інформації [147].

На другому етапі здійснюється інвентаризаційний аналіз життєвого циклу (life cycle inventory analysis) у відповідності до стандарту ISO 14041. Інвентаризаційний аналіз життєвого циклу є найбільш тривалим і витратним етапом, на якому збираються дані про вхідні та вихідні потоки матеріалів та енергії, залучених у процес. Для їх обліку система підрозділяється на окремі модулі, виходячи із стадій життєвого циклу. Крім цього, в межах деяких стадій, особливо складних в технологічному плані, можуть бути виділені модулі, які відповідають окремим одиничним виробничим процесам. При проведенні інвентаризаційного аналізу важливо врахувати всі транспортні перевезення протягом повного життєвого циклу продукції, як між окремими етапами (наприклад, від постачальника сировини до виробника), так і в їх межах (наприклад, в цехах підприємства) [148].

Третій етап включає оцінку впливу протягом життєвого циклу (life cycle impact assessment) на основі стандарту ISO 14042:2000 (Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle impact assessment). Оцінка значимості потенційних впливів на навколишнє середовище проводиться за результатами інвентаризаційного аналізу. Це найбільш складний та суперечний етап ОЖЦ. На основі попереднього етапу слід визначити категорії впливів: споживання мінеральних ресурсів і енергії, утворення токсичних відходів, руйнування озонового шару стратосфери, парниковий ефект, зниження біологічного різноманіття, ризику для здоров'я людей та ін. Далі необхідно кількісно охарактеризувати кожен з категорій та порівняти ці різнопланові впливи для визначення, яка з категорій завдає найбільшої шкоди навколишньому природному середовищу. Для оцінки впливу розроблено ряд методик і відповідних програмних продуктів, проте наразі не визначено єдину універсальну та об'єктивну методологію [147].

Четвертий етап – це інтерпретація життєвого циклу (life cycle interpretation) на основі стандарту ISO 14043:2000 (Environmental management – Life cycle assessment – Life cycle interpretation). Результатом останнього етапу інтерпретації життєвого циклу є розробка рекомендацій щодо мінімізації шкідливих впливів на навколишнє середовище. Завдяки цьому досягається поліпшення екологічних характеристик процесів та продукції з урахуванням рекомендацій ОЖЦ, що забезпечує багато екологічних та економічних переваг. Наприклад, зниження матеріало- та енергоємності продукту, економія коштів на закупівлю сировини, підвищення попиту з боку екологічно свідомих споживачів, поліпшення економічного іміджу підприємства та ін. [148].

Наприклад, в процесі оцінки життєвого циклу будівлі враховуються витрачені ресурси, використана енергія та джерела її надходження, повітряні викиди та скиди забруднення у довкілля, використання водних та земельних ресурсів, транспортну логістику на кожному з послідовних етапів, що включають: розробку концепції, планування, оцінку впливу на місцеві громади та інфраструктуру, розрахунки техніко-економічного обґрунтування;

- видобуток будівельних матеріалів, їх обробку та виробництво будівельних компонентів;
- монтаж і будівництво;
- експлуатація і технічне обслуговування;
- ремонт та реконструкція;
- повторне використання, рециркуляція, знесення, утилізація [147].

Крім прямого застосування, ОЖЦ також використовують в більш широкому контексті для розробки складних бізнес-стратегій та державної політики в різних сферах суспільства. Це важливий аналітичний засіб для обґрунтування вибору між різними технологіями та проектами, що забезпечує надійний результат.

Критерій «Землекористування та екологія» обумовлює вибір території для будівництва, заохочує до відновлення забруднених територій, їх повторного та багатофункціонального використання. Аспекти цього критерію спрямовано на

пом'якшення екологічного впливу, покращення екологічного стану, підвищення екологічної цінності території забудови. Критерієм передбачено захист та збереження ландшафтних форм, довгострокові заходи для підтримки біорізноманіття, виділення екологічних особливостей будівельного проекту. В зеленому будівництві регламентування норм для розміщення, проектування, будівництва та режиму функціонування будівель базується на збалансуванні екологічної відповідальності, ефективного використання ресурсів, комфорту мешканців та навантаження на навколишнє середовище.

Охорона навколишнього природного середовища включає діяльність, направлену на збереження та відновлення якості довкілля шляхом попередження викидів або зниження вмісту забруднюючих речовин у середовищі проживання. Заходи з охорони навколишнього природного середовища можуть включати профілактичні заходи щодо захисту довкілля, його відновлення та усунення наслідків негативних антропогенних впливів [29]. Одним із показників, що дає змогу оцінити стан природних екосистем, є вегетаційний індекс або індекс фотосинтетично активної біомаси NDVI - один з найпоширеніших показників, що використовують у дистанційному зондуванні Землі для якісної і кількісної оцінки стану рослинного покриву. Індекс розраховують на підставі аналізу відбивання і поглинання рослинами світла в інфрачервоному та червоному діапазонах спектра (від -1 до +1) [159]. Існуюча в Україні система екологічних платежів включає екологічний податок за забруднення навколишнього природного середовища викидами в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами забруднення, скидами забруднюючих речовин у водні об'єкти, за розміщення відходів, а також штрафні санкції за правопорушення законодавства у галузі охорони навколишнього середовища, використання природних ресурсів [67]. Капітальні інвестиції в охорону навколишнього природного середовища стосуються витрат підприємств на матеріальні і нематеріальних активи, витрат на капітальний ремонт та модернізацію, направлених на охорону довкілля. Витрати на охорону навколишнього природного середовища пов'язані з певними заходами та



технічними засобами, направленими на запобігання або зведення до мінімуму збитку якості навколишнього природного середовища, а також необхідні витрати на усунення негативних наслідків погіршення якості навколишнього природного середовища або компенсації за них [57].

В критерій «Транспорт та інфраструктура» включають транспортні стратегії будівельних проектів, планування транспортної доступності до об'єкту, стабільні транспортні заходи, використання громадського транспорту та альтернативних видів транспорту. Аспекти цього критерію забезпечують інклюзивне і зручне переміщення по об'єкту, планування зручної доступності до різних функцій об'єкту, облаштування парковок, послуги для велосипедистів та безпеку пішохідних переміщень. Завдання транспортної категорії BREEAM – знизити використання приватних автомобілів і підтримати використання альтернативних більш стійких видів транспорту. Дана категорія розбита на 6 аспектів оцінки:

- доступність громадського транспорту, що потребує від проекту розміщення у зоні з розгалуженою інфраструктурою різноманітних сполучень громадського транспорту;
- доступність спеціальної інфраструктури, яка підтримує проекти розташовані поруч з локальними транспортними сервісами;
- альтернативні види транспорту, які включають електромобілі, велосипеди та інші види транспорту з мінімальними викидами в атмосферу;
- обмеження паркувального простору та кількості паркомісць для зменшення використанні індивідуальних автомобілів;
- план переміщень, який враховує транспортну стратегію ще на початкових етапах проектування;
- домашній офіс, який оцінює потенціал роботи з дому з метою зниження навантаження на транспортні мережі.

В межах критерію «Енергоспоживання» здійснюється енергетичний моніторинг, забезпечується енергоефективність, скорочуються споживання енергії та викидів вуглецю, впроваджуються низькокарбонові технології. В

Україні використовують Рейтинг енергоефективності регіонів (Ukrainian Energy Index), який базується на методології аналізу енергоефективності Міжнародного енергетичного агентства (МЕА). Він визначає ефективність використання енергоресурсів за регіонами та секторами економіки, що вимірюється в тоннах нафтового еквівалента (ТНЕ) [7]. У житловому секторі енергоємність визначають як відношення енергоспоживання сектора до житлової площі у квадратних метрах. Еталоном енергоефективності служить середнє споживання в ЄС [8]. Критерій «Ресурсовикористання» включає екологічну оцінку життєвого циклу матеріалів та конструкцій, отримання матеріалів відповідальним шляхом, їх повторне використання, екобезпеку та ефективність.

Критерієм «Водовикористання» регламентовано моніторинг використання води, ефективне обладнання для водопостачання, детектори протікання води, альтернативні джерела надходження води [101]. Підприємства м. Києва зобов'язані звітувати про водокористування за формою №2-ТП (водгосп) річна «Звіт про використання води», затвердженої наказом Міністерства екології та природних ресурсів від 16.03.2015 №78 [70]. Питною вважається вода, придатна для пиття та приготування їжі у відповідності зі встановленими нормами. Її забруднення викликають шкідливі та небажані речовини, які надходять із неочищених промислових стічних вод і зливових стоків у концентраціях, що роблять воду непридатною для використання [53]. До складу водовикористання не включаються колекторно-дренажні стоки, обсяги зворотного і послідовного (повторного) використання вод, за винятком води, що надійшла на відшкодування втрат у зворотні і послідовні водогосподарчі системи. Стоки, які пройшли очищення на відповідних спорудах та відведення яких після очищення у водні об'єкти не призводить до порушення встановлених норм якості води в контрольному створі або пункті водокористування, класифікують як нормативно-очищені зворотні води. Оборотно- та повторно-послідовне водопостачання включає обсяг економії забору свіжої води, включаючи використання стічних та колекторно-дренажних вод. До оборотного використання не відносяться витрати води в системах комунального та

виробничого теплопостачання [60].

Критерій «Забруднення» спрямовано на мінімізацію забруднення довкілля на всіх етапах життєвого циклу будівельного проекту. Аспекти цього критерію включають зменшення викидів і скидів, зменшення світлового і шумового забруднення, управління ризиками затоплення будівлі. Серед аспектів враховано вплив холодоагентів та охолоджувача GWP в сервісах будівель, попередження витоків охолоджувача, викиди  $\text{NO}_x$  від систем опалення, тощо [101]. Повітря є життєво важливим компонентом побудованого середовища, який являє собою природну суміш газів в жилих, виробничих та інших приміщеннях. Забруднення повітря обумовлене зміною його складу і властивостей в результаті надходження або утворення в ньому фізичних, біологічних факторів і (або) хімічних сполук, що можуть несприятливо впливати на здоров'я людини та стан середовища [53]. В атмосферне повітря надходять викиди забруднюючих речовин або суміші таких речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення. До найбільш поширених джерел викидів в урбанізованому середовищі зазвичай відносять підприємства та транспортні засоби, зокрема, автомобільний, залізничний, авіаційний, водний транспорт та виробнича техніка. Парникові гази затримують інфрачервоне випромінювання земної поверхні, що призводить до глобального потепління на планеті. До основних парникових газів належать: діоксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ), оксид азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), гідрофторвуглеці (ГФВ), перфторвуглеці (ПФВ) та гексафторид сірки ( $\text{SF}_6$ ) [57]. Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел включають забруднення, що надійшли в повітряний басейн від стаціонарних джерел викидів, як після проходження пилогазоочисних установок у результаті неповного уловлення й очищення на організованих джерелах забруднення, так і без очищення від організованих і неорганізованих джерел забруднення. Сюди не включаються викиди забруднюючих речовин у результаті ерозії ґрунтів, лісових пожеж, тощо [75].

Критерій «Відходи» регламентує управління будівельними відходами, їх

роздільне видалення для переробки, рециклізацію та екологічну утилізацію відходів згідно концепції 3R: Reduce (зменшити споживання), Reuse (повторне використання), Recycle (переробка). Враховуються інноваційні пропозиції по покращенню поводження з відходами будівельної галузі та відсоток «врятованих матеріалів» в процесі будівельного проекту [101]. До відходів відносять будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворюються в процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості та не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення і від яких їх власник повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення [64]. До побутових відходів відносять залишки речовин, матеріалів, предмети, що утворюються в процесі життя і діяльності людини житлових та нежитлових будинках (змішані побутові відходи, великогабаритне сміття, відходи від очищення вулиць, кухонні відходи, побутова техніка), що не можуть у подальшому використовуватися за призначенням. Небезпечним відходам притаманні такі фізичні, хімічні, біологічні чи інші небезпечні властивості, які створюють або можуть створити значну небезпеку для навколишнього природного середовища і здоров'я людини та які потребують спеціальних методів та засобів поводження з ними. Вони містять речовини, що мають небезпечні властивості: токсичність, вибухонебезпечність, пожежонебезпечність, високу реакційну здатність, або містять збудники інфекційних хвороб, що набуває особливої актуальності в період пандемічних загроз. Небезпечні відходи класифікуються наступним чином: I клас – надзвичайно небезпечні; II клас – високо небезпечні; III клас – помірно небезпечні; IV клас – мало небезпечні [52]. Поводження з відходами передбачає дії, спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення. Видалення відходів передбачає здійснення операцій з відходами, що не призводять до їх утилізації. Збирання відходів включає збір та транспортування відходів до місця їх утилізації або видалення місцевими органами влади,

державними або приватними організаціями, спеціалізованими підприємствами тощо. Збирання відходів може проводитися вибірково, коли збираються окремі види відходів, або може проводитися недиференційований збір, тобто збираються усі види відходів [56]. Утилізація відходів включає використання відходів як вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів. Застосовують регульований процес спалення твердих, рідких чи газоподібних відходів при високих температурах. Захоронення відходів передбачає остаточне розміщення відходів при їх видаленні у спеціально відведених місцях чи на об'єктах таким чином, щоб довгостроковий шкідливий вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини не перевищував установлених нормативів. Спеціально відведені місця чи об'єкти видалення відходів включають ділянки, спеціально призначені для накопичення, постійного зберігання відходів, на використання яких отримано дозвіл від спеціально уповноважених органів у сфері поводження з відходами [29].

Критерій «Здоров'я та безпека» контролює якість повітря в приміщеннях, мікробіологічне забруднення та летючі органічні сполуки, внутрішнє та зовнішнє освітлення, потенціал для природної вентиляції, тепловий та акустичний комфорт, безпеку та надійність будівель, екологічну естетику, ергономіку та дизайн [101]. За українським законодавством окремо обліковуються витрати на зниження шкідливого впливу низької якості навколишнього природного середовища на здоров'я та благополуччя людей [52]. Показники витрат для усунення негативних наслідків проживання в «бідних будинках» (poor housing) займають четверте місце після таких небезпечних факторів ризику для здоров'я, як алкоголь, куріння та ожиріння. Стандарти зеленого будівництва орієнтовані на покращення стану здоров'я, безпеки та комфорту людей. Норми безпеки зелених будівель включають надійність будівельних конструкцій, інклюзивний і доступний дизайн будівельних проектів, управління експлуатаційними ризиками, безпеку переміщення по об'єкту, енергоефективне освітлення приміщень та прилеглих територій. Біофільний дизайн передбачає інтеграцію природних елементів в будівлі для позитивного впливу на здоров'я та

добробут людей. Він включає: 1) зовнішнє та внутрішнє озеленення будівель; 2) облаштування зелених стін для покращення акустики в офісі і зниження рівня CO<sub>2</sub> та шкідливих летючих сполук; 3) використання природних елементів в інтер'єрах для забезпечення оздоровчого та естетичного ефектів; 4) природну естетику, кольори, освітлення, звуки, різноманітність, текстуру поверхонь та вид з вікон [43].

Слід відзначити, що системи зеленої сертифікації визначають якість та вплив побудованого середовища на довкілля ще на етапах розробки концепції та проектування, а потім обов'язково на етапах будівництва, експлуатації, реконструкції, перебудови та зносу споруди в кінці її життєвого циклу [99]. Такий комплексний підхід забезпечує раціональне землекористування, економію природних ресурсів та енергії, ефективність водокористування, скорочення забруднення та шкідливих викидів, високу якість внутрішнього середовища, безпеку та комфорт людей, інновації та постійне вдосконалення.

## **Висновки до розділу 2**

1. Для дослідження шляхів покращення стану екологічної безпеки урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз у якості модельного прикладу запропоновано столицю України м. Київ, де успішне впровадження розроблених рекомендацій трансформацій міського простору та будівель сприятиме їх подальшому поширенню по всій території країни.

2. Встановлено, що для оцінки стану екобезпеки м. Київ доцільно використати дані надані Державною службою статистики України, Головним управлінням статистики у м. Києві, Департаментом житлово-комунальної інфраструктури Київської міської державної адміністрації, ПрАТ «АК «Київводоканал», Головного управління Держгеокадастру у м. Києві, Департаментом земельних ресурсів Київської міської державної адміністрації,

Центральною геофізичною обсерваторією, Державним агентством водних ресурсів, Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України, інформацію з відкритих джерел, аналітичні огляди у фахових наукових періодичних виданнях України та результати цільових досліджень.

3. Визначено, що для статистичної обробки даних та побудови на їх основі математичних моделей раціонально використовувати програмний пакет Statistica з широким набором аналітичних процедур та методів, а також мову програмування Python, оскільки моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій дозволяє створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій.

4. Визначено категорії стійкого розвитку урбанізованих територій в умовах пандемічних загроз на основі стандартів зеленого будівництва, які узгоджуються з актуальною міжнародною тенденцією «зеленого відновлення міст»: 1) планування і управління; 2) економічне обґрунтування; 3) архітектура і функціональність; 4) землекористування і екологія; 5) транспорт і інфраструктура; 6) здоров'я і безпека; 7) якість і комфорт; 8) енергоефективність і ресурсозбереження; 9) мінімізація забруднень; 10) утилізація та рециклізація відходів; 11) соціально-культурні аспекти; 12) інновації.

## РОЗДІЛ 3

### ОЦІНКА СТАНУ ЕКОБЕЗПЕКИ РАЙОНІВ М. КИЄВА ТА ПОТЕНЦІАЛУ ЇХ РОЗВИТКУ В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

#### 3.1. Оцінка стану екобезпеки м. Києва з використанням факторного аналізу

Київ є найбільшим мегаполісом України, тому закономірно, що оцінку стану екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз доцільно починати саме зі столиці. Отримані результати і розроблені рекомендації надалі можливо поширити в інші міста нашої країни з урахуванням відповідної адаптації, в залежності від їх індивідуальних особливостей. Для оцінки стану екологічної безпеки побудованого середовища у 10 районах м. Києва акумульовано значний масив відповідних цифрових даних, повний перелік яких наведено у Додатку А. Серед проаналізованих показників слід відзначити демографічні параметри, матеріальну забезпеченість населення, структуру витрат, житлові умови, освітні та дошкільні заклади, охорону здоров'я, підприємства, криміногенну ситуацію, екологічну безпеку, викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, витрати на охорону навколишнього середовища, об'єми відходів, тощо. На основі цих даних проведено багатофакторний аналіз в програмі Statistica, в результаті чого проаналізовані параметри виокремились у 8 груп (факторів), які описують 99% всіх варіацій даних. Чим більше власне значення (eigenvalue) групи, тим вища значимість цієї групи для варіації даних і, в залежності від значимості, групам взаємопов'язаних параметрів (факторам) присвоюються номери: перший фактор (F1) описує 35% даних, F2 – 19,3%, F3 – 16,6%, F4 – 10,9%, F5 – 8,5%, F6 – 5,7%, F7 – 3,5%, F8 – 1,2%. Таким чином серед визначених восьми факторів для наступних етапів статистичного аналізу доцільно враховувати параметри, які увійшли у найбільш значимі групи даних (табл. 3.1).



Таблиця 3.1 - Результати факторного аналізу параметрів стану екологічної безпеки побудованого середовища районів м. Києва

Фактор	Значення основних параметрів			
	значення виміру	% загальної дисперсії	Кумулятивне значення	% кумуляції
1	16,825	35,051	16,825	35,051
2	9,291	19,357	26,116	54,408
3	7,018	16,621	33,134	69,029
4	5,258	10,954	38,392	79,983
5	4,088	8,516	42,48	88,499
6	2,777	5,786	45,257	94,285
7	1,669	3,478	46,926	97,763
8	0,595	1,24	47,521	99,003

Серед проаналізованих в програмі Statistica даних за районами м. Києва встановлено суттєві кореляції для 48 параметрів: Н – кількість постійного населення, Ч – кількість чоловіків серед постійного населення, Ж – кількість жінок серед постійного населення, Т – територія району, Т% – відсоткова частка в загальній території міста, Щ – щільність населення, Б – кількість будинків, МП – малоповерхові будинки до 3-х поверхів включно, БП – багатоповерхові будинки 4-9 поверхи, ПП – будинки підвищеної поверховості 10-16 поверхів, Вис – висотні будинки понад 16 поверхів, Гур – гуртожитки, Інд – індивідуальні будинки, Кв – кількість квартир, КЗП – загальна площа будівель, КЖП – житлова площа, ВБ – кількість будинків ветхого житлового фонду, ВПл – загальна площа ветхого житлового фонду, ВМ – кількість мешканців у ветхих будівлях, АБ – кількість аварійних житлових будинків, АПл – загальна площа аварійного житлового фонду, АМ – кількість мешканців в аварійних будівлях, Нов – загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель, ПЕ – кількість прийнятих в експлуатацію будинків, Мц – загальна площа квартир в цегляних будинках, Мп – загальна площа квартир в панельних будинках, Мб – загальна площа квартир в блочних будинках, Ммб – загальна площа квартир в будинках з монолітного бетону, Мнб – загальна площа квартир в будинках з ніздрюватого

бетону, Мзм – загальна площа квартир в будинках із змішаних матеріалів, Мін – загальна площа квартир в будинках з інших стінових матеріалів, Мне – загальна площа квартир в будинках з невказаних стінових матеріалів, Виб – вибуття загальної площі житлових приміщень із житлового фонду, ДС – дошкільні навчальні заклади, Ш – денні загальноосвітні навчальні заклади, К – коледжі (технікуми, училища), У – університети (академії, інститути), П – кількість підприємств, Пр – кількість зайнятих працівників, Зп – витрати на оплату праці, Прод – обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг), ВЗаг – загальні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, SO<sub>2</sub> – викиди диоксиду сірки, NO<sub>2</sub> – викиди диоксиду азоту, CH<sub>4</sub> – викиди метану, CO – викиди оксиду вуглецю, НЛОС – викиди неметанових летких органічних сполук, CO<sub>2</sub> – викиди діоксиду вуглецю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Суттєві кореляції 48 показників стану екобезпеки побудованого середовища районів м. Києва

Параметри*	Величини факторів навантаження*							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Н	0,889	0,113	-0,235	0,151	0,2	0,085	0,254	0,083
Ч	0,845	0,17	-0,257	0,127	0,153	0,077	0,371	0,087
Ж	0,909	0,06	-0,211	0,17	0,239	0,090	0,144	0,078
Т	0,367	0,094	-0,049	0,918	0,067	0,040	-0,041	-0,002
Т%	0,367	0,097	-0,052	0,918	0,067	0,039	-0,042	-0,0004
Щ	-0,271	0,024	0,188	-0,893	-0,047	0,092	0,252	0,135
Б	0,012	0,721	0,302	0,158	0,02	-0,185	0,549	-0,061
МП	0,151	0,294	0,717	-0,172	-0,104	-0,299	0,343	-0,346
БП	-0,121	-0,062	0,701	-0,624	0,223	0,054	0,202	-0,066
ПП	0,732	0,025	-0,229	0,587	-0,091	0,139	-0,146	0,031
Вис	0,195	0,628	-0,128	0,601	0,13	0,187	-0,366	0,06
Гур	-0,052	0,274	0,565	-0,158	0,059	0,051	0,751	-0,082
Інд	0,048	0,668	0,125	0,332	-0,094	-0,017	0,634	-0,106
КВ	0,924	-0,011	-0,125	0,148	0,097	0,164	-0,213	-0,148
КЗП	0,821	0,196	-0,145	0,251	0,039	0,283	-0,308	-0,111

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КЖП	0,853	0,134	-0,12	0,186	0,101	0,294	-0,282	-0,128
ВБ	0,074	0,035	0,797	0,141	-0,239	-0,256	0,364	-0,161
ВПл	-0,166	-0,029	0,978	-0,01	-0,079	0,026	-0,025	0,005
ВМ	-0,246	-0,037	0,921	0,24	0,012	0,045	0,06	-0,057
АБ	-0,006	-0,024	0,874	-0,334	-0,081	0,106	0,263	0,19
АПл	-0,089	0,123	0,971	-0,066	0,011	0,017	0,146	0,044
АМ	-0,128	0,081	0,984	0,004	0,031	0,016	0,044	0,032
Нов	-0,062	0,9	0,144	-0,029	-0,11	-0,197	0,333	-0,023
ПЕ	-0,079	0,919	0,141	-0,01	-0,108	-0,202	0,274	-0,017
Мц	-0,419	0,328	0,52	-0,242	-0,112	0,006	0,565	0,071
Мп	-0,112	0,800	-0,197	0,156	-0,157	-0,45	-0,206	-0,088
Мб	-0,416	0,112	0,37	0,094	0,228	-0,748	0,127	-0,169
Ммб	0,111	0,902	0,171	-0,055	-0,227	0,186	0,19	0,041
Мнб	0,233	0,325	-0,005	-0,408	-0,111	-0,018	0,796	0,045
Мзм	0,378	0,858	-0,25	0,083	-0,039	0,2	0,0802	0,05
Мін	0,233	0,325	-0,005	-0,408	-0,111	-0,018	0,796	0,045
Мне	-0,200	0,518	-0,149	0,12	-0,192	-0,696	0,359	0,065
Виб	0,516	0,008	-0,329	-0,08	0,678	0,138	0,082	0,223
ДС	0,876	-0,150	0,157	0,03	0,414	0,08	0,065	-0,009
Ш	0,893	-0,230	0,146	0,068	0,235	0,015	0,209	0,149
К	-0,314	0,020	-0,195	-0,246	-0,122	-0,864	-0,182	0,065
У	-0,489	-0,025	0,693	-0,380	-0,123	0,256	0,170	0,162
П	-0,579	-0,006	0,564	-0,385	-0,185	0,399	-0,007	-0,073
Пр	-0,668	-0,119	0,324	-0,416	-0,156	0,474	-0,092	0,065
Зп	-0,675	-0,12	0,397	-0,431	-0,152	0,387	-0,084	0,072
Прод	-0,566	-0,117	0,628	-0,368	-0,139	0,286	-0,161	0,061
ВЗаг	0,217	-0,133	-0,107	-0,023	0,953	0,0179	-0,075	-0,088
SO <sub>2</sub>	0,198	-0,201	-0,116	0,055	0,948	0,021	-0,05	0,0002
NO <sub>2</sub>	0,14	-0,121	0,12	0,346	0,907	-0,075	-0,032	0,04
CH <sub>4</sub>	0,166	0,322	-0,083	0,585	0,662	0,089	-0,166	0,162
CO	0,14	0,512	0,194	0,608	0,472	-0,007	-0,168	0,24
НЛОС	0,258	-0,096	-0,173	-0,295	0,869	0,067	-0,068	-0,208
CO <sub>2</sub>	0,088	-0,198	0,246	0,544	0,712	-0,177	0,077	0,215

Продовження табл. 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Expl.Var	10,288	6,724	9,296	6,677	5,921	3,394	4,556	0,666
Pro.Totl	0,214	0,14	0,194	0,139	0,123	0,071	0,095	0,014

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

Числові значення означають кореляції факторів з групами, серед них суттєвими є ті, що приймають значення факторного навантаження (marked loading) більше 0,7, що свідчить про тісний зв'язок даного параметру з встановленим фактором, тому в остаточному аналізі враховувались тільки такі параметри (principal components). Параметри, що слабо корелюють з визначеними 8 групами не доцільно враховувати у подальшому статистичному аналізі.

Внаслідок проведеного факторного аналізу виокремилось п'ять основних груп факторів, до яких увійшли параметри із суттєвими взаємними кореляціями. Так, в групу «Factor 1» згідно факторному аналізу програми Statistica рекомендовано включити такі параметри: кількість постійного населення, розподіл постійного населення за статтю (чоловіки та жінки), житловий фонд підвищеної поверховості, кількість квартир у житлових та нежитлових будинках, загальна площа, житлова площа, дошкільні навчальні заклади, денні загальноосвітні навчальні заклади. Тобто статистичний аналіз виявив кореляцію між населенням у районах м. Києва та загальними характеристиками житлово-соціальної сфери. До другого фактору увійшли такі параметри: кількість будинків по районах, загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель, а також розподіл загальної площі нових житлових будинків квартирного типу за матеріалами стін – панельні, з монолітного бетону, із змішаних матеріалів. Таким чином, другий фактор характеризує параметри житлового фонду.

Третій фактор включає кількість по районах 3-х поверхових та 4–9 поверхових житлових будинків; дані по ветхому житловому фонду – кількість таких будинків, їх загальна площа та кількість осіб, які мають реєстрацію місця

проживання у ветхих будинках; а також подібні дані по аварійному житловому фонду – кількість аварійних будинків по районах, їх площа та кількість мешканців аварійних споруд. Отже, третій фактор в основному об'єднує малоповерхові будинки та житловий фонд некондиційного типу, який в зеленому будівництві називають «poor housing». Четвертий фактор стосується території районів, їх частки в загальній території міста та щільності населення, тобто характеризує територіальний розподіл населення.

П'ятий фактор включає забруднення атмосферного повітря районів від стаціонарних джерел, включаючи загальні обсяги викидів, викиди диоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ), диоксиду азота ( $\text{NO}_2$ ), неметанових летких органічних сполук (НЛОС) та викиди діоксиду вуглецю ( $\text{CO}_2$ ). Шостий і сьомий фактори за логікою слід об'єднати між собою і додати до другого фактору, оскільки сюди увійшли такі параметри як розподіл загальної площі нових житлових будинків квартирною типу за матеріалами стін, зокрема блочні, з ніздрюватого бетону, з інших стінових матеріалів, а також кількість у районах коледжів, технікумів, училищ та гуртожитків. Отже, загалом фактори характеризують ступінь кореляції показників населення, житлового фонду, соціальної інфраструктури та викидів забруднюючих речовин у 10 районах м. Києва.

Для деталізації отриманих закономірностей з 48 проаналізованих параметрів шляхом уточнюючого факторного аналізу виділено 18 параметрів, до яких увійшли дані з найбільш суттєвими взаємними кореляціями. За допомогою програми Statistica виявлено значущі кореляції між певними з 18 виділених параметрів, що утворюють 6 груп факторів. Внаслідок обробки 18 показників за допомогою багатфакторного аналізу виявлено зв'язки між логічно пов'язаними між собою параметрами (табл. 3.3).

Перший фактор закономірно об'єднав загальні обсяги викидів, включаючи  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , неметанових летких органічних сполук (НЛОС). Другий фактор стосується аварійного та ветхого житлового фонду, третій та четвертий – кількості будинків, населення та квартир. П'ятий фактор виявив взаємозв'язок між площами районів та викидами із стаціонарних джерел забруднення,

розташованих на їх території. Шостий фактор доцільно об'єднати із третім та четвертим, оскільки тут встановлено високу ступінь кореляції всього за одним показником, а саме – загальною площею нових панельних житлових будинків квартирної типу (Мп).

Таблиця 3.3 - Кореляції 18 показників згідно факторами стану екобезпеки районів м. Києва

Параметри*	Величини факторів навантаження*					
	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Н	0,235	-0,279	0,157	0,88	0,171	0,034
Т	-0,07	-0,128	-0,008	0,372	0,896	-0,045
Б	-0,067	0,117	0,892	0,076	0,143	-0,384
Кв	0,152	-0,067	-0,265	0,924	0,157	-0,015
ВБ	-0,290	0,602	0,625	-0,057	0,136	0,218
ВМ	-0,066	0,839	0,294	-0,236	0,292	0,164
АБ	-0,037	0,955	-0,062	-0,02	-0,203	-0,005
АМ	0,001	0,928	0,311	-0,137	0,107	0,038
Мц	-0,118	0,401	0,695	-0,394	-0,241	-0,046
Мп	-0,259	-0,231	0,236	-0,057	0,140	-0,840
П	-0,151	0,651	0,031	-0,517	-0,418	0,057
ВЗаг	0,965	-0,091	-0,102	0,141	0,133	0,034
SO <sub>2</sub>	0,950	-0,109	-0,124	0,106	0,22	0,1
NO <sub>2</sub>	0,840	0,064	0,015	0,048	0,527	0,065
CH <sub>4</sub>	0,539	-0,076	-0,047	0,136	0,705	-0,377
CO	0,321	0,174	0,118	0,129	0,740	-0,514
НЛОС	0,934	-0,122	-0,108	0,207	-0,173	0,005
CO <sub>2</sub>	0,610	0,128	0,107	-0,025	0,726	0,19
Expl.Var	4,460	3,680	2,074	2,388	3,233	1,397
Pro.Totl	0,248	0,204	0,115	0,133	0,18	0,076

*Примітка: пояснення умовних позначень представлено в додатку В*

Для наочного порівняння районів м. Київ за 48 параметрами застосовано метод багатомірного масштабування, який дає змогу найбільш ефективно

розмістити об'єкти, встановлюючи між ними наближену евклідову відстань у багатомірному просторі обраних показників. У програмі Statistica побудовано двомірні та трьохвимірні проекції, які дозволили наочно продемонструвати зв'язок між проаналізованими параметрами, що дозволяє об'єднати райони м. Києва у певні групи: 1) Печерський та Подільський; 2) Оболонський, Деснянський, Святошинський; 3) Дарницький та Солом'янський; 4) Дніпровський, Шевченківський, Голосіївський (рис 3.1).

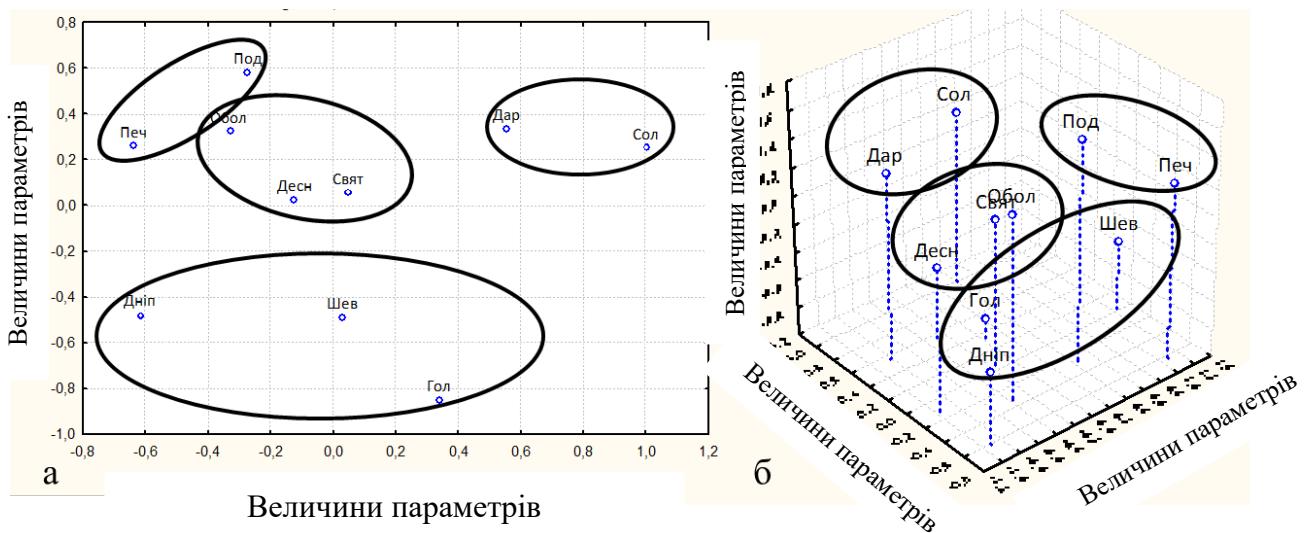


Рисунок 3.1 - Багатомірне масштабування районів м. Києва за 48 показниками (на осях наближена евклідова відстань): а) 2D проекція; б) 3D проекція

Інший варіант 2D проекції багатомірного масштабування за 48 показниками виявляє кореляцію з кількістю населення у районах м. Києва, які за чисельністю та проаналізованими параметрами розподіляються на чотири групи: 1) Солом'янський; 2) Деснянський, Дніпровський, Дарницький; 3) Святошинський, Оболонський, Голосіївський; 4) Шевченківський, Подільський, Печерський (рис 3.2). При цьому очевидно, що отримані на проекції групи районів розподілились за числом мешканців: найбільше людей проживає у Солом'янському районі (383093 осіб станом на 1 листопада 2020 р.) і найменше – у Шевченківському, Подільському та Печерському (220573, 207963 та 163086 осіб відповідно) [69].

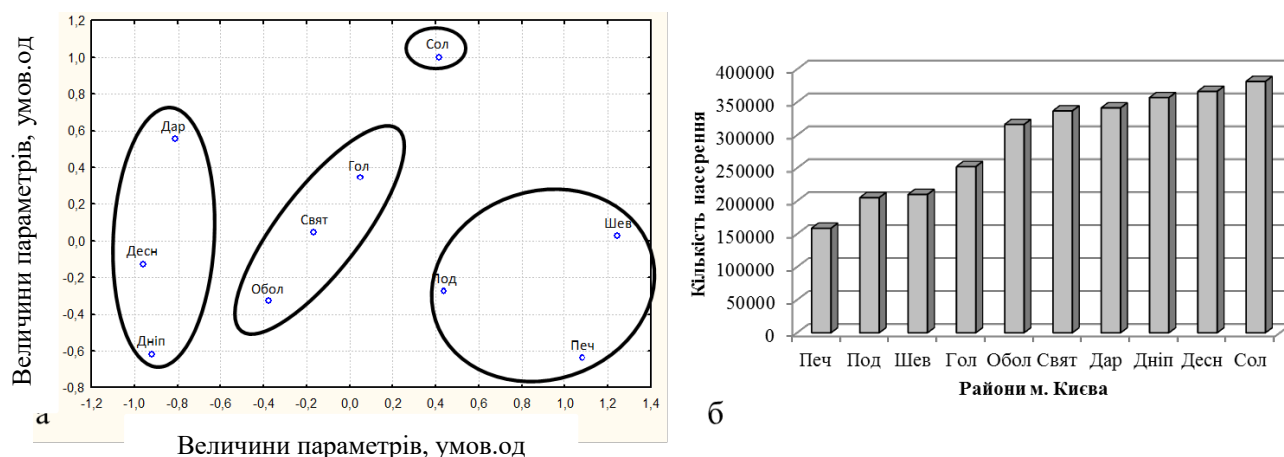


Рисунок 3.2 - Порівняння 2D проекції багатомірного масштабування за 48 показниками з кількістю жителів районів м. Києва: а) 2D проекція (на осях наближена евклідова відстань); б) райони у порядку зростання населення

Багатомірне масштабування розділило 18 проаналізованих параметрів на 3 основних групи, причому в обох варіантах 2D проекцій у першу групу увійшли однорідні параметри, пов'язані із житловим фондом м. Києва, а у другу – всі атмосферні викиди. А у третю невелику групу в обох варіантах входять всього два параметри: у першому випадку – це населення районів та кількість квартир у житлових та нежитлових будинках (рис. 3.3 а), а у другому – територія районів та знову ж таки кількість квартир (рис. 3.3 б). Причому, в першому варіанті ця третя група параметрів дотична до другої (рис. 3.3 а), а в іншому варіанті 2D проекції ця маленька група поглинається еліпсом викидів (рис. 3.3б), що свідчить про пов'язаність показників. Побудовані проекції також дозволили наочно продемонструвати зв'язок викидів з розташуванням промислових підприємств, кількістю населення та щільністю забудов у районах.

Методом багатомірного масштабування у програмі Statistica побудовано двомірні та трьохвимірні проекції, які наочно демонструють кореляцію між 18 показниками. Зменшення кількості параметрів призвело по перерозподілу угруповано районів м. Києва: 1) Дніпровський; 2) Голосіївський, Шевченківський; 3) Солом'янський, Святошинський, Дарницький, Деснянський, Оболонський, Подільський, Печерський (рис 3.4).



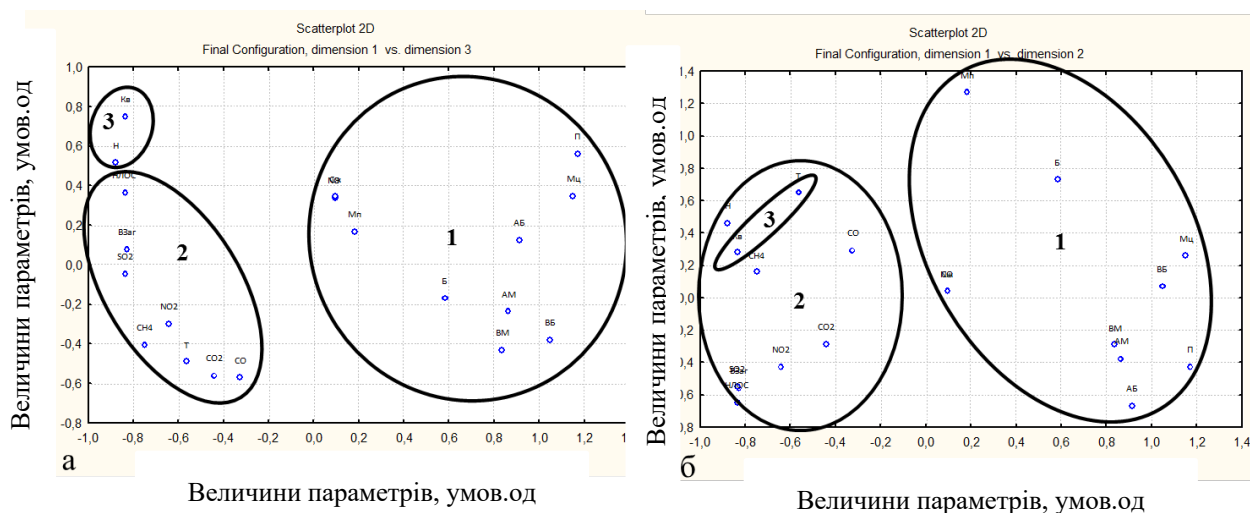


Рисунок 3.3 - Варіанти 2D проєкцій багатомірного масштабування параметрів викидів, забудови та населення на території районів м. Києва

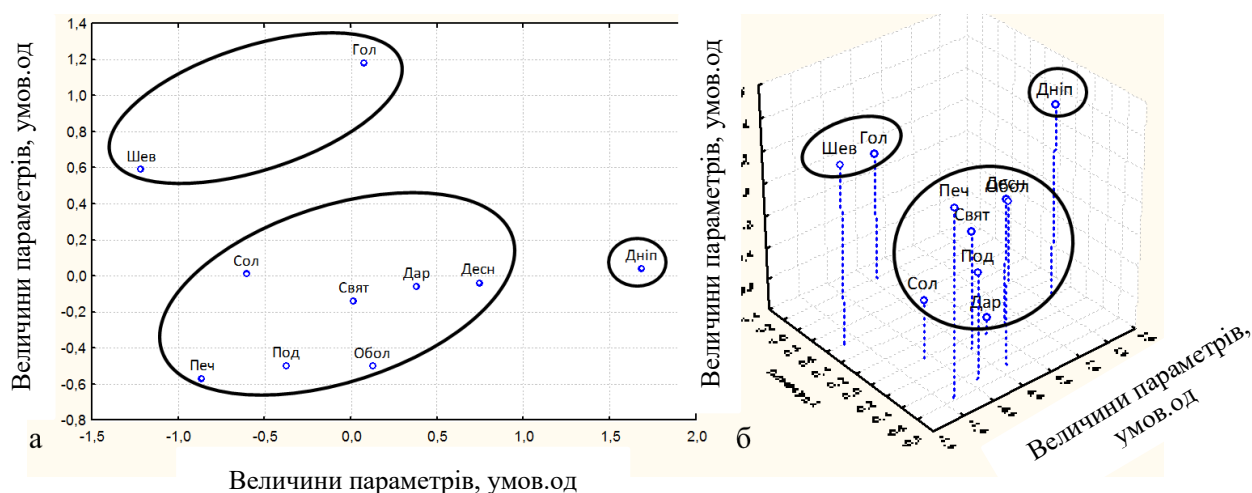


Рисунок 3.4 - Багатомірне масштабування районів м. Києва за 18 показниками (на осях наближена евклідова відстань): а) 2D проєкція; б) 3D проєкція

Подібний розподіл районів обумовлено інтегральним статистичним аналізом, оскільки по кожному з окремих параметрів райони, що об'єднались в окремі групи суттєво відрізняються. Візуалізація багатофакторного аналізу виокремила Дніпровський район, а найбільший за площею район Києва Голосіївський (16 тис. га) опинився разом з одним з найменших столичних районів Шевченківським (2,7 тис. га) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 - Основні геодемографічні характеристики по районах м. Києва на 1 січня 2020 року

Райони м. Києва	Територія, тис.га	Частка в загальній території міста, %	Щільність населення, осіб на 1 км <sup>2</sup>	Чисельність населення на 1 січня 2020 р.	Померло у січні–вересні 2020 р.
Голосіївський	16,0	19,1	1588	254824	1563
Дарницький	13,0	15,6	2688	347084	2452
Деснянський	14,7	17,6	2508	369752	2706
Дніпровський	6,7	8,0	5387	358790	3460
Оболонський	10,9	13,0	2939	319427	2382
Печерський	2,0	2,4	8321	163086	1042
Подільський	3,4	4,1	6117	207963	1502
Святошинський	10,2	12,2	3341	342768	2586
Солом'янський	4,0	4,8	9459	383093	2202
Шевченківський	2,7	3,2	8292	220573	4348
Загалом м. Київ	83,6	100	3551	2967360	24243

Для наочного порівняння враховано бали корелюючих показників, що стосуються населення та умов соціально-житлової сфери районів м. Києва: Н – кількість постійного населення (тис осіб), Ч – чоловіки (тис осіб), Ж – жінки (тис осіб); характеристики житлових будинків: ПП – підвищеної поверховості (10-16 поверхів), Кв – кількість квартир у житлових та нежитлових будинках, КЗП – загальна площа (м<sup>2</sup>), КЖП – житлова площа (м<sup>2</sup>); елементи соціальної інфраструктури: ДС – дошкільні навчальні заклади (одиниць), Ш – денні загальноосвітні навчальні заклади (одиниць) (табл. 3.5). Порівняння показало, що соціально-житлова сфера Дніпровський району характеризується високим рівнем, а за кількістю шкіл район посідає перше місце в столиці. Соціально-житлова сфера Голосіївського і Шевченківського райони оцінена середніми показниками, а елітний Печерський район опинився на найнижчій позиції.

В табл. 3.6 розраховано по 10 бальній системі бали показників житлового фонду за районами м. Києва: Б – кількість будинків (одиниць), Нов – прийняті в експлуатацію житлові будівлі у 2016 р. (м<sup>2</sup> загальної площі), ПЕ – прийняті в

експлуатацію (загальна кількість); а також враховано розподіл загальної площі нових житлових будинків квартирного типу за матеріалами стін (м<sup>2</sup>): Мп – панельні, Ммб – з монолітного бетону, Мзм – із змішаних матеріалів.

Таблиця 3.5 - Бали фактору кореляції показників по населенню, житловому фонду та в соціальній сфері районів м. Києва

Райони м. Києва	Бали показників*									
	Н	Ч	Ж	ПП	Кв	КЗП	КЖП	ДС	Ш	НЖС
Голосіївський	6,06	5,61	6,06	7,15	5,08	4,65	4,64	6,52	6,56	5,82
Дарницький	8,88	8,18	8,89	9,36	8,87	10	10	6,52	5,99	8,52
Деснянський	9,95	9,10	10	10	8,52	8,15	8,44	8,75	10	9,22
Дніпровський	9,59	8,49	9,87	6,71	8,99	7,84	8,81	10	9,56	8,88
Оболонський	8,54	7,66	8,73	9,73	10	9,48	9,98	8,48	8,64	9,03
Печерський	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Подільський	3,69	3,24	3,88	3,30	3,64	1,84	1,68	3,60	4,08	3,22
Святошинський	9,06	8,29	9,10	8,01	7,71	6,36	6,69	7,47	9,11	7,98
Солом'янський	10	10	9,25	5,91	6,87	5,70	6,20	8,06	9,11	7,90
Шевченківський	4,70	3,61	5,34	3,98	6,33	5,50	6,06	7,62	7,90	5,68

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

Таблиця 3.6 - Бали показників житлового фонду районів м. Києва

Райони м. Києва	Бали показників*						
	Б	Нов	ПЕ	Мп	Ммб	Мзм	ЖФ
Голосіївський	9,63	8,94	9,07	9,63	8,94	9,07	9,22
Дарницький	8,58	9,83	10	8,58	9,83	10	9,47
Деснянський	3,66	4,05	4,65	3,66	4,05	4,65	4,13
Дніпровський	4,52	4,24	4,80	4,52	4,24	4,80	4,52
Оболонський	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Печерський	3,13	5,70	6,15	3,13	5,70	6,15	5,00
Подільський	6,15	8,31	8,58	6,15	8,31	8,58	7,69
Святошинський	6,71	5,38	5,84	6,71	5,38	5,84	5,98
Солом'янський	10	10	9,89	10	10	9,89	9,97
Шевченківський	6,11	7,30	7,64	6,11	7,30	7,64	7,02

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

За допомогою теплових діаграм на рис. 3.3 наочно продемонстровано зміну кількості будівель різних типів в районах м. Київ в залежності від використаних матеріалів.

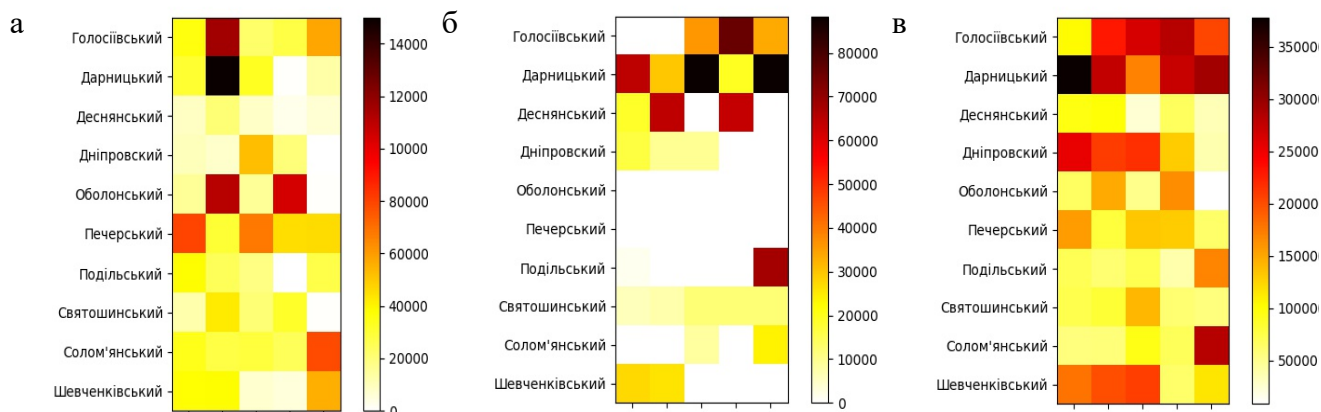


Рисунок 3.1 - Теплові діаграми будинків районів м. Києва в залежності від використаних матеріалів: а – теплова діаграма цегляних будинків; б – теплова діаграма панельних будинків; теплова діаграма всіх типів будинків

Зокрема, у Дарницькому, Оболонському та Печерському районах спочатку для будівництва частіше використовувалась цегла, а згодом переважали будинки панельного типу. Для Подільського району 2016 р. відзначився різким зростанням будівель панельного типу і ця тенденція викликає занепокоєння у зв'язку з історичною цінністю цієї території м. Києва. Натомість Солом'янський, Шевченківський та Голосіївський райони демонструють закономірність до зростання кількості цегляних новобудов.

У 2019 р. в м. Києві прийнято в експлуатацію 268 житлових будівель загальною площею 1114,0 тис.м<sup>2</sup>, що становить 17353 квартири. Загальна кількість квартир у житлових будинках та нежитлових будівлях становить 991,6 тис. одиниць [68]. Середній розмір квартири становить 64,1 м<sup>2</sup> загальної площі. Переважно будуються однокімнатні, двокімнатні та трикімнатні квартири. Так, у цілому по місту збудовано 9124 однокімнатних, 5414 двокімнатних та 2430 трикімнатних квартир [69]. Частка збудованих однокімнатних квартир становить 52,6% від загальної кількості прийнятих в експлуатацію квартир, двокімнатних

– 31,2%, трикімнатних – 14,0%, тобто, вони складають 97,8% від загальної кількості квартир, прийнятих в експлуатацію. На одного жителя міста припадає в середньому 20,2 м<sup>2</sup> загальної площі [28]. У районному розрізі найбільше прийнято в експлуатацію житла у Дарницькому та Печерському районах (200,6 тис.м<sup>2</sup> та 199,9 тис.м<sup>2</sup> відповідно, або 18,0% від загального обсягу площі житла по кожному району), а найменше – в Деснянському (6,4 тис.м<sup>2</sup>, або 0,6%) районі [27].

Розраховано в балах характеристики житлового фонду м. Києва некондиційного типу, який в зеленому будівництві називають «poor housing» включають: МП – малоповерхові будинки (до 3-х поверхів включно), БП – багатоповерхові старі будівлі (4-9 поверхів); показники ветхого житлового фонду: ВБ – кількість житлових будинків (од), ВПл – загальна площа житлових приміщень (м<sup>2</sup>), ВМ – мешканці зареєстровані у ветхих будинках (осіб); показники аварійного житлового фонду: АБ – кількість житлових будинків (од), АПл – загальна площа житлових приміщень (м<sup>2</sup>), АМ – кількість мешканців зареєстрованих у аварійних житлових будинках (осіб) (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 - Бали показників аварійного та ветхого житлового фонду районів м. Києва

Райони м. Києва	Бали показників								
	МП	БП	ВБ	ВПл	ВМ	АБ	АПл	АМ	ЖАВ
Голосіївський	9,48	6,09	10	9,25	10,00	3,08	6,21	7,76	7,74
Дарницький	5,77	1,01	5,21	3,62	0	0	0	0	1,95
Деснянський	1,00	1,00	3,58	1,55	0	0	0	0	0,89
Дніпровський	5,32	7,52	1,00	1,00	0	0	0	0	1,86
Оболонський	7,23	3,72	7,20	6,21	1,00	0	0	0	3,17
Печерський	1,40	6,09	4,78	6,49	4,98	0	0	0	2,97
Подільський	7,12	5,11	7,92	6,08	0	0	0	0	3,28
Святошинський	5,41	4,55	9,07	7,55	7,09	0	0	0	4,21
Солом'янський	10,00	8,13	8,91	7,14	3,47	1,00	1,00	1,00	5,08
Шевченківський	9,66	10	9,67	10,00	9,98	10,00	10,00	10,00	9,92

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

На 1 січня 2020 р. житловий фонд м. Києва становив 59074,3 тис.м<sup>2</sup> загальної площі, що на 4444,5 тис.м<sup>2</sup> або на 7,0% менше, ніж на початок минулого року, та налічував 35734 будинки [70]. Крім того, у 2019 р. в м. Києві прийнято в експлуатацію 243 дачних та садових будинків загальною площею 43,6 тис.м<sup>2</sup>, що порівняно із 2018р. більше на 48,2%. Столичне житло має найвищу якість житла, яка з кожним роком підвищується за рахунок щорічного введення нового житлового фонду з високим рівнем благоустрою, а також дообладнання житлових будинків при капітальних ремонтах різними видами зручностей. У 2019 р. в місті водопроводом обладнано 98,1% загальної площі житла, гарячим водопостачанням – 96,3%, каналізацією – 98,0%, опаленням – 98,4% (у тому числі центральним – 97,7%). Десята частина загальної площі житлових будівель, прийнятих в експлуатацію в Україні у 2019 р., знаходиться у м. Києві. Серед регіонів України за прийняттям в експлуатацію загальної площі житла столиця посідає третє місце [68].

Таблиця 3.8 - Бальна оцінка кореляції розмірів території районів м. Києва з об'ємами викидів

Райони м. Києва	Бали			
	Територія району	Загальний об'єм викидів, тис. тон	Викиди CO <sub>2</sub>	Залежність масштабів території від викидів
Голосіївський	10	6,69	10	8,90
Дарницький	9,10	3,89	5,47	6,16
Деснянський	9,63	6,88	9,71	8,74
Дніпровський	6,23	10,00	9,61	8,61
Оболонський	8,34	1,00	5,09	4,81
Печерський	1,00	0,00	1,00	0,67
Подільський	3,30	1,94	7,13	4,12
Святошинський	8,05	2,60	7,39	6,01
Солом'янський	4,00	2,60	5,58	4,06
Шевченківський	2,30	2,60	7,72	4,21

Таблиця 3.9 - Бали фактору кореляції показників викидів забруднюючих речовин у районах м. Києва

Райони м. Києва	Бали показників					
	$V_{\text{заг}}$	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	НЛОС	CO <sub>2</sub>	ВИК
Голосіївський	6,69	1,00	9,08	0	10,00	5,35
Дарницький	3,89	0	4,87	2,63	5,47	3,38
Деснянський	6,87	3,29	8,37	2,63	9,70	6,18
Дніпровський	10,00	10,00	10,00	10,00	9,60	9,92
Оболонський	1,00	0	1	2,63	5,08	1,95
Печерський	0	0	0	0	1,00	0,20
Подільський	1,93	0	4,07	0	7,12	2,63
Святошинський	2,60	0	4,87	0	7,38	2,97
Солом'янський	2,60	0	1,00	4,80	5,58	2,80
Шевченківський	2,60	0	5,50	1,00	7,71	3,36

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

Розрахунки за бальною системою дозволяють наочно побачити різницю між районами в уніфікованих одиницях показників, кореляція яких виявлена шляхом багатофакторного аналізу (табл. 3.1, 3.2, 3.3). Печерський район найменший за розміром та характеризується найменшою кількістю викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Натомість Голосіївський, Деснянський і Дніпровський райони найбільші за розміром, а розташовані на їх території підприємства продукують найбільше викидів в атмосферне повітря (табл. 3.8).

Для порівняння забруднення атмосферного повітря районів розраховано бали параметрів для фактору, який закономірно об'єднав у одну групу найбільш суттєві параметри викидів забруднюючих речовин (тис. тон):  $V_{\text{заг}}$  – загальні обсяги викидів, SO<sub>2</sub> – викиди диоксиду сірки, NO<sub>2</sub> – викиди диоксиду азота, НЛОС – викиди неметанових летких органічних сполук, CO<sub>2</sub> – викиди діоксиду вуглецю (табл. 3.9).

У 2019 р. викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря м. Києва здійснили 433 підприємства, установи та організації [21]. Від них у атмосферне

повітря надійшло 22,3 тис.т забруднюючих речовин, що на 6,9 тис.т або на 23,7% менше у порівнянні з 2018 роком [15]. Найвищі обсяги викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста спостерігались у Дніпровському районі – 10,1 тис.т, що становить 45,2% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин [70].

Кількість викидів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення на одиницю площі м. Києва у 2019 р. становила 26671,6 кг забруднюючих речовин і перевищила середній показник по Україні в 6,3 рази. У розрізі районів м. Києва цей показник був найвищим у Дніпровському районі – 150543,2 кг, що в 5,6 рази перевищує середній рівень по місту. Найменша кількість викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря спостерігалась в Оболонському районі (3773,6 кг на одиницю площі) [75].

Таблиця 3.10 - Показники параметрів з високим ступенем кореляції

Райони м. Києва	Параметри						
	В <sub>заг</sub>	CO <sub>2</sub>	T	H	AM	BM	Б
Голосіївський	4,7	1506	16	248827	178	434	6239
Дарницький	1,4	145	13	329563	0	0	5156
Деснянський	5,1	1296	14,7	366333	0	0	2115
Дніпровський	19,7	1228	6,7	353463	0	0	2470
Оболонський	0,4	119	10,9	318532	0	14	1304
Печерський	0	14,4	2	150368	0	64	1921
Подільський	0,6	341	3,4	196625	0	0	3318
Святошинський	0,8	391	10,2	335287	0	143	3677
Солом'янський	0,8	154	4	368060	58	36	6667
Шевченківський	0,8	463	2,7	217395	258	431	3297

*Примітка: пояснення умовних позначень представлена в додатку В*

Основним токсичним інгредієнтом в структурі викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в 2019р. був діоксид азоту, кількість викидів якого становила 7472,6 т, або 33,5% від загального обсягу викидів по місту (рис. 3.5). У розрахунку на одиницю площі міста кількість викидів у атмосферне повітря



діоксиду азоту становила 8938,6 кг, перевищила середній показник по Україні в 25,1 рази і, як і раніше, є найвищою серед регіонів країни. Особливо негативний стан справ спостерігався з викидами діоксиду сірки, якого підприємствами та організаціями м. Києва в 2019 р. було викинуто в атмосферне повітря 4691,5 т, або 21,0% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин. Кількість викидів у розрахунку на одиницю площі становила 5611,9 кг, що в 4,8 рази більше, ніж в середньому по Україні [70]. Обсяг викидів речовин у вигляді суспендованих твердих частинок у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2019 р. становив 3274,5 т, або 14,7% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин по місту. У розрахунку на одиницю площі міста кількість викидів речовин у вигляді суспендованих твердих частинок у атмосферне повітря становила 3916,9 кг. Цей показник був найвищим серед регіонів України і перевищив середній показник по країні в 7,3 рази [75].

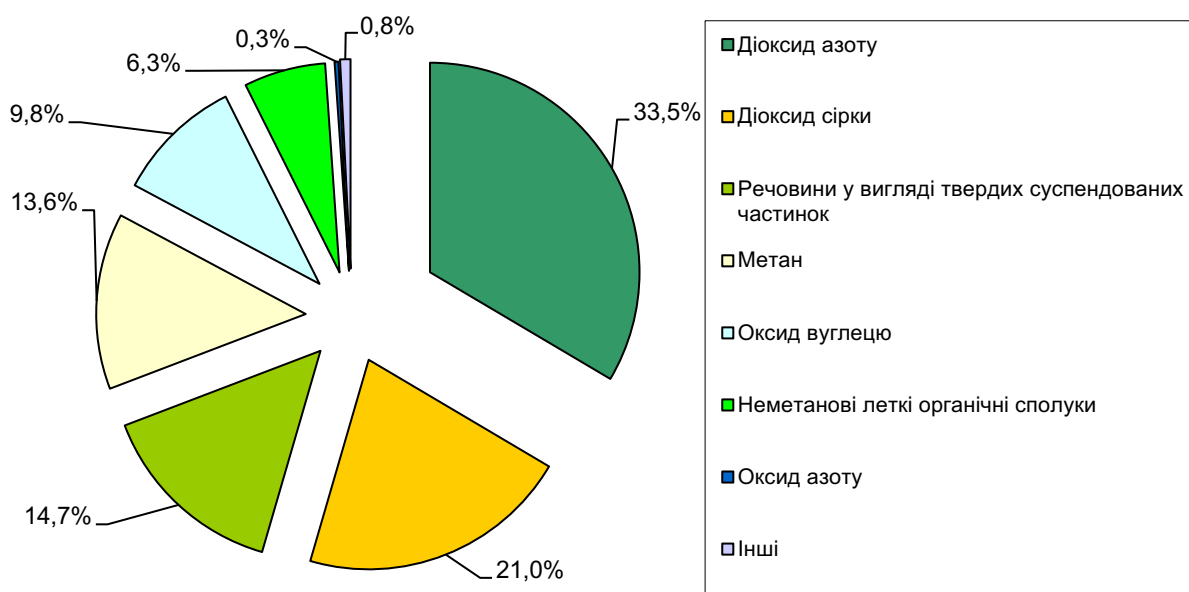


Рисунок 3.5 - Структура викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2019 р.

Викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення метану, який належить до парникових газів, у 2019 р. становили 3021,6 т (13,6% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин), що на 64,0% менше

порівняно з 2018 роком [15]. Кількість викидів у розрахунку на одиницю площі міста становила 3614,3 кг, що в 4,7 рази більше, ніж в середньому по Україні [70]. Аналогічна ситуація спостерігається з викидами оксиду вуглецю, яких підприємствами та організаціями м. Києва у 2019р. було викинуто в атмосферне повітря 2183,2 т (9,8% від загального обсягу викидів), що на 8,3% менше, ніж у 2018 році. На одиницю площі міста кількість викидів оксиду вуглецю в атмосферне повітря становила 2611,5 кг, що вдвічі більше, ніж в середньому по Україні [21].

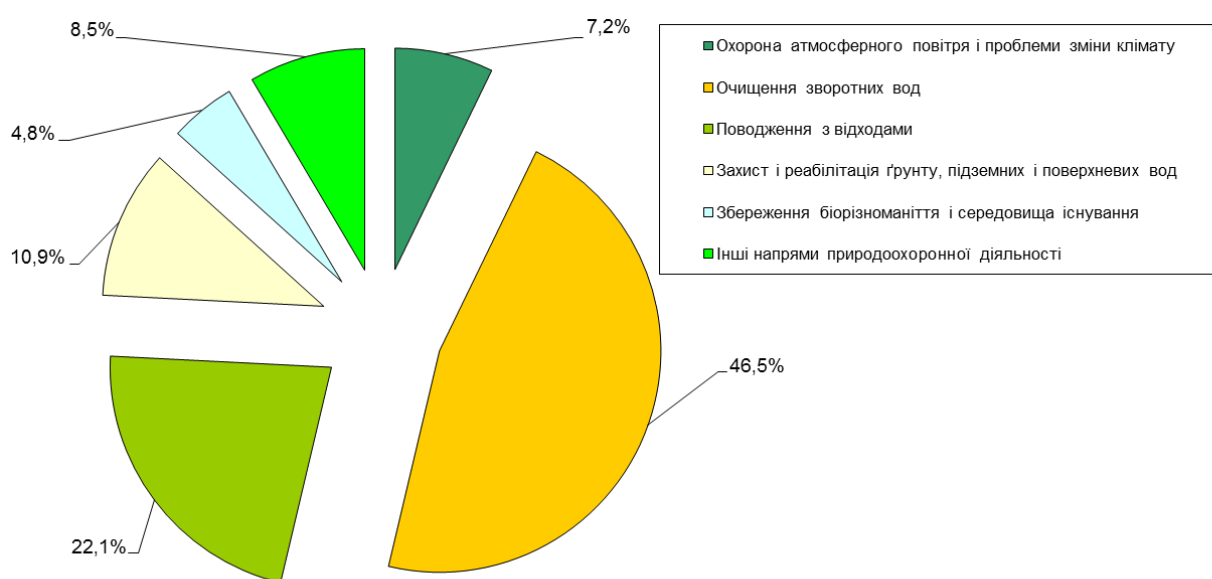


Рисунок 3.6 - Структура витрат на охорону навколишнього природного середовища за видами природоохоронних заходів у 2019 р.

Занепокоєння викликають викиди окремих забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста від стаціонарних джерел забруднення. Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста спостерігались від таких підприємств: ТОВ «Євро-Реконструкція» (9,6 тис.т, або 43,0% від загального обсягу викидів забруднюючих речовин), СВП «Київські ТЕЦ» КП «Київтеплоенерго» ТЕЦ-5 (2,7 тис.т, або 12,0%), АТ «Київгаз» (2,6 тис.т, або 11,5%), СВП «Київські ТЕЦ» КП «Київтеплоенерго» ТЕЦ-6 (1,9 тис.т, або 8,5%) та Філіал «Завод «Енергія» КП «Київтеплоенерго» (0,7 тис.т, або 3,0%). Загалом майже 80% викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря

надійшло саме від цих підприємств. Хімічний склад викидів у атмосферне повітря відрізняється в залежності від виду палива та способу його спалювання, складу виробничої сировини, технологій, що застосовуються на виробництві [68]. З 2019 р. в рамках Kyiv Smart City в місті почали встановлювати сучасні станції моніторингу якості повітря. Також була запущена платформа [air.kyivsmartcity.com](http://air.kyivsmartcity.com), де в режимі реального часу кожен бажаючий може ознайомитися з результатами досліджень. Робота цієї платформи – суспільна ініціатива, яка не фінансується за державні кошти [155].

Аналіз стану рослинного покриву в Києві в умовах сучасних змін клімату з використанням матеріалів супутникових спостережень міжнародної дослідної програми Landsat демонструє тенденції у кліматичних змін, які спостерігаються в останні декілька десятиліть, зокрема істотне потепління в липні–серпні. Супутникові знімки Landsat демонструють зменшення значень вегетаційного індексу для зелених зон Києва в липні протягом останнього десятиліття на 10—15 % на фоні середніх значень NDVI  $\sim 0,70 \pm 0,08$  [159]. Кількісне зниження вегетаційного індексу свідчить про значне зменшення продуктивності рослинного покриву на території Києва, що також пов'язано зі зменшенням площ зелених насаджень. Загалом це негативно впливає на біорізноманіття урбанізованих екосистем та опосередковано погіршує стан здоров'я мешканців столиці. Зменшення продуктивності рослинного покриву та площ зелених зон також викликає збіднення умов середовища існування тваринних організмів (комах, земноводних, ссавців, птахів та ін.).

Витрати на охорону навколишнього природного середовища та екологічні платежі. Протягом 2019 р. на охорону навколишнього природного середовища підприємствами, організаціями та установами було витрачено 4799,9 млн.грн, з яких 75,9% (3643,9 млн.грн) – поточні витрати на охорону природи, пов'язані з експлуатацією і обслуговуванням засобів природоохоронного призначення, 22,2% (1067,0 млн. грн) – інвестиції в основний капітал, направлені на будівництво і реконструкцію природоохоронних об'єктів, придбання обладнання для реалізації заходів екологічного спрямування і 1,9% (89,0

млн.грн) – витрати на капітальний ремонт природоохоронного обладнання. За рахунок коштів державного та місцевих бюджетів було освоєно 46,0% капітальних інвестицій і здійснено 0,8% поточних витрат, а основним джерелом фінансування витрат на охорону довкілля, як і в попередні роки, були власні кошти підприємств – відповідно 50,4% та 99,2% [70].

Понад 70% капітальних інвестицій та поточних витрат від загального обсягу по місту було освоєно підприємствами Печерського (1772,4 млн. грн) та Шевченківського (1616,5 млн. грн) районів. За обсягами загальних витрат на охорону навколишнього природного середовища переважна більшість була освоєна підприємствами ПрАТ «АК «Київводоканал» (1117,1 млн. грн, з яких 915,2 млн. грн – власні кошти підприємства), ДП «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» (515,0 млн. грн власних коштів підприємства); ПрАТ «Київспецтранс» (397,9 млн. грн, з них 268,1 млн. грн власних коштів) та ТОВ «Євро-Реконструкція» (62,7 млн. грн власних коштів підприємства) [15]. За видами природоохоронних заходів капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища на підприємстві ДП «Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» було витрачено на забезпечення радіаційної безпеки – 172,2 млн. грн., на утилізацію та видалення відходів IV класу небезпеки – 25,7 млн. грн, на очищення зворотних вод – 2,9 млн. грн, на збереження біорізноманіття і середовища існування – 1,8 млн. грн. [57]. На підприємстві ПрАТ «Київспецтранс» на поводження з відходами було освоєно 100,2 млн.грн капітальних інвестицій (захоронення у спеціально відведені місця чи на об'єкти відходів IV класу небезпеки – 91,6 млн. грн, збирання та транспортування відходів усіх класів небезпеки – 8,6 млн. грн), на очищення стічних вод – 40,5 млн. грн. [68]. На підприємстві ТОВ «Євро-Реконструкція» на охорону атмосферного повітря і проблеми зміни клімату було освоєно 23,6 млн.грн капітальних інвестицій, які складаються з власних коштів підприємства [75].

Протягом 2019 р. підприємствам, організаціям, установам за забруднення навколишнього природного середовища і порушення природоохоронного

законодавства пред'явлено екологічних платежів на загальну суму 1011,4 млн. грн, з них 88,7% (897,0 млн. грн) – збори за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел, 8,4% (84,5 млн. грн) – збори за розміщення відходів та 2,7% (27,3 млн. грн) – збори за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти. На штрафні санкції за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища припадає відповідно 0,2% (2,6 млн. грн) екологічних платежів [21]. Підприємствами, організаціями, установами м. Києва фактично сплачено протягом 2019 р. 947 млн. грн зборів за забруднення навколишнього природного середовища, а також 2,4 млн. грн штрафних санкцій за порушення законодавства про охорону навколишнього природного середовища. У загальному обсязі фактично сплачених екологічних платежів по місту 86,4% – це платежі, які надійшли від підприємств Голосіївського (512,7 млн. грн) та Печерського (307,7 млн. грн) районів. Також серед районів міста найнижчою була частка фактично сплачених платежів у Дарницькому районі (89,7%), а найвищою – у Подільському (125,1%) районі [15].

### **3.2. Формалізація потенціалу екобезпеки районів м. Києва**

На базі наявних цифрових даних для кожного району м. Києва побудовано функцію, яка враховує всі фактори, та її графік. Близькість розташування графіків на діаграмі свідчить про подібність районів з урахуванням усіх факторів. При цьому враховується динаміка змін протягом років, також можливо встановлювати пріоритетність факторів, в залежності від порядку їх введення у функцію. І хоча криві Андреуса не дають можливості визначити який район кращий, а який гірший, вони дозволяють наочно побачити величину їх відмінностей та подібностей між собою.

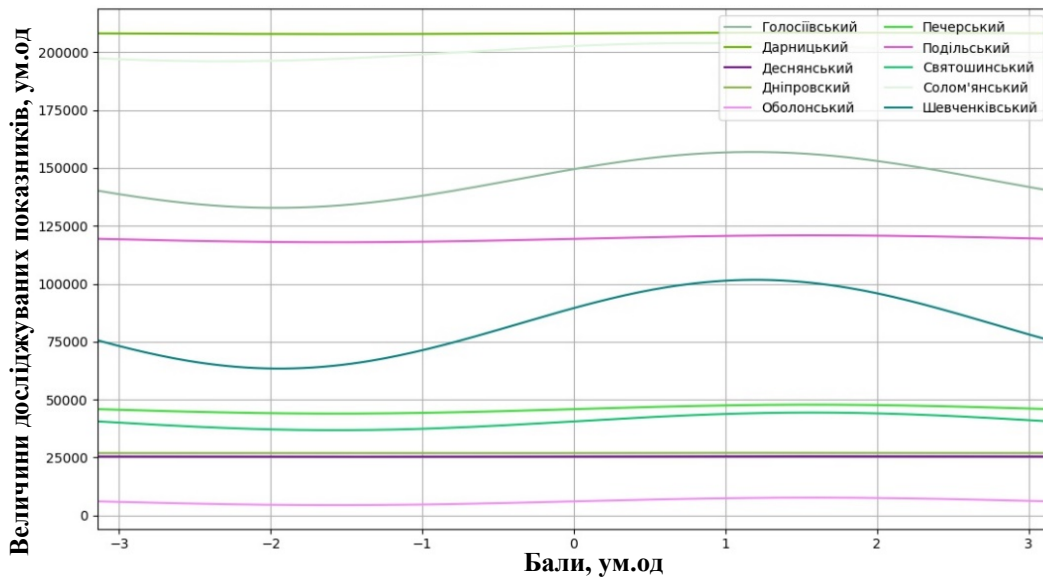


Рисунок 3.7 - Порівняння районів м. Києва за чотирма показниками (новобудови, аварійний та ветхий жилий фонд, забруднення) із застосуванням кривих Андреуса

За допомогою кривих Андреуса можливо визначити величину відмінності між районами м. Києва основі показників забруднення, а також кількості новобудов у порівнянні з наявністю будівель аварійного та ветхого жилого фонду (рис. 3.5). Криві Андреуса одночасно враховують всі чотири параметри в порядку їх пріоритетності – новобудови, аварійний та ветхий жилий фонд, забруднення. Такий підхід наочно демонструє схожість по даним параметрам Печерського та Святошинського, Дарницького та Солом'янського районів. Голосіївський та Шевченківський райони демонструють аналогічні амплітуди кривих Андреуса, проте розташовані на певній відстані (чим більша відстань, тим більше відрізняються райони по всім показникам в комплексі), а проміжне положення між ними займає крива Подільського району. Для цього району, як і для Дарницького, Печерського, Деснянського та Оболонського характерна горизонтальна вирівненність кривих Андреуса, що свідчить про відсутність коливань у показниках забруднення, новобудов, аварійного та ветхого житлового фонду.

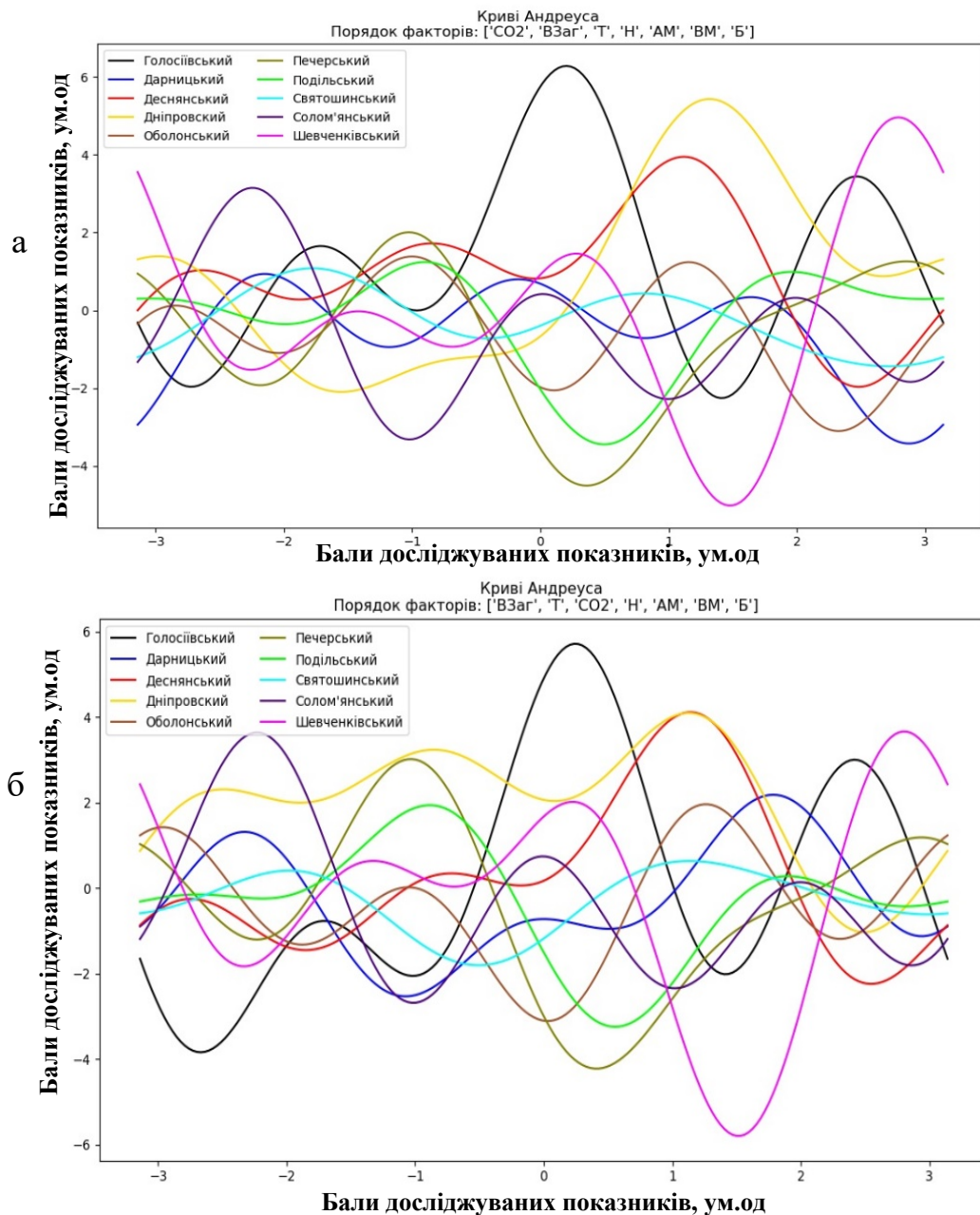


Рисунок 3.8 - Порівняння районів м. Києва за 7 показниками у різних послідовностях параметрів (а, б): викиди CO<sub>2</sub>, загальні обсяги викидів, розмір території району, кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районі

На рис. 3.9. представлені криві Андреуса за 7 показниками: викиди CO<sub>2</sub>, загальні обсяги викидів, розмір території району, кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районі. Порівняння районів м. Києва

виявило схожість Дарницького та Святошинського районів, а також відокремленість Голосіївського, Шевченківського та Дніпровського районів за вказаними параметрами в порядку їх пріоритетності, коли на першому місці встановлено викиди  $\text{CO}_2$ . Якщо змінити порядок пріоритетності цих семи параметрів і поставити на перше місце загальні обсяги викидів, то крива Андреуса Дніпровського району змінює амплітуду коливань, а у випадку з Шевченківським і Голосіївським районом не спостерігаються такі кардинальні зміни.

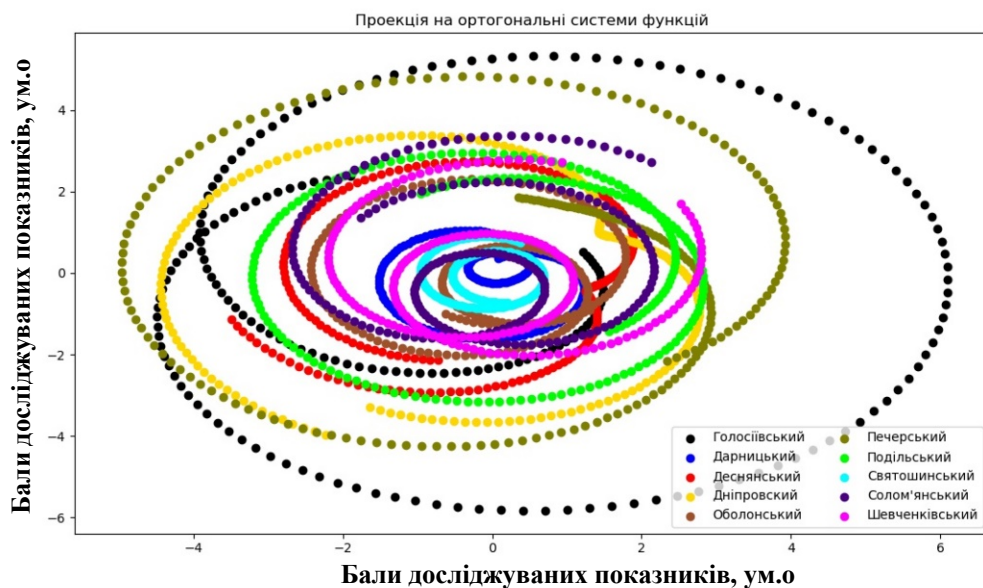


Рисунок 3.9 - Проекція на ортогональні системи функції 7 показників по районах м. Києва: загальні обсяги викидів, викиди діоксиду вуглецю, розмір території району, кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районі

Судячи з проєкції на ортогональні системи функції 7 показників по районах м. Києва (загальні обсяги викидів, викиди діоксиду вуглецю, розмір території району, кількість постійного населення, кількість осіб у аварійних житлових будинках, кількість осіб у ветхих житлових будинках, загальна кількість будинків у районі), суттєво відокремлюються Голосіївський та



Печерські райони, незважаючи на істотні відмінності районів по кожному з параметрів окремо.

За допомогою модуля програми Statistica отримано коефіцієнти кореляції, які оцінюють тісноту лінійного зв'язку, при цьому знак «-» вказує на зворотній зв'язок. Крім того, значення коефіцієнта кореляції вказує на тісноту зв'язку показників фактора, наприклад перший фактор вказує на найвищу зворотну тісноту зв'язку між показниками житлово-соціальної сфери у Голосіївському районі (-0,872), а найтісніший прямий зв'язок визначено параметрів F1 визначено для Деснянського району (0,699). Найтісніший прямий зв'язок між показниками житлового фонду (другий фактор) визначено для Дарницького району (2,324), зворотній – для Оболонського (-1,084).

Таблиця 3.10 - Коефіцієнти факторів кореляції показників районів м. Київ

Райони м. Києва	Коефіцієнти факторів кореляції							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Голосіївський	-0,872	0,284	1,223	1,958	0,650	-0,401	0,826	-0,769
Дарницький	0,395	2,324	-0,615	0,484	-0,293	0,598	-1,196	-0,082
Деснянський	0,699	-0,720	-0,524	1,018	0,210	0,071	-0,057	2,234
Дніпровський	0,547	-0,390	-0,466	-0,741	2,507	0,140	-0,343	-0,628
Оболонський	1,048	-1,084	-0,286	0,182	-1,124	0,284	-0,479	-1,618
Печерський	-2,165	-0,464	-0,815	-0,491	-0,284	1,47	0,127	0,084
Подільський	-0,884	0,029	-0,587	-0,607	-0,363	-2,468	-0,597	0,077
Святошинський	0,529	-0,760	-0,252	0,434	-0,710	0,015	0,392	-0,030
Солом'янський	0,663	0,924	-0,013	-1,160	-0,316	-0,050	2,264	0,127
Шевченківський	0,038	-0,140	2,339	-1,077	-0,276	0,339	-0,937	0,604
Expl.Var	-2,165	-1,084	-0,815	-1,160	-1,124	-2,468	-1,196	-1,618
Pro.Totl	1,048	2,324	2,339	1,958	2,507	1,470	2,264	2,234
Expl.Var	3,214	3,408	3,155	3,119	3,631	3,939	3,460	3,852

Найбільш тісний зворотній зв'язок між показниками житлового фонду некондиційного типу та малоповерхових будинків (третій фактор) розраховано для Печерського району (-0,815), а найтісніший прямий зв'язок – для

Шевченківського (2,339). По територіальному розподілу населення (четвертий фактор) найбільш тісний прямий зв'язок між параметрами визначено для Голосіївського району (1,958), а зворотній – для Солом'янського (-1,160). Що стосується забруднення атмосферного повітря, то найбільш тісний прямий зв'язок між параметрами п'ятого фактора відмічено для Дніпровського (2,507), а зворотній – для Оболонського (-1,124). За допомогою модуля програми Statistica розраховано коефіцієнти вагомості факторів районів м. Києва (табл. 3.11).

Таблиця 3.11 - Коефіцієнти вагомості факторів районів м. Києва

Райони м. Києва	Коефіцієнти вагомості факторів							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Голосіївський	0,402	0,401	0,646	1	0,488	0,524	0,584	0,220
Дарницький	0,796	1	0,063	0,527	0,228	0,778	0,001	0,398
Деснянський	0,891	0,106	0,092	0,698	0,367	0,644	0,329	1
Дніпровський	0,844	0,203	0,111	0,134	1	0,662	0,246	0,256
Оболонський	1	0,001	0,167	0,431	0,001	0,699	0,206	0,001
Печерський	0,001	0,181	0,001	0,214	0,231	1	0,382	0,442
Подільський	0,398	0,326	0,072	0,177	0,209	0,001	0,173	0,440
Святошинський	0,838	0,095	0,178	0,511	0,114	0,631	0,458	0,411
Солом'янський	0,880	0,589	0,254	0,001	0,222	0,614	1	0,453
Шевченківський	0,685	0,276	1	0,026	0,233	0,713	0,074	0,576

Для порівняння районів на основі отриманих даних розраховано бали факторів основних корелюючих параметрів характеристик районів м. Києва (табл. 3.12). Найвищий бал по демографічним та соціальним показникам отримав Деснянський район (9,215), а найменший (1) – Печерський, по показникам житлового фону максимальний бал розраховано для Солом'янського району (9,966), а мінімальний – для Оболонського (1). Найвищі бали параметрів некондиційного житлв виявились для Шевченківського району (9,915), а найнижчі – для Дніпровського (1,857). Бали територіальних показників розподілились досить рівномірно між районами з найвищим значенням у Деснянського (7,560), а найнижчим – у Печерського (3,755) районів, для

останнього району також визначено найнижчий бал забруднення від стаціонарних джерел (0,2), а перше місце в цій категорії посідає Дніпровський район (9,921).

Таблиця 3.12 - Бали факторів основних корелюючих параметрів районів м.Києва

Райони м. Києва	Основні групи корелюючих показників, бали				
	демографічні та соціальні показники	житловий фонд	некондиційне житло	територіальні показники	забруднення
Голосіївський	5,817	9,220	7,736	7	5,354
Дарницький	8,524	9,473	1,954	7,274	3,375
Деснянський	9,215	4,126	0,892	7,560	6,179
Дніпровський	8,878	4,522	1,857	6,570	9,921
Оболонський	9,029	1	3,173	6,972	1,945
Печерський	1	4,998	2,970	3,755	0,2
Подільський	3,221	7,685	3,281	4,791	2,626
Святошинський	7,983	5,982	4,211	6,985	2,973
Солом'янський	7,903	9,966	5,082	6,002	2,798
Шевченківський	5,677	7,023	9,915	4,729	3,363

Таблиця 3.13 - Вагові коефіцієнти основних груп корелюючих показників районів м. Києва

Райони м. Києва	Вагові коефіцієнти				
	K1	K2	K3	K4	K5
Голосіївський	0,402	0,401	0,646	1	0,488
Дарницький	0,796	1	0,063	0,527	0,228
Деснянський	0,891	0,106	0,092	0,698	0,367
Дніпровський	0,844	0,203	0,110	0,134	1
Оболонський	1	0,001	0,167	0,430	0,001
Печерський	0,001	0,181	0,001	0,214	0,231
Подільський	0,398	0,326	0,072	0,177	0,209
Святошинський	0,838	0,095	0,178	0,511	0,114
Солом'янський	0,880	0,589	0,254	0,001	0,222

Продовження таблиці 3.13

Шевченківський	0,685	0,276	1	0,026	0,233
----------------	-------	-------	---	-------	-------

Для кожної з груп (факторів) параметрів у програмі Statistica вираховано вагові коефіцієнти, які характеризують значущість груп показників з позицій багатofакторного кореляційного аналізу. Найвищу значущість у показників першого фактору обчислено для Оболонського, другого – для Дарницького, третього – для Шевченківського, четвертого – для Голосіївського, п'ятого – для Дніпровського районів (табл. 3.13).

З урахуванням вказаних коефіцієнтів запропоновано формулу для розрахунку показників екологічної безпеки (ПЕБ) районів:

$$\text{ПЕБ} = \text{ДСХ} * K_1 + \text{ЖФ} * K_2 + \text{НЖ} * K_3 + \text{ТП} * K_4 + \text{З} * K_5, \quad (3.1)$$

де ДСХ – демографічні та соціальні характеристики; ЖФ – житловий фонд; НЖ – некондиційне житло; ТП – територіальні показники; З – забруднення;  $K_x$  – відповідні коефіцієнти для кожного з районів

Внаслідок розрахунків показників екологічної безпеки райони м. Києва розподілено на три кластери: Печерський (ПЕБ=1,758) та Подільський райони (5,420); 2) Святошинський (11,915), Оболонський (12,559), Солом'янський (14,742), Деснянський (16,274), Шевченківський (16,648); 3) Дніпровський (19,416), Голосіївський (20,645), Дарницький (20,984).

Показники оцінюють поточний стан екологічної безпеки та визначають потенціал розвитку районів, базуючись на результатах багатofакторного аналізу показників із виявленими суттєвими взаємними кореляціями та з урахуванням їх вагових коефіцієнтів (рис. 3.10). Стан екологічної безпеки території формується під впливом великої кількості параметрів, кожен з яких може викликати, як негативний, так і позитивний вплив, а також призводити до синергетичних ефектів при взаємодії, тому визначені показники екологічної безпеки є комплексними і багатofункціональними, а не розділяють райони на погані та гарні.

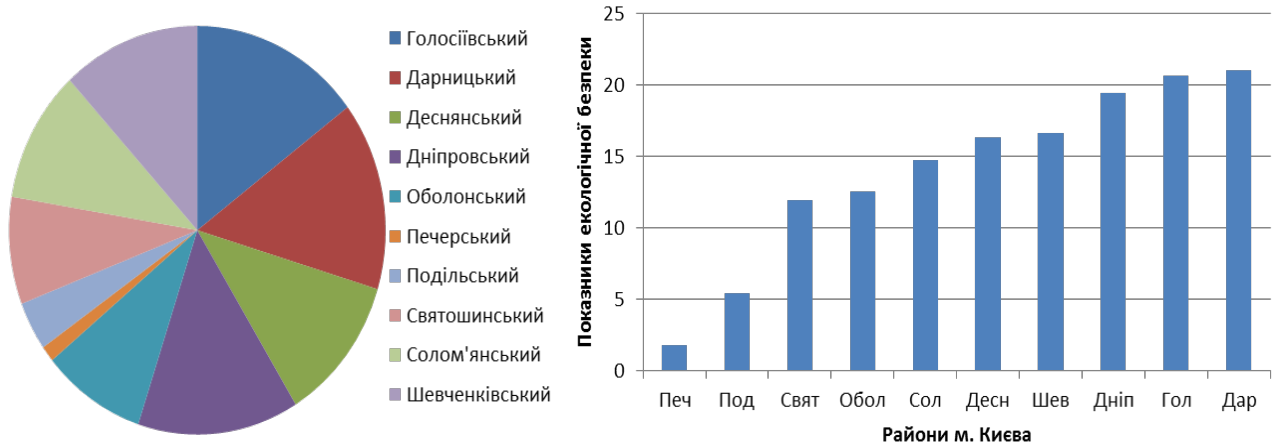


Рисунок 3.10 - Показники екологічної безпеки районів м. Києва

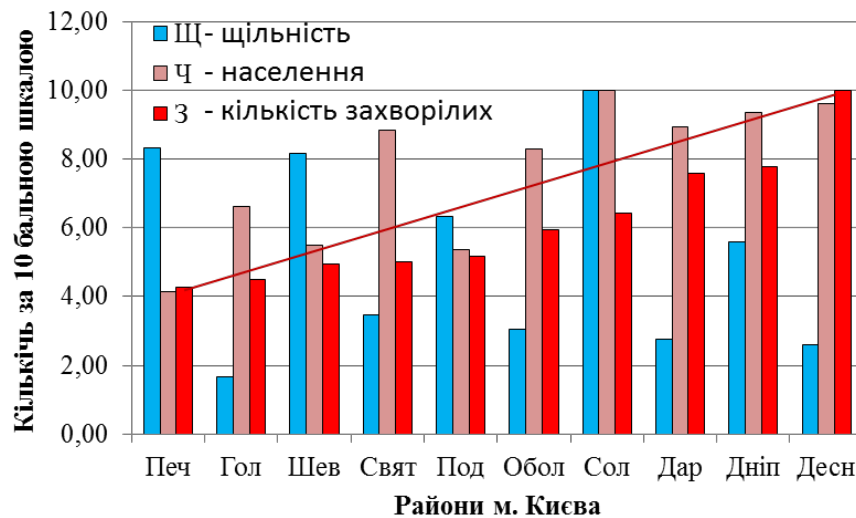


Рисунок 3.11 - Порівняння кількості захворілих на COVID-19 з чисельністю та щільністю населення у районах м. Києва

### 3.3. Взаємозв'язки параметрів екобезпеки з рівнем захворювання COVID-19 у районах м. Києва

Порівняння показників екологічної безпеки районів не виявило прямої кореляції з рівнем захворювання COVID-19 станом на грудень 2020 р. Крім того,

не виявлено кореляції кількості захворілих з такими очевидними і взаємопов'язаними параметрами, як розміри району, чисельність населення та смертність. Логічно, що велика щільність населення ускладнює дотримання соціальної дистанції та сприяє поширенню вірусу, але на практиці ситуація виявляється не такою однозначною (рис. 3.12).

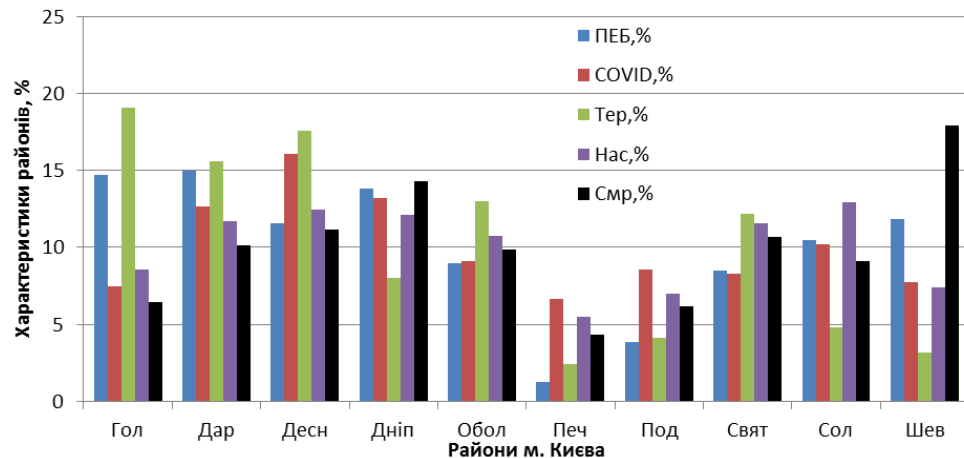


Рисунок 3.12 - Порівняння показників екологічної безпеки з рівнем захворювання COVID-19 та характеристиками районів м. Києва: Тер – частка району в загальній території міста, Нас – чисельність населення на 1 січня 2020 р., Спр – померлі у січні–вересні 2020 р. (%)

Отримані результати підтверджують дослідження Американської асоціації планування міст, які показують, що щільність міст не корелює безпосередньо з високими показниками зараження [86]. В окремих випадках навіть виявляється, що найбільш густонаселені райони характеризуються нижчими показниками смертності. До вирішальних факторів в умовах пандемії відносять високий рівень інфраструктурного міського розвитку і системи охорони здоров'я.

Виявлено взаємозв'язок кількості захворілих з кількістю учбових та дошкільних закладів (дитячих садків, шкіл, коледжів та університетів) у районах м. Києва і такий зв'язок має сенс з кількох причин (рис. 3.13).

По-перше, кількість дитячих закладів свідчить про реальну заселеність районів, а не тільки про формально зареєстрованих мешканців. По-друге, студенти вищих навчальних закладів, коледжів і технікумів мешкають в гуртожиток, де важко зберігати необхідну соціальну дистанцію і дотримуватись

суворих санітарно-гігієнічних карантинних вимог. По-третє, захворювання COVID-19 у молодих людей, як правило, протікає легше, тому вони нерідко ігнорують карантинні обмеження і стають переносниками інфекції. Водночас не виявлено прямого взаємозв'язку рівня захворюваності COVID-19 з кількістю підприємств та працюючих у районах м. Києва, що може свідчити про ефективність дистанційної праці у якості запобіжного заходу.

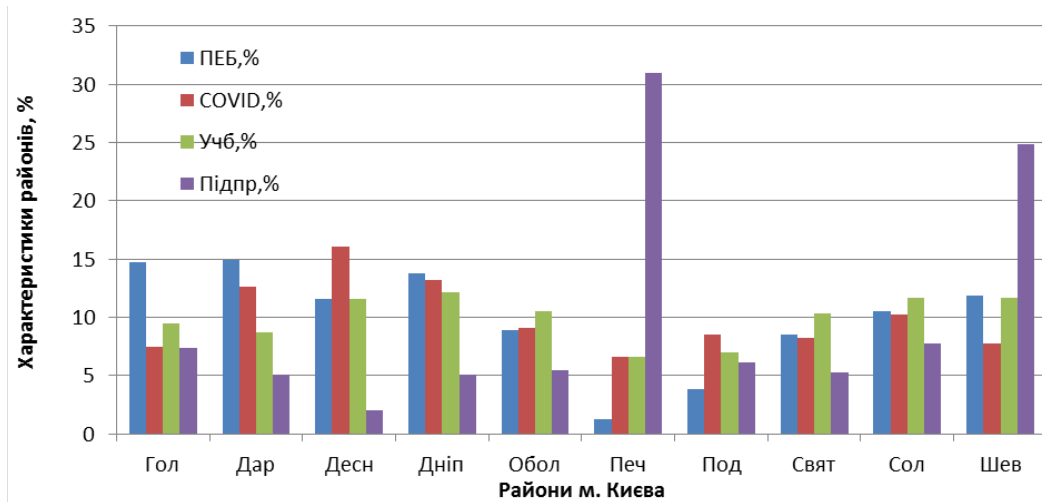


Рисунок 3.13 - Порівняння показників екологічної безпеки з рівнем захворювання COVID-19 та характеристиками районів м. Києва: УЧБ – учбові та дошкільні заклади, Підпр – підприємства та працюючі (%)

Порівняння викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах м. Києва на одиницю площі та у розрахунках на одну особу не виявило прямого взаємозв'язку. Крім викидів в атмосферне повітря на гістограмі порівнюється кількість відходів, які утворюються в кожному з районів м. Києва, оскільки такі данні опосередковано свідчать про реальне антропогенне навантаження на територію районів (рис. 3.14).

Високий рівень забруднення атмосферного повітря у містах обумовлює захворювання респіраторної та серцево-судинної систем, що спричиняє щонайменше сім мільйонів передчасних смертей у світі щороку, крім того пацієнти з такими захворюваннями потрапляють у групу ризику в умовах пандемічних загроз. При цьому люди з такими хронічними захворюваннями, як

астма або хронічний бронхіт, проявляють більшу вразливість до вірусних інфекцій і для них наслідки пандемії можуть бути більш серйозними, ніж для інших верств населення.

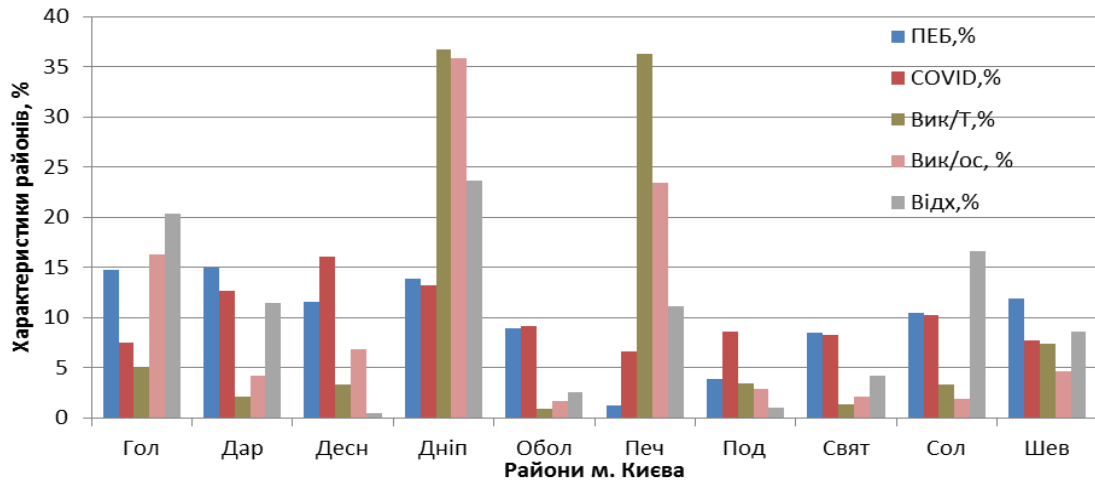


Рисунок 3.14 - Порівняння показників екологічної безпеки з рівнем захворювання COVID-19 та характеристиками районів м. Києва: Вик/Т – загальні викиди на одиницю площі, Вик/ос – викиди на одну особу, Відх – утворення відходів (%)

Більше 60% загальних обсягів відходів у 2019 р. утворилось у Дніпровському (235,8 тис. т, або 23,6%), Голосіївському (203,6 тис. т, або 20,4%) та Солом'янському (165,8 тис. т, або 16,6%) районах. Найменше відходів утворено у Деснянському (0,5% від загальних обсягів по місту) і Подільському (1,0%) районах [70]. При цьому статистика захворюваності COVID-19 на кінець 2020 р. у порядку зростання за районами виглядає таким чином: Печерський – 5752, Голосіївський – 6464, Шевченківський – 6705, Святошинський – 7157, Подільський – 7394, Оболонський – 7897, Солом'янський – 8840, Дарницький – 10947, Дніпровський – 11387, Деснянський – 13894 захворілих.

Під час пандемії зелені зони (рис. 3.15) набули ще більшого значення для мешканців міст, але порівняння з рівнем захворюваності та озелененням районів не виявило прямого взаємозв'язку. Загальна площа всіх зелених насаджень м. Києва становить 5503 га, а районами у порядку збільшення розподіляється таким чином: Подільський – 218, Солом'янський – 264, Святошинський – 320,



Дарницький – 344, Печерський – 384, Шевченківський – 487, Деснянський – 532, Оболонський – 676, Голосіївський – 1119, Дніпровський – 1159 га [69].

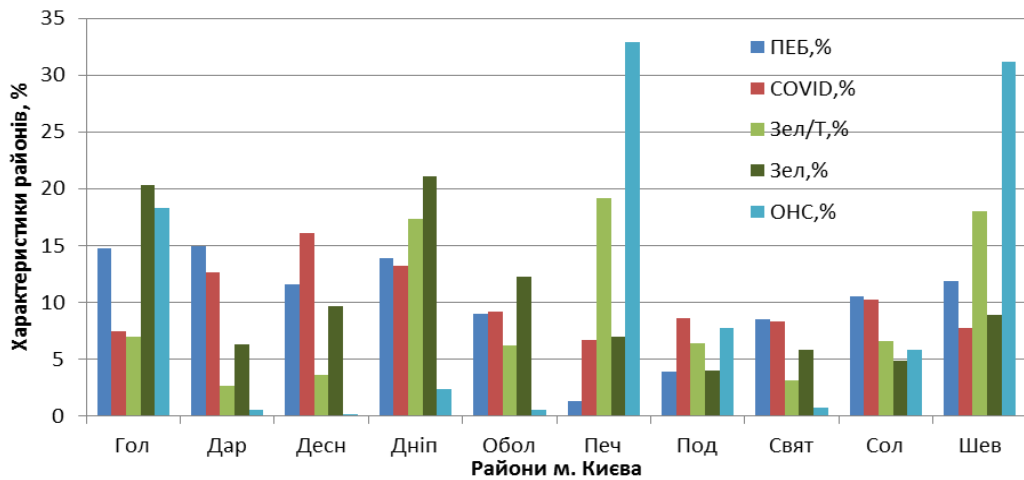


Рисунок 3.15 - Порівняння показників екологічної безпеки з рівнем захворювання COVID-19 та характеристиками районів м. Києва: Зел/Т – площа зелених насаджень у співвідношенні до загальної площі району, Зел – площа зелених насаджень у порівнянні з іншими районами, ОНС – витрати на охорону навколишнього середовища (%)

Застосування результатів розрахунків до передбачення поширення епідемії COVID-19 не дає однозначних результатів для точного моделювання розвитку ситуації (рис. 3.16).

Встановлено, що поширення COVID-19 за районами м. Києва носить виражений територіальний характер (рис. 3.17). Райони м. Києва за кількістю захворілих розбиваються на три кластери: 1) Деснянський, Дніпровський та Дарницький райони, в яких зареєстровано найбільша кількість випадків коронавірусної інфекції; 2) Оболонський, Подільський, Святошинський – відмічено середню кількість інфікованих; 3) Шевченківський, Голосіївський, Печерський – найменше захворілих на COVID-19 у м. Києві. Із загальної тенденції випадає Солом'янський район, який хоча і межує територіально з Святошинським, Шевченківським та Голосіївським районами, але за кількістю захворілих ближче до першого кластеру з високою частотою інфікування.

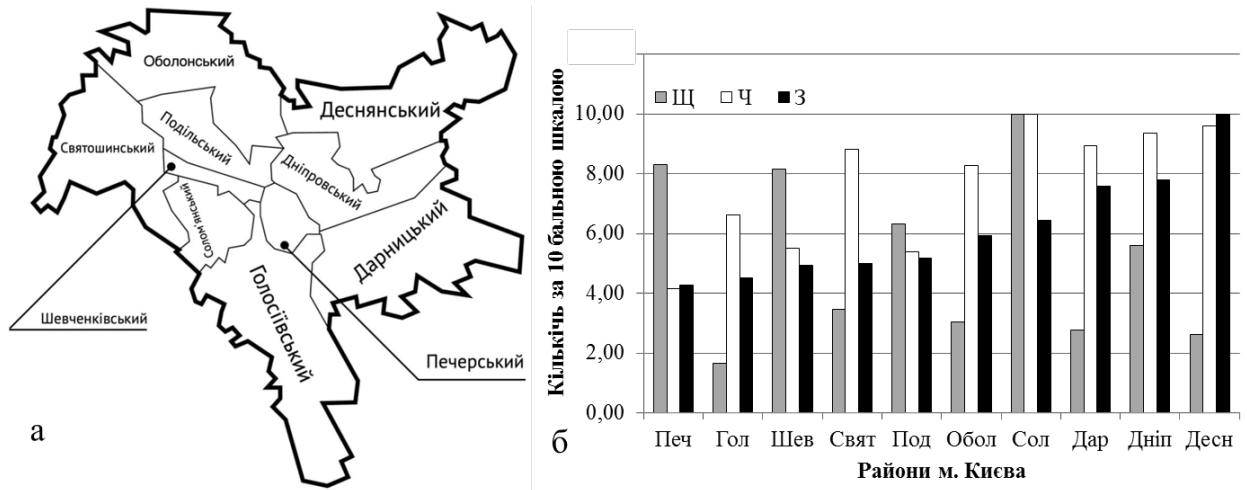


Рисунок 3.16 - Закономірності поширення COVID-19 за районами м. Києва: а) районування м. Києва; б) порівняння показників Щ – щільності населення, Ч – чисельності населення, З – кількості захворілих у районах м. Києва (в баллах)

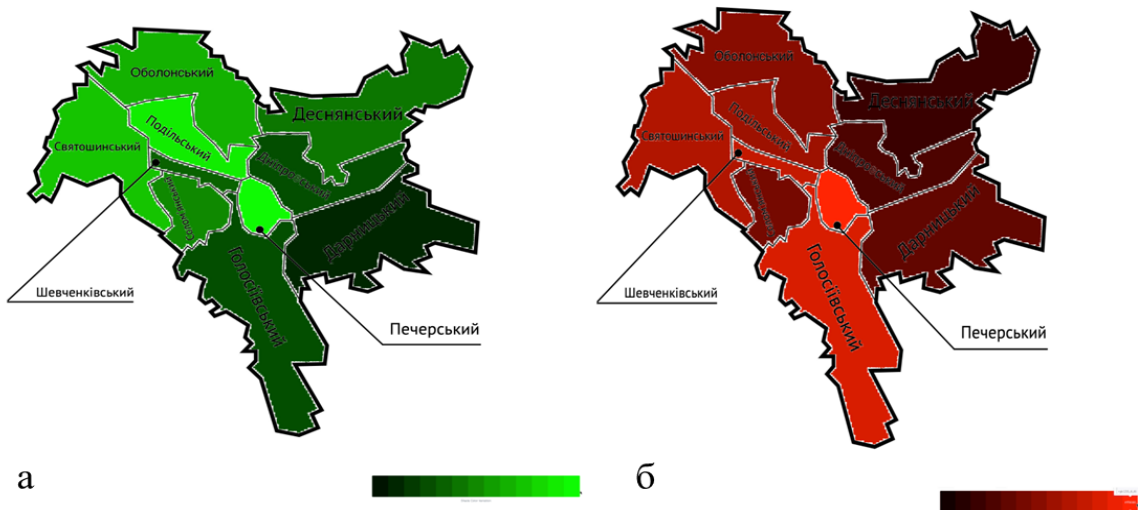


Рисунок 3.17 - ПЕБ (а) та інтенсивність інфікування COVID-19 (б) за районами м. Києва

Слід наголосити, що кореляції частоти захворювань COVID-19 зі щільністю населення, атмосферним забрудненням та інфраструктурним розвитком поки що не виявлено, тому запропоновано нові підходи до моніторингу та запобіганню поширення інфекційних захворювань, які буде розглянуто у наступному розділі.

### Висновки до розділу 3

1. Внаслідок обробки значного масиву статистичних даних по районах м. Києва з використанням програмного пакету Statistica виділено основні групи показників, серед яких шляхом встановлених суттєвих взаємних кореляцій визначено 48 ключових параметрів і на основі багатofакторного аналізу їх об'єднано у групи факторів: 1) демографічні характеристики населення та соціальне забезпечення; 2) житловий фонд; 3) некондиційні будівлі аварійного та ветхого типу, які в зеленому будівництві називають «*rooft housing*»; 4) площа районів та екологічні показники території; 5) забруднення від стаціонарних джерел, що прямо або опосередковано впливають на стан екологічної безпеки районів м. Києва, тому їх доцільно враховувати для оптимального планування розміщення об'єктів міської інфраструктури.

2. Шляхом математичного моделювання з використанням мови програмування Python, кривих Андреуса, візуалізації у вигляді багатомірного масштабування, побудови проєкцій на ортогональні системи функцій факторів, внаслідок визначення основних груп параметрів з суттєвими взаємними кореляціями та розрахунків їх вагових коефіцієнтів, формалізовано метод розрахунку показників екологічної безпеки (ПЕБ) районів м. Києва: Дарницький (20,984), Голосіївський (20,646), Дніпровський (19,417), Шевченківський (16,649), Деснянський (16,275), Солом'янський (14,743), Оболонський (12,560), Святошинський (11,916), Подільський (5,420), Печерський (1,758), що створює підґрунтя для наукових методів комплексної оцінки та оптимальних форм управління екологічною безпекою урбанізованих територій на прикладі м. Києва.

3. Встановлено первинні закономірності поширення пандемічних загроз за районами м. Києва, де інтенсивність інфікування COVID-19 носить виражений територіальний характер, а райони відповідно розбиваються на три кластери: 1) Деснянський, Дніпровський та Дарницький райони, в яких зареєстровано

найбільша кількість випадків коронавірусної інфекції; 2) Оболонський, Подільський, Святошинський – відмічено середню кількість інфікованих; 3) Шевченківський, Голосіївський, Печерський – найменше захворілих на COVID-19 у м. Києві, із загальної тенденції випадає Солом'янський район, який хоча і межує територіально з Святошинським, Шевченківським та Голосіївським районами, але за кількістю захворілих ближче до першого кластеру з високою частотою інфікування.

4. Відмічено відповідність кількості захворілих на COVID-19 із сумарною кількістю дитячих садків, шкіл, коледжів та вищих навчальних закладів у районах м. Києва, що дозволяє внести відповідні корективи до розробки заходів стабілізації та створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини, враховуючи критичні ситуації. Однак не виявлено прямих кореляцій поширення інфекції з станом інфраструктурного розвитку, соціального забезпечення та забрудненням районів м. Києва, що свідчить про необхідність накопичення більшої кількості даних щодо перебігу пандемії та впливу стану екологічної безпеки урбанізованого середовища.

## РОЗДІЛ 4

### УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ПАНДЕМІЇ COVID-19

У програмі ООН з охорони навколишнього середовища (UNEP) визначено 10 ключових принципів трансформації міст внаслідок пандемічної кризи:

1. Протипандемічні заходи необхідно запроваджувати з урахуванням вимог місцевих громад та потреб людей для запобігання нерівномірного впливу пандемії внаслідок застосування типових стратегій без урахування місцевих особливостей територій.

2. Криза охорони здоров'я викликала катастрофічні економічні та соціальні наслідки, тому відновлення міст залежить від промислової структури, розподілу ринку праці та ступеня відкритості торгівлі.

3. Після закінчення карантину необхідно розширити міську мобільність не за рахунок збільшення щільності людей, а шляхом переосмислення громадського простору, містобудування та покращення доступності.

4. Криза наочно продемонструвала нерівність, особливо у великих містах, де найбільш чутливими виявились бідні райони та вразливі верстви населення, зокрема люди похилого віку, працівники сфери обслуговування, громадяни без постійної роботи та безробітні.

5. Проблема охорони здоров'я пов'язана не з щільністю міст, а насамперед зі структурною нерівномірністю та якістю урбанізації, проте переваги життя в місті все ще переважають над ризиками.

6. Цифрова трансформація є головним рушійним заходом під час кризи і залишатиметься ключовою складовою «нової норми», навіть незважаючи на те, що можливості дистанційної роботи суттєво відрізняються в залежності від сфери зайнятості.

7. Криза прискорила розвиток екологічної свідомості, зробивши перехід до

зеленої мобільності та циркулярної економіки більш привабливим у політичному та соціальному плані.

8. Пандемія COVID-19 стала каталізатором ефективності державного управління, коли довіра громадян до урядів зростає в одних країнах і зменшується в інших.

9. Потрясіння внаслідок пандемії COVID-19 вимагають посилення акценту на стійкому розвитку міст для забезпечення превентивних та оперативних заходів у разі виникнення кризових ситуацій у майбутньому.

10. Глобальні програми, такі як Цілі сталого розвитку (ЦСР), довели свою актуальність для фундаментального планування, політики, реформування управління, формування нових стратегій та бюджетів.

Слід зазначити, що наведені принципи стимулювання урбанізованих середовищ узгоджуються з «Порядком денним у сфері сталого розвитку до 2030 року», «Паризькою кліматичною угодою» та принципами зеленого будівництва, а стратегічне планування інфраструктурних змін враховує системні зв'язки між секторами у просторі та часі [86].

#### **4.1. Рекомендації по підвищенню рівня екологічної безпеки урбанізованого середовища м. Києва для зниження ризиків пандемічних загроз**

Центром політичної, економічної та соціальної активності держави є Київ, тому саме столиця повинна стати для інших міст України прикладом по впровадженню ефективних заходів екобезпеки у протистоянні пандемії COVID-19. Столиця України – це унікальне старовинне місто з потужним потенціалом для організації комфортного та безпечного середовища з багатою історико-культурною спадщиною та розвиненою системою зелених зон [59]. Місто характеризується швидкими темпами територіального росту та житлового

будівництва, стрімким збільшенням кількості населення, а отже, новими більш високими запитами щодо якості середовища проживання і тому потребує сучасних стандартів зеленого будівництва.

Від будівельній галузі очікують формування нових стандартів і правил, що відповідають вимогам екобезпеки в епоху пандемічних загроз. Конкурентну перевагу отримують ті компанії, які змогли своєчасно адаптуватись і запропонували інноваційні проекти у відповідності до нових цінностей і потреб. Прогресивні інженерно-технічні рішення та міжнародні екологічні стандарти зеленого будівництва мають значний потенціал застосування практично в усіх секторах міського розвитку м. Київ. Пандемія COVID-19 переконливо продемонструвала необхідність перегляду стратегій проектування та теорій планування урбаністичних територій та будівель. Уроки отримані під час пандемії переконують в необхідності створення здорового та стійкого побудованого середовища на підґрунті стандартів зеленого будівництва.

Міста завжди були центрами творчості та інновацій, а під час пандемії необхідно переосмислити планування урбанізованого простору та відновити економічне зростання. Відновлення після COVID-19 може допомогти містам визначити «нову норму» для зменшення вразливості економічних, соціальних та екологічних систем. Згідно прогнозам, темпи урбанізації, демографічні та кліматичні зміни створюють загрозу соціальному добробуту та економічному зростанню нинішніх та майбутніх поколінь. Децентралізація виробництва, реструктуризації ланцюгів поставок, підвищення ефективності використання енергії та організації транспорту може зробити міста більш стійкими. Посткризові заходи можуть відкрити можливості для покращення життя громадян, надихнути їх на стійкі зміни поведінки та стимулювати розвиток інновацій. Сучасні проблеми стимулюють розвиток міст у напрямку стійкості, екологічності, відкритості для циркулярної економіки та цифрової модернізації з метою попередження чергової кризи. Профілактичні заходи активним способом зменшують вплив довгострокових соціальних, економічних та екологічних криз за допомогою регулювання, моніторингу та інвестицій у стійку

міську інфраструктуру. Міста можуть стати стійкими не лише за допомогою реагування на кризу, але й за рахунок превентивних заходів, що допоможе уникнути майбутніх надзвичайних ситуацій.

Пандемія COVID-19 прискорила перехід до нової міської моделі діджиталізованих, зелених та інклюзивних міст. Криза COVID-19 дала поштовх мешканцям міст та містобудівникам для кардинального перегляду способу споживання, виробництва та транспортних стратегій. Інвестування в зелені заходи для міст означає створення робочих місць та покращення умов урбанізованого середовища, що сприяє довгостроковому економічному зростанню. Впровадження принципів сталого розвитку, циркулярної економіки, зеленого будівництва та збалансованого міського планування сприяє поліпшенню якості життя та стану довкілля. Покращення якості міського середовища досягається шляхом розбудови низьковуглецевої інфраструктури, проектування та будівництва зелених будівель та вулиць, що зменшує викиди CO<sub>2</sub>, забруднення атмосферного повітря та потенційні кліматичні ризики зараз і в майбутньому.

Зелене будівництво є ефективним інструментом для трансформації урбанізованого середовища у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей в умовах пандемії і у постпандемічний період. Основні завдання Стратегії розвитку м. Києва (далі «Стратегія») полягають у розбудові та реконструкції міста, покращенню його інфраструктури та охороні довкілля, тому рекомендації по підвищенню рівня екобезпеки м. Києва внаслідок пандемії COVID-19 необхідно водночас узгоджувати і з завданнями Стратегії, і з стандартами зеленого будівництва. Прогресивні інженерно-технічні рішення та міжнародні екологічні стандарти зеленого будівництва мають значний потенціал застосування практично в усіх секторах міського розвитку м. Києва. Цей підхід дозволить значно посилити розвиток таких секторів міського розвитку, як розбудова міста і земельні відносини, публічний простір, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, екополітика та охорона довкілля, охорона здоров'я та здоровий спосіб життя, безпека та цивільний захист.



**4.1.1. Розбудова міста і земельні відносини.** Створення екобезпечного середовища для протистояння епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям потребує докорінного перегляду теорій планування міст. Певною мірою «життя після COVID-19» передбачають як «життя із протипандемічними запобіжними заходами». Наразі очевидною стала необхідність перебудови міст з урахуванням нового довгострокової підходу до екологічної безпеки урбаністичних просторів. Зміни, які відбулися у поведінці людей та їх взаємодіях у побудованому середовищі під час карантину, частково носять незворотній характер, при цьому оптимісти радять скористатись уроками COVID-19 для покращення якості життя в урбаністичному просторі. Пандемія продемонструвала необхідність інтеграції кризових сценаріїв у містобудування і підштовхнула до розробки комплексних стратегій стійкості міст для підвищення рівня екобезпеки та зниження ризиків. Щільність та густонаселеність міста при раціональному плануванні простору та при дотриманні екологічних принципів землекористування забезпечує мешканцям цілу низку переваг навіть в умовах пандемії. Для забезпечення комфорту і збереження здоров'я мешканців змінюються принципи містобудування та планування громадських просторів. Зелене будівництво є дієвим засобом перетворення Києва у місто із гармонійною та збалансованою забудовою, яка розвивається у відповідності до потреб громади. Сучасні принципи забудови та планування розвитку територій міста передбачають зручну та якісну інфраструктуру у кожному районі, а кризова ситуація в період пандемії підтвердила доцільність децентралізації мегаполісів. Ініціатива Стратегії «Центр поруч з домом» тісно пов'язана з концепцією «квартального міста», яка включає перехід до поліцентричної моделі планування міста та стримування територіального розростання міста. Принцип «квартального міста» передбачає пішохідний доступ на обмеженій території району до шести основних функцій: житло, робота, товари першої необхідності, заклади охорони здоров'я, навчальні заклади, комфорт. Всі життєво необхідні елементи інфраструктури (лікарні, дитячі садки та школи, торгівельні центри,

спортивні та побутові комплекси, тощо) мають бути розташовані на відстані не більш ніж 20 хвилин пішої прогулянки. Пріоритетність надається створенню нових робочих місць у віддалених від центру районах міста, що сприяє розвантаженню транспортних мереж зниженню забрудненості повітря внаслідок автомобільних викидів.

Зелене будівництво сприяє впровадженню інформаційно-аналітичних інструментів прийняття управлінських містобудівних рішень та інтерактивних інструментів аналізу ефективності використання міських територій. Підвищення якості міського планування з урахуванням потреб громади та сучасних європейських практик також базуються на принципах зеленого будівництва. У стандартах зеленого будівництва передбачено окремі алгоритми оцінки впливу будівельного проекту на місцеві громади, наявну інфраструктуру і довкілля, причому ці процедури здійснюються починаючи з розробки концепції проекту і продовжуються на всіх етапах його реалізації. Відмінну ефективність демонструє принцип «ініціатива знизу», де всі плани територіальних змін обговорюються насамперед з мешканцями районів в соціальних мережах. Для цього передбачено он-лайн моніторинг забудови з відображенням в соціальних мережах поточного стану та динаміки розвитку інфраструктури, 3-D моделювання містобудівної ситуації, тощо. Інноваційні технології зеленого будівництва тісно пов'язані з сучасними інформаційними технологіями. В Стратегії заплановано впровадження процедури стратегічної екологічної оцінки при розробці Генерального плану міста Києва. Зокрема розробка сучасної нормативної та законодавчої бази планування міських просторів з окремою Концепцією просторового розвитку м. Києва, включає сучасні принципи забудови міста, організації зав'язків та рекреаційних зон, які узгоджуються з інфраструктурними стандартами зеленого будівництва. Перебудова вуличного простору потрібна для того, щоб зробити міські райони більш стійкими до реагування на надзвичайні ситуації, протистояти епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям будь-якого роду в майбутньому.

**4.1.2. Житлово-комунальне господарство.** Криза COVID-19 загострила проблему відсутності стабільного та доступного житла для громадян з низькими доходами, що обумовлює підвищення ризиків зараження для вразливих верств населення. Вирішення проблеми незадовільних житлових умов потребує довгострокової реакції влади для адаптації кількості, якості та доступності житла до різноманітності житлових потреб для соціального захисту населення. Сьогодні переважна більшість комунальної інфраструктури м. Києва потребує модернізації у зв'язку із високим рівнем зносу та необхідністю термінової реконструкції. У Стратегії заплановано модернізація існуючої комунальної інфраструктури та підвищення її ефективності, зниження споживання енергоресурсів, зокрема заходи енергозаощадження комунального та бюджетного сектору з метою забезпечення мешканців м. Києва якісними та доступними комунальними послугами. Зниженні рівня забруднень, що потрапляють у воду, ґрунт і повітря завдяки технологіям зеленого будівництва забезпечує скорочення навантаження на міську інфраструктуру. І хоча в останні роки спостерігається тенденція до скорочення споживання електроенергії, води та тепла, проте досягнення суттєвого збільшення показників енергоефективності можливе лише за умов дотримання принципів зеленого будівництва. Плани екологічного розвитку м. Київ включають відновлювані джерела енергії, що дозволяє значно підвищити рівень енергоефективності та зменшити шкідливі викиди після кризи COVID-19. Інвестиції в енергоефективність та оновлення сприяють створенню робочих місць та економічному пожвавленню в будівельному секторі, до того ж витрати на зелені технології продовжують знижуватись по мірі поширення їх використання. Впровадження енергоефективних механізмів управління теплоенергетичним господарством м. Києва полягає у підвищенні ефективності споживання енергоресурсів, застосуванні енергозберігаючих технологій, модернізації електроспоживаючого обладнання та освітлення. До ефективних заходів енергозаощадження житлового господарства відносяться створення систем дистанційного моніторингу та управління енергоспоживанням, оснащення будинків приладами

обліку енергоресурсів, впровадження систем регулювання споживання тепла, створення індивідуальних теплових пунктів, комплексна термомодернізація і термосанація. Енергетичне господарство потребує модернізації електро- і теплогенеруючих потужностей та ліквідації малоефективних, ремонту, оновлення та розбудови електричних і теплових інженерних мереж, включаючи оптимізацію схеми енергопостачання міста. Створенню сприятливих умов для розвитку та використання альтернативних і відновлювальних джерел енергії сприяє впровадження інтелектуальних механізмів прогнозування споживання енергоресурсів з метою скорочення надмірної генерації, інформаційно-аналітичні системи та програмні комплекси для прогнозування споживання.

Послуги з розподілу води потребують особливої уваги в умовах пандемії, оскільки миття рук та загальна гігієна є основними профілактичними заходами для боротьби з поширенням вірусу. Для покращення водопостачання та водовідведення у м. Києві в Стратегії передбачено реконструкцію існуючих очисних споруд Деснянської і Дніпровської водозабірних станцій та Бортницької станції аерації. Оптимізація схеми водопостачання міста включає заміну і санацію зношених, а також розбудова нових водопостачальних мереж, розвиток міської централізованої каналізації шляхом подальшого будівництва та реконструкції колекторів і мереж, реконструкцію каналізаційних насосних станцій з впровадженням енергозберігаючих технологій. Для покращення якості сервісу та вдосконалення системи самоврядного контролю в сфері житлово-комунальних послуг власники квартир залучаються до управління житловим фондом. Запроваджується комплексна програма капітального ремонту житлового фонду із застосуванням енергозберігаючих технологій і обладнання за принципом співфінансування з власниками житла. Підвищенню інформованості населення м. Києва суттєво сприяє створення центру енергоефективності та запровадження системи навчання та інформування з питань енергозбереження, співфінансування з громадянами, впровадження системи кредитування технологій енергозбереження. Задіяні локальні системи стимулювання підприємств, що переходять на відновлювані джерела енергії.

Покращення системи оцінки якості надання комунальних послуг тісно пов'язана із запровадженням стандартів ЄС у сфері захисту прав споживачів житлово-комунальних послуг, що нерозривно пов'язана із стандартами зеленого будівництва.

Стратегія орієнтована на сталий розвиток Києва як екологічно чистого та зеленого міста, завдяки балансу економічної, соціальної та екологічної складових. Зелене будівництво забезпечує зниження негативного впливу на довкілля та підвищення рівня екологічної безпеки в столиці. Зокрема, до ключових завдань відносять зниження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря та оптимізацію утилізації та рециклізації відходів. Під час пандемії COVID-19 обсяги твердих відходів значно зросли і збільшилась кількість несанкціонованих звалищ за рахунок одноразових масок для обличчя та рукавичок, а також упаковок від доставки продуктів та товарів. Впровадження сучасних екологічних технологій утилізації та рециклізації на підприємствах та в житловому секторі м. Києва забезпечить розвиток сучасної системи контролю за станом довкілля, покращення методів переробки відходів та обмеження їх поховання на полігонах. Проведення агітаційно-роз'яснювальної роботи серед населення щодо належної утилізації небезпечних пандемічних відходів, роздільного збирання ресурсоцінних компонентів побутових відходів є необхідною передумовою для запобігання утворенню стихійного накопичення відходів та створення системи роздільного збору та вторинної переробки сміття.

Стратегія створює організаційні, адміністративні та економічні умови для забезпечення світових еколого-економічних стандартів у діяльності суб'єктів господарювання в м. Києві. Вдосконалення нормативно-правового регулювання передбачає розробку спільно з промисловими підприємствами міста Києва пропозицій щодо оновлення та наближення існуючих стандартів викидів до європейських. Стратегія створює передумови для імплементації вимог «Водної рамкової директиви ЄС» щодо захисту та використання водних об'єктів. Концепція зеленого будівництва передбачає розробку містобудівної документації для забезпечення подальшої реалізації концепції розвитку долини

річки Дніпро, забезпечення жорсткого контролю за скидами забруднюючих речовин у водні об'єкти та поліпшення стану основних водних об'єктів м. Києва (річок, озер, каналів тощо). Вдосконалення системи моніторингу довкілля у м. Києві з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та приладів контролю допоможе забезпечити виконання зобов'язань у сфері енергоефективності та протидії змінам клімату відповідно до «Угоди мерів» [72].

**4.1.3. Громадський простір.** Нові підходи у плануванні передбачають розширення міст по горизонталі з більш доступними відкритими просторами, що важливо для запобігання розповсюдженню інфекцій та хвороб. Дотримання соціальної дистанції потребує докорінного перегляду теорій планування у всіх типах будівель, створення нових моделей та конфігурацій міського простору. Впорядкування та розвиток публічного простору м. Києва базується у Стратегії на концепціях «Комфортне місто» і «Smart city», які спрямовані на оптимальні рішення для покращення життя в місті з використанням сучасних технологій та інновацій в екологічній, соціальній, економічній та культурній сферах. Створення комфортного публічного простору з доступною та надійною інфраструктурою проводиться згідно розробленим «Правилам благоустрою м. Києва» та «Посібнику з вуличного дизайну м. Києва» [59]. Нормативні документи зеленого будівництва допоможуть у подальшій розробці стандартів міського середовища. Для контролю дотримання правил організації публічного простору та його розвитку залучено громадськість, волонтерські та благодійні організації. Розвиток прибудинкових територій здійснюється шляхом підтримки ініціатив мешканців, надання їм консультацій та юридичної допомоги. Екобезпечна модернізація інфраструктури міського простору включає покращення системи освітлення магістралей, тротуарів, наземних пішохідних переходів, впровадження єдиної вуличної навігації українською та англійською мовами в т.ч. будинкових покажчиків.

Охорона та раціональне використання природного середовища м. Києва в умовах пандемічних загроз передбачає збільшення площі зелених зон загального

користування та озелених територій, в т.ч. за рахунок культивуації зелених насаджень на прибудинкових територіях новобудов. Створення ефективної системи управління об'єктами природно-заповідного фонду на території м. Києва передбачає розвиток мережі таких територій із встановленням меж з особливими режимами використання, розробку геоінформаційної системи та патронаж з боку наукових установ та громадських організацій. Процедура порядку визначення територій зелених зон, закріплення меж міських лісів, лісопарків, буферних парків гідропарків і парків, а також недопущення їх забудови потребує спрощення та загального покращення нормативно-правової законодавчої бази у відповідності до міжнародних стандартів зеленого будівництва.

Соціальна дистанція є першочерговим способом стримування розповсюдження вірусу, тому формат громадських просторів потребує відповідних змін. У місцях традиційного скупчення людей необхідно підвищувати просторову функціональність та чітко планувати потоки переміщення населення міст. Системи імітаційного моделювання розраховують рух потоків людей в різних сценаріях і пропонують раціональні рішення для підвищення рівня екологічної безпеки. Коронавірус спонукав владу обмежити доступ до більшості громадських приміщень та великих торгових площ. Із розростанням популярності он-лайн торгівлі та служби доставок в умовах ізоляції великі торгівельні центри поступово втрачають свою актуальність. Ресторани і кафе в нових умовах повинні збільшити відстань між столиками та розширити проходи для відвідувачів і персоналу. Ця пандемія може принципово змінити спосіб діяльності громадських закладів у майбутньому. Популяризація механізму переведення приміщень з житлового до нежитлового фонду на перших поверхах для ведення підприємницької діяльності та впровадження концепції багатофункціонального використання приміщень в узгодженні з рекомендаціями зеленого будівництва.

Глобальні стратегії стійкого розвитку наочно продемонстрували, що всі попередні кризи та потрясіння ініціювали екологічні покращення, зокрема розширення територій зелених насаджень. Карантинні заходи підкреслили

важливість доступності зелених насаджень для мешканців міст. Вони представляють життєво необхідні громадські простори для фізичних комунікацій з можливістю дотримання соціальної дистанції. Реалізація програми «Київські парки» передбачає створення комфортних умов перебування в існуючих парках міста, а також облаштування нових парків та зон відпочинку. Модифікація зон відпочинку та зелених міських насаджень полягає у переході взаємодії людей з природою у містах на новий рівень із створенням продуманого плану координації щільності потоків людей. Мешканцям міст потрібна фізична взаємодія з живими рослинами для покращення фізичного та психічного здоров'я населення. У відповідності до міжнародних практик зеленого будівництва необхідно продовжувати облаштування зелених пішохідних зон, туристично-привабливих місць та комфортних зон відпочинку. Зелені зони розглядають у якості інструментів перезавантаження і соціалізації, які забезпечують можливість відновлення після стресу ізоляції, де люди можуть бачити один одного на безпечній відстані. Новим трендом стане децентралізована мережа зелених насаджень і лаконічне облаштування великих природних територій, яке дозволить людям комфортно проводити час на природі, зберігаючи безпечну дистанцію [123]. Для зменшення ризиків під час самоізоляції та для підтримки місцевого виробництва доцільно ініціювати розвиток міського сільського господарства. Вертикальні міські сади, тераси та впровадження систем зелених дахів допоможе вирішити більшість проблем самоізоляції і водночас забезпечить стійкий розвиток міст в узгодженні з принципами зеленого будівництва. Зелені дахи позиціонують як п'ятий фасад будівель для місць відпочинку та вирощування окремих елементів харчового раціону. Однак під час проектування зелених дахів, призначених для виробництва харчових продуктів, можуть знадобитися додаткові розрахунки для дотримання особливих вимог екобезпеки [170].

Історична та культурна ідентичність міста Києва формувалася протягом багатьох століть, тому вкрай необхідно зберігати історичну самобутність та розвивати культурну спадщину м. Києва керуючись кращими міжнародними



практиками зеленого будівництва. Водночас з обмеженням будівництва в історичному центрі, з урахуванням вимог часу виникає термінова необхідність реставрації та розвитку об'єктів культурної спадщини, а також створення умов для їх використання для туристичної та музейної діяльності. В Стратегії передбачено створення та розвиток профільних культурних кластерів, підтримку альтернативного культурного простору та модернізацію об'єктів культури в культурно-інформаційні центри. Практика зеленого будівництва дозволяє на базі державних та міських активів та занедбаних підприємств створити квартали культури, вільні театральні майданчики, а також кіно-, образотворчі та музичні креативні осередки з сучасною інфраструктурою. Це сприятиме відновленню туристичної активності в столиці після зняття карантинних обмежень, що позитивно впливає на доходи місцевого бюджету.

**4.1.4. Транспорт та міська мобільність.** Пандемія COVID-19 дала необхідний поштовх для перегляду підходів до міської мобільності. У багатьох містах світу зараз розробляють довгострокові екологічні транспортні стратегії та інвестують в інфраструктуру активної мобільності, покращену безпеку громадського транспорту та підтримку засобів пересування з низьким рівнем викидів. Інфраструктура активної мобільності включає розвиток веломереж та міських пішохідних маршрутів. Пріоритетність активної мобільності матиме довгострокові наслідки для використання транспортних засобів у містах, а інвестиції в інфраструктуру призведуть до перебудови багатьох міських ландшафтів. Нові мобільні плани передбачають зменшення використання особистих транспортних засобів та збільшення попиту на громадський транспорт.

Під час карантину значно скоротились транспортні переміщення, що призвело до значних скорочень викидів та позитивно вплинуло на стан навколишнього середовища у багатьох мегаполісах [198]. Скорочення викидів насамперед пов'язано з переходом на дистанційний режим праці і навчання, адже тільки внаслідок транспортних переміщень офісних працівників утворюється 12

мегатонн викидів CO<sub>2</sub> [156]. Ініціатива Стратегії «Центр поруч з домом» передбачає, що відсоток населення, яке витрачає не більш ніж 60 хвилин на поїздки наземним громадським транспортом до центру міста не має перевищувати межу 35%, що сприятиме зменшенню заторів та підвищенню чистоти атмосферного повітря у Києві. Планування забудови з високою щільністю забезпечує пішохідної досяжності об'єктів повсякденного громадського обслуговування та дестимуляцію нетрудових транспортних поїздок у години пік, що сприяє розвантаженню центральної частини міста та загалом транспортних шляхів м. Києва. Зелене будівництво сприяє зменшенню негативного впливу транспорту на навколишнє середовище шляхом оптимізації вулично-дорожньої мережі та зменшення перепробігів транспорту. Для зменшення автомобілів на вулицях міста будуються перехоплюючі паркінги біля ключових пересадочних вузлів громадського транспорту (Park&Ride). Підвищення інтенсивності експлуатації наявного парку автомобілів та середньої наповнюваності приватного автотранспорту досягається за допомогою сервісів спільного користування автомобілями (Carsharing) та системи колективного використання автомобілів (Carpooling).

Стримування приросту рівня автомобілізації досягається шляхом підвищення комфорту та популяризації громадського транспорту для щоденних трудових поїздок. В Стратегії передбачається збільшення частки електротранспорту в структурі пасажирських перевезень, тролейбусів з автономним ходом, електробусів та розвиток необхідної інфраструктури. Громадський транспорт в умовах пандемії потребує суттєвих трансформацій із відмежуванням безпечного простору для кожного пасажира, захисних екранів, вентиляції та регулярної санації сучасними способами. Безпека громадського транспорту передбачає посилені гігієнічні заходи, безконтактну оплату, більший обсяг та кращий доступ до послуг. Громадський транспорт необхідно інтегрувати з іншими системами мобільності, вдосконалювати автоматизацію квитків для зведення до мінімуму прямих контактів за допомогою використання мобільних додатків для оплати, резервування та оптимізації маршрутів.

Нові транспортні плани передбачають розширення мережі велосипедних та пішохідних доріжок з безпечними маршрутами в усіх міських зонах, особливо в центральних районах, для підтримки найбільш сприятливих для здоров'я та довкілля способів пересування. В інфраструктурній системі зеленого будівництва передбачено планування пішохідних зон та велосипедних доріжок, що поєднують різні райони та дозволяють пересуватись містом без використання індивідуального автомобільного та наземного громадського транспорту. Популяризація велосипедного руху, поява велосипедних смуг та сервісу короткострокової оренди велосипедів за останні роки суттєво змінило Київ. Передбачається створення безбар'єрної, безпечної та зв'язаної веломережі для щоденних трудових поїздок та активного відпочинку. Велосипедна інфраструктура враховується при плануванні, будівництві та реконструкції об'єктів транспортної інфраструктури та благоустрою територій. Розвиток велопаркувального простору розширюється шляхом будівництва перехоплюючих велопарковок біля станцій швидкісного рейкового транспорту та у складі транспортно-пересадкових вузлів. Стандарти зеленого будівництва передбачають велопарковки тимчасового зберігання перед офісами, підприємствами, установами та навчальними закладами, а також місця постійного зберігання велосипедів у складі житлових комплексів.

Міжнародні норми зеленого будівництва спрямовані на зниження кількості ДТП, смертності та травматизму шляхом модернізації та розширенню мереж зовнішнього освітлення вулиць, магістралей, тротуарів та прибудинкових територій, збільшення кількості регульованих та інженерно-обладнаних наземних пішохідних переходів. Впровадження сучасних зелених стандартів забезпечує дієвий механізм контролю за дотриманням норм шумового забруднення ремонту та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури. Міжнародні сертифікаційні системи зеленого будівництва передбачають впровадження механізмів незалежного контролю якості робіт під час будівництва, ремонту та експлуатації об'єктів транспортної інфраструктури.

**4.1.5. Охорона здоров'я та безпека життєдіяльності.** Надзвичайна ситуація в галузі охорони здоров'я вимагає вжиття термінових заходів для зменшення розповсюдження вірусу та забезпечення захисту здоров'я громадян. Зелене будівництво орієнтовано на популяризацію здорового способу життя шляхом інтеграції необхідної фізичного навантаження у повсякденну активність людей. В Стратегії передбачено просування соціальної відповідальності бізнесу, органів влади та громадських організацій щодо підтримки здорового способу життя власних працівників та киян. Передбачено розвиток інфраструктури та матеріально-технічної бази для фізичної культури та спорту, активного відпочинку та оздоровлення. Зелене будівництво сприяє переобладнанню місць масового відпочинку киян у відповідності до нових норм екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз. Норми зеленого будівництва сприяють приведенню закладів охорони здоров'я, спортивних та оздоровчих комплексів, навчальних та дитячих закладів у відповідність до сучасних потреб. В концепції зеленого будівництва передбачено не тільки мінімізацію впливу будівельної галузі на навколишнє середовище, але й акцентовано увагу на збереженні здоров'я людей на всіх етапах життєвого циклу будівель. Суттєвими факторами є висока якість повітря, поліпшення вентиляції, збільшення природного освітлення, усунення небезпечних чинників, використання природних матеріалів, оздоровче озеленення приміщень. Зелене будівництво є ефективним інструментом для трансформації будівель та інфраструктури у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей в умовах пандемії і у постпандемічний період.

Пандемія COVID-19 представляє безпрецедентний виклик для систем охорони здоров'я на міжнародному рівні. Основні стратегії, що використовуються в системах охорони здоров'я під час пандемії включають модульні конструкції або трансформацію підходящих приміщень у тимчасові лікарні [171]. Модульна будівельна стратегія, що стає все популярнішою в умовах пандемії COVID-19, зарекомендувала себе як ефективний захід у кризових ситуаціях [161]. Це важливо для задоволення різноманітних вимог медичних служб із готовими стандартизованими компонентами, завдяки яким

будівлі розширюють функціональні можливості та простір для лікування та карантину [176]. Адаптивне повторне використання також є ефективним та динамічним підходом до створення аварійних об'єктів. Під час пандемії спортивні споруди, стоянки та інші будівлі перетворюються на медичні установи та тимчасові лікарні.

Впродовж останніх років відбувається загострення криміногенної ситуації у м. Києві, про що свідчить зростання кількості виявлених злочинів та зменшення кількості виявлених осіб, які вчинили ці злочини. Значне зростання кількості тяжких та особливо тяжких злочинів, здійснених у м. Києві протягом останніх років, створює необхідність підвищення рівня безпеки та захисту мешканців і гостей міста. Естетика зеленого будівництва сприяє зниженню рівня злочинності, про що свідчить «теорія розбитих вікон». Згідно практичному підтвердженню цієї теорії, якщо в районі з'являється одне розбите вікно, яке не замінюється вчасно, то «епідемія безладу» неминуче поширюється по території – на вулицях з'являється сміття, розбиті ліхтарі і все закінчується зростанням рівня злочинності. Інфраструктура житлових масивів, спланованих згідно з концепцією зеленого будівництва передбачає приємний дизайн, чистоту, освітлення вулиць та безпечні пішохідні маршрути, що запобігає виникненню криміногенних ситуацій.

**4.1.6 Промисловість та розвиток підприємництва.** Зелене будівництво стимулює створення інноваційно-орієнтованих промислових підприємств та індустріальних парків з пріоритетним розташуванням за межами історичного центру. Принципи зеленого будівництва тісно переплітаються з концепцією корпоративної соціальної відповідальності, згідно з якою компанії інтегрують екологічні питання захисту навколишнього середовища в усі аспекти своєї діяльності на одному рівні з фінансовими та соціальними показниками. Розширюються межі співробітництва підприємств та компаній з науковими та учбовими, створюючи нові зони економічного зростання. Необхідність дотримання соціальної дистанції під час пандемії руйнівним чином вплинуло

насамперед на ті сектори економіки, де неможливо уникнути безпосередніх фізичних контактів, а саме: роздрібна торгівля, сфера послуг, пасажирський транспорт, авіап перевезення, туризм, тощо. Стимулювання місцевої економіки та зайнятості населення включає переосмислення міської логістики та переорієнтацію на місцеве виробництво.

Прогресивні будівельні компанії орієнтовані на систематичне і планомірне підвищення якості технологічних і конструкторських рішень, що запобігають забрудненню навколишнього природного середовища і забезпечують підвищення комфорту всіх верств населення. В умовах пандемічних загроз необхідно розвивати будівництво мережі соціального житла та установ, проводити капітальний ремонт та реконструкцію будівель, які потребують покращення у відповідності до сучасних будівельних нормативів та принципів зеленого будівництва. Насамперед це стосується найбільш незахищених та вразливих груп населення, зокрема поліпшення доступності та комфортності міста для осіб з інвалідністю, облаштування пандусами закладів соціального обслуговування, безпечне облаштування дитячих майданчиків, добудова проблемних житлових будинків та довгобудів, тощо.

Зелене будівництво підтримує створення та розвиток об'єктів інноваційної інфраструктури, зокрема бізнес-інкубаторів, технопарків, програм підтримки стартапів, коворкінг-центрів. Розбудова та реконструкція міста за передовими технологіями зеленого будівництва створить нові вакансії на ринку праці. Процес надання адміністративних послуг необхідно покращувати з широким застосуванням цифрових технологій у відповідності до сучасних міжнародних тенденцій для підвищення рівня екологічної безпеки в умовах пандемічних загроз.

Загальні напрямки підвищення рівня екобезпеки урбанізованого середовища в умовах пандемії COVID-19 представлено на Рис. 4.1.



Рисунок 4.1 - Підвищення рівня екобезпеки урбанізованого середовища в умовах пандемії COVID-19

Запровадження екологічних стандартів сприяє імплементації законодавства ЄС в законодавство України та створює сприятливий інвестиційний клімат. У попередні роки складна економічна ситуація та зменшення активності інвесторів призвели до скорочення обсягів будівництва у м. Києві та зростання обсягів незавершеного будівництва. Проте зараз спостерігається поживлення у будівельному секторі, а проекти із застосуванням зелених стандартів отримують значну конкурентну перевагу. Застосування принципів зеленого будівництва сприяє підвищенню зацікавленості інвесторів з

розвинутих країн, де у найближчі роки заплановано повну переорієнтацію всієї будівельної галузі на зелені технології.

#### **4.2. Нові гігієнічні вимоги до якості та комфорту внутрішнього середовища приміщень**

Для запобігання поширенню COVID-19 важливо розуміти потенційну динаміку передачі інфекції. ВООЗ рекомендує дотримуватись відстані 1,5 - 2 м між особами для мінімізації ризику зараження, проте нещодавні дослідження підтверджують гіпотезу про передачу вірусу на відстань понад 2 м від зараженої людини [207]. Дослідники університету штату Оклахома змодельовали різні умови навколишнього середовища та руху повітря і з'ясували що соціальної дистанції 2 м достатньо тільки якщо атмосферне повітря є статичним [176]. З іншого боку, накопичені знання про новий SARS-CoV-2 свідчать про те, що він має вищу аерозольну та поверхневу стабільність, ніж SARS-COV-1, і може залишатися життєздатним та інфекційним в аерозолі протягом годин [9]. Експериментальні дослідження показали, що аерозолізовані частинки SARS-CoV-2 залишаються у повітрі не менше 3 годин, зберігаючи життєздатність до 1 години в повітрі та до доби на поверхнях [166]. Період напіввиведення вірусних частинок може бути різним в залежності від метеорологічних умов, таких, як температура, відносна вологість та ультрафіолетове випромінювання, які можуть послабити вірус [185]. Вірусні частинки можуть передаватися як повітряно-крапельним шляхом, так і через прямі та опосередковані контакти. Дослідження поширення інфекцій повітряно-крапельним шляхом у приміщеннях показало, що 80% інфекційних захворювань передаються при дотику до забруднених поверхонь [190]. Віріони можуть безпосередньо осідати на поверхнях або переноситись повітряними потоками, тому важливо визначити джерела турбулентності в приміщенні [207].



Особливої актуальності набувають завдання адаптації соціально значимих об'єктів до роботи в умовах після пандемії коронавірусної інфекції з використанням імітаційного моделювання. Такі моделі дозволяють перевірити різні сценарії функціонування місць масового скупчення людей з урахуванням переміщення потоків. Результати імітаційного моделювання можна використовувати для організації простору оптимальним чином з метою зниження щільності потоку людей з одночасним збільшенням пропускної спроможності.

Розробляються вимоги для більш ефективних, результативних та гнучких планів багатофункціонального просторового використання у разі виникнення нових криз [123]. Люди проводять понад 90% свого життя в будівлях, при цьому показники індикаторів забруднення всередині приміщень можуть бути в 2-5 разів вище, ніж зовні. По оцінці ВОЗ 12,7% смертей можна уникнути, якщо підвищити якість повітря в усьому світі [208]. В умовах карантину люди ще більше часу проводять у штучному побудованому середовищі, тому саме зараз слід згадати про високі критерії якості параметрів внутрішніх приміщень, які застосовуються у зеленому будівництві. Стратегії спрямовані на збереження здоров'я людей, які тривалий час перебувають у приміщеннях, включають збільшення природного освітлення, поліпшення вентиляції, усунення токсичних речовин у повітрі, використання природних матеріалів, оздоровче озеленення приміщень. У зв'язку з цим життєво важливо проектувати будівлі з великими вікнами, терасами на даху, балконами та внутрішніми двориками. Віртуальні експерименти на основі моделювання повітряних потоків дозволяють визначити небезпечні зони і виявити інші фактори, які можуть призвести до поширення вірусу. Суттєве підвищення екобезпеки досягається шляхом корекції системи вентиляції, зміни режиму провітрювання приміщення, установки перегородок та захисних екранів та ін. Навіть проста перестановка меблів може значно знизити ризик передачі інфекції і при цьому не потребує значних фінансових витрат. Дизайнери інтер'єрів надаватимуть перевагу гігієнічним та антибактеріальним матеріалам, які легко піддаються санітарній обробці [142]. Сучасні технології пропонують

різноманітні стратегії автоматичного очищення з використанням вбудованих в інтер'єри приладів для санітарного обприскування, дезінфікуючого освітлення та температурної обробки приміщень. Інженери продовжують працювати у напрямку пошуку рішень для знезараження та захисту. Вже розроблено різноманітні варіанти пристроїв, які знижують ризики зараження: пристрої для відкриття дверей ногою, захисний екран для обличчя, пристрій для дезінфекції гаджетів, санітайзери у вигляді браслетів та розпилювачів різної форми [143].

Багатоповерхові будівлі внаслідок високої щільності людей стали зонами підвищеного ризику під час пандемії, особливо це стосується спільних зон, ліфтів та вузьких проходів, де неможливо дотримуватись безпечної відстані. Людям потрібні будинки, які можуть забезпечити соціальну ізоляцію та ефективний захист від інфекцій, що повинно знайти відображення у майбутніх стратегіях проектування будівель. Джерелом інфекції може стати будь-яка поверхня, якої торкаються люди. У майбутніх проектах необхідно передбачити можливість безконтактного виклику ліфтів та автоматичного відкриття дверей, розширення коридорів та дверних отворів, додаткові сходи та збільшення кількості перегородок, які дозволять уникати контактів з іншими мешканцями. Тому в умовах пандемії особливої актуальності набувають безконтактні технології, наприклад програми управління ліфтами, дверми та усіма вимикачами за допомогою спеціального додатку у смартфоні.

Викликає занепокоєння поширення вірусу SARS-CoV-2 через системи циркуляції повітря. Сучасні багатоповерхові адміністративно-громадські та житлові будівлі, промислові споруди та інші місця масового скупчення людей – це зони підвищеної аеробіологічної небезпеки поширення інфекцій. При цьому системи кондиціонування і вентиляції при неправильній експлуатації можуть стати джерелами поширення мікроорганізмів в будь-яких приміщеннях. Мікрофлора повітря закритих приміщень без систем вентиляції більш одноманітна і відносно стабільна, ніж склад мікроорганізмів відкритих просторів. В 1 м<sup>3</sup> повітря житлових приміщень налічують 20 000 мікроскопічних біооб'єктів, серед яких бактерії, гриби та віруси [141]. Їх життєздатність у повітрі

залежить від стійкості до висушування, ультрафіолетового випромінювання та інших факторів. Мікроорганізми активно розмножуються в теплом і вологому середовищі, особливо в затемнених місцях, на різноманітних субстратах і частинках пилу. Результати, отримані внаслідок досліджень попередніх епідемій коронавірусів, свідчать про небезпеку шляхів зараження через конструктивні дефекти в системі розподілу повітря з незбалансованою швидкістю потоку в припливних датчиках та витяжних решітках. Більшість з цих фактів було зібрано під час епідемії MERS, тому поки що невідомо, чи має вірус SARS-CoV-2 такий же потенційний переносу і розповсюдження. Водночас шість із семи досліджень респіраторних вірусних інфекцій довели, що системи кондиціонування відіграли роль у розповсюдженні захворювань. Але системи кондиціонування повітря, правила та вимоги до їх технічного обслуговування можуть різнитися між країнами, тому наявні дослідження поки що не узагальнено, і наразі неможливо аргументовано довести забруднення систем вірусними частинками SARS-CoV-2 [171]. Передача інфекційного аерозолі на великі відстані відбувається у людних приміщеннях з поганою вентиляцією і ключовим фактором для спалаху інфекції є напрямок повітряного потоку. Таким чином, належні мікрокліматичні умови в будівлях мають велике значення для здоров'я мешканців, працівників та відвідувачів.

В умовах пандемії COVID-19 найбільш ефективними методами зменшення мікробіологічного забруднення систем опалення, вентиляції і кондиціонування (ОВіК або HVAC – Heating, Ventilation, & Air Conditioning) є збільшення швидкості потоку повітря та мінімізація рециркуляції повітря із введенням та обробкою зовнішнього повітря. На сьогоднішній день недостатньо досліджень для підтвердження припущення, що системи HVAC сприяють поширенню інфекції SARS-CoV-2 в закритих приміщеннях. Рекомендації організацій та міжнародних установ щодо контролю за розповсюдженням SARS-CoV-2 у приміщеннях ґрунтуються на результатах попередніх епідемій коронавірусів та інших респіраторних захворювань, що передаються повітряним шляхом. Всі системи повітрязбірників повинні бути спроектовані таким чином, щоб

уникнути потоків повітря в дихальній зоні мешканців та робітників, що запобігає транспорту крапель та аерозолів на великі відстані. Ефективність фільтрів систем HVAC може бути підвищена за допомогою наноматеріалів [177]. У багатьох закладах охорони здоров'я можливе утворення аерозолів та підвищена мінливість вірусного навантаження у пацієнтів, що зумовлює необхідність пристосування безпеки систем HVAC до конкретних потреб. Тому у медичних закладах засоби інженерного контролю мікрокліматичних умов повинні передбачати наявність приміщень з негативним тиском, вентиляцію з розведенням потоків, високоефективну фільтрацію твердих частинок, ультрафіолетове опромінення та пристрої для очищення аерозольних включень [142]. Профілактика на робочих місцях повинна бути персоналізованою із урахуванням можливості прийняття більш суворих запобіжних заходів при відповідних епідеміологічних обставинах, наприклад, збільшення кількості випадків інфікування та кількості госпіталізацій. В інших типах будівель у якості альтернативи HVAC пропонується запровадити природну та персоналізовану вентиляцію у вигляді локальних витяжних систем. Загалом оцінка ризику та рішення про вибір систем кондиціонування повітря повинні бути динамічними та базуватися на масштабах розвитку пандемії, а також на верифікації характеристик систем HVAC та їх ефективності [109].

У постпандемічний період високий пріоритет буде надаватися самодостатнім будівлям та відокремленому способу життя. У нагоді стануть стратегії зеленого будівництва щодо енергоефективних системам опалення та вентиляції, підвищення якості внутрішнього середовища будівель. Розробляються індивідуальні проекти щодо альтернативних способів водопостачання та виробництва продуктів харчування. Будинки перестануть бути статичними об'єктами і стануть динамічними модульними системами, які можна буде змінювати у відповідності до нових потреб. Девелопери повинні замислитись, якими будуть будинки, щоб було зручно жити і працювати в компактному просторі. Перші поверхи житлових центрів доцільно

переобладнати в коворкінги, куди можна буде спуститися з власної квартири, попрацювати в спокійній атмосфері і повернутися до дому у будь-яку мить.

Режим дистанційної роботи, як альтернативний механізм праці, було розроблено ще у 1970-х роках. Під час карантину навіть компанії, які категорично не підтримували концепцію віддаленої роботи, були змушені дозволити співробітникам працювати вдома. Практично всі відмічали позитивний момент від того, що не доводиться витратити час на дорогу до роботи. Але робота з дому виявилась справжнім викликом для тих, у кого не було можливостей відокремитись від інших членів родини. Крім того, не всім вдалося ефективно зорганізуватись у досягненні балансу між роботою та приватним життям, що негативно відобразилось на результатах праці і практично всі потерпали від соціальної ізоляції. З огляду на те, що навіть після закінчення карантину більше людей працюватиме вдома, в сучасному інтер'єрному плануванні необхідно приділити більше уваги облаштуванню робочого місця вдома. Новий формат житла передбачає зміну просторової організації для відокремлення роботи від дозвілля, дітей від дорослих, оперуючи у більшості випадків обмеженою площею. Прогресивні організації переглянули свою політику стосовно віддаленої праці персоналу, наприклад у Twitter співробітникам дозволили не повертатися у офіс навіть після закінчення карантину. Під час пандемії виявилось, що більшість офісних працівників можуть ефективно виконувати свої обов'язки з дому, а 75% нарад та переговорів можна проводити дистанційно з використанням сучасних технологій зв'язку. До того ж режим дистанційної праці є проявом родинно-орієнтовної корпоративної культури, що покращує продуктивність працівників та сприяє їх нематеріальній мотивації. Зменшення кількості ділових поїздок та ефективне використання цифрових комунікацій для дистанційної праці та віртуальних зустрічей економить час та зменшує викиди у зовнішнє середовище від транспортних засобів.

Пандемія COVID-19 та карантин змусили компанії переглянути принципи організації праці і тому для ефективної роботи в кризових умовах необхідно

перебудувати офісну діяльність, при цьому зелені стандарти можуть виступати у ролі орієнтира. Фахівці з нерухомості активно обговорюють зміни у структурі попиту на офіси і шляхи адаптації офісних приміщень до нових вимог. Великі компанії вже відмовляються від оренди великих офісів, розраховуючи на те, що частина людей буде працювати вдома. Однак постійно працювати вдома підходить не всім працівникам і такий режим не може забезпечити повноцінного функціонування багатьох компаній, тому після карантину частина людей повернеться в офіси. Але пандемія триває і вже прогнозують поширення нових інфекційних захворювань, тому доведеться кардинально змінити загальну концепцію офісних приміщень.

Тенденція відкритого спільного офісного простору вже втратила свою актуальність [43]. Необхідність дотримання соціальної дистанції обумовлює перехід від структурованого офісного середовища до більш гнучких конструкцій з мобільними перегородками. В умовах пандемії і у пост-пандемічний період офіси відкритого типу бажано замінити індивідуальними робочими відсіками, що легко зробити за допомогою мобільних перегородок. Такий підхід дозволяє більш ергономічно використовувати офісний простір, створюючи різноманітні локації для комунікацій, нарад, конференцій, навчання, прийому їжі, відпочинку та спортивних занять. Для забезпечення мобільності простору також застосовують трансформовані меблі, завдяки чому кімнату для переговорів можна легко перетворити на лекторій, тренінг-зал або зону для офіційної зустрічі. В залежності від функціональності і для забезпечення акустичного комфорту використовують різні типи перегородок. Скляними перегородками GlassSystem обладнанують кімнати для переговорів і нарад, а перегородки Haworth поглинають до 70% шуму, тому їх встановлюють між робочими столами. Але навіть такі заходи не завжди бувають ефективними, адже 60% працівників за столами з перегородками і 50% людей, які працюють в open space незадоволені акустичним комфортом, натомість тільки 16% власників окремих кабінетів страждають від зайвих шумів [129]. Крім перегородок акустичний офісний комфорт забезпечують спеціальні пристрої та матеріали, наприклад,

килимове покриття Interface не лише має високі показники звукопоглинання та звукоізоляції, але й на 80% складається з повторно перероблених матеріалів. Не всі працюють ефективно в умовах ізоляції, навіть в індивідуальних кабінетах деякі люди почуваються самотньо і їм здається, що вони відірвані від колективу. Тому в офісах створюють комфортні умови для роботи невеликих команд від 2 до 16 людей в одній кімнаті, де вони можуть взаємодіяти, але рівень шуму значно нижче. Компанії планують застосовувати ультрафіолетове бактерицидне опромінення для глибокої дезінфекції офісів вночі та кімнат для переговорів під час перерв. У пошуках кращих варіантів природної вентиляції та здорового дизайну звертаються до технологій зеленого будівництва.

Актуальність застосування стандартів зеленого будівництва для офісів обумовлена тим, що 50% загального енергоспоживання приходить на офісні приміщення, при цьому 21% використаної офісами енергії витрачається даремно, а 2/3 з цього – у неробочий час [129]. Близько 60% викидів парникових газів, пов'язаних із роботою типового офісу, припадає на системи опалення, кондиціонування та вентиляції [128]. Щороку кожен офісний працівник продукує 120 - 140 кг відходів, 3/4 з яких становить паперове сміття і до того ж 25% документів викидаються через 5 хвилин після їх роздрукування, а 16% роздруківок навіть ніхто ніколи не читає [158]. При оцінці будівельних проектів згідно критеріям зеленого будівництва за домашній офіс нараховуються спеціальні бали, оскільки це зменшує транспортні викиди та підвищує показники працездатності при раціональній організації робочого місця та ефективному плануванні. Критерії екологічної безпеки зеленого офісу підрозділяються на 2 основні категорії: 1) позитивний вплив на людей, що передбачає турботу про здоров'я і покращення комфорту співробітників компанії та відвідувачів офісу; 2) дбайливе відношення до навколишнього середовища шляхом зменшення загального негативного впливу. До головних принципів зеленого офісу відносять зменшення споживання природних ресурсів, скорочення забруднення довкілля, впровадження заходів енергоефективності, покращення умов праці, екологічна оптимізація закупівель, відповідальне поводження з відходами, раціональні

транспортні комунікації, популяризація зеленого стилю життя. Впровадження концепції зеленого офісу призведе до корінних змін в офісному управлінні, зміцнить екологічну відповідальність, зменшить забруднення довкілля, підвищить продуктивність праці та прибутковність організацій. Застосування зелених стандартів дозволяє компанії вийти на кардинально вищий рівень розвитку з новою корпоративною культурою та згуртованою ідейною командою, яка здатна оперативно вирішувати найскладніші завдання бізнесу. Крім того, покращений соціальний імідж компанії дозволяє отримати значні нематеріальні вигоди в суспільстві завдяки зміцненню репутації серед клієнтів, партнерів, інвесторів, органів влади та широких кіл громадськості.

В середньому офісний працівник проводить близько 200 днів на рік в офісі, а 80% всіх захворювань виникають під впливом середовища та способу життя [207]. Серед офісних захворювань, пов'язаних з непрацездатністю 7% відносять до скелетно-м'язових пошкоджень, а 1/3 лікарняних видаються у через болі у попереку [179]. В зелених офісах рівень працездатності підвищується на 8-11% за рахунок зменшення захворюваності та покращення умов праці, кількість прогулів зменшується на 10%, рівень комфорту оцінюють на 13% вище і на 23% зменшується частота виникнення випадків головного болю та подразнення очей [187]. Завдяки зеленій сертифікації офісу штаб-квартири Genzyme і пов'язане з цим збільшення продуктивності праці, вдалося зекономити понад 2 млн. \$ на рік зарплатного фонду [211]. Опитування 1000 французьких студентів покоління Y виявило, що 42% можуть відмовитись від запропонованої роботи, якщо офісне середовище буде недостатньо «зеленим» [43]. У співробітників офісів з зеленими рослинами і природним освітленням на 6% збільшується продуктивність та на 15% креативність, крім того покращується стан здоров'я та зменшується кількість прогулів [81]. Дотримання вимог якості внутрішнього середовища в приміщенні (indoor environmental quality - IEQ) є ключовим фактором добробуту та продуктивності офісних працівників. В результаті порівняння IEQ зелених та звичайних будівель виявлено, що користувачі зелених офісів значно вище оцінюють тепловий та акустичний комфорт, вентиляцію та якість повітря,



дизайн та оздоблення приміщень, умови праці та стан здоров'я, у порівнянні з працівниками звичайних офісних приміщень [82]. Свіже повітря в офісах є однією з ключових показників якості внутрішнього середовища, оскільки при збільшенні концентрації CO<sub>2</sub> від 700 ppm до 1000 ppm продуктивність та якість робочого процесу знижується на 11-23% [129]. В оцінці відчуття комфорту слід враховувати гендерну специфіку офісних працівників, оскільки встановлено, що жінки більш чутливі до зниження температур, особливо взимку [136]. Дотримання стандартів зеленого офісу призводить не тільки до збереження природних ресурсів, але й до підвищення продуктивності праці та добробуту людей.

Рекомендовано перебудувати систему організації роботи з урахуванням індивідуальних особливостей працівників, які виявляться після аналізу продуктивності праці з дому під час карантину. Необхідно знайти баланс і забезпечити співробітниками умови для вільного вибору, попередньо дослідивши взаємозв'язок продуктивності праці та типу офісного простору і робочого графіку. Надання роботодавцями своїм співробітникам можливості працювати з дому та організація гнучкого робочого графіку не тільки підвищує продуктивність праці, але й сприяє економії енергії та ресурсів, а також позитивно впливає на довкілля за рахунок зменшення транспортного забруднення. Все більше компаній та державних установ в усьому світі надають перевагу дистанційній праці. А під час пандемії цей підхід набув особливої актуальності та зберіг здоров'я і життя багатьох людей. Скоординований план роботи працівників дозволяє спланувати нову стратегію робочого простору та врахувати індивідуальні особливості продуктивності працівників. В узгоджені з новими вимогами серед перевірених ефективних стратегій організації робочого простору рекомендовано такі: 1) відокремлені індивідуальні робочі місця; 2) офісний простір для спільної роботи невеликих груп з урахуванням норм соціальної дистанції; 3) домашній офіс; 4) робочі місця спільного користування за принципом вільного столу для співробітників, які не знаходяться в офісі постійно.

До сучасних актуальних тенденцій обладнання побудованого середовища відносять біофільний дизайн, що передбачає інтеграцію природних елементів в будівлі для позитивного впливу на здоров'я та добробут людей. Це може проявлятися як у формі озеленення зовні та всередині будівель, так і у використанні різноманітних природних елементів в інтер'єрах для забезпечення оздоровчого та естетичного ефектів. Біофільний дизайн включає не тільки наявність зелених рослин, але й природну естетику, кольори, освітлення, звуки, різноманітність, текстуру поверхонь та вид з вікон. Зелені стіни з рослин покращують акустику, знижують рівень CO<sub>2</sub> та поглинають шкідливі летючі сполуки. В умовах небезпеки поширення інфекції у дизайні офісних інтер'єрів слід надавати перевагу матеріалам з поверхнею, що легко дезінфікується. Рекомендовано впровадження нових норм прибирання приміщень та правил поведіння у спільних просторах.

Найважливішим зараз є забезпечення екобезпечного рівня комфорту, якості життя, здоров'я людей у побудованому середовищі. Захисне переобладнання будівель вимагає нових гігієнічних вимог до якості та комфорту внутрішнього середовища приміщень:

- безконтактні технології управління будівлями;
- моделювання повітряних потоків;
- автоматичне очищення приміщень та поверхонь;
- вбудовані прилади для санітарного обприскування;
- санітайзери, дезінфектори, рециркулятори;
- дезінфікуюче освітлення;
- температурна обробка приміщень;
- моніторинг інфекційних агентів;
- захисні екрани;
- гігієнічні будівельні матеріали;
- меблі з фіксаторами соціальної дистанції;
- збільшення кількості перегородок;
- розширені коридори та сходи;

- оздоровче озеленення;
- зелені тераси, дахи, урбоферми;
- модульні конструкції для розширення лікарень;
- перепланування закладів освіти;
- домашні офіси;
- коворкінги на перших поверхах житлових комплексів.

Фізична ізоляція є загальноприйнятою універсальною стратегією, проте цей запобіжний захід призвів до цілої низки соціальних та психофізичних наслідків у суспільстві [125]. Необхідність дистанційних комунікацій та цифрова трансформація під час карантину змінила форми соціальних взаємодій і у деяких сферах ці зміни набувають довгострокового характеру. Нова гібридна форма комунікацій офф-лайн та он-лайн впливає на функціонування міст, формат житла, медицину, цифрові сервіси, і навіть на відносини між людьми. Вплив обмежувальних заходів на повсякденне життя має довгострокові наслідки, що призводять до глибинних трансформацій соціальних взаємодій. COVID-криза значно підвищила рівень тривожності людей та суттєво знизила ступінь довіри населення до мас-медіа [16]. Внаслідок пандемії нові тенденції планування побудованого середовища зосередились на аспектах здоров'я населення – від стимулювання фізичної активності до забезпечення психологічної та ментальної рівноваги. Згідно з прогнозами постпандемічна архітектура буде розвиватись у напрямку врівноваження психосоціальних проблем та підвищення рівня екобезпеки мегаполісів.

### 4.3. Розробка освітньо-інформаційної віртуальної платформи

Завдяки пандемії процес діджиталізації урбаністичних просторів пришвидшує оберти. Все більше сфер життя переходить в он-лайн – робота, освіта, спорт, магазини, розваги та культурні зв'язки. Таким чином зменшується потреба у традиційних фізичних просторах, на зміну яким приходять віртуальні платформи. Цифровий світ значною мірою визначає стиль, спосіб життя, уподобання, інтереси, сприйняття реальності у всіх сенсах. Хоча нові технології створюють додаткові труднощі, водночас вони відкривають нові можливості застосування інноваційних рішень для розвитку SMART-city і віртуальних програм в урбаністичному середовищі. Зростає запит на моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій, що дозволяють створити оперативну систему реагування і прогнозування наслідків різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій. Глобальна пандемія занурила людей у абсолютно новий світ і ініціювала цифрову трансформацію у всіх сферах діяльності. Пандемія сформувала нову альтернативну віртуальну реальність, поширення якої не припиниться навіть після карантину [123]. Штучний інтелект і безконтактні технології отримали новий поштовх для розвитку і після кризи людство вступить у нову цифрову еру. Посилена залежність від цифрових комунікацій триватиме після пандемії та впливатиме на дизайн та функціонування урбанізованих середовищ. У тренді підвищення екобезпеки побудованого середовища із застосуванням інноваційних принципів зеленого будівництва та пошук альтернативних варіантів цифрової трансформації для створення більш стійкого та безпечного простору.

Найбільш висока результативність у співвідношенні витрати / ефективність полягає у загальній підвищенні екологічної свідомості шляхом інтеграції екологічної складової в освітній простір міста та проведення інформаційних кампаній (рис. 4.2). Перший найголовніший етап полягає у

інформуванні широкого загалу громадськості, боротьбі з панікою та поширенням неправдивої інформації.



Рисунок 4.2 - Обґрунтування освітньо-інформаційної он-лайн платформи для екобезпечної трансформації урбосередовища в умовах пандемічних загроз

Необхідно об'єднання зусиль всіх зацікавлених осіб та організацій, обмін інформацією про ефективні протипандемічні заходи на основі кращого міжнародного досвіду та плани пост-пандемічного відновлення міст із застосуванням зелених стандартів для підвищення стійкості для протистояння майбутнім кризам. В ході пандемії COVID-19 розкрився потенціал довгострокових стратегій стійкого розвитку міст для ефективного управління ризиками. Динамічна та гнучка модель управління заснована на інструментах співпраці, партнерства та інноваціях, які ставлять на перший план інтереси місцевого населення та покращують стійкість. Готовність до надзвичайних ситуацій закладає основу для управління та обмеження потенційних негативних

наслідків, враховуючи витрати та час, необхідні для виходу з кризи. Інший ключовий урок стосується необхідності мобілізації громадян та органи місцевої влади для розробки стратегій відновлення міст після пандемії COVID-19. Структура освітньо-інформаційної он-лайн платформи для екобезпечної трансформації урбосередовища в умовах пандемічних загроз представлена на рис. 4.3.



Рисунок 4.3 - Структура освітньо-інформаційної он-лайн платформи для екобезпечної трансформації урбосередовища в умовах пандемічних загроз

Важливе значення має залучення громади до прийняття рішень і використання цифрових інструментів та інноваційних механізмів для мобілізації приватного сектору на етапі відновлення, зокрема це стосується забудовників, інвесторів, фінансового сектору, а також регуляторних органів, університетів та громадянського суспільства. Необхідно координувати обов'язки та ресурси між різними рівнями управління для одночасного задоволення місцевих потреб,

національних цілей та загальних зобов'язань щодо довготермінових цілей у сфері охорони здоров'я, стійкості та сталого розвитку ефективним та прозорим способом. Прийняття функціонального підходу до громадських дій на рівні столиці потребує подальшої адаптації стратегій до різноманітності міських масштабів в різних регіонах України для розробки інтегрованих стійких міських стратегій, що дозволяють вирішувати нинішні та майбутні проблеми у всій їх складності. Розроблена віртуальна платформа передбачає формування єдиного інформаційно-освітнього простору та розвиток нових освітніх форм, стимулювання інноваційної та дослідницької діяльності в навчальних закладах, підвищення рівня забезпеченості освітньою інфраструктурою та її оновлення у відповідності до вимог часу. Зелене будівництво забезпечує науково-практичне підґрунтя для екобезпечної трансформації урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз.

Життя після пандемії COVID-19 ніколи не вже не буде як раніше. Багато заходів, прийнятих під час надзвичайної ситуації, вже стали частиною повсякденного життя, змінили звички та поведінку людей. Під цим впливом будуть змінюватися підходи до архітектури та містобудування, причому, як у негативному, так і у позитивному сенсі. Поки що урбаністичне середовище не пристосовано до вимог екобезпеки в умовах пандемії, але люди швидко вчаться, бо тільки такий підхід забезпечує виживання. Пандемія не триватиме вічно, але під її впливом зміниться не тільки стиль взаємодії людей, а й побудоване середовище. Нові підходи до планування міської інфраструктури та дизайну приміщень підвищать екобезпеку урбаністичних територій і знизить щільність населення у мегаполісах. Однак вибір найкращої антивірусної стратегії залежить від багатьох факторів і передбачає довгострокові реформи. Оптимальним базисом для створення екобезпечного міського середовища нового типу стануть стандарти зеленого будівництва. Багато питань все ще вимагають подальших мультидисциплінарних досліджень у пошуку шляхів подолання сьогоденних і майбутніх криз та надзвичайних ситуацій на всіх рівнях екологічної безпеки.

Підсумовуючи матеріали розділу, зазначимо, що створення екобезпечного середовища для протистояння епідеміям та іншим можливим надзвичайним ситуаціям потребує докорінного перегляду теорій планування та розробки нових моделей міського простору. Необхідно підвищувати просторову функціональність та децентралізацію мегаполісів із збільшенням потенціалу мікромобільності та новими транспортними стратегіями. Моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій дозволяє створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій. Актуальними стають високі критерії якості параметрів побудованого середовища, які застосовуються у зеленому будівництві та спрямовані на збереження здоров'я людей на всіх етапах життєвого циклу будівель. Суттєвими факторами є збільшення природного освітлення, поліпшення вентиляції, усунення небезпечних чинників з повітря та поверхонь, використання природних матеріалів, оздоровче озеленення приміщень. Сучасні технології передбачають різноманітні стратегії автоматичного очищення з використанням вбудованих в інтер'єри приладів для санітарного обприскування, дезінфікуючого освітлення та температурної обробки приміщень, а також безконтактні технології управління будівлями. Виходячи з наведеного обґрунтування доцільності застосування екологічних технологій, очевидно, що зелене будівництво є ефективним інструментом для трансформації будівель та інфраструктури у відповідності до екобезпеки нового способу існування людей в умовах пандемії і у постпандемічний період. Стандарти зеленого будівництва можуть послужити основою для нових норм планування, будівництва, перебудови та функціонування урбанізованих середовищ. Нова парадигма убросередовища захищеного від пандемій вдосконалює існуючі стратегії проектування на всіх рівнях – від дизайну інтер'єру до планування міста.



## Висновки до розділу 4

1. Розроблені рекомендації по вдосконаленню міського середовища в умовах пандемічних загроз узгоджуються основними завданнями «Стратегії розвитку міста Києва» та відповідають принципам зеленого будівництва, що загалом передбачає репланування урбаністичних просторів з урахуванням нового довгострокової підходу до екологічної безпеки, розробку довгострокові екологічної транспортні стратегії та інфраструктури активної мобільності, реконструкції житлово-комунального сектору для зниження ризиків поширення інфекції, стимулювання місцевої економіки та захист соціально вразливих верств населення, створення нових моделей та конфігурацій громадського простору, розширення функціональних можливостей адміністративних та публічних будівель, в особливості закладів лікування та освіти.

2. Розроблено рекомендації підвищення рівня екологічної безпеки побудованого середовища в умовах пандемічних загроз, що базуються на кращих міжнародних досягненнях і стандартах і передбачають покращення мікроклімату приміщень та їх переобладнання з урахуванням вимог соціальної дистанції, підвищення якості і комфорту внутрішнього середовища, збереження здоров'я та працездатності населення, що забезпечується посиленням норм гігієни та дезінфекції приміщень, використанням сучасних технологій автоматичного очищення, вбудованими в інтер'єри приладами для санітарного обприскування, дезінфікуючим освітленням та температурною обробкою приміщень, збільшенням природного освітлення, поліпшенням вентиляції та усуненням з повітря небезпечних чинників, гігієнічним та біофільним дизайном приміщень, безконтактними технологіями управління будівлями і загальним поширенням сучасних цифрових технологій в узгодження з новими правилами взаємодії людей.

3. Встановлено, що передача інфекційного аерозолю на великі відстані відбувається у людних приміщеннях з поганою вентиляцією, а системи

кондиціонування і вентиляції при неправильній експлуатації можуть стати транспортними шляхами поширення інфекції ключовим фактором є напрямок повітряного потоку, тому належні мікрокліматичні умови в будівлях мають ключове значення для здоров'я населення, а в умовах пандемічних загроз пропонується запровадити природну та персоналізовану вентиляцію у вигляді локальних витяжних систем.

4. Пандемія COVID-19 та карантин змусили компанії перебудувати офісну діяльність для ефективної роботи в кризових умовах, при цьому зелені стандарти виступають у ролі орієнтира для рекомендацій по реорганізації офісної роботи, включаючи розширення можливостей дистанційної праці, проведення безконтактних нарад та зустрічей з використанням сучасних технологій зв'язку, переобладнання офісного простору з урахуванням вимог соціальної дистанції, інноваційних заходів по покращенню умов праці і робочого мікроклімату, нових правил взаємодії у місцях загального користування, посилення норм гігієни та дезінфекції приміщень для підвищення безпеки.

5. Встановлено, що моделювання надзвичайних ситуацій за допомогою цифрових технологій дозволяє створити оперативну систему реагування і прогнозування різних сценаріїв розвитку екологічно небезпечних ситуацій, у зв'язку з чим розроблено освітньо-інформаційну віртуальну платформу для поширення науково достовірної інформації щодо ефективних методів підвищення стану екобезпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз та сприяння взаємодії громадськості з органами влади, бізнесом, освітніми та науковими установами, міжнародними організаціями та фондами.

## ВИСНОВКИ

1. Обґрунтовано необхідність підвищення рівня екологічної безпеки та внаслідок аналізу кращого міжнародного досвіду створено підґрунтя для формування нових стандартів урбанізованого середовища в критичній ситуації пандемічних загроз, які стимулюють «зелене відновлення» міст з покращенням якості та комфорту побудованого середовища для збереження здоров'я населення з мінімізацією впливу на довкілля, при цьому під час пандемії COVID-19 найбільш вразливими до ризику зараження виявились густонаселені мегаполіси, тому трансформацію урбанізованих середовища доцільно починати із столиці з подальшим поширенням по всій території України за підтримки державних та місцевих органів влади у співробітництві з громадськістю, бізнесом, науковими установами та міжнародними організаціями.

2. Внаслідок обробки значного масиву статистичних даних по районах м. Києва з використанням програмного пакету Statistica виділено основні групи показників, серед яких шляхом встановлених суттєвих взаємних кореляцій визначено 48 ключових параметрів і на основі багатофакторного аналізу їх об'єднано у групи факторів: 1) демографічні характеристики населення та соціальне забезпечення; 2) житловий фонд; 3) некондиційні будівлі аварійного та ветхого типу; 4) площа районів та екологічні показники території; 5) забруднення від стаціонарних джерел, що прямо або опосередковано впливають на стан екологічної безпеки районів м. Києва, тому їх доцільно враховувати для оптимального планування розміщення об'єктів міської інфраструктури

3. Шляхом математичного моделювання з використанням мови програмування Python, кривих Андреуса, візуалізації у вигляді багатомірного масштабування, побудови проєкцій на ортогональні системи функцій факторів, внаслідок визначення основних груп параметрів з суттєвими взаємними кореляціями та розрахунків їх вагових коефіцієнтів, формалізовано метод

розрахунку показників екологічної безпеки (ПЕБ) районів м. Києва: Дарницький (20,984), Голосіївський (20,646), Дніпровський (19,417), Шевченківський (16,649), Деснянський (16,275), Солом'янський (14,743), Оболонський (12,560), Святошинський (11,916), Подільський (5,420), Печерський (1,758), що створює підґрунтя для наукових методів комплексної оцінки та оптимальних форм управління екологічною безпекою урбанізованих територій на прикладі м. Києва

4. Встановлено первинні закономірності поширення пандемічних загроз за районами м. Києва, де інтенсивність інфікування COVID-19 носить виражений територіальний характер, а райони відповідно розбиваються на три кластери: 1) Деснянський, Дніпровський та Дарницький райони, в яких зареєстровано найбільша кількість випадків коронавірусної інфекції; 2) Оболонський, Подільський, Святошинський – відмічено середню кількість інфікованих; 3) Шевченківський, Голосіївський, Печерський – найменше захворілих на COVID-19 у м. Києві, із загальної тенденції випадає Солом'янський район, який хоча і межує територіально з Святошинським, Шевченківським та Голосіївським районами, але за кількістю захворілих ближче до першого кластеру з високою частотою інфікування, при цьому відмічено відповідність із сумарною кількістю дитячих садків, шкіл, коледжів та вищих навчальних закладів у районах, що дозволяє внести відповідні корективи до розробки заходів стабілізації та створення умов надійної безпеки життя та діяльності людини, враховуючи критичні ситуації.

5. Запропоновано удосконалення Стратегії розвитку м. Києва із застосуванням передових інноваційних технологій зеленого будівництва для таких секторів міського розвитку, як розбудова міста, земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, публічний простір, енергозбереження, управління ресурсами та поведження з відходами, охорона довкілля та екополітика шляхом перепланування міського простору, децентралізації районів, підвищення просторової функціональності, збільшення зелених зон, зростання потенціалу мікромобільності, поширення енергоефективних технологій та ефективного ресурсовикористання, розрахунків

повного життєвого циклу матеріалів та товарів, рециклізації відходів та належної утилізації їх небезпечної складової, підвищення рівня екологічної безпеки для збереження здоров'я населення в умовах пандемічних загроз.

6. Розроблено рекомендації підвищення рівня екологічної безпеки побудованого середовища в умовах пандемічних загроз, що базуються на кращих міжнародних досягненнях і стандартах і передбачають покращення мікроклімату приміщень та їх переобладнання з урахуванням вимог соціальної дистанції, підвищення якості і комфорту внутрішнього середовища, збереження здоров'я та працездатності населення, посилення норм гігієни та дезінфекції приміщень, використання сучасних технологій автоматичного очищення, вбудованих в інтер'єри приладів для санітарного обприскування, дезінфікуючого освітлення та температурної обробки приміщень, безконтактних технологій управління будівлями, збільшення природного освітлення, поліпшення вентиляції та усунення з повітря небезпечних чинників, гігієнічний та біофільний дизайн приміщень, поширення сучасних цифрових технологій для підвищення безпеки та в узгодження з новими правилами взаємодії людей.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Асаул А.Н. Основные направления развития «зеленого» строительства/ А.Н. Асаул, С.Н. Иванов// Вестник ТОГУ. – 2015. – № 1(36). – С. 169–178.
2. Бакаева Н.В. К задачам нормирования комфортности и безопасности среды жизнедеятельности города/ Н.В. Бакаева, И.В. Черняева// Архитектура и градостроительство. – 2020. – 1(87). – С. 101-112.
3. Бенуж А.А. Анализ концепции зеленого строительства как механизма по обеспечению экологической безопасности строительной деятельности/А.А. Бенуж, М.А. Колчигин// Вестник МГСУ. – 2012. – № 12. – С. 161–165.
4. Близнюк О.В. Внедрение «зеленых» стандартов строительства в целях реализации национальных интересов / О. В. Близнюк // Экономика строительства. – 2012. – № 2. – С. 29–36.
5. Брігілевич В. Термомодернізація житлового фонду: організаційний, юридичний, соціальний, фінансовий і технічний аспекти: Практичний посібник / В. Брігілевич, К. Гьоллер, Л. Шреккенбах, Т.Яницький, О. Щодра, В. Бернацький, С. Свистюк, А. Максимов. – Львів, ФОП П'ятаков Ю.О., 2012. – 262 с.
6. Будівництво житла та об'єктів соціальної сфери у м. Києві у 2012–2016 роках. Статистичний збірник Державної служби статистики України / ред. Настоящий О.І. – 2016. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 48 с.
7. Варавін Д.В. Деякі аспекти енергоефективної реконструкції житлового фонду України з позиції екологічності/Д.В. Варавін, Р.В. Сіпаков//Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування.– 2016. – № 2. – С. 153-159.
8. Варавін Д.В. Показники ефективності енергозбереження та екологічної безпеки при реконструкції житлових будинків/ Д. В. Варавін, Р. В. Сіпаков// Екологічна безпека та природокористування. – 2016. – № 1-2. – С.95-101.
9. Варавін Д.В. Обґрунтування технології ведення моніторингу при реконструкції житлових будівель/ Д.В. Варавін// Екологічна безпека та природокористування. – 2017. – № 1-2. – С.61-69.

10. Вечеров В. Т. Екологічне житлове будівництво: сутнісний аналіз та принципи регулювання розвитку / В. Т. Вечеров, Є. С. Орловський // Економічний простір. – 2015. – 104. – С. 79-91.

11. Волков В. П. Проблеми енергозбереження в житловому фонді / В. П. Волков // Економічний вісник університету. – 2013. – Вип. 20(1). – С. 83 – 90.

12. Волошкіна О.С. Зелене будівництво та перехід на альтернативні види моторного палива у контексті подолання наслідків змін клімату / О.С. Волошкіна, Р.В. Сіпаков, Д.В. Варавін // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Priority directions of science and technology development». – Київ: 24-26 січня 2021. – С. 3.

13. Главацький О. З. Вплив соціальних процесів на безпечність архітектурно-планувального середовища великих міст / О. З. Главацький // Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2014. – 36. – С. 280-293.

14. Головне управління Держгеокадастру у м. Києві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kyiv.land.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

15. Головне управління статистики у м. Києві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kyiv.ukrstat.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

16. Горбулін В. Національна безпека України: фокус пріоритетів в умовах пандемії / В. Горбулін, Ю. Даник // Вісник НАН України. – 2020. – № 5. – С. 3-18.

17. Громадська спілка «Українська рада по зеленому (екологічному) будівництву» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.budpalata.com.ua/ru/nasha-strongstroitel'naya-yelita/gromadska-spilka-ukrajnska-rada-z-zelenogo-ekologichnogo-budivnictva.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

18. ДБН В.3.2-2-2-2009 “Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт”. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 19 с.

19. Департамент житлово-комунальної інфраструктури КМДА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://kyivcity.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

20. Департамент земельних ресурсів Київської міської державної адміністрації [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://kyivcity.gov.ua/publiczna\\_informatsiia\\_Tag\\_166122.html?cat=24](https://kyivcity.gov.ua/publiczna_informatsiia_Tag_166122.html?cat=24). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

21. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

22. Державне агентство водних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.davr.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

23. Державні будівельні норми України. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. ДБН В.2.6-31:2006. – 2006. – Київ : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України. – 73 с.

24. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. ДСН 3.3.6.042-99. – 1999. – Київ : Міністерство охорони здоров'я України. – 12 с.

25. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.energoatom.kiev.ua/ua/about/strategy/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

26. Енергоефективність у регіональному вимірі. Проблеми та перспективи. Аналітична доповідь [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/content/articles/files/energoefekt-b40dc.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

27. Житловий фонд м. Києва у 2016 році. Статистичний бюлетень Державної служби статистики України / ред. Настоящий О.І. – 2016. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 17 с.

28. Житловий фонд України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ukrstat.org/operativ/operativ2007/zf/zf\\_r/2006\\_r.htm](https://ukrstat.org/operativ/operativ2007/zf/zf_r/2006_r.htm). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.



29. Закон України: Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

30. Зелене будівництво: методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Екологія» / Укладачі: Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Савченко А.М. – Київ: КНУБА, 2021. – 32 с.

31. Інвестиції в енергоефективність житлового сектора [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.business.ua/articles/home\\_building/%D0%86nvestic%D1%96%D1%97\\_v\\_energoefektivn%D1%96st\\_zhitlovogo\\_sektor\\_u-80009](http://www.business.ua/articles/home_building/%D0%86nvestic%D1%96%D1%97_v_energoefektivn%D1%96st_zhitlovogo_sektor_u-80009). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

32. Інвестиційна конференція «Приватні інвестиції в енергоефективність – шлях до енергетичної незалежності України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uaban.org/new-ua-081014.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

33. Карташов Є. Г. Зміна завдань державного управління у сфері забезпечення екологічної безпеки на рівні регіонів / Є. Г. Карташов // Наукові розвідки з державного та муніципального управління. – 2015. – 1. – С. 150-159.

34. Каталог проектів LEED [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.usgbc.org/projects>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

35. Кириленко О. В. Енергетична безпека України в умовах поточної української кризи [Електронний ресурс] / О. В. Кириленко // Вісн. Нац. акад. наук України. – 2014. – № 5. – С. 73–74. – Режим доступу: URL : [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vnanu\\_2014\\_5\\_19.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vnanu_2014_5_19.pdf).

36. Климчук М. М. Теоретико-прикладні засади концепцій енергоефективного будівництва: економічний аспект / М. М. Климчук // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин : зб. наук.праць. – 2015. – Вип. 33. – К. : КНУБА, 2015. – С. 52–62.

37. Климчук М.М. Управління фінансуванням енергозбереження на будівельних підприємствах: міжнародний досвід // Бізнесінформ. – 2016. – № 2. – С. 65–70.

38. Комеліна О.В. Фінансування заходів з підвищення енергоефективності житлового будівництва на рівні регіону / О.В. Комеліна, С.А. Щербініна // Бізнесінформ. – 2014. – № 12. – С. 96–102.

39. Контрольні задачі з дисципліни «Збалансоване природокористування» для магістрів спеціальності 101 «Екологія». Укладачі: О.С. Волошкіна, Л.О.Василенко, О.Г. Жукова, Д.В. Варавін. – К.: КНУБА, 2018. – 28 с.

40. Копець В. П. Вирішення проблем енергоефективності у муніципальному секторі міст України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/2416/1/19.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

41. Кривомаз Т. Актуальна ли опасность коронавиральной атипичной пневмонии?/Т. Кривомаз//Фармацевт практик. – 2017. – № 1. – С.18-20.

42. Кривомаз Т. І. Шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища у зв'язку з пандемією COVID-19 / Т.І. Кривомаз, Д. В. Варавін // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – № 36. – С.41-55.

43. Кривомаз Т.І. Зелені стандарти для покращення офісної діяльності в нових умовах / Т.І. Кривомаз, Н.С. Карпенко // Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – 34(2) – С. 5-21.

44. Кривомаз Т.І. Оцінка впливу систем вентиляції на мікробіологічну безпеку та мікрокліматичні умови приміщень / Т.І. Кривомаз, Д. В. Варавін, Р. В. Сіпаков, Р.С. Кузьмішина // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2020. – Вип. 35. – С. 49-57. DOI <https://doi.org/10.32557/issn.2640-9631.2020.1>

45. Кривомаз Т.І. Підвищення рівня екологічної безпеки в процесі екоенергоефективної реконструкції житлового фонду в м. Києві / Т.І. Кривомаз, Д. В. Варавін // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2017. – № 2. – С.78-85.

46. Кривомаз Т.І. Трансформація урбаністичного простору внаслідок пандемії Covid-19 / Т.І. Кривомаз, Д.В. Мінтер, Д.В. Варавін // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Environment. Resources. Energy». – Київ: КНУБА, 25-26 листопада 2020. – С. 3.

47. Кривомаз Т.І. Енергоефективність реконструкції житла як невід’ємна складова екологічної безпеки /Т.І. Кривомаз, Д. В. Варавін// Колективна монографія за матеріалами XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ: ІТіГПі НАН України, 3-4 Жовтня 2017. – С.122-126.

48. Мазурчак О. В. Енергоефективність будівель: проблеми та шляхи їх вирішення [Електронний ресурс]/ О.В. Мазурчак. – 15 с. – Режим доступу: [http://www.pauci.org/file/cGF1Y2lfZmlsZ\\_XMyNDk3.pdf](http://www.pauci.org/file/cGF1Y2lfZmlsZ_XMyNDk3.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

49. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Зелене будівництво». – Київ: КНУБА, 12-13 листопада 2019. – 225 с.

50. Мигаль Г.В. Нові поняття сучасної ергономіки/Г.В. Мигаль, О.Ф. Протасенко // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2018. – No79. – С. 162–170.

51. Мигаль С.П. Еколого-ергономічне проектування середовища людини / С.П. Мигаль, Г.В. Мигаль // Науковий вісник будівництва. – 2014. – No 4(78). – С. 33–37.

52. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eia.menr.gov.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

53. Назарук М. М. Екологічні постулати–базис формування середовища міста / М. М. Назарук // Наукові записки Вінницького педуніверситету. Сер. Географія. – 2011. – Вип. 22. – С.39-44.

54. Національний стандарт України. Проектування. Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому

будівництві та реконструкції. ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007. - 2008. – Київ: Мінрегіонбуд України -43с.

55. Орловська Ю.В. Енергоефективність житлового будівництва як резерв зростання його економічного потенціалу / Ю.В. Орловська // Економіка будівництва і міського господарства. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 5–11.

56. Основні вимоги до будівель і споруд в частині безпеки життя та здоров'я людини. ДБН В.1.2-8-2008. – 2008. – Київ : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – 20 с.

57. Основні показники охорони навколишнього середовища м. Києва у 2019 році. Статистичний збірник Державної служби статистики України / ред. Н. Михайленко, Л. Носова. – 2020. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 103 с.

58. Поперечна О.О. Підходи до архітектурного проектування житлового середовища з урахуванням соціальних аспектів поведінки людини/О.О. Поперечна// Сучасні проблеми архітектури та містобудування. – 2011. – 27. – С.76-82.

59. Посібник з вуличного дизайну м. Києва. – 2015. – Київ : Департамент містобудування та архітектури. – 277 с.

60. ПрАТ «АК «Київводоканал» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vodokanal.kiev.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

61. Программный комплекс Statistica в решении задач управления качеством: учебное пособие / О.В. Стукач; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 163 с.

62. Протасенко О. Ф. Еколого-ергономічне проектування як складник зеленого будівництва / О. Ф. Протасенко, Г. В. Мигаль // Екологічні науки. – 2020. – 1(28). – С. 302-306.

63. Протасенко О.Ф. Дослідження й аналіз показників екологічності робочого середовища / О.Ф. Протасенко // Комунальне господарство міст. – 2018. – Вип. – 7(146). – С. 127–132.

64. Рішення Київської міської ради №565/565 «Про затвердження Положення про стимулювання впровадження енергоефективних заходів у багатоквартирних будинках шляхом відшкодування частини кредитів» від 07.07.2016 р.

65. Родченко В. Б. Роль крупних міст і столичного центру в соціально-економічному розвитку незалежної держави / В. Б. Родченко, Д. О. Серьогіна // – 2011. – С. 130-135.

66. Сергейчук О. Розробка критеріальної оцінки енергоефективності та екологічності будівельних об'єктів / О. Сергейчук, С. Кожедуб // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2018. – 11. – С. 61-68.

67. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. ДБН В.1.2-14:2018. – 2018. – Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. – 33 с.

68. Соціальні індикатори рівня життя населення м. Києва у 2019 році Статистичний збірник Державної служби статистики України / ред. Ремінец Т.В. – 2020. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 108 с.

69. Соціально-економічний розвиток м. Києва (районний розріз) Січень–жовтень 2020 року. Статистичний збірник Державної служби статистики України. – 2020. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 23 с.

70. Статистика мегаполіса. Київ 2019. Статистичний збірник Державної служби статистики України / ред. Буєвої Л.В. – 2020. – К.: Головне управління статистики у м. Києві. – 39 с.

71. Степаненко А. В. Інтеграція економічної та екологічної політики в контексті екологічної безпеки / А. В. Степаненко // Економіка природокористування і сталий розвиток. – 2018. – С. 49-55.

72. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року затверджена рішенням Київської міської ради №824/7060 від 15 грудня 2011 р., нова редакція 2016 р. [Електронний ресурс]. - Режим доступу:

<https://old.kyivcity.gov.ua/files/2016/11/9/Kyiv-City-Strategy-2025-Project.pdf> – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

73. Тарасевич О.В. Екологічно безпечний розвиток міста: науково-методичні та прикладні аспекти / О.В. Тарасевич // Економіка та право. – 2020. – №2. – С. 45—54. <https://doi.org/10.15407/econlaw.2020.02.045>

74. Трач О. Ю. Енергозбереження як запорука сталого розвитку міст / О. Ю. Трач // Економіка України: фінансово-економічні проблеми інноваційного розвитку : колективна монографія / Під ред. В. Ф. Беседіна, А. С. Музиченко. – К.: НДЕІ, 2012. – 478 с.

75. Центральна геофізична обсерваторія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

76. Чубик А. КОМПАС 2020. Україна у міжнародних відносинах: цілі, інструменти, перспективи. Енергетична безпека в контексті відносин України з Європейським Союзом [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://library.fes.de/pdffiles/bueros/ukraine/07751.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

77. Шах С. Пандемия: Всемирная история смертельных инфекций / С. Шах // Альпина нон-фикшн. – 2017. – 358 с.

78. Шпакова Г. В. «Зелені» фінанси як інструмент гарантування природо-техногенної та екологічної безпеки в контексті сталого розвитку територій / Г. В. Шпакова // Підприємництво та інновації. – 2019. – 9. – С. 112-116.

79. Янаева М.В. Автоматизация процесса управления экологическим мониторингом строительной площадки/ М.В. Янаева, Д.В. Цыгикало, М.В. Руденко // Научный журнал КубГАУ – 2012. – №77(03). – С. 70 -82.

80. Abd-Elhafeez M. Methodology for the design and evaluation of green roofs in Egypt / M. Abd-Elhafeez, A. El-Mokadem, N. Megahed, D. El-Gheznawy // Port-Said Engineering Research Journal. – 2016. – 20(1). – P. 35–43.

81. Agence de la transition écologique (ADEME) [Електронний ресурс]. –

Режим доступа: <https://www.ademe.fr>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

82. Ager B.P. The control of microbiological hazards associated with air-conditioning and ventilation systems / B.P. Ager, J.A. Tickner // *The Annals of Occupational Hygiene*. – Vol. 27, Issue 4. – 1983. – p. 341–358.

83. Air pollution remains low as Europeans stay at home. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [http://www.esa.int/Applications/Observing\\_the\\_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air\\_pollution\\_remains\\_low\\_as\\_Europeans\\_stay\\_at\\_home](http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Air_pollution_remains_low_as_Europeans_stay_at_home). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

84. Air pollution. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: [https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_1). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

85. Airborne Nitrogen Dioxide Plummets Over China. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/146362/airborne-nitrogen-dioxide-plummets-over-china>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

86. Akhmouch A. Les réponses de l'OCDE face au coronavirus (COVID-19) Les mesures adoptées par les villes face au COVID-19 / A. Akhmouch, A. Taylor // [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/les-mesures-adoptees-par-les-villes-face-au-covid-19-aebdbf1c>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

87. Ali M. Self-sufficient community through the concepts of collective living and universal housing / Ali M., Dom M., Sahrum M. // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. – 2012. – 68. – P. 615–627.

88. Allam Z. Pandemic stricken cities on lockdown. Where are our planning and design professionals (now, then and into the future) / Allam Z., Jones D. // *Land Use Policy*. – 2020. – 97. – 1048052 [PMC free article].

89. Amanjeet Singh. Effects of Green Buildings on Employee Health and Productivity / Amanjeet Singh, Matt Syal, Sue C. Grady, Sinem Korkmaz // *American Journal of Public Health*. – 2010. – No 100(9). – P. 1665–1668.

90. Andersen K.G. The proximal origin of SARS-CoV-2./ K.Andersen, A.Rambaut, W.Lipkin, E.Holmes, R.Garry//Nature Medicine. – 2020. –26 – P. 450-452.

91. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. – 2013. – Atlanta : ASHRAE. – 58 p.

92. ANSI/ASHRAE/USGBC/IES Standard 189.1-2011: Standard for the Design of High-Performance Green Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (ASHRAE 189.1).

93. ASQ/ISO 14021-2001 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type 2 Environmental labeling). – STANDARD by American Society for Quality/International Org. for Standardization. – 2001. - 32 p.

94. BDO mesure les ambitions de télétravail après le COVID-19. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bdo.be/fr-be/actualites/2020/bdo-mesure-les-ambitions-de-teletravail-apres-le-covid-19>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

95. Belzunegui-Eraso A. Teleworking in the context of the Covid-19 crisis / Belzunegui-Eraso A., Erro-Garcés A. // Sustainability. – 2020. – 12(9). – P. 36-62.

96. Bogler A. Rethinking wastewater risks and monitoring in light of the COVID-19 pandemic / A. Bogler, A. Packman, A. Furman, A. Gross // Nature Sustainability. – 2020. –Vol. 3. – p. 981–990.

97. Bottini L. The effects of built environment on community participation in urban neighbourhoods: an empirical exploration / L. Bottini // Cities. – 2018. – 81. – P.108-114.

98. Bourouiba L. Turbulent gas clouds and respiratory pathogen emissions: Potential implications for reducing transmission of COVID-19 / L. Bourouiba // JAMA. – 2020. – 323(18). – P. 1837–1838.

99. BRE Academy [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bre.ac>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.



100. Building Research Establishment (BRE) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bregroup.com>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

101. Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.breeam.com>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

102. Cambios en el Plan de Desarrollo de Bogotá por cuenta del coronavirus. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.semana.com/pais/articulo/que-cambio-en-el-plan-de-desarrollo-por-efecto-del-coronavirus/286211>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

103. Campisi T. Cycling master plans in Italy: The I-BIM feasibility tool for cost and safety assessments / Campisi T., Acampa G., Marino G., Tesoriere G. // *Sustainability*. – 2020. – 12(11). – P. 23–47.

104. Capolongo S. COVID-19 and cities: From urban health strategies to the pandemic challenge. A decalogue of public health opportunities / Capolongo S., Rebecchi A., Buffoli M., Letizia A., Carlo S. // *Acta Biomedica*. – 2020. – 91(2). – P. 13–22.

105. CEEQUAL [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ceequal.com>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

106. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). COVID-19 guidance for shared or congregate housing. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/shared-congregate-house/guidance-shared-congregate-housing.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 19.11.2020.

107. Cheval S. Observed and Potential Impacts of the COVID-19 Pandemic on the Environment / S. Cheval, Mihai Adamescu C., Georgiadis T., Herrnegger M., Piticar A., Legates D.R. // *Int J Environ Res Public Health*. – 2020. – 17(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph17114140>

108. Chick R. Using technology to maintain the education of residents during the

COVID-pandemic / Chick R., Clifton G., Peace K., Propper B., Hale D., Alseidi A., Vreeland T. // Journal of Surgical Education. – 2020. – 77(4). – P.729–732.

109. Chirico F. Can air-conditioning systems contribute to the spread of SARS/MERS/COVID-19 infection? Insights from a rapid review of the literature / F. Chirico, A. Sacco, N. L. Bragazzi, N. Magnavita // International Journal of Environmental Research and Public Health. –2020. – Vol. 17. – p. 1-11.

110. Cirrincione L. COVID-19 pandemic: Prevention and protection measures to be adopted at the workplace / Cirrincione L., Plescia F., Ledda C., Rapisarda V., Martorana D., Moldovan R.E., Cannizzaro E.//Sustainability.–2020. – 12(9). – P. 3-36.

111. Continuing Impact of COVID-19 on Public Transit Agencies. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA-Continuing-Impacts-COVID-19-Agencies-05-2020.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

112. Copernicus Sentinel-5P Mapping Portal. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://maps.s5p-pal.com/cases>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

113. Coronavirus (COVID-19) information for adult care providers. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bristol.gov.uk/tenders-contracts/coronavirus-information-for-adult-care-providers>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

114. Coronavirus COVID-19 cases spiked across Asia after a mass gathering in Malaysia. This is how it caught the countries by surprise. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.abc.net.au/news/2020-03-19/coronavirus-spread-from-malaysian-event-to-multiple-countries/12066092>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

115. Countries urge citizens to return home and long trials put on hold in UK over Covid-19 – as it happened. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/world/live/2020/mar/17/coronavirus-live-news-updates-uk-us-australia-europe-france-italy-who-self-isolation-travel-bans-borders-latest-update?page=with:block-5e70a3248f085e564ad8592c>. – Назва з екрана. –

Дата перегляду: 22.01.2021.

116. COVID costs now at £1.6bn and rising says core cities UK. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.corecities.com/cities/agenda/economy/covid-costs-now-£16bn-and-rising-says-core-cities-uk>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

117. COVID.IS. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://reykjavik.is/en-covid19>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

118. COVID-19 and the low-carbon transition: Impacts and possible policy responses. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/covid-19-and-the-low-carbon-transition-impacts-and-possible-policy-responses-749738fc>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

119. COVID-19 Control and Prevention by United States Department of labor. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <https://www.osha.gov/coronavirus/control-prevention>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

120. COVID-19 cruelly highlights inequalities and threatens to deepen them. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS\\_740101/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_740101/lang--en/index.htm). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

121. COVID-19 Municipal Update #1. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.lordstown.com/documents/COVID19MunicipalUpdate1.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

122. COVID-19 is laying waste to many US recycling programs. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://theconversation.com/covid-19-is-laying-waste-to-many-us-recycling-programs-139733>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

123. COVID-19. Re-spacing Our Cities For Resilience. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/respacing-cities-resilience-covid-19.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

124. COVID-19: How Korea is using innovative technology and AI to flatten the

curve. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.itu.int/covid-19-how-korea-is-using-innovative-technology-and-ai-to-flatten-the-curve>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

125. COVID-19: Protecting people and societies. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126\\_126985-nv145m3l96&title=COVID-19-Protecting-people-and-societies](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=126_126985-nv145m3l96&title=COVID-19-Protecting-people-and-societies). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

126. COVID-19' impact on local and regional finances. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ccre.org/img/uploads/piecesjointe/filename/200629\\_Analysis\\_survey\\_COVID\\_local\\_finances\\_EN.pdf](https://ccre.org/img/uploads/piecesjointe/filename/200629_Analysis_survey_COVID_local_finances_EN.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

127. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.dgnb.de/en>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 12.05.2018.

128. Eco-Management and Audit Scheme (EMAS) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ec.europa.eu/environment/emas/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/environment/emas/index_en.htm). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 23.04.2020.

129. Écoresponsable au bureau. Actions efficaces et bonnes résolutions. – 2019. – Angers : ADEME. – 27 p. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-ecoresponsable-au-bureau.pdf> – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

130. Energy Star Program. USA Environmental Protection Agency (EPA) and Department of Energy (DOE) – Режим доступа: [www.energystar.gov](http://www.energystar.gov). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

131. Environmental health and strengthening resilience to pandemics. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=129\\_129937-jm4ul2jun9&title=Environmental-health-and-strengthening-resilience-to-pandemics](https://read.oecd-ilibrary.org/view/?ref=129_129937-jm4ul2jun9&title=Environmental-health-and-strengthening-resilience-to-pandemics). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

132. European Urban Resilience Forum. [Электронный ресурс]. – Режим

доступу: <https://urbanresilienceforum.eu>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

133. Fears waste collection will be caught up in the Covid-19 disruption. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.irishexaminer.com/business/arid-30992922.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

134. Global air pollution maps. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2020/06/Global\\_air\\_pollution\\_maps\\_now\\_available](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2020/06/Global_air_pollution_maps_now_available). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

135. Global Energy Review 2020. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

136. Gołofit-Szymczak M. Microbiological air quality in office buildings equipped with ventilation systems / M. Gołofit-Szymczak, R.L. Górny // *Indoor air*. – 2018. – Vol. 28, Issue 6. – p. 792-805.

137. Goniewicz K. Current response and management decisions of the European union to the COVID-19 outbreak: A review / Goniewicz K., Khorram-Manesh A., Hertelendy A., Goniewicz M., Naylor K., Burkle F. // *Sustainability*. – 2020. – 12(9). – P. 18-38.

138. Green Leasing An Effective Tenant / Landlord Strategy for Energy Efficiency // *A Better City (ABC)*, 2014. – 20 p.

139. Nakovirta M. How COVID-19 redefines the concept of sustainability / Nakovirta M., Denuwara N. // *Sustainability*. – 2020. – 12(9). – P. 27–37.

140. Half of South Korea's coronavirus cases are linked to a controversial religious organization. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vox.com/2020/2/22/21148477/coronavirus-south-korea-shincheonji-church-jesus>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

141. Hishan S. Pandemic thoughts, civil infrastructure and sustainable development: Five insights from COVID-19 across travel lenses / Hishan S.,

Ramakrishnan S., Qureshi m., Khan N., Al-Kumaim N. // Talent Development & Excellence. – 2020. – 12. – P. 1690–1696.

142. Horve P. Building upon current knowledge and techniques of indoor microbiology to construct the next era of theory into microorganisms, health, and the built environment / Horve P., Lloyd S., Mhuireach G., Dietz L., Fretz M., MacCrone G., Ishaq S. // Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. –2020. – 30. – P. 219–235.

143. How cities around the world are handling COVID-19 - and why we need to measure their preparedness. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2020/03/how-should-cities-prepare-for-coronavirus-pandemics>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

144. ILO Monitor: COVID-19 and the world of work. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/briefingnote/wcms\\_743146.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/documents/briefingnote/wcms_743146.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

145. Impact of COVID-19 on BAME Led Businesses, Organisations & Communities. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://static1.squarespace.com/static/594948a7414fb5804d2b4395/t/5ec3ee32a5b5c27385219625/1589898876817/Covid19\\_Report\\_v2\\_compressed.pdf](https://static1.squarespace.com/static/594948a7414fb5804d2b4395/t/5ec3ee32a5b5c27385219625/1589898876817/Covid19_Report_v2_compressed.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

146. International Energy Agency [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.iea.org>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 12.05.2018.

147. ISO 14040:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/37456.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

148. ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/38498.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

149. Japan identifies 15 clusters as Covid-19 cases mount. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/japan-identifies-15-clusters-as-covid-19-cases-mount>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

150. Kruzhkova O.V. Peculiarities of Urban Architectural Space Representations / O.V. Kruzhkova // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. – 2013. – 86. P. 295-300.

151. Kryvomaz T. Improving the level of environmental safety in the process of the ecoenergoefficient reconstruction of the housing stock in Kiev / T. Kryvomaz, D. Varavin // *USEFUL*. – 2017. – Vol.1 (2). – P. 19–29.

152. Kryvomaz T. The prospects of green building developing in Ukraine on example of Poland / T. Kryvomaz, J. Chmielewska, T. Kanashchuk // *Екологічна безпека та природокористування*. – 2020. – 36 – С.20-31.

153. Kryvomaz T.I. French green building rating systems / T.I. Kryvomaz, A. Michaud, D.V. Varavin, A.R. Perebynos // *Екологічна безпека та природокористування*. – 2018. – Том 27, № 3. – С. 40-48.

154. Kryvomaz T.I. Green building BREEAM in Ukraine / T.I. Kryvomaz, I. Scudu, D. Leonard, D. Minter // *Екологічна безпека та природокористування*. – 2019. – Вип. 1 (29). – С. 5-15.

155. Kyiv Smart City [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://air.kyivsmartcity.com>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

156. L'Impact territorial du Covid-19 : Gérer la crise entre niveaux de gouvernement. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/l-impact-territorial-du-covid-19-gerer-la-crise-entre-niveaux-de-gouvernement-2596466b/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

157. La cmm publie une analyse d'impact de la pandémie sur l'économie métropolitaine. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://cmm.qc.ca/nouvelles/la-cmm-publie-une-analyse-dimpact-de-la-pandemie-sur-leconomie-metropolitaine>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

158. La Semaine Européenne de la Réduction des Déchets (SERD) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.serd.ademe.fr>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

159. Landsat [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgs.gov/core-science-systems/nli/landsat>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

160. Le label des PME qui s'engagent pour l'environnement (EnVol) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.envol-entreprise.fr](http://www.envol-entreprise.fr). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

161. Le respect de votre vie privée est notre priorité. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cnews.fr/france/2020-05-17/paris-vote-son-plan-de-relance-200-millions-deuros-957824>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

162. Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://new.usgbc.org/leed>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 12.05.2018.

163. Les mesures adoptées par les villes face au COVID-19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/les-mesures-adoptees-par-les-villes-face-au-covid-19-aebdbf1c>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

164. London B. Maire de San Francisco: Distanciation physique, masques – notre nouvelle normalité ». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2020/06/15/london-breed-maire-de-san-francisco-distanciation-physique-masques-notre-nouvelle-normalite\\_6042850\\_4811534.html](https://www.lemonde.fr/smart-cities/article/2020/06/15/london-breed-maire-de-san-francisco-distanciation-physique-masques-notre-nouvelle-normalite_6042850_4811534.html). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

165. Londoners Have Become Afraid of Public Transit. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2020-06-12/fear-of-public-transit-remains-high-in-london?srnd=citylab-transportation>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

166. Macher J. M. A Two-Year Study of Microbiological Indoor Air Quality in



a New Apartment / J. M. Macher, F.-Y. Huang, M. Flores // *Environmental Health: An International Journal*. – 1991. – Vol. 46, Issue 1. – p. 25-29.

167. Managing Infectious Medical Waste during the COVID-19 Pandemic. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/578771/managing-medical-waste-covid19.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

168. Mark S. Owen., David Solttis., W. Stephen Comstock *ASHRAE GreenGuide // Design, Construction, and Operation of Sustainable Buildings*. – 2013. – № 4. – 545 p.

169. Mayor London Breed and Board President Norman Yee Convene COVID-19 Economic Recovery Task Force. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sfmayor.org/article/mayor-london-breed-and-board-president-norman-yee-convene-covid-19-economic-recovery-task>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

170. Megahed N. Photocatalytic technology in architectural context: From science to societal debates / N. Megahed // *Indoor and Built Environment*. – 2013. – 23(4). – P. 603–614.

171. Megahed N.A. Antivirus-built environment: Lessons learned from Covid-19 pandemic / Megahed N.A., Ehab M.G. // *Sustainable Cities and Society*. – 2020. – 61. – P.102-350.

172. Musselwhite C. The Coronavirus Disease COVID-19 and implications for transport and health / Musselwhite C., Avineri E., Susilo Y. // *Journal of Transport & Health*. – 2020. – 16 [PMC free article].

173. Nicola M. The socio-economic implications of the coronavirus and COVID-19 pandemic: A review / Nicola M., Alsafi Z., Sohrabi C., Kerwan A., Al-Jabir A., Iosifidis C., Agha R. // *International Journal of Surgery*. – 2020. – 78. – P. 185–193.

174. Norm G. Miller. *Green Buildings and Productivity* / Norm G. Miller, Dave Pogue, Quiana D. Gough, Susan M. Davis // *The Journal of Sustainable Real Estate*. – 2009. – Vol. 1. No 1. – P. 65–89.

175. OECD (2020), *Perspectives économiques de l'OCDE*, Volume 2020 Numéro

1, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/e26dfe32-fr>.

176. OSU researchers examine social distancing models, encourage caution // Oklahoma State University, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.okstate.edu/articles/communications/2020/osu-researchers-examine-social-distancing-models-encourage-caution.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 19.11.2020.

177. Palazzolo C. Legionella pneumonia: increased risk after COVID-19 lockdown / C. Palazzolo, G. Maffongelli, A. D’Abramo, L. Lepore, A. Mariano, A. Vulcano, T.A. Bartoli, N. Bevilacqua, M.L. Giancola, E. Di Rosa, E. Nicastrì // Euro Surveill. – 2020. – 25(30). – p. 12-25.

178. Park W.S. Maire de Séoul: Nous voulons faire de Séoul une référence de l’après-Covid. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.lemonde.fr/international/article/2020/06/16/park-won-soon-maire-de-seoul-nous-voulons-faire-de-seoul-une-reference-de-l-apres-covid\\_6043041\\_3210.html](https://www.lemonde.fr/international/article/2020/06/16/park-won-soon-maire-de-seoul-nous-voulons-faire-de-seoul-une-reference-de-l-apres-covid_6043041_3210.html). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

179. Plan de Déplacements Entreprise [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe\\_affiches\\_pde.pdf](http://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_affiches_pde.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

180. Practical Guides for Creating Successful New Communities – Guide 8: Creating Health-Promoting Environments. TCPA. Living Draft. – 2017. – P. 36

181. Pyramid Companies Implements Green Leasing to Promote Energy Efficiency in Tenant Retail Space // Energy efficiency & renewable, 2014. – P. 1–2.

182. ReOpen DC. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://coronavirus.dc.gov/reopendc>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

183. Revealed: air pollution may be damaging ‘every organ in the body. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2019/may/17/air-pollution->

may-be-damaging-every-organ-and-cell-in-the-body-finds-global-review. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

184. Rupani P.F. Coronavirus pandemic (COVID-19) and its natural environmental impacts / P.F. Rupani, M. Nilashi, R.A. Abumalloh // *Int. J. Environ. Sci. Technol.* – 2020. – 17. – P. 4655–4666.

185. Scarfone R. Hospital-based pandemic influenza preparedness and response: Strategies to increase surge capacity / Scarfone R., Coffin S., Fieldston E., Falkowski G., Cooney M., Grenfell S. // *Pediatric Emergency Care.* – 2011. – 27(6). – P. 565–572.

186. Sharma H.B. Challenges, opportunities, and innovations for effective solid waste management during and post COVID-19 pandemic / H.B. Sharma, K.R. Vanapalli, V.S. Cheela // *Resour Conserv Recycl.* – 2020. – 162.

187. Sinha A. Sustainable Development and Green Buildings / A. Sinha, R. Gupta, A. Kutnar // *Drvna industrija.* – 2013. – No 64(1). – P. 45–53.

188. Six ways coronavirus is changing the environment. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.politico.eu/article/6-ways-coronavirus-is-changing-the-environment>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

189. Social interactions in pandemics: fear, altruism, and reciprocity. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w27134/w27134.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w27134/w27134.pdf). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

190. Stryjawska-Sekulska M. Microbiological Quality of Indoor Air in University Rooms / M. Stryjawska-Sekulska, A. Piotraszewska-Pająk, A. Szyszka, M. Nowicki, M. Filipiak // *Pol. J. Environ. Stud.* – 2007. – 16(4). – p. 623–632.

191. Survey on the impact of the COVID-19 on municipal waste management systems. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.acrplus.org/en/municipal-waste-management-covid-19>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

192. Sustainable Recovery. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/sustainable-recovery/covid-19-and-energy-setting-the-scene>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

193. Tactical Urbanist's Guide. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tacticalurbanismguide.com/about/>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

194. Technical Barriers to Trade WTO Agreements Series. – 2014. – Geneva : World Trade Organization - 152 p.

195. The COVID crisis in cities: a tale of two lockdowns. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oecd-inclusive.com/webinar-covid-in-cities>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

196. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Public Transit Funding Needs in the U.S. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.apta.com/wp-content/uploads/APTA-COVID-19-Funding-Impact-2020-05-05.pdf>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

197. The Leadership in Energy & Environmental Design (LEED) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.usgbc.org/leed>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

198. The Worst-Case Scenario': New York's Subway Faces Its Biggest Crisis. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nytimes.com/2020/04/20/nyregion/nyc-mta-subway-coronavirus.html>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

199. This is how smart city technology can be used to tell if social distancing is working. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/smart-cities-technology-coronavirus-covid19>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

200. Urban Attitude [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://urbanattitude.fr/quelle-ville-apres-la-pandemie>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

201. Varavin D. Algorithm of the system approach to estimation of environmental processes during the reconstruction of housing in the city of Kyiv / D. Varavin // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(1). – P. 30–40.

202. Varavin D. Analysis of the main factors affecting the concentration of

formaldehyde in the air / D. Varavin, R. Sipakov // ЗНАНИЕ. – 2016. – № 2-1 (31). – С.150-155.

203. Varavin D. Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv / D. Varavin, T. Kryvomaz // USEFUL. – 2019. – Vol. 3(1). – P. 16-30.

204. Varavin D. Complex analysis of legal documents for ensuring the environmental safety of the reconstruction objects of the housing sector of Ukraine and the leading countries of the world / D. Varavin // USEFUL. – 2017. – Vol.1 (1). – P.43-51.

205. Varavin D. LEED certification as one of the key components for effective using recourses and reducing green gas emissions in Ukraine / D. Varavin // Матеріали І Міжнародної науково-практичної конференції «Зелене будівництво». – Київ: КНУБА, 12-13 листопада 2019. – С. 15-16.

206. Voloshkina O. Pollution of atmospheric air above the city highways /O. Voloshkina, R. Sipakov, D. Varavin, Y. Anpilova, T. Kryvomaz, J. Bereznitska // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(4). – P. 09–25.

207. World Health Organization (WHO). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.who>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

208. WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.who.int/airpollution/data/cities-2016/en>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

209. Wiki Green building [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Green\\_building](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Green_building). – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

210. Will Covid-19 have a lasting impact on the environment? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.bbc.com/future/article/20200326-covid-19-the-impact-of-coronavirus-on-the-environment>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

211. World Green Building Council (WGBC) [Електронний ресурс]. – Режим

доступу: <http://www.worldgbc.org/what-green-building>. – Назва з екрана. – Дата перегляду: 22.01.2021.

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

*Статті у фахових виданнях України,  
які входять до наукометричних баз даних:*

1. Варавін Д.В., Сіпаков Р.В. Показники ефективності енергозбереження та екологічної безпеки при реконструкції житлових будинків// Екологічна безпека та природокористування. – 2016. – № 1-2. – С.95-101.
2. Сіпаков Р.В., Варавін Д.В. Деякі аспекти енергоефективної реконструкції житлового фонду України // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2016. – № 2(14). – С. 153 – 159.
3. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В. Підвищення рівня екологічної безпеки в процесі екоенергоефективної реконструкції житлового фонду в м. Києві// Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2017. – № 2. – С.78-85.
4. Kryvomaz T.I., Michaud A., Varavin D.V., Perebynos A.R. French green building rating systems// Екологічна безпека та природокористування. – 2018. – Том 27, № 3. – С. 40-48.
5. Варавін, Д.В. Обґрунтування технології ведення моніторингу при реконструкції житлових будівель// Екологічна безпека та природокористування. – 2017. – № 1-2. – С.61-69.
6. Кривомаз Т. І., Варавін Д. В. Шляхи підвищення екобезпеки урбанізованого середовища у зв'язку з пандемією COVID-19// Екологічна безпека та природокористування. – 2020. – № 36. – С.41-55.
7. Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Сіпаков Р.В., Кузьмішина Р.С. Оцінка впливу систем вентиляції на мікробіологічну безпеку та мікрокліматичні умови приміщень // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – 2020. – Вип. 35. – С. 49-57.

*Статті закордонних виданнях,  
які входять до наукометричних баз даних:*

8. Varavin D., Sipakov R. Analysis of the main factors affecting the concentration of formaldehyde in the air // ЗНАНИЕ. – 2016. – № 2-1 (31). – С.150-155.
9. Varavin D. Complex analysis of legal documents for ensuring the environmental safety of the reconstruction objects of the housing sector of Ukraine and the leading countries of the world // USEFUL. – 2017. – Vol.1 (1). – P.43-51.
10. Kryvomaz T., Varavin D. Improving the level of environmental safety in the process of the ecoenergoefficient reconstruction of the housing stock in Kiev // USEFUL. – 2017. – Vol.1 (2). – P. 19–29.

11. Voloshkina O., Sipakov R., Varavin D., Anpilova Y., Kryvomaz T., Bereznitska J. Pollution of atmospheric air above the city highways // USEFUL. – 2018. – Vol. 2(4). – P. 09–25.

12. Varavin D. Algorithm of the system approach to estimation of environmental processes during the reconstruction of housing in the city of Kyiv// USEFUL. – 2018. – Vol. 2(1). – P. 30–40.

13. Varavin D., Kryvomaz T. Applying of green building standards for implementation of the city development strategies in Kyiv // USEFUL. – 2019. – Vol. 3(1). – P. 16-30.

*Навчально-методичні видання:*

14. Контрольні задачі з дисципліни «Збалансоване природокористування» для магістрів спеціальності 101 «Екологія». Укладачі: О.С. Волошкіна, Л.О. Василенко, О.Г. Жукова, Д.В. Варавін. – К.: КНУБА, 2018. – 28 с.

15. Зелене будівництво: методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Екологія» / Укладачі: Кривомаз Т.І., Варавін Д.В., Савченко А.М. – Київ: КНУБА, 2021. – 32 с.

*Публікації в матеріалах конференцій:*

19. Кривомаз, Т.І., Варавін, Д.В. Енергоефективність реконструкції житла як невід’ємна складова екологічної безпеки // Колективна монографія за матеріалами XVI Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях». – Київ: Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, 3-4 Жовтня 2017. – С.122-126.

20. Varavin D. LEED certification as one of the key components for effective using resources and reducing green gas emissions in Ukraine / Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції «Зелене будівництво». – Київ: КНУБА, 12-13 листопада 2019. – С. 15-16.

21. Волошкіна О.С., Сіпаков Р.В., Варавін Д.В. Зелене будівництво та перехід на альтернативні види моторного палива у контексті подолання наслідків змін клімату / Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Priority directions of science and technology development». – Київ: 24-26 січня 2021. – С. 3.



**Цифрові дані для визначення показників стану екологічної безпеки  
районів м. Києва**

Таблиця Б.1 - Основні геодемографічні характеристики по районах м. Києва на 1 січня 2020 року

Райони м. Києва	Територія, тис.га <sup>1</sup>	Частка в загальній території міста, %	Щільність населення, осіб на 1 км <sup>2</sup>	Чисельність населення на 1 січня 2020 р.	Померло у січні–вересні 2020 р.
Голосіївський	16,0	19,1	1588	254824	1563
Дарницький	13,0	15,6	2688	347084	2452
Деснянський	14,7	17,6	2508	369752	2706
Дніпровський	6,7	8,0	5387	358790	3460
Оболонський	10,9	13,0	2939	319427	2382
Печерський	2,0	2,4	8321	163086	1042
Подільський	3,4	4,1	6117	207963	1502
Святошинський	10,2	12,2	3341	342768	2586
Солом'янський	4,0	4,8	9459	383093	2202
Шевченківський	2,7	3,2	8292	220573	4348
Загалом м. Київ	83,6	100	3551	2967360	24243

Таблиця Б.2.1 - Розподіл постійного населення за статтю по районах (на 1 січня; тис. осіб)

Райони м. Києва	Роки					
	2018		2019		2020	
	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
Голосіївський	116,7	133,1	117,4	133,8	117,9	134,8
Дарницький	153,9	179,5	155,2	182,0	156,3	184,3

## Продовження таблиці Б.2.1

Деснянський	167,5	198,9	167,3	199,4	167,2	199,6
Дніпровський	157,9	196,5	158,4	197,5	158,9	198,2
Оболонський	143,9	173,9	143,6	173,5	143,1	173,5
Печерський	73,8	79,8	75,3	81,1	76,4	82,0
Подільський	91,9	106,2	93,5	108,2	94,7	109,9
Святошинський	154,4	181,3	154,7	181,6	154,8	182,0
Солом'янський	184,9	183,9	187,8	186,0	191,8	189,2
Шевченківський	93,3	121,9	92,1	121,1	90,9	120,6

Таблиця Б.2.2 - Розподіл постійного населення за статтю по районах (на 1 січня; тис. осіб)

Райони м. Києва	Роки			
	2016		2017	
	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
Голосіївський	114,5	131,0	116,5	132,3
Дарницький	150,6	175,2	152,4	177,2
Деснянський	167,1	198,4	167,7	198,6
Дніпровський	157,2	195,7	157,5	196,0
Оболонський	143,8	173,7	144,3	174,2
Печерський	70,2	77,1	72,0	78,4
Подільський	90,0	104,7	91,0	105,6
Святошинський	153,9	180,9	154,2	181,1
Солом'янський	181,2	181,5	184,2	183,9
Шевченківський	95,5	123,1	94,6	122,8
<b>м. Київ</b>	<b>1324,0</b>	<b>1541,3</b>	<b>1334,4</b>	<b>1550,1</b>

Таблиця Б.3 - Кількісна характеристика населення районів м. Київ

Райони м. Києва	Н	Ч	Ж	Т	%Т	Щ
Голосіївський	248827	117	132	16	19,1	1563

*Продовження таблиці Б.3*

Дарницький	329563	152	177	13	15,6	2603
Деснянський	366333	168	199	14,7	17,6	2505
Дніпровський	353463	158	196	6,7	8	5333
Оболонський	318532	144	174	10,9	13	2957
Печерський	150368	72	78,4	2	2,4	7913
Подільський	196625	91	106	3,4	4,1	5883
Святошинський	335287	154	181	10,2	12,2	3326
Солом'янський	368060	184	184	4	4,8	9138
Шевченківський	217395	94,6	123	2,7	3,2	8516

*Примітка: пояснення абрєвіатури предствлено в додатку В*

Таблиця Б.4 - Соціальна сфера та підприємства районів м. Київ

	ДС	Ш	К	У	П	Пр	Зп	Прод
Голосіївський	57	45	2	9	8422	115984	10827215,5	284801033,8
Дарницький	57	43	2	1	5864	79695	4698108,4	84493496,1
Деснянський	72	59	5	2	2973	31967	1916000,6	49634450,5
Дніпровський	82	57	3	2	5175	81263	5952979,4	104310070,0
Оболонський	70	53	1	1	6250	86119	6188635,8	149544830,3
Печерський	32	29	4	14	13666	509044	39954233,7	593712721,5
Подільський	42	37	-	4	5743	97211	10222108,6	202466183,8
Святошинський	63	55	1	4	5690	82896	5669471,8	85466322,8
Солом'янський	67	55	7	10	7892	122678	10501654,4	162096249,4
Шевченківський	64	50	5	20	14552	404437	35421077,2	783313288,4

*Примітка: пояснення абрєвіатури предствлено в додатку В*

Таблиця Б.5 - Природний приріст та скорочення (-) населення по районах

Райони м. Києва	Природний приріст, скорочення (-), осіб				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	371	516	576	305	140
Дарницький	1374	2262	1830	1418	979
Деснянський	660	398	-2	-190	-707
Дніпровський	189	44	-155	-570	-1259
Оболонський	256	111	-148	23	-108
Печерський	1442	1867	2091	2076	2153
Подільський	795	1078	1052	756	411
Святошинський	614	785	622	587	296
Солом'янський	1076	1052	1401	1470	1390
Шевченківський	-1644	-2210	-2716	-3520	-3929
<b>м. Київ</b>	<b>5133</b>	<b>5903</b>	<b>4551</b>	<b>2355</b>	<b>-634</b>

Таблиця Б.6 - Кількість померлих по районах м. Києва (осіб)

Райони м. Києва	Кількість померлих				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	2092	2031	2103	2112	2042
Дарницький	3638	2923	2842	2961	3122
Деснянський	3435	3440	3486	3496	3514
Дніпровський	4078	4158	4074	4309	4880
Оболонський	2945	2999	3043	3255	3086
Печерський	1305	1319	1310	1378	1273
Подільський	1948	1826	1908	1991	2029
Святошинський	3334	3369	3304	3451	3581
Солом'янський	3025	3135	2997	3065	3106
Шевченківський	4625	5466	5741	6213	6504
<b>м. Київ</b>	<b>30425</b>	<b>30666</b>	<b>30808</b>	<b>32231</b>	<b>33137</b>

Таблиця Б.7 - Кількість народжених по районах (осіб)

Райони м. Києва	Кількість народжених				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	2463	2547	2679	2417	2182
Дарницький	5012	5185	4672	4379	4101
Деснянський	4095	3838	3484	3306	2807
Дніпровський	4267	4202	3919	3739	3621
Оболонський	3201	3110	2895	3278	2978
Печерський	2747	3186	3401	3454	3426
Подільський	2743	2904	2960	2747	2440
Святошинський	3948	4154	3926	4038	3877
Солом'янський	4101	4187	4398	4535	4496
Шевченківський	2981	3256	3025	2693	2575

Таблиця Б.8 - Загальна площа житлових будівель, прийнятих в експлуатацію, по районах<sup>1</sup> (м<sup>2</sup> загальної площі)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	303635	215555	328886	304733	153374
Дарницький	278567	297240	277679	178879	200612
Деснянський	69702	36943	42561	15579	6363
Дніпровський	133895	39484	126695	112873	167380
Оболонський	167380	12257	88657	62281	61539
Печерський	148170	66889	240943	79183	199924
Подільський	44007	171656	196509	203794	148638
Святошинський	63798	59651	72827	58860	54762
Солом'янський	82126	315106	208061	190654	58543
Шевченківський	74516	119222	150716	49018	62851

<sup>1</sup> У 2015–2016, 2018–2019 роках – з урахуванням обсягів житла, прийнятого в експлуатацію відповідно до порядків (накази Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 03.07.2018 №158 (зі змінами), від 24.04.2015 №79); у 2018–2019 роках – нове будівництво (без урахування приросту площі, отриманої у результаті реконструкції).

Таблиця Б.9 - Загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель у січні–червні 2020 р., м<sup>2</sup>

Райони м. Києва	2020 р., м <sup>2</sup>	У розрахунку на 10 тис. осіб
Голосіївський	41878	1662,1
Дарницький	21160	624,4
Деснянський	5431	148,1
Дніпровський	28066	787,3
Оболонський	к	к
Печерський	47415	3013,2
Подільський	39130	1926,5
Святошинський	к	к
Солом'янський	35649	944,5
Шевченківський	34229	1612,1

к - дані не оприлюднюються з метою забезпечення виконання вимог Закону України "Про державну статистику" щодо конфіденційності статистичної інформації. Темп росту (зниження) прийнятих в експлуатацію житлових будівель (нове будівництво) (у січні–червні 2020 року) 2018 року): Найбільше прийнято в експлуатацію житлових будівель у Печерському (47,4 тис.м<sup>2</sup>, або 18,7% від загального обсягу площі житла в цілому по місту), Голосіївському (41,9 тис.м<sup>2</sup>, або 16,5%) та Подільському (39,1 тис.м<sup>2</sup>, або 15,4%) районах.

Таблиця Б.10 - Розподіл квартир (одноквартирних будинків) за кількістю кімнат на 1 січня 2020 року<sup>1</sup>

Типи квартир	Кількість квартир, од	Загальна площа квартир, тис.м <sup>2</sup>	Житлова площа квартир, тис.м <sup>2</sup>
<b>Усього</b>	<b>990439</b>	<b>57539,5</b>	<b>33393,7</b>
однокімнатні	280661	10144,3	5142,3
двокімнатні	393646	20894,9	12371,4
трикімнатні	269447	20099,3	12316,2
чотирикімнатні	40276	5201,2	2886,0
п'ятикімнатні	3806	585,4	352,2
шестикімнатні	1751	327,6	197,8
семикімнатні	111	29,5	16,2

## Продовження таблиці Б.10

восьми і більше кімнат	180	115,4	57,6
------------------------	-----	-------	------

<sup>1</sup> Без урахування житлового фонду, який знаходиться на балансі підприємств-банкрутів та тих, що повністю припинили діяльність.

Таблиця Б.11 - Ветхий та аварійний житловий фонд районів м. Київ

Райони м. Києва	ВБ	ВПл	ВМ	АБ	АПл	АМ	Нов	ПЕ
Голосіївський	46	11125	434	2	4642	178	215555	204842
Дарницький	6	313	0	0	0	0	297240	294333
Деснянський	3	84	0	0	0	0	36943	35941
Дніпровський	1	59	0	0	0	0	39484	38074
Оболонський	14	1621	14	0	0	0	12257	8538
Печерський	5	1932	64	0	0	0	66889	64849
Подільський	19	1490	0	0	0	0	171656	168881
Святошинський	31	3790	143	0	0	0	59651	57385
Солом'янський	29	2907	36	1	2650	58	315106	282856
Шевченківський	40	17856	431	20	6974	258	119222	116728

Примітка: пояснення абрєвіатури предствлено в додатку В

Таблиця Б.12.1 - Стан житлового фонду районів м. Київ

Райони м. Києва	Б	МП	БП	ПП	Вис
Голосіївський	6239	282	731	191	93
Дарницький	5156	172	314	274	173
Деснянський	2115	91	313	304	87
Дніпровський	2470	162	929	178	57
Оболонський	1304	209	493	291	45
Печерський	1921	96	732	70	28
Подільський	3318	206	621	102	27
Святошинський	3677	164	566	220	46

## Продовження таблиці Б.12.1

Солом'янський	6667	302	1027	156	21
Шевченківський	3297	289	1402	114	32

Таблиця Б.12.2 - Стан житлового фонду районів м. Київ

Райони м. Києва	Гур	Інд	Кв	КЗП	КЖП
Голосіївський	76	107	86603	5238970	3010794
Дарницький	23	85	132277	8646499	4780981
Деснянський	16	28	127287	7275606	4180239
Дніпровський	33	12	134129	7065437	4317080
Оболонський	18	19	150070	8236291	4775517
Печерський	35	24	54839	3721975	2198605
Подільський	20	24	73698	4029897	2332671
Святошинський	39	51	116233	6153758	3594068
Солом'янський	100	115	105779	5781039	3446471
Шевченківський	62	17	99651	5674333	3404518

Примітка: пояснення абревіатури представлено в додатку В

Таблиця Б.13.1 - Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах

Райони м. Києва	На одиницю площі, т					На одну особу, кг				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	17,4	29,4	62,1	22,0	20,3	11,0	18,9	39,5	14,0	12,8
Дарницький	11,2	10,9	9,2	8,5	8,7	4,5	4,2	3,5	3,2	3,3
Деснянський	12,6	34,8	41,1	16,5	13,6	5,1	13,9	16,4	6,6	5,4
Дніпровський	255,5	293,2	70,4	8,1	150,5	48,4	55,3	13,3	1,5	28,2
Оболонський	4,2	3,8	4,3	4,5	3,8	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3
Печерський	1,9	3,5	1000,3 <sup>1</sup>	912,7	148,7	0,3	0,5	127,7 <sup>1</sup>	114,3	18,4



## Продовження таблиці Б.13.1

Подільський	19,1	18,1	14,6	14,5	14,2	3,3	3,1	2,5	2,4	2,3
Святошинський	7,7	7,5	7,1	7,2	5,7	2,3	2,3	2,1	2,2	1,7
Солом'янський	19,2	20,6	19,1	14,9	13,8	2,1	2,2	2,1	1,6	1,5
Шевченківський	31,9	27,9	42,5	39,5	30,5	3,5	3,3	5,1	4,8	3,7
Загалом м. Київ	31,9	41,1	54,4	35,0	26,7	9,2	11,8	15,5	9,9	7,5

<sup>1</sup>Збільшення викидів в атмосферне повітря відбулося за рахунок врахування виробничо-технологічних витрат газових розподільчих мереж ПАТ «Київгаз»

Таблиця Б.14 - Викиди основних забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення (тис.т)

Типи викидів	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Діоксид сірки	6,5	12,3	15,0	5,3	4,7
Діоксид азоту	6,8	7,5	9,3	8,0	7,5
Оксид азоту	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
Оксид вуглецю	2,1	2,2	2,5	2,4	2,2
Метан	0,6	0,5	8,3	8,4	3,0
Неметанові леткіорганічні сполуки	5,8	5,7	5,6	1,2	1,4
Речовини у вигляді твердих суспендованих частинок	4,7	5,8	4,5	3,8	3,3
Аміак	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Крім того, діоксид вуглецю	5125,1	5656,6	5379,2	5369,9	5295,6
<b>Всього викидів забруднюючих речовин</b>	<b>26,7</b>	<b>34,3</b>	<b>45,5</b>	<b>29,2</b>	<b>22,3</b>

Таблиця Б.15 - Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	2,7	4,7	9,9	3,5	3,2
Дарницький	1,5	1,4	1,2	1,1	1,1
Деснянський	1,9	5,1	6,0	2,4	2,0
Дніпровський	17,1	19,7	4,7	0,5	10,1
Оболонський	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4
Печерський	0,0	0,0	20,0	18,3	3,0
Подільський	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
Святошинський	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
Солом'янський	0,8	0,8	0,8	0,6	0,6
Шевченківський	0,8	0,8	1,2	1,1	0,8
<b>м.Київ</b>	<b>26,7</b>	<b>34,3</b>	<b>45,5</b>	<b>29,2</b>	<b>22,3</b>

Таблиця Б.16 - Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення на одиницю площі по районах (т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	17,4	29,4	62,1	22,0	20,3
Дарницький	11,2	10,9	9,2	8,5	8,7
Деснянський	12,6	34,8	41,1	16,5	13,6
Дніпровський	255,5	293,2	70,4	8,1	150,5
Оболонський	4,2	3,8	4,3	4,5	3,8
Печерський	1,9	3,5	1000,3	912,7	148,7
Подільський	19,1	18,1	14,6	14,5	14,2
Святошинський	7,7	7,5	7,1	7,2	5,7
Солом'янський	19,2	20,6	19,1	14,9	13,8
Шевченківський	31,9	27,9	42,5	39,5	30,5
<b>м.Київ</b>	<b>31,9</b>	<b>41,1</b>	<b>54,4</b>	<b>35,0</b>	<b>26,7</b>

Таблиця Б.17.1 - Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення на одну особу по районах (кг)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	11,0	18,9	39,5	14,0	12,8
Дарницький	4,5	4,2	3,5	3,2	3,3
Деснянський	5,1	13,9	16,4	6,6	5,4
Дніпровський	48,4	55,3	13,3	1,5	28,2
Оболонський	1,4	1,3	1,4	1,5	1,3
Печерський	0,3	0,5	127,7	114,3	18,4
Подільський	3,3	3,1	2,5	2,4	2,3
Святошинський	2,3	2,3	2,1	2,2	1,7
Солом'янський	2,1	2,2	2,1	1,6	1,5
Шевченківський	3,5	3,3	5,1	4,8	3,7
<b>м.Київ</b>	<b>9,2</b>	<b>11,8</b>	<b>15,5</b>	<b>9,9</b>	<b>7,5</b>

Таблиця Б.17.2 - Кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	0,0	2,0	5,2	0,3	0,0
Дарницький	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
Деснянський	0,0	2,8	3,7	0,2	0,0
Дніпровський	6,4	7,5	0,0	0,0	4,6
Оболонський	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Печерський	0,0	0,0	5,9	4,6	0,0
Подільський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Святошинський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Солом'янський	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Шевченківський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
<b>м.Київ</b>	<b>6,5</b>	<b>12,3</b>	<b>15,0</b>	<b>5,3</b>	<b>4,7</b>

Таблиця Б.18 - Викиди діоксиду азоту в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	1,8	1,8	3,7	2,4	2,4
Дарницький	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
Деснянський	1,1	1,4	1,6	1,7	1,5
Дніпровський	2,1	2,5	0,0	0,1	2,2
Оболонський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Печерський	0,0	0,0	2,4	2,3	0,0
Подільський	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Святошинський	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
Солом'янський	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Шевченківський	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
<b>м.Київ</b>	<b>6,8</b>	<b>7,5</b>	<b>9,3</b>	<b>8,0</b>	<b>7,5</b>

Таблиця Б.19 - Викиди оксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Дарницький	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
Деснянський	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4
Дніпровський	0,2	0,3	0,1	0,1	0,2
Оболонський	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Печерський	0,0	0,0	0,2	0,3	0,1
Подільський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Святошинський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Солом'янський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Шевченківський	0,2	0,2	0,5	0,4	0,2
<b>м.Київ</b>	<b>2,1</b>	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	<b>2,4</b>	<b>2,2</b>

Таблиця Б.20 - Викиди метану в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Дарницький	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Деснянський	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1
Дніпровський	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Оболонський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Печерський	0,0	0,0	7,8	8,0	2,6
Подільський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Святошинський	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Солом'янський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Шевченківський	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
<b>м.Київ</b>	<b>0,6</b>	<b>0,5</b>	<b>8,3</b>	<b>8,4</b>	<b>3,0</b>

Таблиця Б.21 - Викиди неметанових летких органічних сполук в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1
Дарницький	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2
Деснянський	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0
Дніпровський	4,4	4,5	4,4	0,3	0,2
Оболонський	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Печерський	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Подільський	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Святошинський	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0
Солом'янський	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2
Шевченківський	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>м.Київ</b>	<b>5,8</b>	<b>5,7</b>	<b>5,6</b>	<b>1,2</b>	<b>1,4</b>

Таблиця Б.22 - Викиди діоксиду вуглецю в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	1445,4	1505,6	1511,3	1502,8	1518,5
Дарницький	137,5	145,1	117,0	287,7	288,7
Деснянський	1034,3	1295,7	1260,4	1089,2	1143,4
Дніпровський	1052,7	1228,0	75,8	69,8	1016,3
Оболонський	121,3	119,0	104,7	110,7	91,3
Печерський	5,8	14,4	1058,1	1064,7	21,9
Подільський	360,5	341,0	284,0	310,9	323,2
Святошинський	370,7	390,9	345,6	337,6	348,8
Солом'янський	148,2	153,8	157,7	137,0	138,3
Шевченківський	448,7	463,1	464,6	459,5	405,2
<b>м.Київ</b>	<b>5125,1</b>	<b>5656,6</b>	<b>5379,2</b>	<b>5369,9</b>	<b>5295,6</b>

Таблиця Б.23 - Скидання зворотних вод у поверхневі водні об'єкти по районах (млн.м<sup>3</sup>)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	283	291	248	140	140
Дарницький	0	0	–	–	–
Деснянський	0	0	–	–	–
Дніпровський	5	5	8	7	7
Оболонський	0	0	–	–	0
Печерський	–	–	–	–	–
Подільський	–	–	–	–	–
Святошинський	0	0	0	–	0
Солом'янський	0	0	0	0	0
Шевченківський	1	1	1	1	1
<b>м.Київ</b>	<b>571</b>	<b>584</b>	<b>543</b>	<b>551</b>	<b>723</b>

Таблиця Б.24 - Використання прісної води на потреби по районах у 2019 році  
(млн.м<sup>3</sup>)

Райони м. Києва	Використано води, усього	У тому числі на потреби			
		питні та санітарно- гігієнічні	виробничі	зрошення	інші
Голосіївський	145	2	143	–	–
Дарницький	2	1	1	–	0
Деснянський	3	1	2	–	0
Дніпровський	18	4	14	0	0
Оболонський	14	6	8	0	0
Печерський	2	1	1	0	0
Подільський	1	0	1	–	0
Святошинський	2	1	1	–	0
Солом'янський	5	3	2	–	0
Шевченківський	22	14	8	–	0
<b>м.Київ</b>	<b>678</b>	<b>166</b>	<b>512</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Таблиця Б.25.1 - Основні показники утворення та поводження з відходами

Операції	Роки	
	2018	2019
Утворено, т	973733,0	999070,1
у тому числі від економічної діяльності	350088,6	346905,2
Утворено відходів на одну особу, кг	330,9	337,6
Зібрано, отримано зі сторони, т	1872244,9	2029932,3
Імпортовано, т	–	–
Спалено, т	212060,5	200306,8
Утилізовано (R2-R11), т	2144,8	768,5
Підготовлено до утилізації (R12-R12K), т	–	2,9
Передано на сторону, т	1532052,9	1579128,0

## Продовження таблиці Б.25.1

у тому числі		
для утилізації	828947,8	832945,2
для видалення	700977,8	743181,5
Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти (D1, D5, D12), т	474164,8	605556,2
Розміщено на стихійних звалищах, т	–	–
Експортовано, т	1900,5	1873,1
Накопичено відходів протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, т	12388414,3	12779981,3
у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> території міста, т	14818,7	15287,1
у розрахунку на одну особу, кг	4209,9	4318,9
Вилучено внаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок, т	–	3,0

*Примітка. Коди операцій утилізації (R) та видалення (D) наведено згідно з переліком, затвердженим наказом Держстату від 23.01.2015 №24.*

Таблиця Б.25.2 - Основні показники утворення та поводження з відходами

Операції	Роки		
	2015	2016	2017
Утворено, т	1610296,2	1668723,9	950255,8
у тому числі від економічної діяльності	542613,5	505263,6	402885,9
Утворено відходів на одну особу, кг	555,8	572,2	324,3
Зібрано, отримано зі сторони, т	2187752,7	2029455,9	1708692,4
Імпортовано, т	–	–	11,8
Спалено, т	255448,0	258606,1	246986,1
Утилізовано (R2-R11), т	236,8	1890,3	9049,1



## Продовження таблиці Б.25.2

Підготовлено до утилізації (R12-R12K), т	327,4	567,6	117,7
Передано на сторону, т	2107135,4	1977550,1	1490501,7
у тому числі			
для утилізації	997496,3	660311,1	645983,7
для видалення	1047682,9	1313760,8	842316,0
Видалено у спеціально відведені місця чи об'єкти (D1, D5, D12), т	360671,3	286628,1	361268,1
Розміщено на стихійних звалищах, т	4831,9	–	–
Експортовано, т	22601,9	30339,2	2261,0
Накопичено відходів протягом експлуатації у місцях видалення відходів на кінець року, т	11280107,7	11623133,5	11920429,3
у розрахунку на 1 км <sup>2</sup> території міста, т	13493,0	13903,3	14258,9
у розрахунку на одну особу, кг	3893,4	3985,7	4068,2
Вилучено внаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок, т	–	–	–

Таблиця Б.26 - Утворення відходів по районах (тис.т)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	79,5	81,3	107,1	133,5	203,6
Дарницький	131,9	138,1	121,1	110,9	114,3
Деснянський	10,5	8,7	9,5	5,7	4,8
Дніпровський	261,2	389,0	348,3	293,1	235,8
Оболонський	21,0	29,0	33,5	35,2	25,4
Печерський	196,8	123,0	105,2	107,7	111,1
Подільський	88,7	16,1	13,2	9,2	10,1
Святошинський	10,8	10,1	19,7	32,6	42,2

## Продовження таблиці Б.26

Солом'янський	138,0	98,5	96,5	119,0	165,8
Шевченківський	671,9	774,9	96,2	126,8	86,0
<b>м.Київ</b>	<b>1610,3</b>	<b>1668,7</b>	<b>950,3</b>	<b>973,7</b>	<b>999,1</b>

Таблиця Б.27 - Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища по районах (у фактичних цінах; тис.грн)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	282,4	2706,6	128637,8	211947,3	143893,6
Дарницький	–	324,3	–	–	–
Деснянський	51,1	99,6	115,5	–	–
Дніпровський	8,0	21200,0	24689,3	9105,8	401,4
Оболонський	302,2	1314,0	1941,8	463,3	1949,2
Печерський	349758,9	479435,6	334596,2	391440,4	299605,0
Подільський	3359,1	1156,0	3151,5	97566,2	163336,2
Святошинський	677,2	54,0	316,0	6513,0	16019,5
Солом'янський	5090,6	45661,9	207,5	14727,3	39523,3
Шевченківський	131473,0	156185,6	441494,9	682345,7	491306,8
<b>м.Київ</b>	<b>491002,5</b>	<b>708137,6</b>	<b>935150,5</b>	<b>1414109,0</b>	<b>1156035,0</b>

Таблиця Б.28 - Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища по районах (у фактичних цінах; тис.грн)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	43041,7	20682,8	184410,2	168911,0	213580,7
Дарницький	2845,2	4042,7	30747,9	67344,2	13252,2
Деснянський	1319,8	2098,8	1482,4	3208,9	2922,7
Дніпровський	7918,1	4635,1	73273,3	93244,1	117251,2

## Продовження таблиці Б.28

Оболонський	5968,8	11632,5	8081,9	9643,3	17417,0
Печерський	637742,4	1411439,5	1111858,6	1215895,7	1472790,2
Подільський	80395,1	132534,4	137363,0	177265,7	325413,0
Святошинський	7789,3	8728,4	5370,9	16021,3	18426,2
Солом'янський	189817,3	179679,8	23288,4	302379,6	337649,0
Шевченківський	506329,1	425199,7	634258,1	1176380,2	1125217,5
<b>м.Київ</b>	<b>1483166,8</b>	<b>2200673,7</b>	<b>2210134,7</b>	<b>3230294,0</b>	<b>3643919,7</b>

Таблиця Б.29 - Екологічні платежі за забруднення навколишнього природного середовища по районах у 2019 році

Райони м. Києва	Пред'явлено екологічних платежів, тис.грн	Фактично сплачено екологічних платежів	
		питні та санітарно-гігієнічні	виробничі
Голосіївський	545953,6	512724,5	93,9
Дарницький	1537,1	1378,3	89,7
Деснянський	129,4	116,9	90,3
Дніпровський	1946,3	1932,2	99,3
Оболонський	1302,5	1209,9	92,9
Печерський	342049,3	307676,9	90,0
Подільський	43806,4	54787,6	125,1
Святошинський	2136,4	2016,0	94,4
Солом'янський	2103,7	2024,2	96,2
Шевченківський	70385,2	65485,8	93,0
<b>м.Київ</b>	<b>1011349,9</b>	<b>949352,3</b>	<b>93,9</b>

Таблиця Б.30 - Оплата послуг природоохоронного призначення по районах (у фактичних цінах без ПДВ; тис. грн)

Райони м. Києва	Роки				
	2015	2016	2017	2018	2019
Голосіївський	5631,0	23405,4	41170,5	44717,7	44246,0

*Продовження таблиці Б.30*

Дарницький	13129,5	10193,5	16233,9	21401,2	23072,9
Деснянський	1033,6	2825,8	1715,7	940,1	1756,2
Дніпровський	21360,7	9820,4	20141,2	25408,7	64858,0
Оболонський	8399,1	26217,9	12213,3	34331,3	20283,4
Печерський	39271,8	221284,0	160197,5	143870,2	203456,2
Подільський	9244,9	23860,7	21563,9	47484,7	26976,9
Святошинський	4871,4	4946,7	4420,7	17185,1	20741,2
Солом'янський	8567,0	28773,8	29368,9	77998,3	80592,4
Шевченківський	225120,2	265563,9	331375,3	382752,2	740627,4
<b>м.Київ</b>	<b>336629,2</b>	<b>616892,1</b>	<b>638400,9</b>	<b>796089,5</b>	<b>1226610,6</b>

**Результати візуалізації стану екологічної безпеки районів м. Києва з використанням програмного забезпечення Statistica та Python**

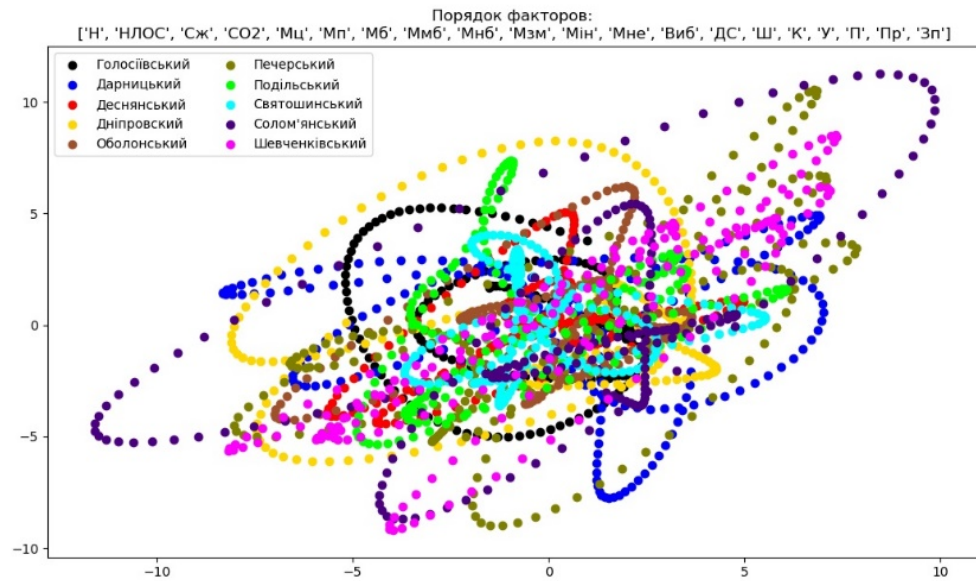


Рисунок В.1 - Порівняння районів м. Києва методом проєкції на ортогональній системі функцій за 48 параметрами

Примітка: Н – кількість постійного населення, Ч – кількість чоловіків серед постійного населення, Ж – кількість жінок серед постійного населення, Т – територія району, Т% – відсоткова частка в загальній території міста, Щ – щільність населення, Б – кількість будинків, МП – малоповерхові будинки до 3-х поверхів включно, БП – багатоповерхові будинки 4-9 поверхи, ПП – будинки підвищеної поверховості 10-16 поверхів, Вис – висотні будинки понад 16 поверхів, Гур – гуртожитки, Інд – індивідуальні будинки, Кв – кількість квартир, КЗП – загальна площа будівель, КЖП – житлова площа, ВБ – кількість будинків ветхого житлового фонду, ВПл – загальна площа ветхого житлового фонду, ВМ – кількість мешканців у ветхих будівлях, АБ – кількість аварійних житлових будинків, АПл – загальна площа аварійного житлового фонду, АМ – кількість мешканців в аварійних будівлях, Нов – загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель, ПЕ – кількість прийнятих в експлуатацію будинків, Мц – загальна площа квартир в цегляних будинках, Мп – загальна площа квартир в панельних будинках, Мб – загальна площа

квартир в блочних будинках, Ммб – загальна площа квартир в будинках з монолітного бетону, Мнб – загальна площа квартир в будинках з ніздрюватого бетону, Мзм – загальна площа квартир в будинках із змішаних матеріалів, Мін – загальна площа квартир в будинках з інших стінових матеріалів, Мне – загальна площа квартир в будинках з невказаних стінових матеріалів, Виб – вибуття загальної площі житлових приміщень із житлового фонду, ДС – дошкільні навчальні заклади, Ш – денні загальноосвітні навчальні заклади, К – коледжі (технікуми, училища), У – університети (академії, інститути), П – кількість підприємств, Пр – кількість зайнятих працівників, Зп – витрати на оплату праці, Прод – обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг), ВЗаг – загальні обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, SO<sub>2</sub> – викиди диоксиду сірки, NO<sub>2</sub> – викиди диоксиду азоту, CH<sub>4</sub> – викиди метану, CO – викиди оксиду вуглецю, НЛОС – викиди неметанових летких органічних сполук, CO<sub>2</sub> – викиди діоксиду вуглецю, Сж - викиди сажі.

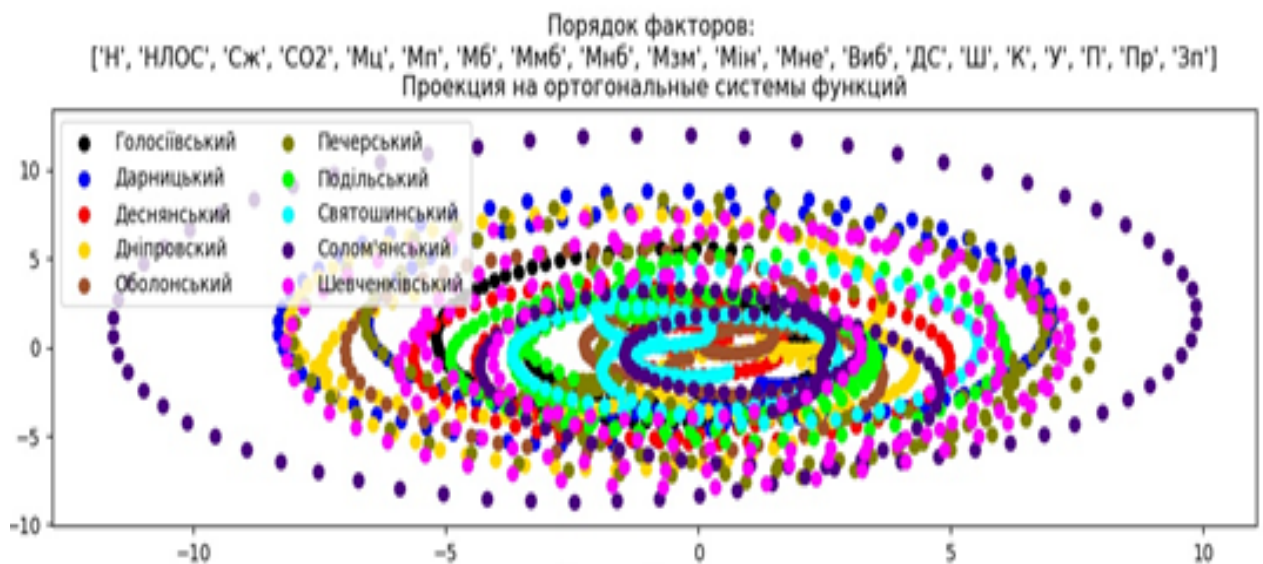


Рисунок В.2 - Порівняння районів м. Києва методом проекції на ортогональні системи функцій за обраними параметрами

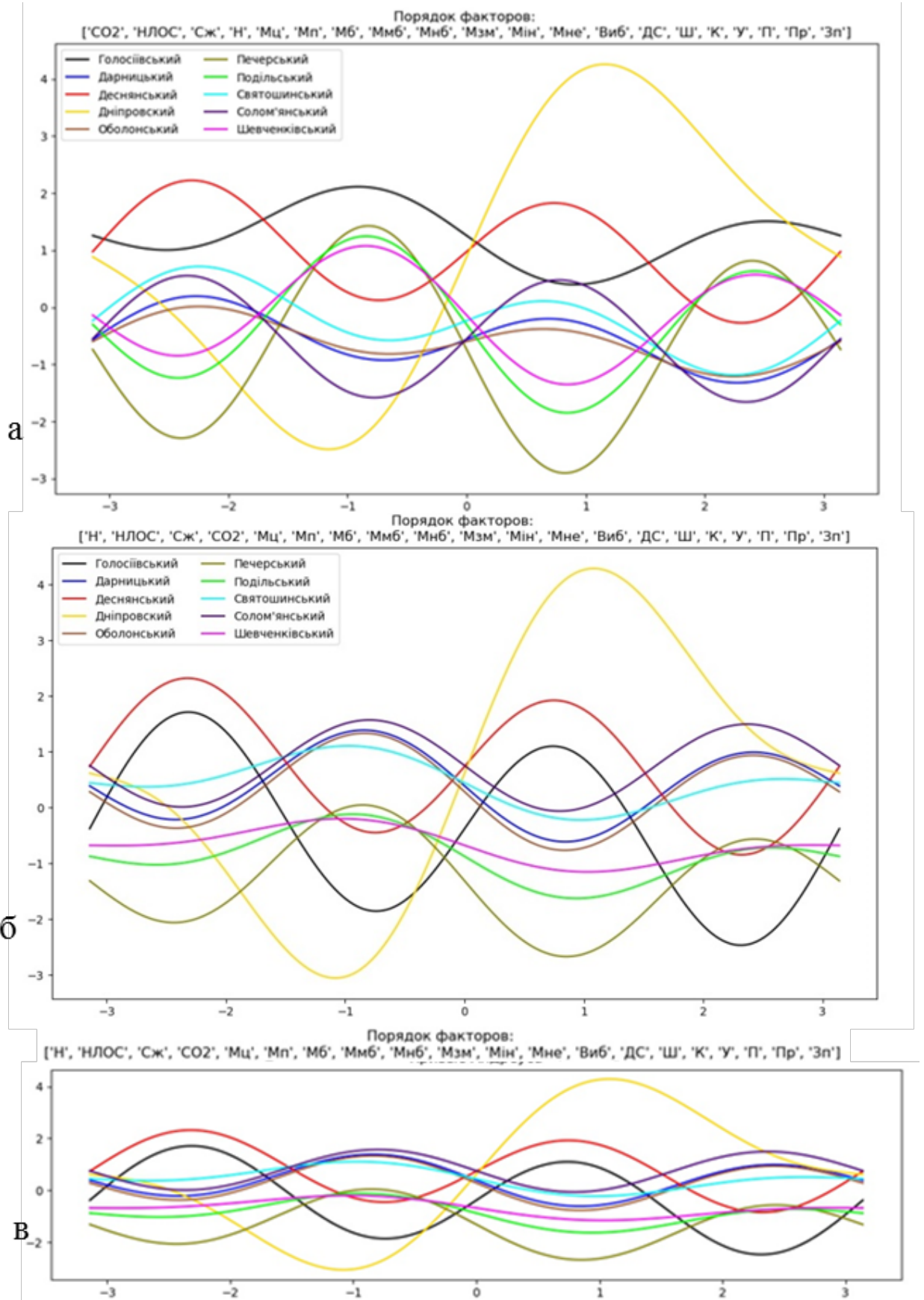


Рисунок В.3. Порівняння районів м. Києва з кривих Андреуса за обраними параметрами

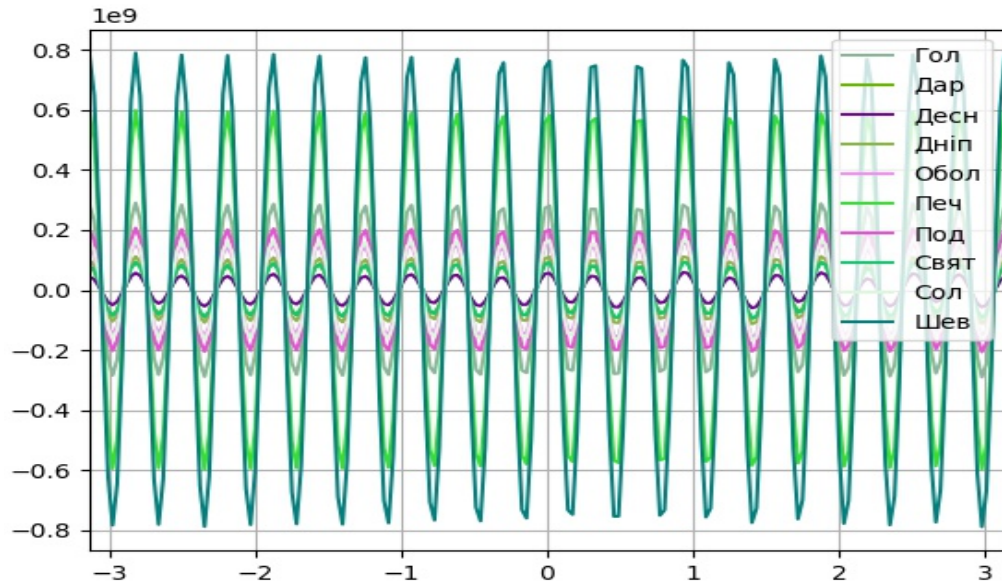


Рисунок В.4 - Загальне порівняння районів м. Києва за проаналізованими параметрами



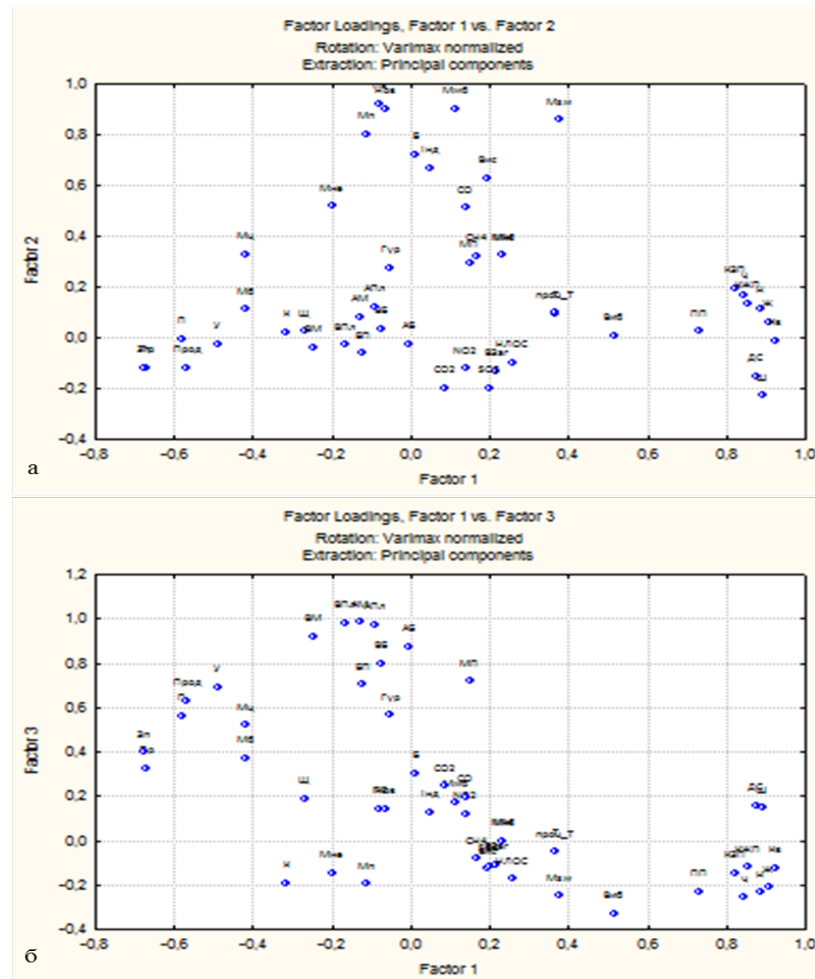


Рисунок В.5 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) першого і другого факторів; б) першого і третього факторів

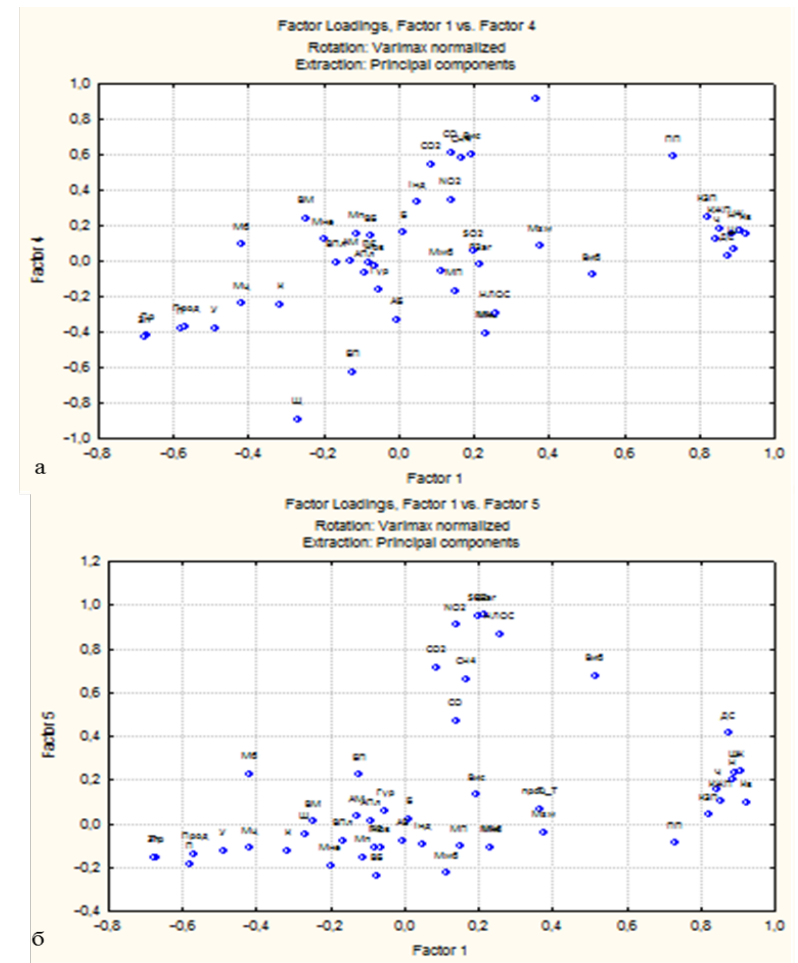


Рисунок В.6 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) першого і четвертого факторів; б) першого і п'ятого факторів

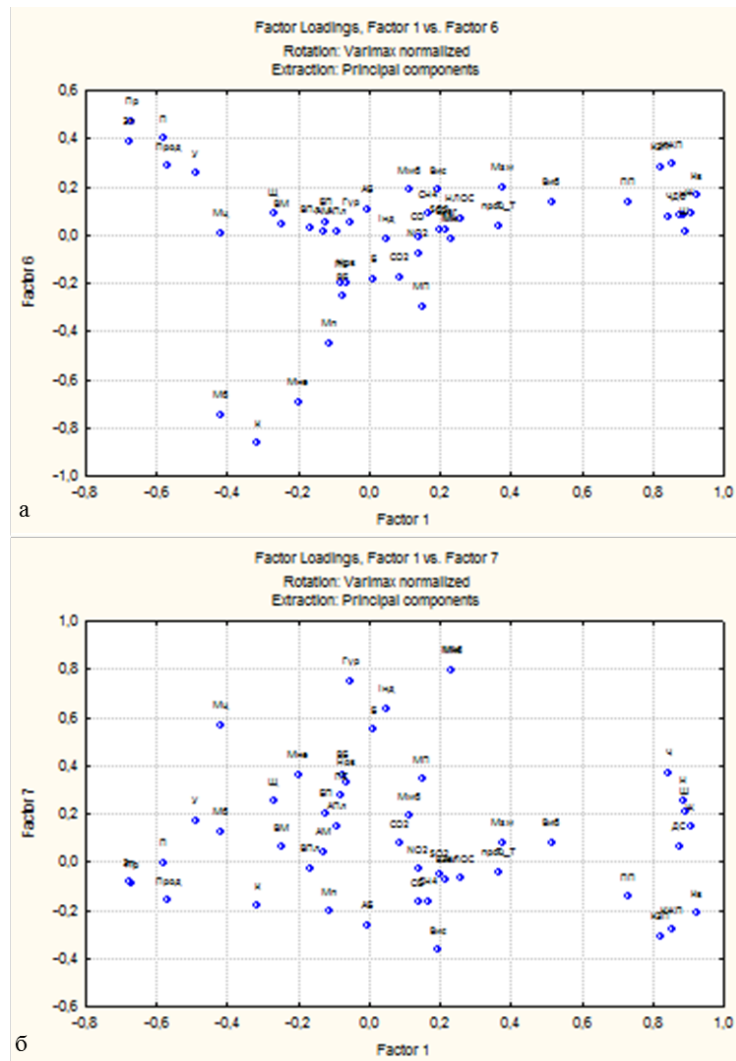


Рисунок В.7 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) першого і шостого факторів; б) першого і сьомого факторів

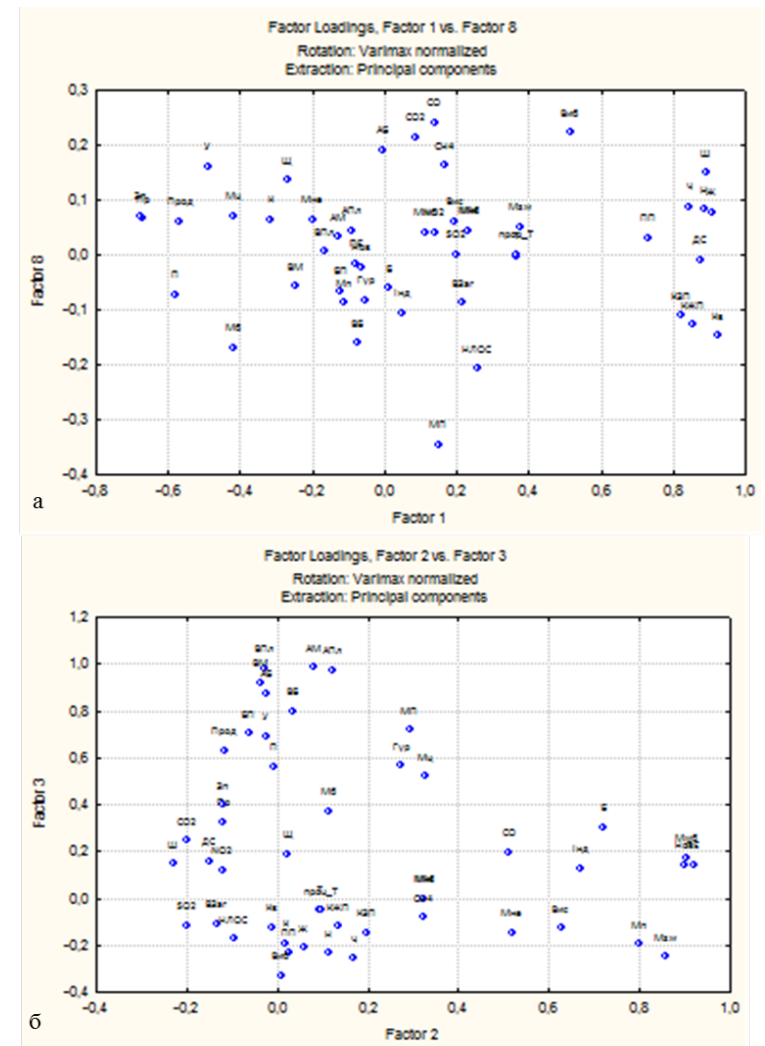


Рисунок В.8 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) першого і восьмого факторів; б) другого і третього факторів



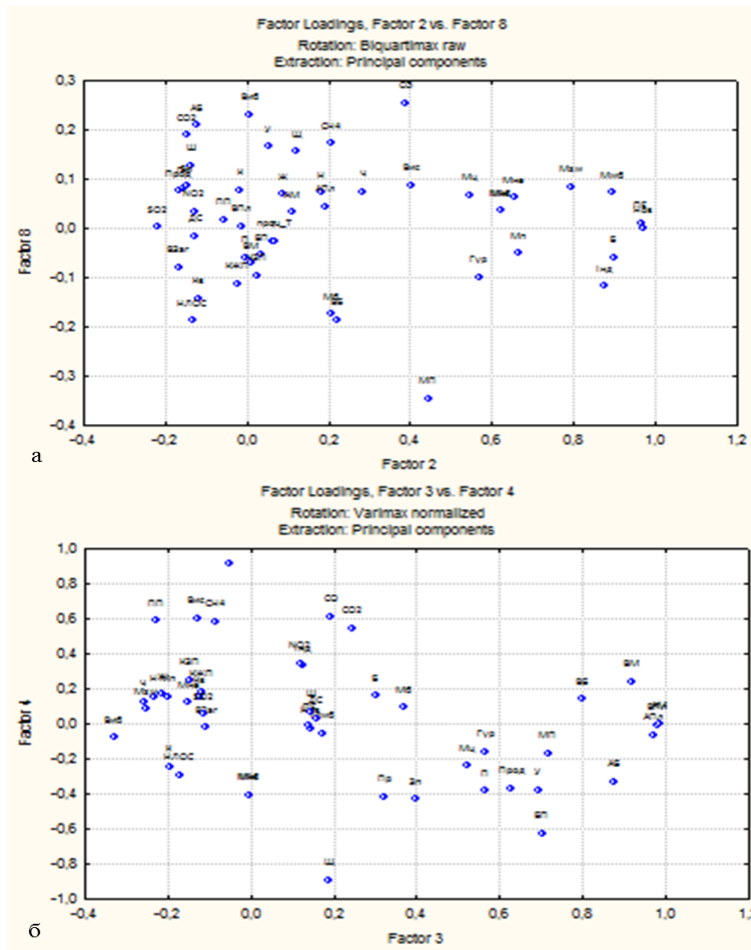


Рисунок В.11 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) другого і восьмого факторів; б) третього і четвертого факторів

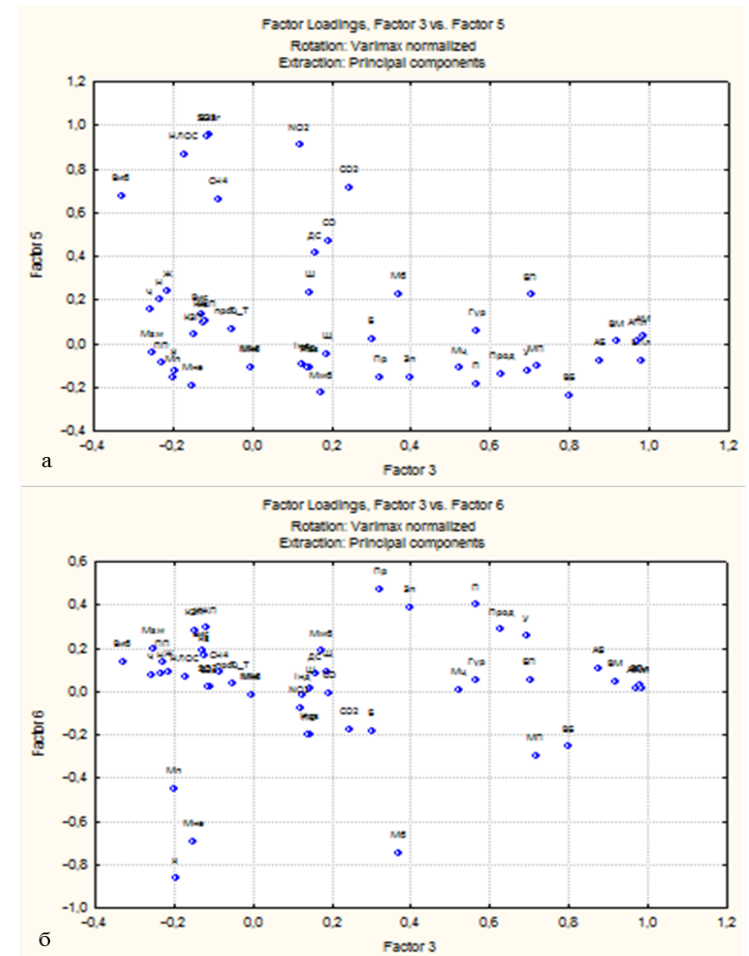


Рисунок В.12 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) третього і п'ятого факторів; б) третього і шостого факторів

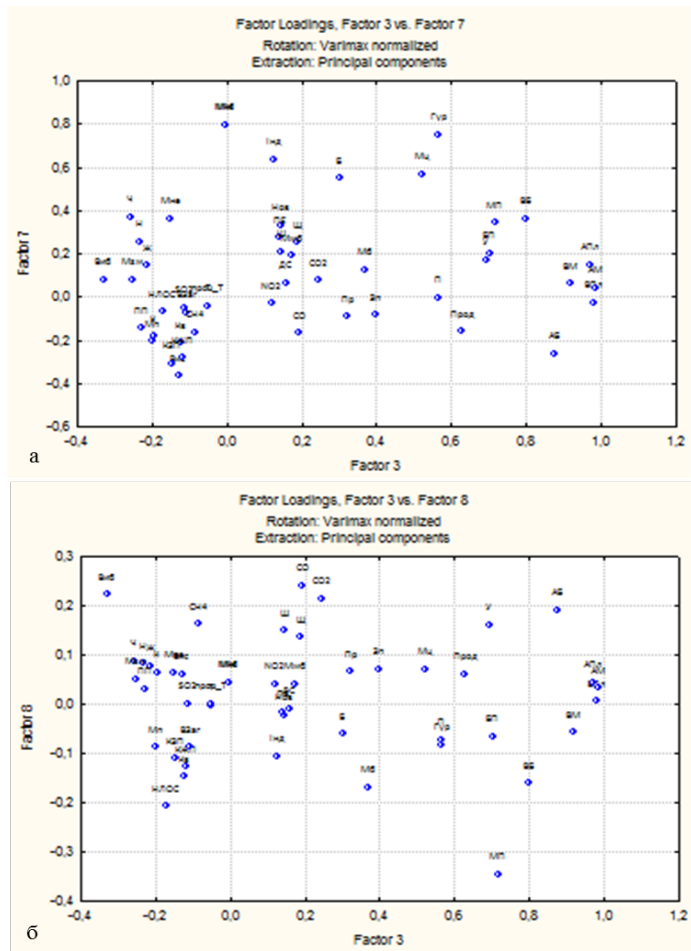


Рисунок В.13 - Багатомірне масштабування у 2D проєкції показників: а) третього і сьомого факторів; б) третього і восьмого факторів

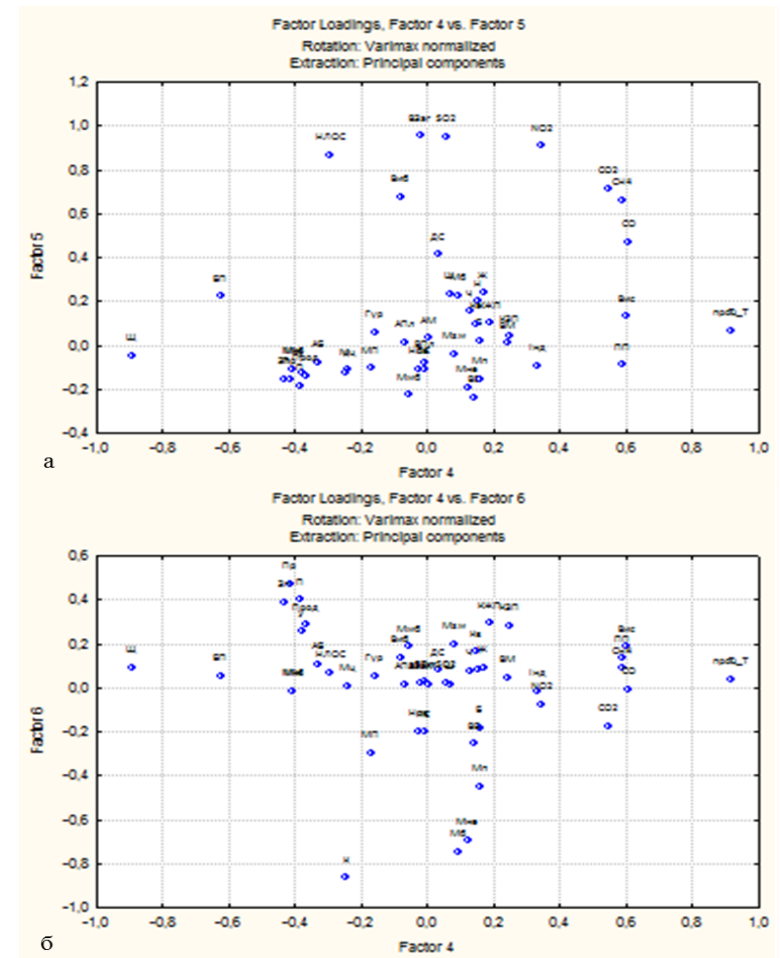


Рисунок В.14 - Багатомірне масштабування у 2D проєкції показників: а) четвертого і п'ятого факторів; б) четвертого і шостого факторів

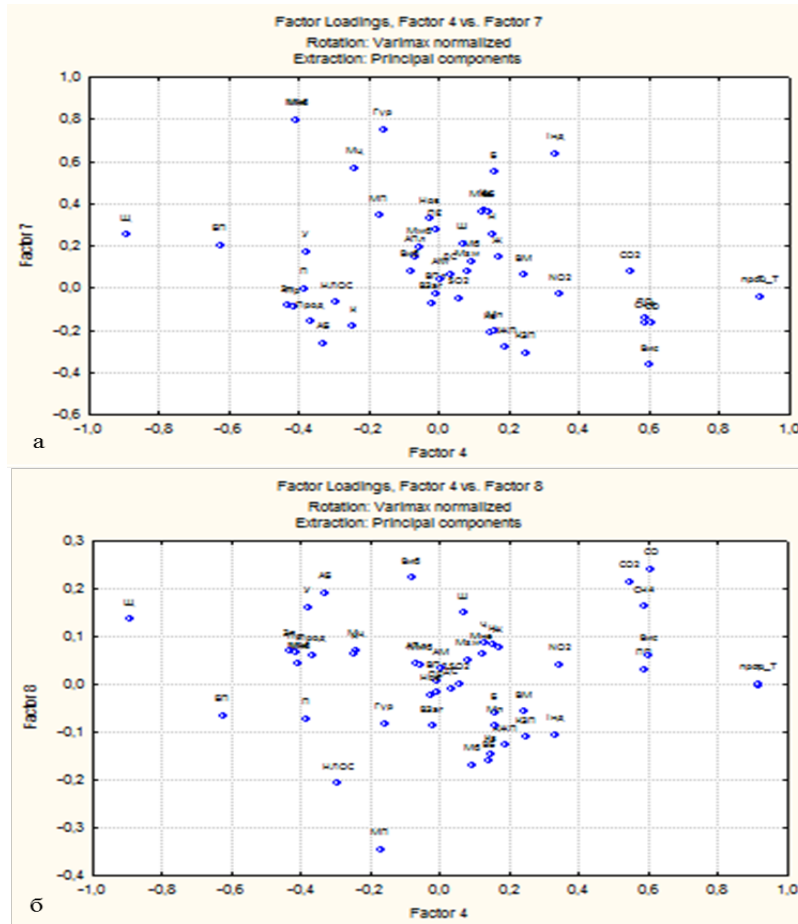


Рисунок В.15 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) четвертого і сьомого факторів; б) четвертого і восьмого факторів

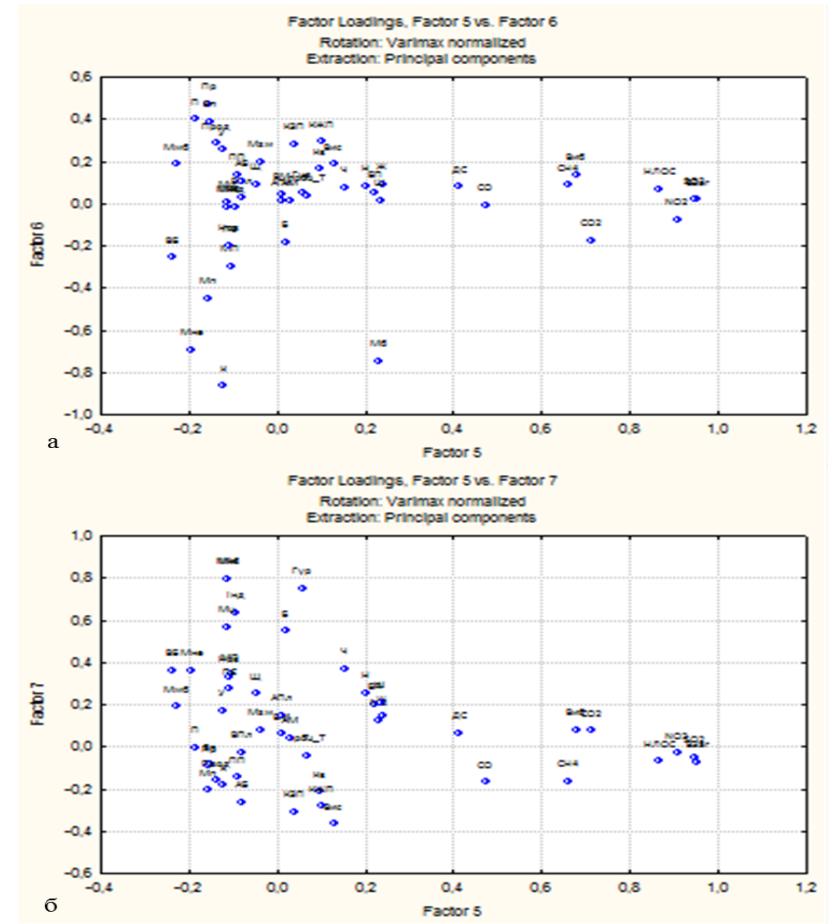


Рисунок В.16 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) п'ятого і шостого факторів; б) п'ятого і сьомого факторів

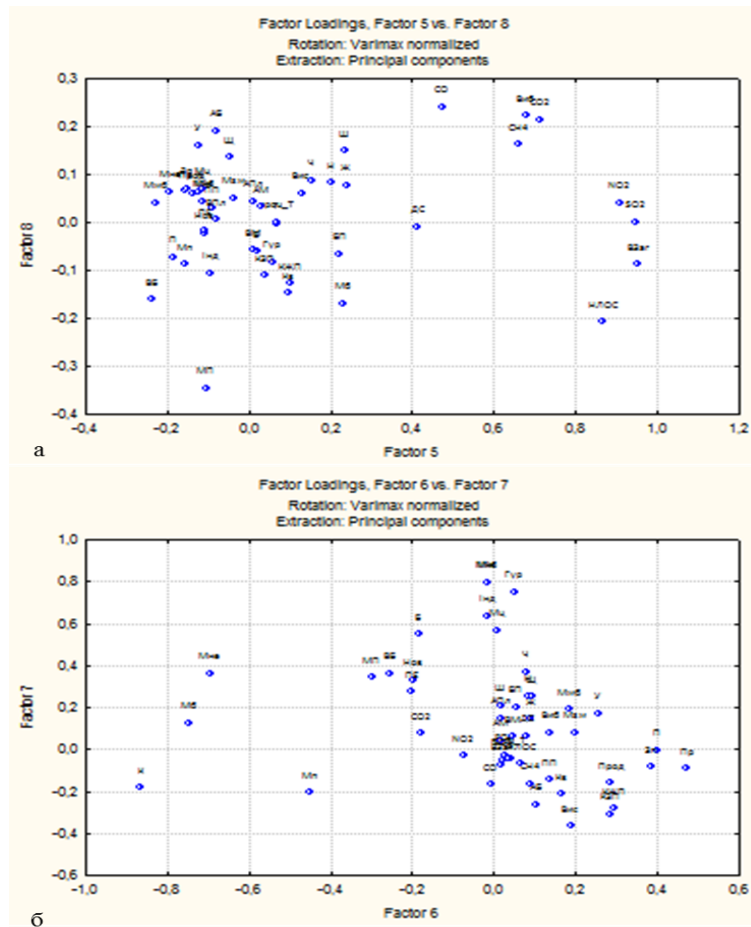


Рисунок В.17 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) п'ятого і восьмого факторів; б) шостого і сьомого факторів

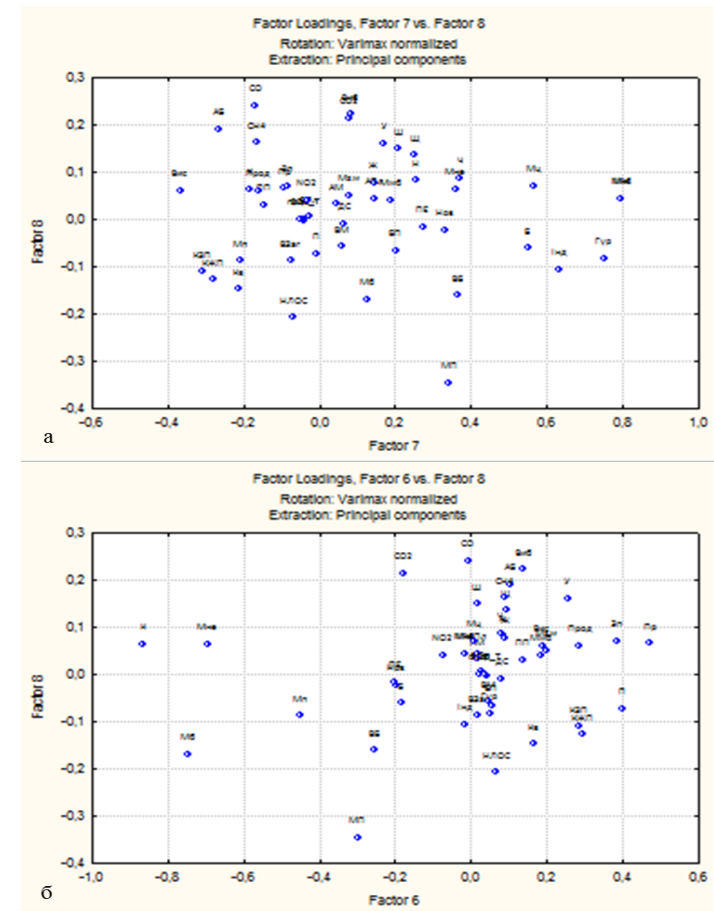


Рисунок В.18 - Багатомірне масштабування у 2D проекції показників: а) сьомого і восьмого факторів; б) шостого і восьмого факторів





**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Директор Інституту телекомунікацій  
і глобального інформаційного простору  
Національної академії наук України,  
д.т.н., професор, член-кор. НАНУ



*О.М. Трофимчук*  
Трофимчук О.М.

**Довідка**

про впровадження у навчальний процес результатів кандидатської дисертаційної роботи Варавіна Дмитра Володимировича за темою «Оцінка екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз на прикладі м. Києва»

Надана довідка підтверджує, що науково-методичні матеріали, які представлені в кандидатській дисертації Варавіна Дмитра Володимировича за темою «Оцінка екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних загроз на прикладі м. Києва», впроваджені і використовуються в навчальному процесі підготовки докторів філософії за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки (4 кредити) в Інституті телекомунікацій і глобального інформаційного простору Національної академії наук України.

Застосування результатів дисертаційної роботи Варавіна Д.В. у навчальному процесі з підготовки докторів філософії, які мають певну наукову новизну і практичну цінність, допомагають сформулювати уявлення аспірантів про сучасні підходи до охорони та раціонального використання основних життєзабезпечуючих ресурсів, про організацію системи управління екологічними ризиками. Це дозволило підвищити якість підготовки докторів філософії за спеціальністю 122 – комп'ютерні науки.

Д.т.н., проф.

К.т.н., с.н.с.

Зав. відділу аспірантури

*Яковлев*  
*Анпілова*  
*Зотова*

Яковлев Є.О.

Анпілова Є.С.

Зотова Л.В.



KEY Group LLC  
10 Mazepy Str., office 112, Kyiv, 01010, Ukraine  
e-mail: office@keygroup.solutions  
www.keygroup.solutions

Project management  
Facility management  
Construction audit  
Project coordination  
BREEAM International Assessments

Date: 10.11.2020  
Ref.: UA101120/1  
Rev.: 0  
Pages: 1

**А К Т**  
**впровадження результатів дисертаційних досліджень**  
**«Оцінка екологічної безпеки урбанізованого середовища в умовах пандемічних**  
**загроз на прикладі м. Києва»**  
**Варавіна Дмитра Володимировича,**  
**поданих на здобуття наукового ступеня**  
**кандидата технічних наук**  
**за спеціальністю 21.06.01 - екологічна безпека**

Даний акт засвідчує впровадження результатів науково-дослідних робіт дисертанта Варавіна Д. В. в ході реалізації ряду проектів компанії KEY Group в частині зеленого будівництва, енергозбереження і забезпечення безпечного середовища внутрішніх приміщень. За участю дисертанта розроблено та впроваджено:

1. Рекомендації по підвищенню рівня екологічної безпеки урбанізованих територій з урахуваннями сучасних міжнародних тенденцій «зеленого відновлення» міст, які стосуються таких секторів міського розвитку, як розбудова міста, земельні відносини, житлово-комунальне господарство, транспорт та міська мобільність, публічний простір, енергозбереження, ефективне управління ресурсами та поводження з відходами, охорона довкілля, екополітика та екологічна безпека при проектуванні, будівництві і реконструкції об'єктів що здійснюються компанією KEY Group.
2. Рекомендації по трансформації урбанізованого середовища відповідно нормам екологічної безпеки застосовано у інфраструктурних та архітектурних планах компанії KEY Group.
3. Побудовані моделі та розраховані показники екологічної безпеки районів м. Києва включено для заходів по покращенню інфраструктури та якості побудованого середовища, які здійснює компанія KEY Group серед мешканців житлових будинків та працівників офісів.

Директор  
О. Роспутня





ОДО «ЭНЭКА»  
 220125, г. Минск, пр-т Независимости, 177, пом.1а  
 (017) 393-27-88 тел/факс (договорной отдел)  
 УНП 190549168 ОКПО 37644873  
 р/с BY73PJSB30120123431000000933  
 «Приорбанк» ОАО 100220190  
 220002, г. Минск, ул. Кропоткина, 91  
 BIC PJCBVY2X

22.01.2021 № 114 \_\_\_\_\_

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**А К Т**  
**внедрения результатов диссертационных исследований**  
**«Оценка экологической безопасности урбанизированной среды в условиях**  
**пандемических угроз на примере г. Киев»**  
**Варавина Дмитрия Владимировича,**  
**поданных на соискание ученой степени**  
**кандидата технических наук**  
**по специальности 21.06.01 - экологическая безопасность**

Данный акт свидетельствует о внедрении результатов научно-исследовательских работ Варавина Д.В. в ходе реализации проектов компании ОДО «ЭНЭКА» в части энергосбережения и обеспечения безопасной среды внутренних помещений. С участием диссертанта разработаны и внедрены:

- «Рекомендации по трансформации урбанизированной среды в соответствии с нормами экологической безопасности в условиях пандемии COVID-19» применены в инфраструктурных и архитектурных проектах компании ОДО «ЭНЭКА», а также при переоборудовании и организации внутренней среды подведомственных предприятию офисов.

- Рекомендации по повышению уровня экологической безопасности урбанизированных территорий с учетом современных международных тенденций «зеленого восстановления» городов под влиянием пандемической кризиса, которые касаются секторов городского развития, адаптированы под специфику работы ОДО «ЭНЭКА» и активно используются при проектировании и эксплуатации объектов.

Заместитель генерального директора по  
 коммерческим вопросам ОДО «ЭНЭКА»





KW PROPERTY MANAGEMENT & CONSULTING

**Evidence that results from dissertation research by Dmytro Varavin have been implemented.**

This letter certifies the implementation of the results of the research work of the dissertation of Dmytro Varavin during the performance of several projects of the KW Property Management and Consulting in terms of green building, energy efficiency, and ensuring a safe indoor environment. With the participation of Dmytro Varavin following recommendations were developed and implemented:

1. Recommendations for improving the environmental safety of residential and office buildings in terms of transforming the internal environment in the context of the COVID-19 pandemic.
2. Recommendations for improving the level of environmental safety of urbanized areas, taking into account modern international trends of "green recovery" of cities under the influence of the pandemic crisis, which relate to the sectors of urban development, are adapted to the specifics of the KWPMC and are actively used in the operation of facilities.

Sincerely,

**Nick Knittel**

**General Manager, LCAM, GPRO: O&M**

KW PROPERTY MANAGEMENT & CONSULTING

8200 NW 33<sup>rd</sup> Street, Suite 300

Miami, FL 33122

[nknittel@kwpmc.com](mailto:nknittel@kwpmc.com)

[www.kwpmc.com](http://www.kwpmc.com)

**Proud Winner of the Daily Business Review's "Best of" Property Management Award Hall of Fame and winner in 2012, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 and 2020; Proud Honoree of the Inc. 5000 List in 2020, as one of "America's Fastest Growing Private Companies," for the second consecutive year!**



