

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Факультет автоматизації, промислової інженерії та екології
Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«На правах рукопису»
УДК 628.16:628.1.033

До захисту допущено:
В.о.завідувач кафедри
Віта ГАЛИШ

«___»_____2025 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
зі спеціальності 101 «Екологія»
на тему: «Формування адаптивної стійкості до змін урбанізованої
території на прикладі міста Києва»**

Виконала:
студентка II курсу, групи ЛЕ-41мп
Леготіна Ольга Олександрівна

Науковий керівник:
д.т.н, професор
Шаблій Тетяна Олександрівна

Консультант з розділу стартап проєкту:
доцент, к.е.н., доцент кафедри промислового маркетингу
Юдіна Наталія Володимирівна

—
Рецензент:
к.х.н., Голова правління АТ Київський завод «РІАП»
Рутковський Едуард Казимірович

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ – 2025 року

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація містить: 127 с., 29 табл., 3 рис., 58 джерел літератури.

Актуальність теми дослідження: У сучасних умовах, зміни клімату стають одним із ключових глобальних викликів, які особливо гостро проявляються в густонаселених урбанізованих територіях. Великі міста, включно з Києвом, є уразливими до впливів кліматичних ризиків через високу концентрацію населення, інфраструктури та економічних активів. Це робить формування стійкості до змін клімату не просто важливою, а й стратегічно необхідною складовою розвитку міста.

Зміна клімату безпосередньо впливає на функціонування Києва сьогодні та визначатиме його розвиток у перспективі. Розробка та реалізація заходів із підвищення стійкості є ключем до зменшення ризиків, економії ресурсів, підвищення якості життя та забезпечення сталого розвитку міста.

Мета роботи: дослідити ключові аспекти для формування адаптивної стійкості до змін клімату міста Києва та запропонувати механізми для модернізації інфраструктури, підвищення енергоефективності, розвитку зеленої мобільності та зменшення викидів парникових газів.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі **завдання:**

- оцінити зростання кліматичних ризиків для Києва;
- провести аналіз нормативної бази в напрямку руху до інтеграції міжнародних екологічних ініціатив;
- дослідити вразливість міської інфраструктури, особливо у зв'язку з додатковими ризиками, що несе відкрита збройна агресія з боку російської федерації;
- провести аналіз антропогенного навантаження та соціальних аспектів, що впливають на адаптивну стійкість міста;
- дослідити глобальний контекст та локальну специфіку формування кліматичної стійкості;

– дослідити можливість впровадження нових підходів, технологій та систем управління ризиками, що стануть ключем для розробки та реалізації заходів із підвищення стійкості, зменшення ризиків, економії ресурсів, підвищення якості життя та забезпечення сталого розвитку міста Києва.

Об’єкт дослідження: урбанізоване середовище міста Києва та його вразливість до наслідків зміни клімату.

Предмет дослідження: процеси, механізми та інструменти формування стійкості міста Києва до наслідків зміни клімату, а також взаємодія природних, соціально-економічних та інфраструктурних факторів, що визначають рівень кліматичної адаптивності міського середовища.

Методи дослідження: в дослідженні використовувались методи аналізу та синтезу для узагальнення теоретичних підходів до кліматичної стійкості, порівняльний аналіз, моделювання, статистичний аналіз.

Практичне значення отриманих результатів: Формування кліматичної стійкості є пріоритетом для багатьох мегаполісів світу. Досвід Києва може бути корисним для інших міст України, оскільки столиця часто стає полігоном для впровадження нових підходів, технологій та систем управління ризиками.

Ключові слова: КЛІМАТИЧНА СТІЙКІСТЬ, ЗМІНИ КЛІМАТУ, АДАПТАЦІЯ, СТАЛИЙ РОЗВИТОК, УРБАНІЗОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ЕКСТРЕМАЛЬНІ ПОГОДНІ ЯВИЩА, ПРИРОДООРІЄНТОВАНІ РІШЕННЯ, КИЇВ, МІСЬКА ІНФРАСТРУКТУРА

ABSTRACT

Relevance of the Topic: In modern conditions, climate change is becoming one of the key global challenges, which is especially acute in densely populated urban areas.

Large cities, including Kyiv, are vulnerable to the impacts of climate risks due to the high concentration of population, infrastructure, and economic assets. This makes building resilience to climate change not just an important, but a strategically necessary component of city development.

Climate change directly affects the functioning of Kyiv today and will determine its development in the future. Developing and implementing resilience measures is key to reducing risks, saving resources, improving the quality of life, and ensuring the sustainable development of the city.

Objective: to investigate key aspects for building adaptive resilience to climate change in the city of Kyiv and propose mechanisms for infrastructure modernization, increasing energy efficiency, developing green mobility, and reducing greenhouse gas emissions.

To achieve this goal, the following tasks were set and solved:

- to assess the growth of climate risks for Kyiv;
- to analyze the regulatory framework in the direction of moving towards the integration of international environmental initiatives;
- to investigate the vulnerability of urban infrastructure, especially in connection with the additional risks posed by open armed aggression by the Russian Federation;
- to conduct an analysis of anthropogenic load and social aspects affecting the adaptive resilience of the city;
- to explore the global context and local specifics of the formation of climate resilience;
- to explore the possibility of implementing new approaches, technologies and risk management systems that will be key to developing and implementing

measures to increase resilience, reduce risks, save resources, improve the quality of life and ensure sustainable development of the city of Kyiv.

Object of research: the urbanized environment of the city of Kyiv and its vulnerability to the effects of climate change.

Subject of research: processes, mechanisms and tools for building the resilience of the city of Kyiv to the consequences of climate change, as well as the interaction of natural, socio-economic and infrastructural factors that determine the level of climate adaptability of the urban environment.

Research methods: the study used methods of analysis and synthesis to generalize theoretical approaches to climate resilience, comparative analysis, modeling, and statistical analysis.

Practical application of the results: building climate resilience is a priority for many megacities around the world. Kyiv's experience can be useful for other cities in Ukraine, as the capital often becomes a testing ground for implementing new approaches, technologies, and risk management systems.

Keywords: CLIMATE RESILIENCE, CLIMATE CHANGE, ADAPTATION, SUSTAINABLE DEVELOPMENT, URBANIZED ENVIRONMENT, EXTREME WEATHER PHENOMENA, NATURE-BASED SOLUTIONS, KYIV, URBAN INFRASTRUCTURE

ЗМІСТ

ВСТУП	
РОЗДІЛ 1	
ТЕОРЕТИКО – МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	
1.1 Зміни клімату як глобальний виклик сучасності	
1.2. Урбанізовані території як системи, вразливі до кліматичних ризиків	
1.3 Поняття кліматичної стійкості та адаптивної спроможності міських систем.	
1.4 Міжнародні підходи та стандарти щодо формування кліматичної стійкості	
1.5 Природоорієнтовані рішення та сучасні технології адаптації великих міст..	
РОЗДІЛ 2	
АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТА УРАЗЛИВОСТІ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ м. КИЄВА	
2.1. Кліматичні особливості Києва та їх зміна за останні десятиліття	
2.2. Аналіз температурних трендів, опадів, екстремальних погодних явищ	
2.3. Оцінка уразливості основних елементів міського середовища	
2.4. Основні антропогенні фактори, що підсилюють кліматичні ризики в Києві	
2.5. наявні програми, стратегії та політики міста, щодо адаптації кліматичних змін	
2.6. Виявлення ключових проблем та "вузьких місць" адаптивності Києва	
РОЗДІЛ 3	
НАПРЯМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ м. КИЄВА ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН	
3.1. Стратегічні принципи підвищення кліматичної стійкості урбанізованої території	
3.2. Природоорієнтовані рішення в адаптації міста	
3.3. Модернізація інженерно - технічної інфраструктури у контексті кліматичної адаптації	

3.4. Удосконалення системи управління кліматичними ризиками	
3.5. Інтеграція принципів адаптивної стійкості у міське планування та містобудівну документацію	
3.6. Пропозиції щодо покращення адаптивної спроможності Києва	
РОЗДІЛ 4	
РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ «Green Rout: Застосунок «Зелений маршрут» для оптимізації дорожнього руху в Києві».....	
4.1. Опис ідеї проєкту.....	
4.2. Технологічний аудит ідеї проєкту.....	
4.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проєкту.....	
4.4. Створення ринкової стратегії проєкту.....	
4.5. Розроблення маркетингової програми стартап проєкту.....	
4.6. Висновки щодо розробки стартап проєкту.....	
ВИСНОВКИ.....	
ЛІТЕРАТУРА	
ДОДАТОК А Наукові публікації здобувача.....	

ВСТУП

Сучасні глобальні зміни клімату є одним із найважливіших викликів для людства та визначають необхідність перегляду підходів до розвитку міст. За даними міжнародних організацій, урбанізовані території, де проживає більша частина населення планети, є особливо вразливими до кліматичних ризиків через високу щільність забудови, інтенсивне антропогенне навантаження та концентрацію інфраструктури. Зміни температурних режимів, збільшення кількості екстремальних погодних явищ, нерівномірний розподіл опадів, часті спекотні періоди та повені — усе це актуалізує питання формування адаптивної стійкості міст до змін клімату.

Місто Київ, як один із найбільших мегаполісів Східної Європи, уже сьогодні відчуває на собі значний вплив кліматичних трансформацій. Серед найважливіших проблем — зростання середньорічної температури, збільшення кількості днів із екстремальною спекою, інтенсивні зливи, підтоплення окремих територій, зниження рівня води у Дніпрі, погіршення якості атмосферного повітря та формування «острівців тепла». Вразливість інженерних мереж, застарілість частини житлового фонду, недостатня кількість зелених насаджень та фрагментація екологічної інфраструктури посилюють негативні прояви кліматичних змін.

У цих умовах формування адаптивної стійкості міста є необхідною передумовою його сталого функціонування та розвитку. Адаптивна стійкість передбачає здатність міської системи передбачати, пом'якшувати та реагувати на кліматичні ризики, а також відновлюватися після кліматично чутливих подій. Важливим є комплексний підхід, що інтегрує управлінські, інженерно-технічні, просторово-планувальні та природоорієнтовані рішення, спрямовані на зменшення вразливості міста та підвищення його адаптивної спроможності.

Актуальність теми дипломної роботи зумовлена необхідністю науково обґрунтованих підходів до адаптації урбанізованих територій до кліматичних змін, особливо в умовах збільшення інтенсивності природних небезпек та

складності управління великим містом. Формування кліматичної стійкості Києва має не лише екологічне, а й соціально-економічне значення, оскільки впливає на якість життя населення, безпеку, інфраструктурну надійність та перспективи сталого розвитку.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО – МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

1.1 Зміни клімату як глобальний виклик сучасності

Природні зміни клімату відбуваються протягом тисячоліть і пов'язані із сонячною активністю, зміною альбедо, виверженням вулканів, коливаннями кліматичної системи, проте в загальному підсумку всі ці фактори зумовлюють лише близько 3 % змін. Сучасні ж зміни клімату майже на 95–97 % визначаються антропогенною діяльністю, особливо викидами парникових газів, зокрема вуглекислого газу (CO_2), основним джерелом якого є спалювання викопного палива для виробництва енергії, транспорту та промисловості, метану (CH_4), основне джерело якого – сільське господарство (особливо тваринництво), видобуток корисних копалин, звалища та розкладання органічних матеріалів, закису азоту (N_2O), джерело якого – сільське господарство (використання азотних добрив) і промислові процеси, фторвмісних газів (ГФВ, ПФВ), що використовуються в холодильних системах, кондиціонерах, виробництві електроніки. Досить відчутний внесок у зміну клімату мають також зміни землекористування, основними причинами яких є вирубка лісів, деградація ґрунтів, осушення боліт, що знижує здатність поглинати CO_2 [5].

Зміни клімату стали однією з центральних проблем глобального розвитку XXI століття, що охоплює природні, соціально-економічні та політичні виміри. Світова наукова спільнота констатує: зміни кліматичної системи, які наразі спостерігаються, мають яскраво виражений антропогенний характер, спричинений зростанням концентрації парникових газів в атмосфері, змінами у землекористуванні та інтенсифікацією промислової та транспортної діяльності. Ці процеси прямо впливають на темпи глобального потепління, частоту та інтенсивність екстремальних явищ, гідрологічні режими й стан біосфери в цілому.

Термін «глобальний виклик» підкреслює дві його сутності: 1) безмежність просторового впливу (наслідки перетинають національні кордони); 2) багатогранність наслідків, що охоплюють економічну безпеку, здоров'я населення, продовольчу безпеку, інфраструктуру та екосистемні сервіси. У контексті даного дослідження це визначає необхідність міждисциплінарного підходу та поєднання заходів зі скорочення викидів (мітігація) й підвищення адаптаційної стійкості територій [1].

Уряд України у 2021 році схвалив Стратегію екологічної безпеки і адаптації до зміни клімату до 2030 року; у 2025 році ухвалено план заходів на 2025–2027 роки для її реалізації –це підкреслює політичну волю до дій у сфері адаптації [2].

Зміни клімату – це складний міждисциплінарний виклик для будь-якої країни, що поєднує екологічні, соціальні та економічні аспекти, крім того, науковий консенсус свідчить про домінування антропогенних факторів у сучасному потеплінні.

Сучасні індикатори (концентрація CO₂, підвищення температури, швидкість підвищення рівня моря) демонструють триваючу тенденцію посилення кліматичних ризиків, що потребує прискорених заходів як на глобальному, так і на місцевому рівнях.

Міста є вразливими через високу концентрацію населення, економічних активів і критичної інфраструктури.

Серед основних механізмів впливу на урбанізоване середовище виділяють наступні:

Теплові хвилі та міський тепловий ефект. Підвищення частоти та інтенсивності спекотних періодів поєднується з ефектом «міського острова тепла», що веде до зростання ризиків для здоров'я, енергонавантаження (кондиціювання), та збоїв у роботі інфраструктури міського середовища [4].

Повені та зливи. Інтенсивні опади перевантажують системи водовідведення й можуть спричиняти урбаністичні паводки, особливо в долинних зонах і прибережних районах.

Деградація зелених зон і водних ресурсів. Підвищення температур та змінений режим опадів впливають на життєздатність міської рослинності та запаси прісної води.

Інфраструктурні ризики. Дороги, електромережі, водопровідні та теплові системи проектувалися під інші кліматичні умови і потребують адаптації для збереження функціональності.

Існують вже сталі практики адаптації в міському середовищі. Нижче наведено класифікацію практик адаптації, які застосовуються в містах, з прикладами заходів (табл. 1.1.).

Таблиця. 1.1. Класифікація практик адаптації

Практики адаптації	Заходи адаптації
Технічні /інфраструктурні	оновлення й резервування електромереж, водовідведення
	«зелені» інженерні рішення: інфільтраційні басейни, пермеабельні покриття
	підвищення стійкості транспортних артерій
Природні/«зелені»	створення й збереження міських лісів і парків
	зелені дахи, вертикальне озеленення
	відновлення прибережних екосистем як буферів
Управлінські та планувальні	інтеграція кліматичних ризиків у містобудівні плани
	системи раннього попередження та громадська інформованість
	фінансові механізми (страхування, кліматичні фонди)
Технологічні та іноваційні	смарт-системи моніторингу кліматичних параметрів
	цифрові моделі ризиків/ГІС-аналітика
	енергоефективні будівельні стандарти

Для великих мегаполісів, зокрема Києва, критично важливо інтегрувати заходи з адаптації в містобудівні плани, поєднуючи технічні, «зелені» та

управлінські рішення. Реалізація таких заходів вимагає політичної волі, фінансів, даних і міжвідомчої координації.

1.2 Урбанізовані території як системи, вразливі до кліматичних ризиків

Урбанізовані території – це складні соціо-екологічно-технічні системи, що об'єднують забудову, інфраструктуру, екосистеми та населення. Через щільність населення, концентрацію критичної інфраструктури та інтенсивні взаємозв'язки міста мають як високу експозицію до кліматичних загроз, так і особливу вразливість, що проявляється в суттєвих соціальних, економічних та екологічних наслідках від екстремальних подій.

Вразливість до кліматичних ризиків у містах традиційно розглядають як функцію трьох компонентів [6]:

Експозиція – наявність та ступінь впливу кліматичного фактора (напр., площі, піддані затопленню, райони з високим індексом теплового острова).

Чутливість – ступінь, у якому елементи системи (люди, будівлі, інфраструктура, екосистеми) піддаються шкоді при тому чи іншому впливі.

Адаптивна спроможність – можливість громади або системи пом'якшити негативні наслідки або відновитись після удару (планування, фінанси, інститути, соціальний капітал).

Ця трикомпонентна модель відповідає міжнародним підходам у наукових і практичних керівництвах.

Крім того, можна виділити і специфічні чинники вразливості міст, а саме:

- просторова структура та забудова – висока частка непроникних поверхонь (асфальт, бетон) збільшує стік опадів і ризик витоків, що містять антропогенне забруднення, забудова в низинах чи заплаві підвищує ризик повені.

- інфраструктурна інтеграція – взаємозалежність електропостачання, водопостачання, транспорту, телекомунікацій означає, що відмова однієї системи спричиняє каскадні впливи.

- урбаністичні мікрокліматичні явища – ефект міського теплового острова підсилює частоту та інтенсивність локальних теплових хвиль, особливо в районах із малою озелененістю.

- соціально-економічні нерівності – старші люди, малозабезпечені, мешканці неформальних поселень мають нижчу адаптивну спроможність і вищу чутливість.

- локальні екологічні ресурси – зниження площ зелених насаджень або деградація ґрунту зменшують природні опції адаптації (затримка стоку, охолодження).

Серед головних кліматичних ризиків для урбанізованих територій виділяють [7]:

- теплові хвилі та екстремальна температура – підвищена смертність, навантаження на енергосистему та охорону здоров'я;

- повені (приливні/річкові/припливові/зливові) – руйнування будівель, пошкодження доріг і систем водовідведення;

- дефіцит води та посухи – вплив на постачання питної води, технологічні процеси та міську екологію;

- каскадні техногенні ризики при екстремальних подіях (порушення роботи в енергетиці, транспорті, лікарнях, військові дії);

Для науково обґрунтованого підходу до оцінки вразливості рекомендується поєднувати кількісні та якісні методи:

- карти вразливості та GIS-аналіз (відображення експозиції/чутливості/індексів у просторі);

- індекси вразливості – агреговані показники, що поєднують демографічні, інфраструктурні та екологічні індикатори (наприклад, Heat Vulnerability Index);

- оцінки ризику (Vulnerability and Risk Assessments, VRA) за методиками UN-Habitat/CRPT або локальними адаптаційними рамками;

- моделювання гідрології/мікроклімату для прогнозу повеней і теплових хвиль [8].

Таким чином, урбанізовані території мають поєднання високої експозиції та часто обмеженої адаптивної спроможності, через що зміни клімату призводять до значних ризиків для життєздатності міст [9].

1.3 Поняття кліматичної стійкості та адаптивної спроможності міських систем

Кліматична стійкість міст є одним з ключових напрямів сучасних досліджень та практичної екологічної політики. Урбанізовані території, у яких проживає понад 55 % населення світу, є осередками підвищеної вразливості до змін клімату, включно з тепловими хвилями, повеннями, дефіцитом води, деградацією зелених зон та інфраструктурними ризиками [10]. У цьому контексті формування кліматичної стійкості та адаптивної спроможності стає необхідною умовою забезпечення сталого розвитку міст.

Під кліматичною стійкістю міських систем розуміють здатність міста протистояти, поглинати, адаптуватися та швидко відновлюватися після кліматичних та погодних потрясінь, зберігаючи функціональність критичної інфраструктури, соціальних та екологічних систем.

За визначенням Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (англ. Intergovernmental Panel on Climate Change) (далі – МГЕЗК (IPCC)), стійкість охоплює як реактивні (відновлення після події), так і превентивні (зниження ризику) процеси [11].

Серед ключових компонентів кліматичної стійкості можна виділити наступні:

- стійкість інфраструктури (електромережі, водопостачання, транспорт);
- екологічна стійкість (зелені насадження, водні екосистеми);
- соціальна стійкість (захист населення, адаптація вразливих груп);
- управлінська стійкість (наявність стратегій, планів дій).

Адаптивна спроможність – це здатність системи прогнозувати, планувати та впроваджувати заходи, що зменшують вразливість до кліматичних впливів.

У міському контексті цей термін включає:

- інституційні можливості (наявність нормативної бази, стратегій, фінансування);
- технологічні можливості (інноваційні рішення, системи моніторингу);
- соціальні можливості (освітні кампанії, підготовка населення);
- економічні можливості (ресурси та інвестиції в інфраструктуру).

За матеріалами сайту Програми Організації Об'єднаних Націй по населеним пунктам UN-Habitat [12], адаптивна спроможність є базовою умовою для реалізації комплексної міської адаптації.

Адаптивна спроможність є фундаментом кліматичної стійкості міста. Вона визначає можливість:

- передбачити кліматичні ризики;
- зменшити потенційні збитки;
- формувати довгострокові адаптаційні стратегії;
- збільшувати еластичність і відновну здатність інфраструктурних та соціальних систем.

Таким чином, адаптивна спроможність виступає активною складовою, тоді як стійкість – інтегральним результатом дії заходів.

Для досягнення практичних результатів формування адаптивної спроможності міських систем можна застосувати такі основні групи інструментів, як:

- технічні: модернізація інфраструктури, пермеабельні покриття, системи водовідведення;
- екосистемні: зелені дахи, міські ліси, водно-болотні системи;
- управлінські: кліматичні стратегії, системи раннього попередження;
- соціальні: інформування населення, центри охолодження [13].

Підсумовуючи наведене, можна стверджувати, що кліматична стійкість та адаптивна спроможність – взаємопов'язані поняття, які визначають здатність міста функціонувати в умовах кліматичних змін. Розвиток адаптаційних стратегій, модернізація інфраструктури, екосистемні рішення та залучення громади є ключовими напрямками підвищення міської стійкості.

1.4 Міжнародні підходи та стандарти щодо формування кліматичної стійкості

Зміна клімату – глобальний, міжсекторальний виклик. Мова йде не лише про сектор екології, але й про енергетику, інфраструктуру, доступ до продовольства, здоров'я населення та економічну безпеку. За відсутності системного підходу до цієї надскладної проблеми, ризики не досягти цілей сталого розвитку залишаються високими.

Без міжнародних стандартів та інструментів багато ініціатив можуть бути фрагментарними та неузгодженими, з відсутністю моніторингу, аналізу та звітності, що зменшуватиме їхню ефективність.

Адаптація та кліматична стійкість – тривалий процес: потрібні механізми для постійного оцінювання, оновлення політик, врахування нових даних, фінансування, залучення громад, приватного сектору тощо.

Світова реакція на кліматичні зміни включає дві паралельні лінії: мітігацію (скорочення викидів) та адаптацію (зниження вразливості).

Основні міжнародні рамки.

1. Рамкова конвенція (далі – Конвенція) Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (UNFCCC). Ця Конвенція, прийнята у 1992 році, заклала основу для міжнародної співпраці у сфері зміни клімату. Сторони зобов'язались проводити спостереження, дослідження, збирати дані, а також інформувати суспільство та залучати громадськість до кліматичних рішень [14].

На її основі пізніше були прийняті більш конкретні інструменти та угоди (наприклад, Парижська угода), але UNFCCC лишається фундаментом, який визнає необхідність глобальної співпраці, моніторингу і адаптації.

2. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030 (Sendai DRR Framework). Хоча ця рамка спочатку не була розроблена суто як «кліматична», вона є дуже важливою для кліматичної стійкості, оскільки зміна клімату призводить до збільшення екстремальних погодних явищ – повеней, посух, штормів тощо. Sendai DRR задає підходи до зменшення ризиків, підвищення стійкості інфраструктури, громад, систем охорони здоров'я.

Пріоритети Sendai включають: розуміння ризику, управління ризиками, інвестиції в стійкість, підготовка до надзвичайних ситуацій, відновлення з урахуванням стійкості (концепція «Build Back Better»).

Ця рамка підкреслює, що адаптація/стійкість повинні бути інтегровані у політики, плани розвитку, бюджети – на всіх рівнях: національному, регіональному, локальному [13].

3. Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI). Це міжнародна коаліція (більш ніж 50 країн, міжнародні організації, банки, приватний сектор), яка спрямована на посилення стійкості інфраструктури до кліматичних та інших ризиків. CDRI важлива, оскільки частина кліматичних ризиків – це ризики для інфраструктури (транспорт, енергія, житло, вода тощо). Інвестування в «стійку до стихій інфраструктуру» – критичний елемент кліматичної стійкості та сталого розвитку [15].

4. Паризька кліматична угода. Ця Угода, посилюючи реалізацію Конвенції, у тому числі її мети, спрямована на зміцнення глобального реагування на загрозу зміни клімату в контексті сталого розвитку та зусиль з викорінення бідності. Вона встановлює орієнтир обмеження потепління «набагато нижче 2 °C» і спрямованість на 1,5 °C, а також заохочує інтеграцію фінансових потоків у низьковуглецевий та кліматостійкий розвиток.

Ще одним інструментом для управління кліматичною стійкістю є стандарти, які можна застосовувати на рівні організацій, підприємств, органів влади, громад для системного управління адаптацією до зміни клімату.

Стандарти (ISO 14090, ISO 14091 тощо) забезпечують чітку методологію для оцінки ризиків, планування адаптації, інтеграції заходів у повсякденне управління, бізнес, інфраструктуру.

Основні міжнародні стандарти для адаптації та управління кліматичними ризиками узагальнені та наведені у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Основні міжнародні стандарти для адаптації та управління кліматичними ризиками

№ з/п	Назва міжнародного документа/стандарта	Рік	Основне призначення	Ключові елементи	Інформаційне джерело
1	2	3	4	5	6
1	Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (UNFCCC)	1992	Міжнародна правова основа для боротьби зі зміною клімату	Моніторинг викидів, адаптація, міжнародна співпраця	https://www.zakon.rada.gov.ua https://www.unfccc.int
2	Паризька угода	2015	Глобальні цілі щодо скорочення викидів та зміцнення адаптації	Національні внески (NDC), підвищення кліматичної стійкості, кліматичне фінансування	https://www.unfccc.int
3	Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030	2015	Зменшення ризиків катастроф, у т.ч. кліматичних	Розуміння ризику, інвестування в стійкість, Build Back Better	https://www.un.org/sustainabledevelopment
4	Sustainable Development Goals (SDGs)	2015	Глобальні цілі сталого розвитку, включно з кліматичною стійкістю	SDG 11 (стійкі міста), SDG 13 (кліматичні дії)	https://www.un.org
5	Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI)	2019	Міжнародна коаліція для посилення стійкості інфраструктури	Методики оцінки ризиків, інвестування в стійку інфраструктуру	https://www.cdr.i.world
6	IPCC Assessment Reports Орган при ООН, що об'єднує міжурядову групу експертів по зміні клімату	1990-2023	Наукова база для політики адаптації й пом'якшення	Сценарії змін клімату, ризики, рекомендації щодо адаптації	https://www.ipcc.ch/reports/

Продовження табл. 1.2.					
1	2	3	4	5	6
7	ISO 14090:2019 «Adaptation to climate change — Principles, requirements and guidelines»	2019	Стандарт управління кліматичною адаптацією	Принципи адаптації, планування, моніторинг, інтеграція в політики	https://www.iso.org
8	ISO 14091:2021 «Adaptation to climate change — Vulnerability, impacts and risk assessment»	2021	Методика оцінки кліматичних ризиків і вразливостей	Методи аналізу ризиків, особливо для міст та громад	https://www.iso.org
9	ISO/TS 1409:2020 (en) Adaptation to climate change — Requirements and guidance on adaptation planning for local governments and communities	2020	Технічні рекомендації для місцевої адаптації (на рівні територіальних громад)	Планування адаптації, участь громад, локальні дані	https://www.iso.org
10	ISO 14097 «Framework for assessing climate finance and investments»	2021	Оцінка інвестицій у кліматичні проекти	Моніторинг кліматичних інвестицій, прозорість, звітність	https://www.iso.org
11	UN Habitat Climate Resilience Framework	2020	Рамка стійкості міст до кліматичних ризиків	Структура для міського планування, GIS-аналіз, оцінка ризиків	https://www.unhabitat.org
12	Global Covenant of Mayors for Climate & Energy (GCoM)	2015	Міжнародний рух міст за кліматичну стійкість і скорочення викидів	SECAP-плани, оцінка ризиків, інвентаризація викидів	https://www.globalcovenantofmayors.org
13	Regional Office for Europe WHO — Climate-Resilient Health Systems Framework	2016	Стійкість систем охорони здоров'я до кліматичних ризиків	Оцінка впливу клімату на здоров'я, індикатори стійкості	https://www.who.int

Продовження табл. 1.2.					
1	2	3	4	5	6
14	UNDRR Global Assessment Reports (GAR)	2011-2023	Глобальна оцінка ризиків і рекомендації щодо зменшення втрат	Глобальні ризики, вразливість інфраструктури та оціальні ризики	https://www.undrr.org
15	EU Strategy on Adaptation to Climate Change (2021)	2021	Європейська політика адаптації та стійкості	Інтеграція в будівельні норми кліматичних ризиків	https://www.ec.europa.eu

Це дозволяє країнам (або організаціям) формувати стратегії, які базуватимуться на наукових даних про клімат і ризики, передбачатимуть оцінку вразливостей та сценаріїв їх розвитку, інтегруватимуть кліматичні заходи у всі сектори економіки та державного управління, включатимуть моніторинг, звітність, коригування; забезпечуватимуть фінансове та організаційне підґрунтя через інвестиції, «зелені» фінанси, інфраструктуру, політики тощо.

1.5 Природоорієнтовані рішення та сучасні технології адаптації великих міст

Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики» визначає термін «природоорієнтовані рішення», як дії, спрямовані на захист, збереження, відновлення та забезпечення сталого використання екосистем та управління ними з метою адаптації до зміни клімату, збереження біологічного різноманіття, у тому числі забезпечення сталих засобів із зазначеною метою [16].

Спрощено, природоорієнтовані рішення можна трактувати, як заходи, що спираються на природні процеси для зменшення кліматичних ризиків, підвищення стійкості, покращення якості життя й екосистем.

У розвинених країнах давно існує практика інтеграції природоорієнтованих рішень у структуру управління урбанізованими територіями.

Природоорієнтовані рішення надають багато переваг у вирішенні низки проблем, пов'язаних зі сталим розвитком міст. Зокрема, вони допомагають обмежити вплив кліматичних змін, покращити біорізноманіття та підвищити якість навколишнього середовища, одночасно сприяючи економічній діяльності та соціальному добробуту.

Використання сірої інфраструктури домінує у розвитку міст. Але природоорієнтовані рішення, що використовують властивості природних екосистем, з'являються у містах повсюдно. Вони можуть обмежити вплив змін клімату, розширити біорізноманіття, покращити стан довкілля, без порушення економічної діяльності та з підтримкою соціального добробуту [17].

Можна виділити наступні приклади природорієнтованих рішень, що мають досить широке розповсюдження.

1. Зелені інфраструктури:

- зелені дахи (Green Roofs), що зменшують ефект теплового острова, затримують дощові води та підвищують енергоефективність будівель (Нью-Йорк, Берлін, Торонто);

- зелені стіни (Living Walls, Vertical Gardens), що очищують повітря від забруднюючих домішок, знижують температуру стін на 3–5 °C та збільшують міське біорізноманіття (Мадрид, Мілан);

- урбаністичні ліси та дерева вздовж вулиць, які поглинають CO₂, сприяють зниженню температури на 2–7 °C, зменшують навантаження на дренажні системи.

2. Системи управління дощовими водами:

- дощові садки (Rain Gardens);
- мікроландшафти, що затримують і фільтрують дощову воду;
- спеціальні канали для очищення та уповільнення стоку після злив;
- відновлення річкових русел у межах урбаністичних територій є найефективнішим рішенням проти повеней і перегріву міст (р. Чонгечхон у місті Сеул – температура навколишньої території зменшилася на 3–5 °C).

3. Відкриття водно-болотних угідь у містах дає природний захист від повеней та забезпечує поглинання до 30 т CO₂/га на рік (Роттердам, Копенгаген).

4. Зелено-блакитні коридори – мережі природних маршрутів для повітряних потоків, води та біорізноманіття (Штутгарт — система «Kaltluftschneisen» (коридори холодного повітря).

Сучасний етап розвитку міст характеризується швидкими трансформаційними змінами, зокрема в аспектах технологічних інновацій, економічних процесів, соціальної інтеграції та управлінських практик. Такі зміни мають потужний вплив на стратегії розвитку урбанізованих територій (урбаністичних регіонів), спонукаючи до перегляду традиційних підходів і адаптації до нових реалій. У динамічних умовах глобалізації та цифровізації, міста стикаються з необхідністю впровадження інноваційних проєктів, які дають змогу не тільки розв'язувати актуальні проблеми урбанізації, але й забезпечувати сталий розвиток на всіх рівнях суспільного життя: від економічного до соціального. Саме тому можна стверджувати, що інноваційні проєкти розвитку міст включають в себе широкий спектр ініціатив: від створення «розумної» інфраструктури, автоматизації управлінських процесів до інтеграції сталих екологічних практик і покращення якості життя мешканців [18].

Прикладами технології адаптації великих міст до змін клімату можна вважати наступне:

1. Розумні системи управління кліматичними ризиками:

- IoT-сенсори для моніторингу довкілля, а саме контролю якості повітря, попередження штормів, паводків, аналізу температурних аномалій (Барселона, Сінгапур);

- системи раннього попередження, які використовують дані супутників, радарів, сенсорних мереж тощо.

2. Технічні рішення для боротьби з перегрівом міст:

- світлі матеріали, що використовують у містобудуванні знижують нагрів поверхонь на 10–20 °С (Лос-Анджелес, Токіо)

- кліматично адаптивні фасади;

- матеріали зі змінною пропускною здатністю світла, фотохромні та електрохромні системи.

3. Водозберігаючі технології:

- системи повторного використання дощової води в містах;

- використання накопичувачів, підземних резервуарів, водопроникних покриттів;

- дренажні системи нового покоління (SUDS, Low-Impact Development);

- містобудівні рішення, що відтворюють природний водний цикл.

4. Технології стійкої енергетики у містах.

Таким чином, природоорієнтовані рішення можна роздивлятись у контексті трансформаційних змін, що мають багатогранний вплив на розвиток міст і впровадження інноваційних проєктів. Вони дозволяють не лише покращувати інфраструктуру та економіку міст, але й створювати умови для сталого розвитку, адаптаційної спроможності до змін клімату, підвищувати якість життя громадян і забезпечувати інклюзивність та рівність. Інноваційні проєкти, що реалізуються в контексті цих змін, стають основою для формування ефективних, стійких та інклюзивних урбаністичних середовищ, які можуть стати зразком для інших регіонів і країн, а також забезпечити успішне та збалансоване майбутнє міст [18].

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ КЛІМАТИЧНИХ ТЕНДЕНЦІЙ ТА УРАЗЛИВОСТІ УРБАНІЗОВАНОЇ ТЕРИТОРІЇ м. КИЄВА

2.1 Кліматичні особливості Києва та їх зміна за останні десятиліття

Місто Київ відноситься до I кліматичного району (Північно-західний – Полісся, Лісостеп). Місто Київ характеризувався помірно континентальним кліматом з теплим літом і м'якою зимою, оптимальною зволоженістю.

Столиця багата на водні ресурси: значні запаси підземної води; велика кількість поверхневих водних об'єктів (річок, озер, ставків).

Гідрографічна мережа району представлена р. Дніпро, річками його басейну (Десна, Либідь, Сирець, Борщегівка (Нивка), Горенка, Котурка, Віта, Любка, Коник), озерами, болотами, ставками і каналами. Характерним для режиму всіх річок є виражена весняна повінь, низька літня межень, дещо підвищені рівні води восени через сезонні дощі. Живлення річок змішане з переважаючим живленням ґрунтовими водами.

Проте процесом глобального потепління було внесено корективи у кліматичні характеристики міста. Найбільш яскраво це простежується на прикладі змін температури повітря.

У результаті аналізу зміни температури за останній кліматичний період 1991–2020 рр. у порівнянні із попереднім періодом 1961–1990 рр., який відповідав стандартним кліматичним нормам, з урахуванням рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації було зроблено ряд висновків.

За останні 30 років середня температура січня зросла на 2,4 °C відносно кліматичної норми 1961–1990 рр. Середня температура липня підвищилася на 2,0 °C у порівнянні з попереднім періодом. Це дає можливість зробити висновок, що середня температура повітря за літо та зиму у Києві в останні роки підвищилася на 1,7 °C та 1,5 °C відповідно у порівнянні з попереднім 30-ти річним періодом 1961–1990 рр. Весна та осінь у столиці потеплішали на 1,2 °C та 0,7 °C відповідно. Річна температура повітря міста зросла на 1,3 °C і складала 9,0 °C (табл. 2.1). [19].

Таблиця 2.1. Різниця між нормами середньої місячної температури повітря (°C), місячної кількості опадів (мм) у Києві по сезонах та їх тривалість

Показники	Сезони	Зима	Весна	Літо	Осінь	Рік
Температура	1991–2020	-2,5	9,4	20,4	8,7	9,0
	1961–1990	-4,0	8,2	18,7	8,0	7,7
	відхилення	1,5	1,2	1,7	0,7	1,3
Рівень опадів	1991–2020	123	147	198	150	618
	1961–1990	147	141	230	133	650
	відхилення	-24	6	-32	17	-32
Початок/ Закінчення	1991–2020	29.11- 28.02	01.03- 10.05	11.05- 15.09	16.09- 28.11	
	1961–1990	01.12- 15.03	16.03- 14.05	15.05- 08.09	09.09- 30.11	
Тривалість	1991–2020	92	71	118	74	
	1961–1990	105	60	107	83	
	відхилення	-13	11	11	-9	

Іншим важливим параметром, що впливає на клімат, є кількість опадів. Подібно до температури повітря з опадами також сталися певні зміни (табл. 2.1). Річний рівень опадів у столиці за період 1991–2020 рр. знизився на 32 мм у порівнянні з 1961–1990 роками. Серед місяців року липень став сухішим, рівень опадів впав на 20 мм. Разом з тим травень став вологішим, шар води на 1 м² (рівень опадів) збільшився на 12 мм.

Аналізуючи сезони року за рівнем опадів у Києві (табл. 2.1), можна зробити висновок, що літо найбільш зазнало впливу дефіциту опадів, проте осінь стала більш вологою в останні роки.

Зважаючи на потепління в останні роки, тривалість сезонів року у Києві за період 1991–2020 рр. дещо змінювалась (табл. 2.1). Так, літо стало довшим на 11 днів, разом з цим зима стала коротшою на 13 днів.

Взимку в Києві утворюється сніговий покрив, середня висота якого у лютому становить 5–10 см. Максимальна висота снігового покриву у столиці була відмічена на позначці 66 см у 1970 році.

Рівень сумарної сонячної радіації взимку порівняно невеликий – близько 300 МДж/м². Протягом весни цей показник збільшується і може сягати 1340–1500 МДж/м². Влітку відбувається подальше збільшення притоку тепла, і в липні–серпні рівень сумарної сонячної радіації становить близько 1720 МДж/м². Восени надходження сумарної радіації помітно знижується, у жовтні–листопаді її рівень у 1,5–2 рази менший, ніж навесні.

2.2 Аналіз температурних трендів, опадів, екстремальних погодних явищ

Температурні тренди загалом для України, як і для Києва, демонструють помітне потепління у XX–XXI столітті (табл. 2.2).

За даними Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського (далі – ЦГО) у Києві також зафіксовано частіші рекордні теплові значення, а щільність високих температур зросла в останні десятиліття (табл. 2.3).

Таблиця 2.2. Середні місячні температури повітря по м. Києву за багаторічний період [20]

Рік	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1881	-9.9	-6.2	-2.2	4.4	14.1	16.9	19.6	18.1	12.3	4.6	0.4	-4.9	5.6
1882	-1.4	-2.5	4.4	7.6	15.3	16.1	22.7	18.4	14.5	4.6	0.5	-5.6	7.9
1883	-10.2	-7.7	-3.8	4.6	14.6	19.3	21.1	18.5	16.0	8.2	3.1	-3.7	6.7
1884	-3.5	-1.6	-2.6	4.1	13.9	18.2	19.6	15.5	12.1	7.4	-1.4	0.4	6.8
1885	-6.3	-3.4	0.0	9.0	13.0	19.0	22.8	16.1	14.3	10.3	-0.5	-3.5	7.6
1886	-4.0	-8.6	-3.9	8.2	15.2	17.3	17.9	18.7	13.7	5.5	3.2	0.9	7.0
1887	-4.3	-6.2	-0.9	6.3	16.2	13.9	18.8	16.9	15.5	5.9	2.9	-1.3	7.0
1888	-8.5	-9.7	-2.1	8.5	13.9	16.6	17.7	17.2	14.0	8.6	-0.8	-7.3	5.7
1889	-9.4	-3.9	-4.8	7.4	17.4	17.9	20.7	18.0	10.6	10.2	3.3	-6.2	6.8

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1890	-4.0	-6.8	1.6	10.6	16.6	16.1	20.6	22.8	14.0	6.5	0.7	-11.9	7.2
1891	-9.0	-6.4	1.1	5.7	16.3	17.5	21.3	18.6	14.4	8.8	-2.5	-1.8	7.0
1892	-7.6	-2.3	-1.3	8.2	15.9	20.7	18.2	20.1	16.7	7.7	-1.0	-5.6	7.5
1893	-14.6	-5.2	-0.1	2.9	12.5	16.5	18.6	17.7	12.6	9.3	1.4	-2.9	5.7
1894	-8.1	-2.6	1.4	7.8	13.5	14.4	19.6	18.3	10.2	6.8	0.6	-3.9	6.5
1895	-2.0	-7.5	-1.7	5.7	13.6	17.0	20.1	18.8	12.8	9.0	1.9	-8.2	6.6
1896	-10.7	-5.1	-0.8	4.2	13.3	18.7	19.3	19.7	14.8	12.1	-1.4	-3.5	6.7
1897	-6.9	-3.9	1.1	9.6	17.4	18.5	21.8	20.3	14.6	7.1	-1.4	-5.1	7.8
1898	-2.9	-4.9	-4.4	5.2	16.4	16.0	18.2	19.4	12.0	4.9	3.5	0.7	7.0
1899	-0.3	-3.3	-0.3	8.5	14.3	14.9	19.0	16.0	14.4	7.6	3.4	-8.3	7.2
1900	-5.1	-3.2	-2.8	5.7	14.2	16.4	19.8	20.2	12.3	8.7	-0.3	-0.3	7.1
1901	-6.2	-6.4	0.5	6.9	14.6	21.6	20.1	19.6	12.2	7.8	0.7	0.0	7.6
1902	-0.4	-3.2	0.3	5.2	12.4	18.1	16.9	17.2	12.1	5.1	-3.7	-8.2	6.0
1903	-4.6	-0.2	3.8	8.3	14.5	19.0	20.0	18.6	15.1	5.8	2.9	-4.6	8.2
1904	-6.8	-1.3	-2.4	6.6	11.9	16.0	17.2	17.3	11.4	7.9	0.6	-1.2	6.4
1905	-7.4	-3.5	-1.5	5.7	15.4	19.4	18.9	19.5	13.8	6.6	3.2	-2.4	7.3
1906	-3.7	-4.7	1.9	9.9	17.9	19.1	19.3	16.5	11.6	6.5	3.4	-2.9	7.9
1907	-7.7	-8.1	-2.5	4.8	16.8	17.2	17.8	17.2	14.4	10.9	-2.3	-6.0	6.0
1908	-4.7	-2.6	-1.7	5.4	14.2	17.2	19.0	17.4	13.2	5.4	-3.4	-7.2	6.0
1909	-8.9	-9.0	-1.6	4.9	12.3	17.8	19.3	19.9	18.4	10.8	1.5	-0.8	7.1
1910	-3.4	-1.0	1.4	8.3	16.2	19.9	19.0	16.9	13.5	5.7	2.0	-0.8	8.1
1911	-6.3	-10.8	-0.9	8.2	16.1	15.0	17.0	17.6	13.0	8.0	2.9	-4.1	6.3
1912	-8.8	-6.1	2.2	5.4	11.5	18.2	17.0	17.4	11.8	2.8	0.5	0.2	6.0
1913	-5.1	-4.1	4.2	10.4	12.2	15.4	17.7	19.0	14.1	7.3	4.1	0.2	8.0
1914	-5.0	0.7	3.9	8.2	15.7	18.0	20.0	16.8	11.5	5.6	-1.9	-1.4	7.7

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1915	-2.7	-3.3	-3.0	7.9	13.8	18.1	20.0	16.6	12.2	6.2	0.9	-1.7	7.1
1916	-2.1	-2.5	0.9	8.7	12.2	16.8	18.6	16.5	12.2	7.7	1.7	-2.3	7.4
1917	-8.2	-11.0	-3.7	8.0	12.4	19.8	17.6	19.1	13.3	8.8	4.7	-3.9	6.4
1918	-2.5	-2.8	0.3	10.6	11.6	16.7	18.1	17.0	15.1	12.1	0.1	-2.9	7.8
1919	-4.6	-5.3	-0.6	9.4	10.4	16.1	18.8	16.2	17.0	6.7	-3.5	-3.7	6.4
1920	-4.6	-5.3	2.9	12.5	16.9	15.6	22.4	20.4	13.9	2.2	-2.5	-5.7	7.4
1921	-1.1	-6.5	4.8	10.6	16.6	17.9	19.6	19.8	11.8	7.9	-3.5	-5.9	7.7
1922	-8.6	-5.4	1.4	6.6	14.5	17.5	20.5	18.1	11.4	4.0	1.9	-1.7	6.7
1923	-2.6	-8.4	1.0	5.5	16.7	16.1	18.1	16.4	15.8	10.4	5.8	-3.5	7.6
1924	-11.8	-7.4	-3.5	5.3	17.7	21.3	18.2	18.6	16.9	8.1	0.5	-5.0	6.6
1925	-0.3	1.5	1.9	9.0	16.8	14.9	20.6	17.9	12.7	6.8	1.9	-4.2	8.3
1926	-5.8	-4.8	-1.9	8.6	15.0	17.5	20.1	15.5	12.6	7.6	6.1	-2.7	7.3
1927	-8.2	-6.4	1.7	7.3	12.7	19.7	20.4	20.3	16.6	8.9	1.5	-9.2	7.1
1928	-5.3	-7.9	-5.3	6.1	13.0	14.3	19.4	16.4	13.5	6.9	4.5	-2.6	6.1
1929	-8.8	-15.9	-4.6	2.0	16.7	15.4	19.0	22.8	12.3	11.8	3.3	-1.7	6.0
1930	-2.2	-3.9	2.3	9.0	14.5	17.0	17.8	18.8	13.0	9.0	4.0	-5.8	7.8
1931	-7.0	-9.9	-2.8	4.4	16.9	17.9	21.6	18.1	12.2	6.8	-0.3	-3.7	6.2
1932	-2.5	-10.3	-4.8	6.7	16.5	17.7	20.9	18.9	16.7	9.7	2.0	0.1	7.6
1933	-9.2	-5.2	-1.2	3.7	12.9	14.8	19.4	16.6	12.6	8.4	1.5	-9.4	5.4
1934	-6.4	-3.3	3.4	10.7	16.6	17.5	19.1	19.2	15.9	9.9	3.8	-6.8	8.3
1935	-9.9	-3.5	-1.1	7.8	12.5	19.2	16.9	18.4	14.4	12.4	-0.9	-1.2	7.1
1936	0.4	-5.4	2.9	7.5	16.4	19.0	25.5	18.2	12.4	4.9	1.9	-1.2	8.5
1937	-9.1	-4.3	2.1	7.9	17.4	19.5	19.8	19.2	17.8	7.5	2.6	-2.0	8.2
1938	-6.0	-3.4	3.4	6.8	14.0	18.6	22.6	21.9	15.9	10.2	4.9	-6.7	8.5
1939	-2.8	-1.0	-0.5	9.1	15.2	19.5	21.5	22.0	14.5	5.0	1.9	-3.2	8.4

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1940	-11.2	-9.5	-3.5	5.6	14.3	19.0	19.5	18.2	13.8	5.1	4.6	-5.7	5.9
1941	-9.9	-3.3	-1.6	7.3	11.4	16.0	20.4	18.4	13.8	5.0	4.6	-5.7	6.4
1942	-15.0	-8.9	-6.9	4.3	13.2	15.3	19.0	20.0	15.9	8.2	-0.9	-3.3	5.1
1943	-9.6	-3.3	0.7	9.6	12.6	17.9	17.9	20.2	15.9	8.1	-0.9	-3.0	7.2
1944	-2.1	-2.1	0.3	5.1	13.5	17.5	19.9	19.3	15.8	9.3	3.2	-4.1	8.0
1945	-7.7	-6.1	-0.4	6.9	12.8	17.1	19.2	19.1	14.3	6.6	0.6	-4.8	6.5
1946	-5.5	-3.9	0.2	9.6	16.5	21.2	20.5	22.8	15.3	3.2	-0.6	-5.8	7.8
1947	-9.7	-8.2	0.3	9.3	15.3	19.9	21.5	17.8	14.9	4.2	1.2	-0.4	7.2
1948	-1.2	-5.4	-1.0	10.2	16.7	19.9	18.5	19.6	13.8	8.3	0.6	-5.3	7.9
1949	-1.8	-2.9	-0.3	7.5	17.5	16.5	19.1	18.2	14.8	7.0	4.4	0.0	8.3
1950	-12.4	-1.2	1.1	12.9	15.8	17.5	18.9	17.2	14.6	6.5	2.4	-0.7	7.7
1951	-5.1	-6.6	0.7	10.7	13.9	19.3	20.4	20.6	15.3	4.6	2.2	-0.4	8.0
1952	-1.6	-3.1	-6.4	9.3	12.7	17.4	19.5	20.8	14.5	8.1	1.1	-3.1	7.4
1953	-4.7	-7.4	0.5	7.9	13.7	20.9	22.1	19.2	13.6	7.9	-1.6	-3.7	7.4
1954	-12.5	-13.0	0.9	5.3	15.4	21.8	20.3	20.4	16.0	7.9	1.8	-1.8	6.9
1955	-3.6	-3.1	-0.8	5.0	13.4	16.9	21.0	19.8	16.6	9.9	-0.2	-3.1	7.7
1956	-4.3	-13.1	-2.8	7.0	13.4	20.9	18.2	18.1	12.2	8.0	-2.8	-3.3	6.0
1957	-4.1	0.6	-0.3	9.3	14.6	18.9	20.3	19.1	13.7	8.0	3.0	-3.3	8.3
1958	-3.8	-1.0	-0.6	5.8	17.6	16.7	19.8	18.3	12.2	8.1	1.0	-0.5	7.8
1959	-2.1	-2.6	1.8	8.0	13.3	19.0	23.4	19.7	10.9	5.5	-0.3	-5.1	7.6
1960	-4.8	-5.0	-2.2	7.4	14.4	19.3	21.3	17.9	12.0	9.3	3.7	2.8	8.0
1961	-4.5	-1.3	3.4	9.6	13.2	20.3	20.4	18.4	13.5	8.1	2.8	-3.8	8.3
1962	-1.2	-3.8	-1.6	10.3	14.8	16.8	17.4	18.7	13.2	8.7	4.2	-4.0	7.8
1963	-13.8	-5.6	-3.9	6.4	18.2	17.4	21.6	20.9	16.5	8.7	4.4	-7.0	7.0
1964	-6.5	-7.4	-4.2	8.4	13.0	22.3	20.2	16.4	14.1	9.1	2.1	0.0	7.3

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1965	-4.8	-7.2	-0.2	5.2	12.7	17.6	18.6	17.1	14.6	6.4	-1.7	0.2	6.5
1966	-3.9	-1.8	3.3	11.5	16.4	16.9	20.7	19.5	12.7	11.5	1.2	-3.5	8.7
1967	-9.8	-6.3	1.6	9.6	17.5	18.2	20.4	18.5	15.6	11.2	4.4	-4.5	8.0
1968	-9.0	-4.4	1.0	10.4	15.1	20.1	18.0	19.4	14.1	7.0	1.0	-3.4	7.4
1969	-9.8	-7.0	-3.5	7.4	14.8	17.3	18.8	18.1	13.2	7.5	5.7	-6.5	6.3
1970	-5.5	-4.9	0.5	9.4	15.0	17.2	20.8	17.7	13.4	6.4	3.2	-2.0	7.6
1971	-3.0	-3.6	-1.7	7.4	16.1	18.1	18.4	19.1	12.1	7.2	2.1	0.9	7.8
1972	-10.9	-4.4	1.5	10.9	16.0	19.7	22.0	20.8	13.4	6.8	3.4	-0.5	8.2
1973	-6.9	-0.2	1.6	10.6	14.4	17.9	20.1	18.5	12.1	7.3	0.9	-2.6	7.8
1974	-5.7	-0.1	2.7	6.9	12.6	17.0	17.9	18.7	15.6	9.6	2.9	0.4	8.2
1975	0.4	-2.0	3.7	11.2	19.0	20.7	20.3	19.5	16.9	7.6	-0.3	-1.3	9.6
1976	-5.8	-8.7	0.0	10.2	12.6	16.2	18.1	16.5	13.3	4.2	2.6	-0.8	6.5
1977	-6.4	-1.0	2.8	8.3	15.2	17.2	19.0	16.9	11.7	7.7	4.1	-4.3	7.6
1978	-5.8	-5.2	2.3	8.7	12.6	16.6	17.1	18.0	11.9	8.1	4.7	-6.1	6.9
1979	-5.4	-6.3	2.2	6.5	17.6	21.5	16.9	19.1	14.9	5.9	0.9	-0.1	7.8
1980	-7.2	-4.4	-3.6	7.0	11.3	17.1	18.8	17.3	13.7	8.8	1.3	-1.3	6.6
1981	-	-2.2	2.0	5.4	16.1	21.1	20.8	18.3	14.2	9.6	1.8	-1.5	-
1982	-3.1	-4.9	2.0	7.0	15.1	16.9	18.5	19.3	15.7	8.7	4.0	2.2	8.5
1983	-0.5	-2.6	3.2	10.9	17.9	18.2	19.2	18.9	16.2	8.3	1.2	-1.4	9.1
1984	-2.4	-5.9	0.4	9.8	16.7	15.7	17.6	18.7	15.4	10.1	0.5	-5.0	7.6
1985	-9.5	-12.5	-3.3	9.4	17.0	16.7	17.9	20.7	12.5	8.1	-1.4	-1.3	6.2
1986	-2.7	-9.2	0.2	10.7	16.7	19.3	19.0	19.9	12.5	7.3	1.7	-3.5	7.7
1987	-13.7	-3.9	-5.7	5.0	14.2	18.2	20.3	16.4	13.3	6.8	2.2	-3.0	5.8
1988	-4.8	-3.4	1.3	8.1	15.2	18.3	21.7	18.5	14.1	7.2	-2.2	-3.1	7.6
1989	0.5	2.5	5.2	10.1	15.2	19.4	19.4	19.6	14.5	9.1	0.2	-0.2	9.6

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1990	-0.1	2.7	6.9	9.4	14.6	16.9	18.4	18.5	12.0	8.6	5.2	-2.3	9.2
1991	-1.6	-5.8	0.5	-	12.8	18.5	21.2	18.9	14.8	8.8	2.4	-2.8	-
1992	-1.8	-1.7	3.7	7.0	13.6	18.7	20.7	22.9	13.5	6.4	1.6	-3.6	8.4
1993	-1.2	-2.4	0.9	8.0	16.5	16.7	17.9	17.5	11.5	7.8	-6.0	-0.2	7.3
1994	0.1	-5.8	1.4	10.9	13.1	16.3	21.1	19.1	17.8	8.0	1.1	-3.4	8.3
1995	-3.9	2.2	3.5	8.8	14.0	20.1	20.5	19.8	13.8	9.0	-0.3	-5.4	8.5
1996	-9.8	-7.1	-3.0	9.2	18.6	18.8	19.3	19.1	11.2	8.6	6.7	-3.9	7.3
1997	-5.7	-1.1	2.1	6.1	16.1	18.3	19.4	19.2	11.8	6.2	3.2	-4.2	7.6
1998	-1.0	0.4	1.3	10.3	15.2	19.8	19.5	18.3	14.2	7.7	-3.3	-5.1	8.1
1999	-2.2	-1.5	3.2	11.7	12.8	22.6	22.7	19.3	15.8	8.2	-0.2	-0.2	9.4
2000	-4.1	0.0	1.7	12.7	15.4	17.9	19.1	20.5	12.3	9.5	4.5	1.3	9.2
2001	-1.0	-2.5	2.7	11.2	14.2	16.7	24.6	21.0	13.8	9.3	2.3	-7.3	8.8
2002	-2.6	3.7	5.5	9.9	16.5	18.4	23.9	20.1	13.9	7.0	3.9	-8.4	9.3
2003	-3.8	-6.4	0.1	6.9	19.4	18.0	21.3	19.2	14.1	6.8	3.4	-0.6	8.2
2004	-4.3	-2.6	3.9	9.1	13.2	17.7	20.5	20.1	14.2	9.3	2.9	0.1	8.7
2005	-0.6	-5.1	-1.6	10.3	16.4	17.3	21.4	20.0	16.3	9.0	2.2	-1.0	8.7
2006	-7.5	-6.1	0.0	9.7	14.4	18.4	20.9	19.9	15.5	9.7	3.4	2.4	8.4
2007	2.1	-4.2	6.3	9.0	18.4	20.4	21.3	21.5	14.8	9.4	0.6	-0.9	9.9
2008	-3.0	0.6	4.6	10.7	14.3	18.8	20.8	21.6	13.5	10.7	3.5	-0.6	9.6
2009	-3.3	-1.7	2.3	11.1	15.1	20.4	21.7	19.2	17.3	9.1	4.7	-3.2	9.4
2010	-8.8	-3.2	1.4	10.3	17.3	22.0	24.4	24.6	14.9	6.3	8.0	-4.2	9.4
2011	-2.4	-6.1	1.5	10.2	16.7	21.1	21.7	19.3	15.8	7.7	2.4	2.2	9.2
2012	-4.0	-10.0	2.5	11.8	18.1	20.0	23.6	20.4	16.2	10.1	4.6	-5.0	9.0
2013	-4,3	-0,6	-1,7	10,3	18,9	21,6	20,8	19,9	12,4	9,7	6,4	-0,2	9,4
2014	-4,8	-0,5	6,8	10,3	16,9	18,2	22,1	21,3	15,3	7,7	1,7	-2,1	9,4

Продовження табл. 2.2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2015	-0,8	-0,7	5,1	9,7	16,0	20,4	21,9	22,6	17,8	7,3	4,7	1,9	10,5
2016	-5,7	2,0	3,9	12,4	15,5	20,6	22,4	21,1	16,1	6,5	1,2	-1,5	9,5
2017	-4,9	-2,8	6,2	10,4	15,2	20,0	20,9	22,4	16,4	8,4	3,3	1,6	9,8
2018	-2,4	-3,8	-1,9	13,1	18,8	20,6	21,4	22,5	17,3	10,7	0,3	-2,2	9,5
2019	-4,5	0,6	5,1	10,6	17,0	23,6	19,8	20,7	15,9	11,1	4,6	2,7	10,6
2020	0,8	2,5	6,5	9,9	12,4	21,7	21,9	21,4	18,4	12,5	3,8	-0,5	10,9
2021	-2,5	-4,5	2,7	8,0	14,3	21,3	24,6	21,1	13,5	8,4	4,8	-1,5	9,2
2022	-1,3	1,8	2,6	8,1	14,6	21,7	20,8	22,3	12,7	10,6	3,1	-0,7	9,7
2023	-0,3	-0,2	4,8	9,6	16,0	19,6	21,5	23,8	18,8	11,4	4,1	0,7	10,8
2024	-2,6	2,9	4,8	12,8	16,3	21,5	24,3	23,1	20,6	10,9	2,7	0,0	11,4

Таблиця 2.3. Середня місячна температура повітря по м. Києву (усереднена за період 1991–2020 рр.) та амплітудність змін температури за багаторічний період [20]

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня температура, °C	-3,2	-2,3	2,5	10,0	15,8	19,5	21,3	20,4	14,9	8,6	2,6	-1,8	9,0
Середнє квадратичне відхилення	2,7	3,2	2,7	1,6	2,0	1,8	1,5	1,5	1,9	1,5	2,8	2,9	0,9
Мінімальна температура, °C	-15,0	-15,9	-6,9	2,0	10,4	13,9	16,9	15,5	10,2	2,2	-6,0	-11,9	5,1
Рік	1942	1929	1942	1929	1919	1887	1935, 1979	1884, 1926	1894	1920	1993	1890	1942
Максимальна температура, °C	2,1	3,7	6,9	13,1	19,4	23,6	25,5	24,6	18,4	12,5	8,0	2,8	10,9

Продовження табл. 2.3													
Рік	2007	2002	1990	2018	2003	2019	1936	2010	1909, 2020	2020	2010	1960	2020

Можна зробити очевидні висновки, що теплові хвилі стали частішими, довшими та інтенсивнішими. Багаторічні спостереження ЦГО за температурним режимом Києва демонструють збільшення тривалості та інтенсивності хвиль тепла в останні десятиліття. Слід зауважити, Київ входив до зон сильного навантаження під час мегахвиль 2010 та 2015 років.

Тренд за сумарною кількістю опадів загалом по Україні менш однозначний, оскільки у різних регіонах спостерігаються як зростання, так і зниження річних сумарних опадів, проте чітко помітна зміна сезонного розподілу опадів і збільшення числа інтенсивних короткотривалих злив (екстремальні опади) у тому числі і для міста Києва (табл. 2.4).

Моніторингові дослідження показують, що для України спостерігається зростання числа екстремальних опадів (EPE — extreme precipitation events), більшість яких відбуваються влітку. Такі явища становлять основне джерело повеней локального масштабу [21].

Таблиця 2.4. Середньомісячні температури повітря та рівні місячної кількості опадів у Києві (1991–2020, 2025) (за даними ЦГО) [20]

Характеристика		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня температура, °C	(1991 - 2020)	-3,2	-2,3	2,5	10,0	15,8	19,5	21,3	20,4	14,9	8,6	2,6	-1,8	9,0
	2025	2,1	-3,7	7,4	11,1	13,6	19,1	22,6	20,2	16,8	8,6	6,2		
Середнє квадратичне відхилення		5,3	-1,4	4,9	1,1	-2,2	-0,4	-0,3	-0,2	1,9	0	3,6		

Продовження табл. 2.4														
Рівень кількості опадів, мм	(1991 - 2020)	37	39	40	42	65	74	68	56	58	46	46	47	618
	2025	25	12	37	47	64	57	97	48	45	72	41		
Середнє квадратичне відхилення		-12	-27	-3	5	-1	-17	29	-8	-13	26	-5		

Щодо швидкості вітру протягом року в межах міста Києва, то даний показник залишається стабільним (табл. 2.5).

Таблиця 2.5. Середня місячна та річна швидкості вітру по м. Києву, осереднена за період 1991-2020 рр. [20] (висота флюгера 10м; М-63-10м; МАРК-10 м) та амплітудність змін швидкостей вітру за багаторічний період

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня швидкість вітру, м/с	2,9	2,9	3,0	2,7	2,4	2,3	2,2	2,0	2,2	2,3	2,6	2,7	2,5
Середнє квадратичне відхилення	0,5	0,4	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2
Коефіцієнт варіації	0,17	0,14	0,10	0,15	0,08	0,09	0,18	0,10	0,14	0,13	0,15	0,11	0,08
Мінімальна швидкість вітру, м/с	2,0	1,7	1,3	1,9	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,9
Рік	1963, 1974	1972	1978	1963	1961, 1977	1977	2005	1974	1975	2020	1975, 2020	2020	1977

Продовження табл. 2. 5													
Максимальна швидкість вітру, м/с	3,9	5,0	3,9	3,5	2,8	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,6	3,4	2,9
Рік	1983, 1993	1969	1990	2015	2006, 2007	2017	1965, 1968	1966	1985	1970	1981	1988	1983

Екстремальні погодні явища можна поділити на кілька основних блоків:

1. Екстремальні теплові хвилі. Останні два «мега»-періоди тепла (2010, 2015) продемонстрували, що Київ і центральна частина України відчували сильне та тривале тепловантаження з високими РЕТ-індексами (показники теплового стресу). Теплові хвилі стали інтенсивнішими та тривалішими.

2. Сильні зливи/повені. У період з 2010 по 2021 роки у різних регіонах України, у тому числі і в Києві, було зафіксовано кілька значних випадків екстремальних опадів і повеней.

3. Посухи та пожежі. В останнє десятиліття Київ відчував вплив посушливих періодів, які підвищували ризик, а інколи і провокували лісові та торфові пожежі. Для Києва пожежі на торфовищах носить сезонний характер [21].

2.3 Оцінка уразливості основних елементів міського середовища

На виконання пункту 2 Операційного плану реалізації у 2022-2024 роках Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363, наказом Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України № 386 від 03.06.2023 було затверджено Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату[23].

Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату (далі – Методичні рекомендації) містять рекомендації та практичні поради для

здійснення оцінки ризиків і вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату на національному, регіональному та локальному рівнях. Для кожного сектору та природної складової в цих методологічних рекомендаціях розкриті контекст і цілі оцінювання ризиків і вразливості до зміни клімату, основні впливи і ланцюжки впливів зміни клімату. Крім того, в представлених методичних рекомендаціях детально представлено приклади індикаторів ризиків і вразливості:

- ✓ індикатори кліматичних загроз,
- ✓ індикатори перебування сектору чи компоненти під дією кліматичних факторів,
- ✓ індикатори чутливості до зміни клімату,
- ✓ індикатори адаптаційної здатності сектору чи компоненти до зміни клімату.

Переліки представлених індикаторів для кожного з секторів чи компонент не є вичерпними, і можуть доповнюватися в ході проведення оцінки ризиків і вразливості, а самі індикатори можуть бути скоригованими в залежності від поточних умов оцінюваної території та наявності вхідних даних [21].

Дані Методичні рекомендації пропонуються для використання центральним та місцевим органам виконавчої влади, органам місцевого самоврядування, спеціалістам і науковцям, представникам громадськості.

Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року в Україні акцентує увагу на недостатнє урахування питань адаптації до зміни клімату та сталого природокористування під час розвитку процесу децентралізації та розширення прав громад на природні ресурси. У цьому контексті виникає необхідність визначити особливості впливу зміни клімату та потенціалу адаптації територіальних громад – жителів, об'єднаних постійним проживанням у межах села, селища або міста в Україні, або їх добровільних об'єднань.

Головним об'єктом оцінки потенційного впливу зміни клімату на територіальні громади є, безумовно, населення, тобто його здоров'я і безпека.

Але не менш важливими компонентами для оцінки виступають й умови проживання людей та середовище їхнього існування, включаючи всі аспекти життєдіяльності. Тому на етапі розробки ланцюжків впливу зміни клімату на територіальні громади виникає потреба оцінити впливи на всі сектори діяльності, які розвинені в громаді, та від яких залежить її економічна стабільність та розвиток. Перелік секторів для оцінки необхідно складати, виходячи зі специфіки самої громади, включаючи до нього як розвинуті сектори, які забезпечують основу функціонування цієї громади, так і нерозвинуті, але перспективні для розвитку. Отже, цей перелік може включати сільське господарство, промислове виробництво, видобування корисних копалин, енергетику, водні ресурси, лісові ресурси, збереження біорізноманіття, рибне господарство, транспорт та інфраструктуру, туризм та інші види діяльності, що здійснюються або можуть здійснюватися на території громади.

Оцінка ризиків і вразливості територіальних громад до зміни клімату має на меті встановити вразливість населення громад та їх потенціал до адаптації, враховуючи особливості міських та сільських територій. Об'єктами оцінки виступає як населення міст, сіл і селищ, об'єднаних у територіальні громади, так і умови їхнього проживання, роботи, дозвілля та 126 інших соціальних, економічних і екологічних аспектів життя. Таким чином, оцінка ризиків та вразливості до змін клімату для окремо взятої територіальної громади має спиратися на підходи та індикатори, розроблені для оцінки всіх інших секторів економічної діяльності (водні ресурси, енергетика, сільське господарство, лісові ресурси тощо), але в локальному масштабі та стосовно певної території, яку займає територіальна громада.

2.4 Основні антропогенні фактори, що підсилюють кліматичні ризики в Києві

Відповідно до звітів Всесвітньої метеорологічної організації з 1850-1900-х років середня температура на планеті вже піднялася на 1,2 °C. Залежно від обсягу глобальних викидів парникових газів протягом наступних років

подальше зростання середньої глобальної температури прогнозується в межах 1,5–4,3 °C від доіндустріальних рівнів до кінця XXI століття.

Глобальна зміна клімату, що спостерігається на земній кулі, не оминула й Київ. Більш того, на кліматичні умови істотно впливає саме місто і техногенні джерела теплового забруднення довкілля, такі як: теплотраси, будинки, ТЕЦ, транспорт тощо. У зв'язку з цим температура повітря у місті вища, ніж на його околицях.

Транспорт відноситься до техногенних джерел теплового забруднення довкілля. Як відомо, вплив теплових викидів транспорту великих міст викликає локальне підвищення температури повітря. Ці області атмосферного повітря з підвищеною температурою (так звані «острови тепла») над транспортними магістралями і транспортними розв'язками характеризуються нестійкістю унаслідок дії вітрів та інших атмосферних факторів. Враховуючи тенденцію до зростання кількості автотранспортних засобів у місті Києві, існує ризик збільшення теплового забруднення атмосфери.

Діяльність автотранспорту, теплоенергетичних систем та промисловості сприяє викидам забруднюючих речовин у атмосферне повітря, створює шумове забруднення та смог. Усі забруднювачі негативно впливають на організм людини: ускладнюють дихання, виникають серцево-судинні захворювання. Поряд з цим використання сучасних засобів транспорту супроводжується значним рівнем шуму, який негативно впливає на нервову систему людини, викликає безсоння, психічні порушення [24].

Перегрівання поверхні або значно вища температура повітря характерна для міських ділянок, у яких переважають штучні поверхні – заасфальтовані, забетоновані, покриття дахів.

Зростання температури в межах центральної частини міста пов'язане з ущільнення міської забудови, зменшенням рослинного покриву. Прослідковується чітко виражена тенденція зниження температури із зростанням частки зелених насаджень. Осередки найбільш високої температури приурочені саме до найменш озелених територій. Це є виробничі території у

межах промислових зон, автостоянки, крупні логістичні та торгові центри, а також, частково, території житлової і громадської забудови.

Київ постійно розвивається: збільшується кількість мешканців, збільшується кількість забудов. Це у свою чергу потребує облаштування додаткових парків, скверів, зон відпочинку та рекреації.

Зростає кількість і масштаби надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Надмірний антропогенний вплив і високий рівень техногенного навантаження на територію міста обумовлений наявністю комплексу промислових та енергетичних об'єктів, які технологічно застарілі.

Внаслідок збройної агресії росії проти України з 24.02.2022 на території міста Києва спостерігалися масові ураження вогнепальною, артилерійською та ракетною зброєю територій міських лісів та природно-заповідного фонду м. Києва. Війна вплинула на кожний компонент довкілля – на воду, повітря, ґрунти, зелені насадження, тваринний та рослинний світ.

Наслідки цього негативного впливу мають довгостроковий характер. Зокрема, пошкодження об'єктів енергетики у зимовий період м. Києва призвело до масового використання газо/дизель генераторів, пічок-буржуйок, що в свою чергу спричинило збільшення кількості забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, а також збільшення рівня шумового навантаження на довкілля від працюючих генераторів.

Зросла кількість великогабаритних будівельних відходів внаслідок руйнування житлового, громадського та промислового фондів столиці під час обстрілів ракетами та дронами. Найбільше постраждали від збройної агресії росії (особливо на початку повномасштабного вторгнення в Україну) території міських лісів КП «Святошинське лісопаркове господарство» (в тому числі території, що входять до складу національного природного парку «Голосіївський», ландшафтний заказник місцевого значення «Золотий ліс», лісовий заказник місцевого значення «Межигірсько-ПущаВодицький» тощо) та КП «Дарницьке лісопаркове господарство». Зокрема, протягом 2023 року на території лісів КП «Дарницьке лісопаркове господарство» було зафіксовано 20

випадків потрапляння боєприпасів та їхніх уламків, що спричиняло виникнення пожеж і пошкодження дерев [22].

2.5 Наявні програми, стратегії та політики міста, щодо адаптації кліматичних змін

У 2023 році рішенням Київської міської ради було створено структурний підрозділ Департамент захисту довкілля та адаптації до змін клімату виконавчого органу Київської міської ради (Київської міської державної адміністрації) (далі – Департамент) на базі Управління екології та природних ресурсів.

Зокрема, основними завданнями новоствореного Департаменту є: реалізація державної політики у сферах охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення та охорони природних ресурсів (земля, поверхневі та підземні води, атмосферне повітря, ліси, тваринний і рослинний світ), екологічної безпеки, заповідної справи, адаптації до зміни клімату і виконання вимог Рамкової конвенції ООН про зміну клімату та Паризької угоди.

У серпні 2025 року стало відомо з офіційних джерел, що Департаментом розпочато роботу над підготовкою стратегічного документу – «Оцінка ризиків та вразливості до зміни клімату м. Києва», який стане основою для формування сучасної політики міста щодо адаптації до зміни клімату.

У межах цієї роботи, за участі робочої групи, до складу якої увійшли представники наукових інституцій, структурних підрозділів Київської міської державної адміністрації, комунальних підприємств, громадських організацій та експертного середовища були проведені попередні засідання.

Такі заходи організовано у співпраці з проєктом «Capacities for Climate Action» (C4CA) / Український кліматичний офіс, який впроваджується GIZ на замовлення Федерального міністерства економіки та захисту клімату Німеччини (BMWK) в межах Міжнародної кліматичної ініціативи (IKI) та за співфінансування Європейського Союзу.

Створений документ дозволить:

- ✓ виявити найбільш вразливі до змін клімату зони міста;
- ✓ визначити основні ризики для мешканців, інфраструктури та довкілля;
- ✓ сформуванати основу для інтеграції кліматичних ризиків у просторове та містобудівне планування.

2.6 Виявлення ключових проблем та «вузьких місць» адаптивності Києва

Адаптивний потенціал міста Києва формується сукупністю природно-географічних умов, станом інфраструктури, управлінськими рішеннями та соціально-економічними характеристиками населення.

Проте на тлі прискорення кліматичних змін місто стикається з низкою критичних обмежень, які підвищують його вразливість і знижують спроможність до оперативного та ефективного реагування.

Нижче наведено ключові проблеми, що становлять «вузькі місця» для адаптації.

1. Інфраструктурні обмеження:

1.1. Зношеність зливової та дренажної інфраструктури.

Понад 60 % мереж водовідведення експлуатується понад нормативний строк. Недостатня пропускна здатність колекторів у центральних районах призводить до підтоплень після інтенсивних опадів. Крім того, відсутні системи локального затримання води: зелені дахи, біосвайли, дощові сади тощо.

1.2. Енергетична інфраструктура.

Висока залежність від централізованих ТЕЦ, значна зношеність тепломереж. Вразливість електромереж до пікових навантажень у період хвиль спеки (зростання споживання кондиціонуванням).

1.3. Транспортна інфраструктура

Низька пристосованість транспортних шляхів до надзвичайних погодних подій (зливи, ожеледиця). Висока частка імперативного автомобільного трафіку створює додатковий ефект теплових островів.

2. Екологічні та природно-ландшафтні обмеження:

2.1. Формування ефекту теплових островів

Надмірна щільність забудови у Дніпровському, Солом'янському та Святошинському районах. Низька кількість зелених коридорів, порушення вентиляції міста.

2.2. Урбанізаційний тиск на водні екосистеми

Скорочення водно-болотних угідь у заплавах Дніпра. Забруднення малих річок (Нивка, Сирець, Віта), що знижує їх екосистемну стійкість та роль у регулюванні стоку.

2.3. Деградація зелених насаджень

Старіння дерев, низький рівень біорізноманіття міських насаджень. Недостатня кількість нових озелених територій у районах нової щільної забудови.

3. Управлінські та інституційні «вузькі місця»:

3.1. Фрагментарність кліматичної політики

Відсутність єдиного комплексного Плану адаптації міста (декілька стратегічних документів існують окремо, але не інтегровані). Низький рівень координації між департаментами (транспорт, житлово-комунальне господарство, екологія, архітектура).

3.2. Недостатній моніторинг та відсутність систем раннього попередження

Недостатня кількість сучасних метеостанцій локального рівня. Недостатній моніторинг якості повітря, теплових аномалій, рівнів підтоплення.

Відсутність інтегрованих цифрових систем попередження для населення.

3.3. Недостатність фінансування

Нерегулярність бюджетного фінансування природоорієнтованих рішень.

Залежність від грантових міжнародних програм.

4. Соціально-економічні проблеми:

4.1. Соціальна нерівність щодо кліматичних ризиків. Деякі райони (Троєщина, Борщагівка, приватний сектор Оболоні та Осокорків) мають меншу інфраструктурну стійкість. Нерівний доступ до охолоджених громадських просторів під час хвиль спеки.

4.2. Недостатня обізнаність населення. Низька готовність населення до реагування на екстремальні події (зливи, буревії, пожежонебезпечні періоди). Відсутність системних освітніх програм.

5. Критичні території та ризикові зони:

5.1. Зони підтоплення (Нижня частина Подолу, Оболонські луки, Жуляни – Солом'янка, Русанівка та частина Березняків).

5.2. Зони перегріву. Великі транспортні вузли та новобудови з мінімальною кількістю зелених зон.

5.3. Зони з вразливою соціальною інфраструктурою. Старі житлові масиви 1960–1980-х років (Троєщина, Відрадний, Борщагівка), малозабезпечені громади, деякі райони приватної забудови.

В цілому, Київ має значний потенціал для зміцнення адаптивності, але важливі «вузькі місця» суттєво обмежують цю здатність.

РОЗДІЛ 3. НАПРЯМИ ТА ІНСТРУМЕНТИ ФОРМУВАННЯ АДАПТИВНОЇ СТІЙКОСТІ м. КИЄВА ДО КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

3.1 Стратегічні принципи підвищення кліматичної стійкості урбанізованої території

Державна політика забезпечення стійкості урбанізованих територій до змін клімату має базуватися на сучасних підходах, що вироблені міжнародною спільнотою.

Наймасштабнішою програмою зі сприяння сталому розвитку населених пунктів є Програма Організації Об'єднаних Націй для населених пунктів (ООН-Хабітат, англ. The United Nations Human Settlements Programme, UN-HABITAT).

Найбільш пріоритетними стратегіями розвитку міст в контексті забезпечення безпеки урбанізованих територій з одного боку та подолання негативних наслідків урбанізації з іншого боку, є: «Розумне місто», «Креативне місто», «Стале місто», «Інклюзивне місто» та «Еластичне місто» [25].

Кожна із зазначених стратегій певним чином включає у себе елементи, що сприяють адаптивній стійкості міста до змін клімату. Однак, більш детально слід приділити увагу стратегіям «Розумне місто» та «Креативне місто», як основі для вибудови наступних кроків по запровадженню принципів сталості, інклюзії та еластичності.

Стратегія «Розумне місто». «Сучасні інформаційні технології розумного міста реалізують перехід до міста, яке управляється даними, що є результатом цифрової трансформації економіки і повсюдного поширення інтернету. Це означає, що в розумному місті наявна не тільки інтелектуалізація, а й цифровізація міського господарства» [26].

«Інформаційні технології увійшли в життя людини та суспільних відносин ще в кінці минулого та на початку ХХІ століття. Сьогодні більшість населення світу, зокрема міського, використовують інформаційні технології на різному рівні. Відповідно до законодавства Європейської Комісії: «розумне місто» – це місто, що докладає цілеспрямовані зусилля для новаторського використання

інформаційно-комунікаційних технологій із метою підтримки більш відкритого, різноманітного та сталого міського середовища [27].

Щорічно, Міжнародний інститут управлінського розвитку (IMD) та Сінгапурського університету технологій і дизайну (SUTD) проводять дослідження, яке оцінює міста за їхньою «розумністю» через призму технологій та якості життя для мешканців.

Головним критерієм для створення Світового рейтингу Smart City Index є багатовимірна оцінка жителів урбанізованих територій різних сфер життєдіяльності щодо відповідності міста концепції «розумного» (якість громадського транспорту, дорожня інфраструктура, доступність медицини, низький рівень злочинності, наявність та ефективність цифрових сервісів, рівень забруднення атмосферного повітря тощо).

Такі дослідження ставлять на меті виявляти та впроваджувати найкращі інноваційні практики управління містами, що збалансовують технологічний прогрес з потребою жителів урбанізованих територій у комфорті та сталості місця проживання.

Зазвичай, у рейтингу Smart City Index лідерство утримують європейські міста, такі як: Цюрих, Женева, Осло. У 2025 році у десятку лідерів увійшли Дубай, Абу-Дабі та Сінгапур. Місто Київ у рейтингу 2025 році не фігурувало [28].

Разом з тим, за інформацією розміщеною у відкритих інформаційних джерелах Київської міської державної адміністрації, у 2021 році Київ посів 82 місце та піднявся у рейтингу Smart City Index на 16 пунктів, обігнавши за темпами зростання Рим, Стамбул та Лісабон. Це є свідченням потенціальної спроможності міста Києва до застосування принципів стратегії «Розумне місто».

Нижче наведено орієнтовну класифікацію ключових інструментів «Розумного міста», спрямованих на реалізацію зазначеної стратегії у контексті стійкості до кліматичних змін.

1. Цифрові технології та інфраструктурні інструменти:

1.1. Інтернет речей (сенсори для моніторингу якості повітря, шуму, руху транспорту, «розумне» освітлення, сенсорні лічильники води та енергії, датчики наповненості контейнерів для сміття);

1.2. Геоінформаційні системи (карти інженерних мереж, моделювання територіального розвитку, транспортний аудит і теплові карти мобільності);

1.3. Міські телекомунікаційні мережі та 5G (уніфікована платформа міських сервісів);

1.4. «Цифрові двійники» міста (віртуальні моделі міської інфраструктури, прогнозування аварій і моделювання сценаріїв розвитку).

2. Управлінські та аналітичні інструменти:

2.1. Збір та аналіз даних з різних міських систем (прогнозування навантаження на транспорт, комунальні мережі, медичні служби);

2.2. Використання штучного інтелекту (оптимізація роботи громадського транспорту, аналіз відеопотоків для безпеки пересування, класифікація проблем житлово-комунальних послуг);

2.3. Платформи міського управління (інструменти для інтеграції даних між комунальними службами, моніторингові панелі для міської влади).

3. Е-урядування та цифрові публічні сервіси:

3.1. Портали та мобільні застосунки міста (оплата комунальних послуг, запис у черги, заявки на ремонт тощо);

3.2. Системи електронної демократії (Е-петиції, Е-голосування на міських платформах);

3.3. Відкриті дані (реєстри транспорту, інфраструктури, закупівель, відкриті дані для бізнесу й аналітичних центрів).

4. Інструменти для транспортної системи Smart Mobility:

4.1. Інтелектуальні транспортні системи (адаптивне світлофорне регулювання, контроль пріоритету для громадського транспорту, моніторинг дорожнього руху);

4.2. Міські системи інтеграції різних видів транспорту в єдиний застосунок з використанням єдиного електронного квитка;

4.3. Електромобільність (мережі зарядних станцій, автобуси на електротязі).

5. Екологічні інструменти та стале управління.

5.1. Системи моніторингу довкілля (якість повітря, радіаційний фон, вологість ґрунтів, рівень води у річках);

5.2. Розумне управління відходами (сенсорні баки, оптимізація маршрутів для сміттєвозів);

6. Соціальні інструменти та взаємодія з громадою:

6.1. Цифрова участь громадян (мобільні додатки для оцінки якості муніципальних послуг);

6.2. Платформи безпеки (системи міського відеоспостереження, ШІ-аналітика подій, системи оповіщення населення);

6.3. Освітні ініціативи (хаби інновацій та стартапів).

Щодо Стратегії «Креативне місто», то «Концепцію «креативного міста» ще наприкінці 1980-х у своїй праці «The Creative City: A Toolkit for Urban Innovators» представив британський дослідник Чарльз Лендрі. З того часу ця ідея стала глобальним рухом, який втілює нову парадигму міського планування. Чарльз Лендрі стверджує, що культура творчості залежить від критичної маси людей, які зацікавлені у спільній роботі та впровадженні змін. Він заохочує використання уяви та креативу в державних, приватних і суспільних сферах, тим самим створюючи банк ідей для можливостей і потенційних вирішень будь-якої міської проблеми. Суть концепції креативного міста полягає у тому, що кожне поселення – незалежно в якій країні воно знаходиться – може функціонувати більш творчо та інноваційно» [29].

Креативні стратегії (від англ. creative – творчий) – це стратегії розвитку міста, що використовують певні інноваційні ідеї, творчий підхід до вирішення проблем, як правило, з акцентом на розвиток культури, мистецтва, збереження історичної спадщини, підтримку визначних особливостей міста та розвиток його унікальності. Креативні стратегії використовуються неоднаково в різних

містах та в різних культурних контекстах і не мають однозначного пояснення [30].

Одним із найпопулярніших проєктів, що впроваджує креативні стратегії розвитку міст, є «Мережа Креативних Міст ЮНЕСКО». Наголос робиться на унікальності міста, стимулюванні розвитку соціальної креативності, збереженні культурно-історичної спадщини та відмові від конкуренції між містами на користь кооперації та взаємодопомоги через створення Мережі Креативних Міст.

Цей проєкт був розроблений у 2005 р. на основі загальної Декларації ЮНЕСКО про культурне різноманіття та ініціативи всесвітнього альянсу Культурного Різноманіття 2002 року. ЮНЕСКО визначає міста по всьому світу як центри, що мають передовий досвід у розвитку галузей декоративно-прикладного мистецтва, дизайну, гастрономії, кіномистецтва, літератури, медіа мистецтв та музики [31].

У листопаді 2025 року Київ отримав статус Міста музики ЮНЕСКО та приєднався до Мережі креативних міст ЮНЕСКО (UCCN), що визнає його музичну спадщину та потенціал, відкриваючи можливості для міжнародної співпраці, розвитку креативних індустрій та залучення інвестицій, зокрема шляхом створення координаційного офісу на базі Академії ім. Глієра.

У місті Києві існує програмний документ «Комплексна міська цільова програма «Столична культура: 2025–2027 роки». Даний документ декларує, що Київ, попри повномасштабну збройну агресію, продовжує розвиток культурної сфери.

Крім того, згідно з рейтингом StartupBlink українська столиця посідає 5-те місце за розвитком інноваційної екосистеми у Східній Європі [32].

Індустріальні хакатони – один з ефективних механізмів, що надає можливість залучати науковців та їхні інноваційні ідеї до вирішення важливих завдань оптимізації урбанізованого простору, у тому числі його екологізації та кліматичної стійкості, а також забезпечити продуктивну взаємодію «наука-бізнес-влада».

3.2 Природоорієнтовані рішення в адаптації міста

Природоорієнтовані рішення (Nature-based solutions/NBS) – це спосіб задовольнити потреби людей та подолати суспільні виклики за допомогою природи у дружній до неї спосіб. Такі рішення сприяють підвищенню стійкості суспільства, громад і домогосподарств до зміни клімату, стихійних явищ, ризиків пов'язаних з нестачею води та продовольства тощо. Слід відмітити, що природоорієнтовані рішення є простими й економічно вигідними [33].

Для Києва найефективнішим буде інтегрований підхід, що поєднує технічні та природні інфраструктури.

Для адаптації Києва до змін клімату необхідно використовувати стратегії, які використовують екосистемні послуги для пом'якшення таких наслідків, як міські теплові острови, повені, посухи та втрата біорізноманіття.

В рамках міста Києва серед першочергових екосистемних підходів виділяють:

1. Боротьба з міськими тепловими островами та перегрівом:
 - збільшення кількості та якості зелених насаджень;
 - створення «зелених коридорів» (з'єднання існуючих парків (Голосіївського, Феофанії, парку Партизанської слави тощо) зеленими смугами для вентиляції міста та міграції тварин;
 - розвиток «зелених дахів» та «зелених стін»;
 - заміна асфальту на проникні покриття.
2. Управління дощовими та паводковими водами:
 - створення системи біодренажу (дощові сади, проникні покриття, влаштування трав'яних лотків замість бетонних каналів вздовж доріг, відновлення та збереження малих річок і струмків Києва);
 - збільшення кількості водойм та ставків у парках, які будуть слугувати резервуарами для накопичення води під час злив та знижуватимуть температуру повітря.
3. Пом'якшення наслідків посухи та підтримка водних ресурсів:

- збір та використання дощової води (запровадження систем збору води з дахів громадських будівель для поливу зелених насаджень);

- відмова від газонів на користь стійких до посухи багаторічних трав'янистих насаджень та квітників з місцевими видами, що вимагають мінімального поливу;

- захоронення вологи (правильне мульчування дерев і кущів, що зменшує випаровування води з ґрунту).

4. Підвищення стійкості екосистем та біорізноманіття:

- створення мережі екологічних зон (охорона та розширення територій, де природа може вільно розвиватися, наприклад, урочища, заплавні луки Дніпра);

- зменшення кількості газонів, що часто підлягають викошуванню (для формування травостоїв, що краще утримують вологу та краще поглинають CO₂);

- створення «готелів для комах» та збереження старих дерев з дуплами для підтримки популяцій запилювачів та птахів.

5. Адаптація узбережжя Дніпра:

- відмова від бетонного укріплення берегів на користь біоінженерних методів: використання живоплітної та кореневої системи прибережних рослин для закріплення ґрунту;

- відновлення заплавних лук як природних буферів, які поглинають паводкові води [34].

3.3 Модернізація інженерно-технічної інфраструктури у контексті кліматичної адаптації

Для міста Києва, як найбільшого урбанізованого центру України, характерні кліматичні виклики, такі як: підвищення середньорічної температури повітря, зростання кількості хвиль спеки, інтенсифікація короткочасних зливових опадів, збільшення ризику локальних підтоплень, а також навантаження на системи енергозабезпечення та водовідведення. За цих умов інженерно-технічна інфраструктура відіграє ключову роль у забезпеченні життєздатності міста та його адаптивної спроможності.

Модернізація інженерно-технічної інфраструктури розглядається як один із базових інструментів кліматичної адаптації, оскільки дозволяє не лише зменшити вразливість міських систем до екстремальних кліматичних явищ, але й підвищити ефективність використання ресурсів, знизити техногенні ризики та покращити якість життя населення [35].

Крім того, всі ці виклики ускладнені обставинами, спричиненими широкомасштабною збройною агресією з боку російської федерації. Високий ризик аварійних ситуацій на енергетичних об'єктах, гідротехнічних спорудах необхідно враховувати при модернізації та плануванні інновацій для покращення інженерно-технічних спроможностей життєзабезпечення Києва.

Не буде перебільшенням стверджувати, що Україна має унікальний досвід впровадження механізмів адаптивної стійкості до змін клімату на ряду з тиском екоциду по відношенню до неї.

Базуючись на світовому досвіді та обґрунтованому реальному стані інженерно-технічної інфраструктури міста Києва, можна виділити наступні основні напрями модернізації (конкретні технічні й організаційні заходи).

1. Модернізація систем стічних вод і дренажу:

- розширення пропускної спроможності каналізаційних колекторів, реконструкція насосних станцій, впровадження локальних буферних ємностей і «зелено-синіх» елементів (затримуючі заплави, дощові сади, біофільтри);
- використання пермеабельних покриттів для зменшення стоку й навантаження на колектори.

2. Природоорієнтовані рішення та масштабування площ зелених зон, водних поверхонь:

- масштабна інтеграція парків, зелених дахів, вологих заплав, коридорів для інфільтрації води та зниження ефекту теплових островів.

3. Розумні мережі та системи моніторингу:

- встановлення датчиків рівня води, температури, навантаження в енергомережах;

- впровадження систем раннього попередження та моделювання екстремальних подій.

4. Децентралізація енергопостачання й підвищення стійкості тепломереж:

- модернізація котелень до енергоефективних технологій, інтеграція відновлюваних джерел (сонце, біогаз), створення резервних автономних ділянок мережі, мікромереж для забезпечення критичних об'єктів (лікарні, насосні станції) резервним живленням.

5. Підвищення стійкості автомагістралей та функціонування громадського транспорту:

- підняття критичних ділянок доріг/мостів у зонах, де є ризик підтоплення;
- пріоритетна електрифікація громадського транспорту.

6. Запровадження раціонального та економного управління водними ресурсами:

- впровадження систем збирання дощової води;
- повторне використання оброблених стічних вод для технічних потреб [36], [37].

Всі вищезазначені заходи можуть бути впроваджені лише після ґрунтовних досліджень оцінки вразливостей до змін клімату у місті Києві. Можна стверджувати, що це глобальний, міжсекторальний проєкт, котрий потребує залучення значних фінансових інвестицій, створення науково-дослідних інституцій, а також внесення змін до нормативно-правової бази містобудівної документації.

Крім того, зазначене дослідження має враховувати у перспективі як короткострокові так довгострокові ризики, пов'язані зі збройною агресією проти України.

3.4 Удосконалення системи управління кліматичними ризиками

Ефективне управління кліматичними ризиками вимагає інтегрованого підходу до всіх організаційних процесів функціонування великої урбанізованої території.

Доцільно керуватись основними принципами, які закладені в ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи й керівні вказівки», оскільки вони можуть бути успішно застосовані в розбудові концептуального підходу до кліматичної політики міста Києва.

Виділимо наступні ключові елементи:

1. Інтегрованість. Управління ризиками повинно бути інтегрованим у всі аспекти організаційного управління містом, включаючи стратегічне планування, операційну діяльність всіх структурних підрозділів виконавчої ланки управління містом, фінанси, юридичну підтримку, інформаційні технології, а також управління проектами та змінами.

2. Комплексний підхід. Управління ризиками має бути структурованим і систематичним процесом, що забезпечує охоплення всіх аспектів діяльності.

3. Персоналізація. Система управління ризиками повинна відповідати специфіці життєдіяльності міста, враховуючи її внутрішній та зовнішній контекст. На прикладі моделі міста Києва може бути побудований унікальний кейс, притаманний виключно столиці України, що пов'язано з безпрецедентним досвідом функціонування під час відкритої повномасштабної збройної агресії.

4. Інклюзивність. Важливо залучати всіх відповідальних осіб до управління ризиками, включаючи керівників структурних підрозділів виконавчої влади міста, широку громадськість (мешканців міста), бізнес та інші зацікавлені сторони.

5. Динамічність. Влада міста повинна швидко адаптувати систему управління ризиками до змін внутрішнього та зовнішнього середовища.

6. Найкраща доступна інформація. Процес прийняття рішень щодо ризиків має базуватися на об'єктивних та достовірних даних.

7. Людський та культурний фактори. Ризик-менеджмент має враховувати поведінкові аспекти містян та гостей столиці, цінності, знання та ставлення їх до кліматичних ризиків.

8. Безперервне вдосконалення. Повинен здійснюватися регулярний перегляд та вдосконалення системи управління ризиками з урахуванням нових викликів, технологій та очікувань [38].

За останні роки Київська міська адміністрація та профільні українські організації ініціювали проведення оцінки вразливості міста Києва до кліматичних ризиків та почали інтегрувати кліматичні ризики у місцеве планування. На національному рівні Україна також розробляє та впроваджує адаптаційні документи й комунікації, що створює нормативно-інституційне підґрунтя для місцевих дій. Однак на практиці часто бракує системного інтегрованого механізму управління ризиками (є розрив між оцінкою ризиків, бюджетуванням заходів і моніторингом реалізації). В якості заходів щодо вдосконалення системи управління кліматичними ризиками столиці можна запропонувати наступну структуру (рис 3.1.).

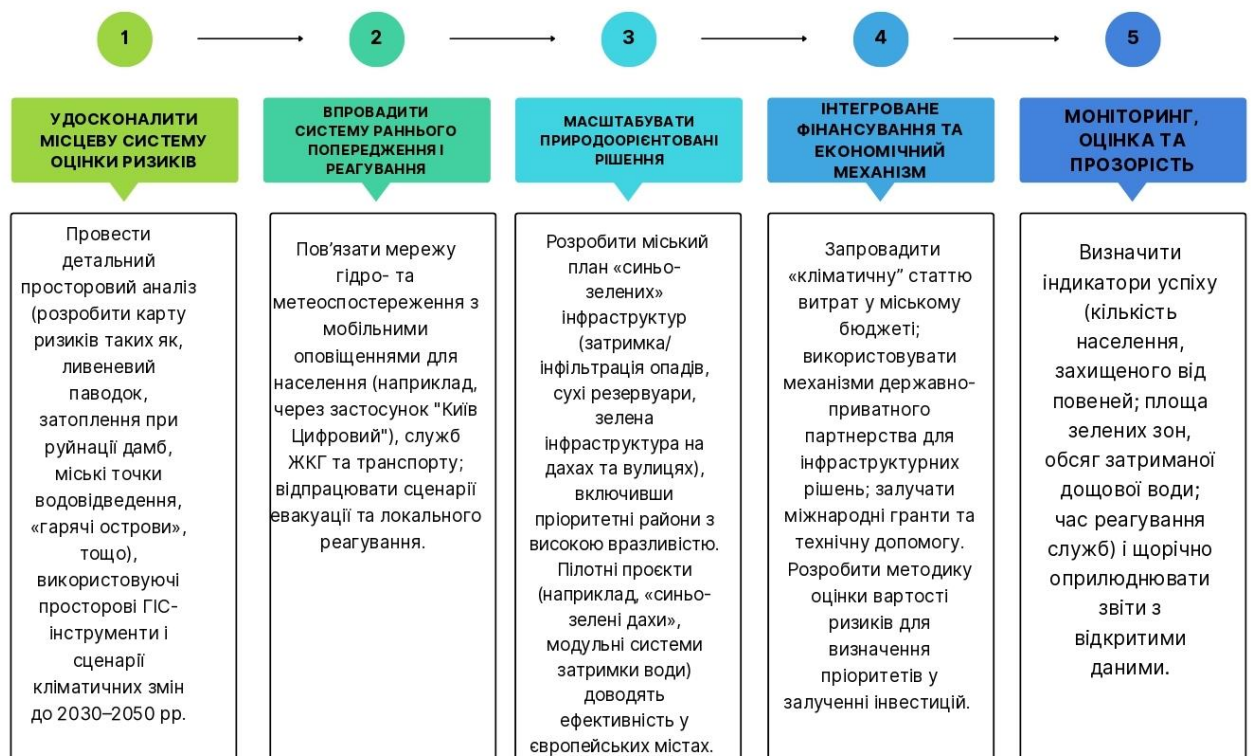


Рис. 3.1. Управління кліматичними ризиками міста Києва

Таким чином, удосконалення системи управління кліматичними ризиками для Києва має поєднувати науково обґрунтовану оцінку ризиків, інституційну координацію, природоорієнтовані рішення та стійкі фінансові механізми. Запровадження інтегрованого підходу дозволить не лише зменшити прямі збитки від екстремальних явищ, а й підвищити загальну стійкість міської системи та якість життя мешканців.

3.5 Інтеграція принципів адаптивної стійкості у міське планування та містобудівну документацію

Просторове планування відіграє ключову роль в оцінці та управлінні кліматичними ризиками, зокрема у визначенні територій, чутливих до небезпек, таких як: повені та спека. Інтеграція оцінки кліматичних ризиків у процеси планування дозволяє органам влади ухвалювати обґрунтовані рішення для мінімізації вразливості населення [39].

Затвердження Європейської перспективи просторового розвитку (European Spatial Development Perspective, ESDP) у 1999 році стало важливою віхою у зміні цілей і процедур просторового планування в Європі. Сталість стала основним принципом просторового планування. Це значно вплинуло на визначення нових видів землекористування, особливо на місцевому рівні. Застосування принципів ESDP у різних територіальних програмах [40, 41] дозволяє створити дорожню карту просторового планування, до якої мають прагнути всі урбанізовані території.

Просторове планування є критично важливим інструментом адаптації до зміни клімату, оскільки воно визначає, як землекористування та міський розвиток можуть пом'якшити ризики, пов'язані з кліматом [39].

У жовтні 2024 року було прийнято Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики» [42], який офіційно визначив природоорієнтовані рішення як дії, спрямовані на захист, збереження, відновлення та забезпечення сталого використання екосистем та управління ними з метою адаптації до зміни клімату, збереження біологічного різноманіття, у тому числі забезпечення сталих засобів із зазначеною метою.

Серед принципів державної кліматичної політики визначено, зокрема, інтеграцію державної кліматичної політики в усі сектори економіки та в усі сфери державної політики, а також у документи планування державного та/або місцевого рівнів, що регулюють питання відновлення України для подолання наслідків збройної агресії російської федерації.

В частині 1 статті 2 Закону України «Про архітектурну діяльність» [43] зазначено, що держава забезпечує умови для здійснення архітектурної діяльності також шляхом забезпечення безпеки будівництва, довговічності будинків і споруд, стимулювання заходів щодо заощадження енергії, захисту навколишнього природного середовища.

Пунктом 2 статті 22 Закону України «Про благоустрій населених пунктів» [44] визначено, що проєктування, будівництво та реконструкція об'єктів комплексного благоустрою здійснюються на основі генерального плану населеного пункту, комплексних транспортних схем та схем організації дорожнього руху, детальних планів територій, планів червоних ліній з урахуванням природно-кліматичних умов і містобудівних особливостей населеного пункту, експлуатаційних, протипожежних, екологічних та санітарних норм і правил, умов безпеки руху транспорту та пішоходів, етапності будівництва, реконструкції і капітального ремонту.

У науковій літературі вказувалося, що в об'єктивному розумінні це повинна бути процедура встановлення технічних, екологічних, історико-культурних, санітарних, пожежних та природоохоронних вимог до земельних ділянок і об'єктів, які з ними нерозривно пов'язані [46].

Таким чином, процес зонування земель не лише повинен відповідати потребам оптимізації використання території, але й забезпечувати виконання важливих екологічних та соціальних завдань. Це включає врахування екологічних ризиків, охорону довкілля, історико-культурної спадщини, а також запобігання надмірному навантаженню на інфраструктуру. Тому правильне встановлення вимог до земельних ділянок і об'єктів у межах територіальних

громад є необхідним кроком для забезпечення сталого розвитку та збереження балансу між потребами громади і природними ресурсами [39].

Основним містобудівним документом міста Києва є Генеральний план [47], який визначає стратегію просторового розвитку столиці України на довгострокову перспективу.

Він охоплює питання зонування території, розвитку транспортної інфраструктури, збереження історико-культурної спадщини та екологічного балансу. Генеральний план міста Києва розробляється відповідно до Закону України «Про регулювання містобудівної діяльності» [45] і затверджується Київською міською радою.

Чинний генеральний план Києва, затверджений рішенням Київської міської ради від 28 березня 2002 року № 370/1804, був розрахований до 2020 року [47].

За інформацією відкритих джерел засобів масової інформації, у березні 2025 року очільником Києва було підписано Проєкт завдання на оновлення Генерального плану міста Києва [48].

Даним Проєктом передбачено запровадити наступні принципи при розробленні нової містобудівної документації:

- принципи інклюзивності та безпеки;
- оборонну спроможність міста;
- розвиток системи укриттів;
- енергетичну незалежність і мобільність;
- потребу у новому житлі;
- наслідки внутрішньої міграції;
- соціальну інфраструктуру.

Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» [45] передбачає необхідність врахування екологічних ризиків у процесі розробки комплексних планів просторового розвитку території територіальної громади, генеральних планів населених пунктів. У 2021 році до закону були внесені зміни щодо інтеграції кліматичних ризиків у містобудівну документацію. Так,

зокрема, план зонування території розробляється з метою створення сприятливих умов для життєдіяльності людини, забезпечення захисту територій від надзвичайних ситуацій, запобігання надмірній концентрації населення і об'єктів виробництва, зниження рівня забруднення навколишнього природного середовища, охорони та використання територій з особливим статусом, у тому числі ландшафтів, об'єктів історико-культурної спадщини, а також земель сільськогосподарського призначення і лісів. План зонування території підлягає стратегічній екологічній оцінці (стаття 18).



Рис. 3.2. Зонування території міста Києва з точки зору запровадження природоорієнтованих рішень у містобудівній діяльності

Відповідно до плану у місті Києві пропонується створення трьох зон для запровадження природоохоронних рішень.

Зона 1 Червона. Потребує підвищеної уваги, оскільки в цій зоні в більшості зосереджені історико-культурні об'єкти, урядові квартали, бізнесцентри та інші будівлі громадського призначення. Крім того, є проблеми із застарілими, зношеними, а інколи і аварійними інженерно-технічними комунікаціями, щільною забудовою, великим транспортним навантаженням, меншою кількістю зелених зон тощо.

Зона 2 Синя. У цій зоні можна запроваджувати ширший діапазон природоорієнтованих рішень, направлених на адаптацію до змін клімату. Дана територія характеризується більшою кількістю селитебної (житлової) забудови, різноманіттям зелених зон та водних об'єктів, вільною територією з можливостями забудови.

Зона 3 Зелена. Зона широких можливостей для застосування всіх інструментів для формування стійкості до змін клімату шляхом впровадження природоохоронних рішень. Вона виходить за адміністративні межі міста Києва, що дає додаткові можливості залучати до планування міста сателіти, що входять до складу Київської агломерації.

3.6 Пропозиції щодо покращення адаптивної спроможності Києва

Пропозиції щодо покращення адаптивної спроможності міста Києва до змін клімату слід систематизувати у блоки.

1. Інституційне та управлінське посилення.

1.1 Інтеграція кліматичної адаптації в міське планування.

- обов'язкове врахування кліматичних ризиків у Генеральному плані Києва, детальних планах територій та програмах розвитку районів;
- запровадження кліматичної експертизи інфраструктурних та будівельних проєктів.

Пропонується застосувати підхід, виходячи із розділення на три зони для планування запровадження природоохоронних рішень.

Зона 1 Червона. В першу чергу, в цій зоні необхідно використати будь-які рішення для збільшення площ зелених насаджень з метою уникнення ефекту «теплових островів» з урахуванням щільності забудови та історично-культурного значення більшості будівель, а саме:

- живоплоти;
- зелені вуличні меблі;
- зелені дахи;
- зелені зупинки;
- зелені колії;
- зелені парковки;
- зелені стіни і фасади;
- кишенькові парки;
- проникні поверхні;
- резервуари для зберігання дощової води;
- системи збору води навколо дерев;
- ярусне озеленення.

Зона 2 Синя. У цій зоні можна запроваджувати ширший діапазон природоорієнтованих рішень направлених на адаптацію до змін клімату (додатково до вищенаведених).

- ярусне озеленення;
- газони за принципом «різнотрав'я»;
- простори біорізноманіття;
- міські сади та городи;
- міські екокоридори;
- міські водно-болотні угіддя;
- компостери;
- зелені перголи.

Зона 3 Зелена. Зона широких можливостей для застосування всіх інструментів для формування стійкості до змін клімату шляхом впровадження природоохоронних рішень, зокрема (додатково до наведених):

- захисні лісосмуги навколо міста.

1.2. Посилення управління ризиками у контексті переходу від реактивного реагування до превентивного управління кліматичними загрозами та використання сценарного аналізу кліматичних змін до 2030–2050 рр.

1.3. Адаптація інженерно-технічної інфраструктури:

- модернізація систем водовідведення;
- реконструкція зливової каналізації з урахуванням інтенсивніших опадів;
- впровадження локальних систем затримання та інфільтрації дощових вод.

1.4. Підвищення кліматичної стійкості будівель:

- термомодернізація житлового фонду;
- використання світлих фасадів і дахів для зменшення ефекту міського теплового острова.

1.5. Адаптація енергетичних систем:

- диверсифікація джерел енергопостачання;
- розвиток децентралізованих та відновлюваних джерел енергії.

2. Природоорієнтовані рішення.

2.1. Розвиток зелено-блакитної інфраструктури:

- збільшення площі зелених насаджень, особливо у щільно забудованих районах;

- відновлення прибережних зон Дніпра та малих річок;
- створення екологічних коридорів для покращення мікроклімату.

2.2 Захист і відновлення міських екосистем:

- збереження лісопаркових зон;
- обмеження забудови заплавних територій;
- використання рослин, стійких до посух і температурних коливань.

3. Соціальна адаптація та захист населення.

3.1. Зменшення вразливості населення до кліматичних загроз:

- створення планів дій під час хвиль спеки, повеней, сильних морозів;
- облаштування «охолоджувальних просторів» для вразливих груп населення.

3.2. Інформаційно-просвітницькі заходи:

- підвищення обізнаності мешканців щодо кліматичних ризиків;
- навчальні програми для ОСББ, бізнесу та громадських організацій.

3.3. Розвиток участі громадськості:

- залучення мешканців до проєктів зеленого благоустрою;
- підтримка локальних ініціатив адаптації на рівні мікрорайонів.

4. Цифровізація та «розумне місто»:

- використання кліматичних і геоінформаційних систем (GIS);
- моніторинг температурних коливань, опадів та підтоплень у реальному часі;
- картографування зон кліматичних ризиків.

4.1. Системи раннього попередження:

- автоматизоване інформування населення про екстремальні погодні явища;
- інтеграція з національними та міжнародними метеорологічними системами.

5. Фінансові та економічні інструменти:

- залучення міжнародного фінансування;
- участь у програмах Європейського Союзу, міжнародних кліматичних фондах;
- партнерство з міжнародними фінансовими організаціями.

6. Економічні стимули для адаптації:

- податкові пільги для зеленого будівництва;
- підтримка бізнесу, що впроваджує кліматично стійкі рішення.

Покращення адаптивної спроможності Києва до змін клімату потребує комплексного, міжсекторального та довгострокового підходу, який поєднує

інституційні реформи, модернізацію інфраструктури, природоорієнтовані рішення та активну участь громади.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЄКТУ «Green Rout: Застосунок «Зелений маршрут» для оптимізації дорожнього руху в Києві»

4.1 Опис ідеї проєкту

Проєкт Green Rout спрямований на розробку застосунку який би аналізував дані системи моніторингу стану атмосферного повітря міста на надавав рекомендації водіям автотранспорту, як спланувати свій маршрут, щоб знизити навантаження на повітряне середовище.

Використання цього застосунку сприяє реалізації двох цілей сталого розвитку: Ціль 3 Міцне здоров'я (покращуватиме стан атмосферного повітря, що знизить навантаження на стан населення вразливих категорій) та Ціль 11 Сталий розвиток міст та спільнот (гармонізує комфорт урбаністичних територій). Частково даний стартап – проєкт сприяє досягненню ще двох цілей, а саме: Ціль 13 Боротьба зі зміною клімату (зниження забруднення атмосферного басейну міста за рахунок зниження викидів від автомобільного транспорту підвищить адаптивну спроможність міста до кліматичних змін) та Ціль 15 Збереження екосистем суходолу (забруднюючі речовини, як продукт згоряння двигунів вкрай негативно впливають на зелені насадження).

Новаторство ідеї полягає у прокладанні маршруту, що є оптимальним для збереження здорового стану повітряного басейну міста Києва.

Green Rout пропонує цільовій аудиторії, а саме мешканцям урбаністичної території з населенням більше 500 тисяч, впливати на формування здорового середовища існування та покращувати якість атмосферного повітря на локальній території міста Київ.

Ідея стартапу ґрунтується на даних системи моніторингу атмосферного повітря міста Києва, які були досліджені в рамках дипломної роботи. Ключові елементи проєкту:

Дані про забруднення атмосферного повітря міста Києва в режимі реального часу. Аналіз даних, які надходять зі стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря міста Києва в режимі реального часу.

Точність визначення маршруту. Актуальні дані про транспортне навантаження на автомагістралі, інтеграція GPS - навігаторів з інформацією про аварійні ситуації на дорогах, ускладненнях руху, ремонтних роботах тощо дозволять більш ефективно вибудовувати оптимальний маршрут для еко-свідомих водіїв.

Технічні фахівці, які забезпечать безперебійне функціонування даного застосунку. Наявність у командів продукт - менеджерів, розробників, дизайнерів, маркетологів, бізнес - аналітиків, тестувальників тощо дозволять даному проєкту стати комерційно успішним та функціонально корисним.

Джерела доходу проєкту Green Rout базуються на продажу через онлайн - маркетплейси та магазини програмного забезпечення застосунку та залучення рекламного контенту для користувачів застосунку.

Переваги для клієнтів полягають у простоті інтерфейсу користувача застосунку, інтегрування з популярними картами міста, персоналізація (наприклад, прокладання маршруту для алергіків), що дозволяє адаптувати їх під конкретні потреби.

Для бізнес-користувачів, окрім вище зазначених переваг додається API для логістичних систем - інтерфейс програмування додатків, який дозволяє автоматизувати та інтегрувати логістичні процеси (наприклад, відстеження посилок, оформлення відправлень, розрахунок вартості) в різні бізнес-додатки та системи. Він надає стандартизований спосіб взаємодії між різними програмними системами, що спрощує обмін даними та керування логістикою та можливість отримувати звіти про економію палива та зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проєкту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Проєкт Green Rout спрямований на розробку застосунку який би аналізував дані системи моніторингу стану атмосферного повітря міста на надавав рекомендації водіям автотранспорту, як спланувати свій маршрут, щоб знизити навантаження на повітряне середовище.	1. Еко-свідомі водії (приватні особи) – користувачі, які шукають "зелені" маршрути для щоденних поїздок. 2. Кур'єрські служби – компанії, які хочуть оптимізувати логістику, знизити витрати на паливо та покращити еко-репутацію. 3. Таксі-сервіси (Uber, Bolt тощо) – зацікавлені у додаванні функції "екологічного маршруту" для клієнтів. 4. Муніципальні служби – для планування маршрутів сміттєвозів або громадського транспорту з мінімальним забрудненням. 5. Туристичні агенції – пропозиція "еко-туристських" маршрутів для груп. 6. Корпоративні клієнти (великий бізнес) – компанії, які піклуються про ESG-показники та безпеку співробітників.	Застосунок «Green Rout» («Зелений маршрут») дозволить мешканцям Києва впливати на формування здорового середовища існування та покращувати якість атмосферного повітря на локальній території.

Нижче наведено логотип для стартап-проєкту «Зелений маршрут» («Green Rout») (рис. 4.1).



Рис. 4.1

Використання цього застосунку сприяє реалізації двох цілей сталого розвитку: Ціль 3 Міцне здоров'я (покращуватиме стан атмосферного повітря, що знизить навантаження на стан населення вразливих категорій) та Ціль 11 Сталий розвиток міст та спільнот (гармонізує комфорт урбаністичних територій). Частково даний стартап – проєкт сприяє досягненню ще двох цілей, а саме: Ціль 13 Боротьба зі зміною клімату (зниження забруднення атмосферного басейну міста за рахунок зниження викидів від автомобільного транспорту підвищить адаптивну спроможність міста до кліматичних змін) та Ціль 15 Збереження екосистем суходолу (забруднюючі речовини, як продукт згоряння двигунів вкрай негативно впливають на зелені насадження).

Таблиця 4.2. Порівняння Green Rout з конкурентами

№ п/п	Техніко економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари/концепції конкурентів				W *	N **	S ***
		Green Rout	goRecycle	Сортуї	Save EcoBot			
1	Вартість для користувача	Безкоштовний	Безкоштовний	Безкоштовний	Безкоштовний		+	
2	Швидкість роботи застосунку	Швидкий	Повільний	Повільний	Середній	+		

3	Структура представленого асортименту (ширина та глибина)		Представ- ляє собою мапу з пунктами прийому техноло- гічних відходів (саме ламп та батарей).	Застосу- нок, який допомагає детально розібра- тися у типах відходів та правилах сортуван- ня різних організа- цій.	Екологічн ий бот для моніто- рингу інформації про дозвільні документи та процедури промислов их та інших забрудню- вачів довкілля.	+		
4	Енергоефектив ність	Висока	Середня	Середня	Середня	+		
5	Зручний інтерфейс	Зручний	Обмеже- ний	Обмеже- ний	Обмеже- ний	+		
6	Точність визначення маршруту	Середня	Висока	Висока	Висока			+
7	Доступність для різних платформ	Низька	Середня	Середня	Висока			+

* - слабка сторона

** - нейтральна сторона

*** - сильна сторона

Сильні сторони: Висока швидкість роботи, актуальність даних про забруднення, зручний інтерфейс, енергоефективність. Слабкі сторони: точність визначення маршруту, доступність для різних платформ.

Можливості: Впровадження на ринках із високими екологічними стандартами, можливість для партнерства з екологічними організаціями – співпраця для отримання ще більш актуальних даних про забруднення Ризики: високі вимоги до оновлення даних – невчасне оновлення інформації про забруднення може знизити довіру.

4.2 Технологічний аудит ідеї проєкту

У цьому підрозділі буде проведений технологічний аудит технологій, які застосовуватимуться для реалізації розробки Застосунку Green Rout (табл. 4.3).

Таблиця 4.3. Технологічна здійсненність ідеї проєкту

№ п/п	Ідея проєкту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Актуальність даних про забруднення	Застосунки реального часу часто покладаються на архітектуру, керовану подіями, для асинхронної обробки поточкових даних.	Технологія відома	Технології доступні
2	Точність визначення маршруту	Тестування застосунків реального часу вимагає специфічних підходів та інструментів. Особливість полягає в необхідності перевірки швидкодії, стабільності та точності передачі		

		даних у реальному часі. Крім загальних видів тестування, таких як функціональне тестування та тестування взаємодії користувача, існують також спеціалізовані підходи.		
3	Зручність інтерфейсу	Існує п'ять головних принципів створення інтерфейсу сучасного мобільного додатку. Перший — зосередження на користувачеві. Другий — максимум уваги візуальному дизайну. Третій — створення зручного інтерфейсу. Четвертий — оптимізація для мобільних пристроїв. І п'ятий — додавання інтерактивності.	Технології застосовуються повсякчас	Доступні на ринку
Висновки: Застосунок «Зелений маршрут» має значні переваги у швидкості, енергоефективності та актуальності даних, але потребує покращення точності маршрутів та доступності. Стратегія розвитку має зосередитись на усуненні слабких сторін і використанні можливостей для зміцнення позицій на ринку.				

Виходячи з аналізу у таблиці 4.3, технологічна здійсненність проєкту є підтвердженою, що дає змогу продовжити розробку стартап-проєкту.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап проекту

У цьому підрозділі виконують аналіз ринкового середовища для виявлення ризиків, загроз і потреб потенційних клієнтів, що допомагає точніше спрямувати розвиток проекту та знизити труднощі при виході на ринок (табл. 4.4).

Таблиця 4.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап проекту

	Характеристика
Кількість головних гравців, од.	5
Загальний обсяг продаж, млн грн.	320
Якісна оцінка динаміки ринку	За останні 10 років ринок екологічних застосунків (eco-friendly apps) стрімко зріс через збільшення обізнаності про проблеми довкілля, підтримку зелених технологій та розвиток цифрових рішень.
Наявність обмежень для входу	Необхідність мати доступ до інформації, яка може бути обмежена у період дії військового стану (геопросторові дані, дані про забруднення атмосферного повітря тощо).
Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Відсутні
Середня норма рентабельності у галузі (або ринку), %	75

За результатами аналізу, ринок не є конкурентним, але привабливим завдяки зростаючому попиту та сприятливій нормі рентабельності.

Тепер визначимо групи потенційних клієнтів, їхні характеристики та орієнтовний список вимог до технології (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап проєкту

Потреба, яку формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці потенційних клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Зменшення навантаження викидів забруднюючих речовин на повітряний басейн міста Києва	Еко-свідомі водії, кур'єрські служби, таксі - сервіси, муніципальні служби, туристичні агенції, корпоративні клієнти.	Для бізнес-користувачів важливим є зниження витрат на паливо, покращення репутації для компаній, які турбуються про EGS - показники та безпеку співробітників. Для звичайних користувачів важливим є економія палива, швидкість побудови маршруту та покращення атмосферного повітря міського середовища.	Зручний користувацький інтерфейс, швидкість оновлення даних, енергоефективність (витрати батареї), точність визначення маршруту.

З таблиці 4.5 видно, що хоча цільова аудиторія і є різномірною, її представники мають схожі вимоги до якості та доступності технології.

Тепер проведемо аналіз ринкового середовища, що включає фактори загроз та фактори можливостей для впровадження технології.

Таблиця 4.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Недостатність фінансування галузі з боку держави	Обмеженість інвестицій на довгострокове вдосконалення	Розширення мережі інвесторів та постачальників ресурсів
2	Стан енергетичної системи	Перебої в постачанні електроенергії, що впливають на продуктивність	Впровадження резервного енергоживлення, використання енергоефективних технологій
3	Війна	Руйнування інфраструктури, зменшення інвестицій, відтік кваліфікованих кадрів	Залучення міжнародних інвестицій, розробка адаптивної бізнес-стратегії. Розташування виробництва у підземних приміщеннях та підтримка віддаленої роботи
4	Мобілізація	Скорочення кількості персоналу через призов до лав ЗСУ	Розвиток автоматизації процесів, тимчасовий аутсорсинг завдань

Ця таблиця допомагає визначити загрози, які можуть виникнути при впровадженні застосунку, та розробити стратегії для управління ризиками.

Таблиця 4.7. Фактори можливостей

№ № з/п	Фактор	Зміст зможливості	Можлива реакція компанії
1	Зростаючий попит на чисте атмосферне повітря урбаністичного середовища	Споживачі потребують більш доступних і ефективних рішень	Вихід на ринок з інноваційним продуктом
2	Інноваційні технології в зниженні техногенного навантаження на стан якості атмосферного повітря	Нові технології дозволяють оптимізувати рух автотранспорту у великих містах	Розробка унікального застосунку, що буде оптимальний “зелений маршрут” в реальному часі на основі швидко отриманої інформації з датчиків системи моніторингу стану атмосферного повітря у місті Києві
3	Зацікавленість інвесторів у проектах, що підтримують сталий розвиток	Збільшення інвестицій у стартапи, що займаються зеленими технологіями	Переговори з інвесторами, участь у фінансових програмах для екологічних стартапів
4	Поствоєнна відбудова	Збільшення попиту на технології, що дозволяють адаптуватись великим урбаністичним територіям до змін клімату, особливо в умовах військового стану	Активна робота з водіями автотранспорту, комунальними підприємствами, екосвідомими підприємствами
5	Зростаюча потреба в енергоефективності	Підвищення попиту на рішення з мінімальним споживанням енергії	Розробка продуктів з низьким енергоспоживанням, акцент на інноваційні

			екологічно безпечні рішення
6	Державні та міжнародні програми підтримки бізнесу	Нові фінансові механізми для бізнесів, що працюють у складних умовах	Участь у грантових програмах, пошук партнерств з міжнародними організаціями

Надалі проводиться аналіз пропозиції у табл. 4.8. який допоможе визначити загальні риси конкуренції на ринку.

Таблиця 4.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства
1. Олігополія.	Наявність великих компаній з екологічними рішеннями у сфері ринку екологічних застосунків (eco-friendly apps)	Застосування інноваційних підходів, акцент на екологічні переваги та доступність технології
2. Національний та міжнародний.	Можливість виходу на міжнародний рівень	Реклама та просування бренду на міжнародних ринках, партнерство з іноземними компаніями
3. Внутрішньогалузева.	Присутність інших стартапів та компаній, які розвивають схожі технології	Промоція через унікальність технології, спрямування на менші, але перспективні ринки
4. Товарно-родова.	Технології, що використовуються сприяють	Позиціонування продукту як ефективного, екологічно чистого і

	збільшенню попиту на ESG-відповідальність (від бізнесів та споживачів)	простого у використанні
5. Нецінова.	Клієнти вибирають технології на основі інновацій, ефективності та наукових досягнень	Постійне вдосконалення технології, акцент на інтеграцію штучного інтелекту (AI) для персоналізації екорад, розвиток додатку з carbon footprint tracking
6. Марочна.	Ідентифікація товарів компанії за логотипом і екологічною орієнтацією	Використання бренду для підвищення довіри та обізнаності, залучення лояльних клієнтів

Ця таблиця дозволяє проаналізувати можливі дії та реакції компанії на конкурентне середовище, на основі чого я визначаю необхідні кроки для виходу компанії на ринок.

За допомогою моделі 5 сил М. Потера (табл. 4.9) можна детальніше дослідити умови конкуренції в галузі.

Таблиця 4.9. Дослідження конкуренції у галузі за М. Портером

Аналіз овані складові	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
	Застосунок «Київ цифровий», «Платформа «ЛУН», Платформа ГО «Save Dnipro» - державні установи та громадські організації які займаються моніторингом стану забруднення атмосферного повітря (наприкладі міста Київ) та висвітлюють дані на он-лайн платформах	Ринок екологічних застосунків (eco-friendly apps) стрімко зростає через збільшення обізнаності про проблеми довкілля, підтримку зелених технологій та розвиток цифрових рішень.	Власники інформації, баз даних, яку буде висвітлювати запропонований застосунок	Мешканці урбаністичних територій з населенням більше 500 тис.	Застосунки зі схожими функціями
Результат	Інтенсивність конкуренції: Мала. Сильні гравців на ринку немає, є можливість зайняти нішу.	Бар'єри для входу: Високі інвестиції, потреба у R&D.	Сила постачальників висока через обмежений доступ до інформації.	Для якісного просування використовувати у комплексі диференціацію та стратегію спеціалізації: - акцент на	Нові, ефективні та дешеві застосунки не завжди вважаються кращими

				унікальних еко-перевагах для B2C. - - - партнерства з ESG- орієнтованими компаніями для B2B.	
--	--	--	--	---	--

Проаналізувавши цю таблицю, можна зробити висновок, що ринок є конкурентним, але має перспективи для впровадження нових технологій, особливо тих, що поєднують високу ефективність, низькі витрати на обслуговування та зручність у використанні.

У таблиці 4.10 буде представлено й обґрунтовано перелік факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 4.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (з точки зору клієнтів)
Точність визначення маршруту	Основна функція застосунку — пропонувати оптимальний шлях, тому похибки у розрахунках призводять до невдоволення користувачів. Врахування не лише дистанції, а й рівня забруднення вимагає складних алгоритмів (наприклад, інтеграції даних сенсорів, прогнозування пробок)
Актуальність даних про забруднення	Індекс забруднення швидко змінюється (наприклад, через погодні умови або викиди підприємств). Застарілі дані спотворюють рекомендації, роблячи застосунок неефективним.
Швидкість роботи застосунку	Користувачі очікують миттєвих результатів (особливо під час руху).

	Складні розрахунки (маршрут + екологічний індекс) можуть сповільнювати роботу.
Зручність інтерфейсу	Складність навігації знижує лояльність користувачів. Важливо інтуїтивно відображати як маршрут, так і рівень забруднення (наприклад, кольорові шари на мапі).
Доступність для різних платформ	Частина аудиторії використовує iOS, інша — Android, а логістичні компанії можуть потребувати десктопну версію.
Енергоефективність (витрати батареї)	Постійне використання GPS і оновлення даних "їсть" заряд пристрою. Високі витрати енергії зменшують час роботи застосунку в дорозі.

У таблиці 4.10 представлені ключові фактори конкурентоспроможності, які можуть забезпечити стійку позицію застосунку на ринку подібних послуг. Застосунок має переваги у швидкості роботи та енергоефективності, але потребує уваги до актуальності даних про забруднення та покращення зручності інтерфейсу.

Наступним етапом буде проведення порівняльного аналізу (табл. 4.11), де буде оцінено сильні та слабкі сторони застосунку у порівнянні з основними конкурентами на ринку.

Таблиця 4.11. Порівняльний аналіз сильних і слабких сторін застосунку Green Rout

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1 -20	Рейтинг товарів - конкурентів у порівнянні з застосунок «Зелений маршрут» («Green Rout»)						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Точність визначення маршруту	17				В	А,Б		
2	Актуальність даних про забруднення	18			А, Б, В				
3	Швидкість роботи застосунку	15				В	А,Б		
4	Зручність інтерфейсу	14				А, В	Б		
5	Інтеграція з іншими сервісами	12				В	А,Б		
6	Енергоефективність (витрати батареї)	13			А,Б	В			

Розшифрування позначок до таблиці 4.11:

- Waze – А;
- Google maps – Б;
- HERE WeGo - В.

Після проведення порівняльного аналізу сильних та слабких сторін можна зробити висновок, що застосунок має переваги у швидкості роботи та енергоефективності, але потребує покращення у зручності інтерфейсу та актуальності даних про забруднення. Для підвищення конкурентоспроможності варто зосередитися на цих аспектах.

Аналіз сильних та слабких сторін, а також ринкових загроз і можливостей, дозволяє сформулювати SWOT-аналіз для нашого стартап-проєкту. Наступним кроком буде побудова матриці сильних (Strength), слабких (Weak) сторін, можливостей (Opportunities) та загроз (Troubles) для повного аналізу ринкових перспектив проєкту (табл. 4.12).

Таблиця 4.12. SWOT-аналіз стартап проекту

СИЛЬНІ СТОРОНИ 1. Висока швидкість роботи 2. Актуальність даних про забруднення 3. Зручний інтерфейс 4. Енергоефективність	СЛАБКІ СТОРОНИ 1. Точність визначення маршруту 2. Доступність для різних платформ 3. Нестабільність у зручності інтерфейсу
МОЖЛИВОСТІ Впровадження на ринках із високими екологічними стандартами, можливість для партнерства з екологічними організаціями – співпраця для отримання ще більш актуальних даних про забруднення.	ПРОБЛЕМИ Високі вимоги до оновлення даних – невчасне оновлення інформації про забруднення може знизити довіру.

Висновки: Застосунок «Зелений маршрут» має значні переваги у швидкості, енергоефективності та актуальності даних, але потребує покращення точності маршрутів та доступності. Стратегія розвитку має зосередитись на усуненні слабких сторін і використанні можливостей для зміцнення позицій на ринку.

Проведений SWOT-аналіз виявив ключові сильні та слабкі сторони, можливості й загрози, з якими може зіткнутися наш застосунок на ринку.

Наступним кроком стане розробка альтернативних ринкових стратегій (табл. 4.13), що допоможе ефективно вивести технологію на ринок з урахуванням потенційних викликів.

Таблиця 4.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап проекту

Альтернатива ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
Самостійний вихід на ринок	Середня - використання власних коштів, грантів, невеликі витрати на запуск	Короткострокові 3-6 місяців
Залучення грантів та програм підтримки екологічних стартапів	Висока - наявність міжнародних та національних еко-програм	Середньострокові 6-12 місяців
Партнерство з міськими органами влади та муніципалітетами	Середня - залежить від публічних процедур та політики міста	Середньо - та довгострокові 9-18 місяців
B2B- модель (співпраця з таксі, службами доставки, каршерингом)	Висока - зацікавленість бізнесу в оптимізації маршрутів і витрат	Коротко - та середньострокові 4-9 місяців
Залучення венчурних інвесторів/акселераторів	Середня - за умови наявності MVP та перших користувачів	Довгострокові 12-24 місяців

Ці альтернативи передбачають різні часові рамки та ресурси для реалізації.

Аналіз альтернатив ринкового впровадження показав, що найбільш доцільним на початковому етапі є самостійний вихід на ринок у поєднанні з B2B - моделлю та залученням грантового фінансування. Такі підходи забезпечують відносно високу ймовірність отримання ресурсів і короткі строки реалізації. Партнерство з органами місцевого самоврядування та залучення венчурних інвесторів доцільно розглядати як середньо - та довгострокову стратегію масштабування проєкту та підвищення його економічної й соціально-екологічної ефективності.

4.4 Створення ринкової стратегії проєкту

Для побудови ринкової стратегії визначимо цільові групи потенційних клієнтів та їх потреби (табл. 4.14).

Таблиця 4.14. Формування цільових груп потенційних споживачів

№ з/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Простота входу у сегмент	Які цільові групи обрано
1	2	3	4	5	6
1	Еко-свідомі водії (приватні особи) – користувачі, які шукають "зелені" маршрути для щоденних поїздок.	4*	Високий	Висока (через соцмережі та еко-спільноти)	Так
2	Кур'єрські служби – компанії, які хочуть оптимізувати логістику, знизити витрати на паливо та покращити еко-репутацію.	5*	Високий	Середня (потрібні переговори з керівництвом)	Так
3	Таксі-сервіси (Uber, Bolt тощо) – зацікавлені у додаванні функції "екологічного маршруту" для клієнтів.	4*	Середній	Висока (через API-інтеграцію)	Так
4	Муніципальні служби – для планування маршрутів сміттєвозів або громадського транспорту з мінімальним забрудненням.	3*	Низький	Низька (бюрократія, довгі угоди)	Ні
5	Туристичні агенції – пропозиція "екотуристських"	2*	Низький	Середня (непріоритетн	Ні

	маршрутів для груп.			ий напрямом)	
6	Корпоративні клієнти (великий бізнес) – компанії, які піклуються про ESG-показники та безпеку співробітників.	4*	Середній	Середня (потрібні пілотні проекти)	Так

Після побудови таблиці 4.14 було визначено, наступне:

Готовність сприйняти продукт (оцінка 1–5*)

- 5* – максимальна зацікавленість (наприклад, кур’єрські служби, де економія палива = прибуток).

- 1–2* – низька мотивація (наприклад, туристичні агенції, де екомаршрути – не ключовий пріоритет).

Орієнтовний попит

- Високий: для груп, де екологічність або економія коштів критично важливі (водії, кур’єри).

- Низький: якщо продукт не вирішує ключову проблему сегменту (муніципалітети).

Простота входу

- Висока: можливість швидкої масштабності через цифрові канали (додатки, соцмережі).

- Низька: складність роботи з держструктурами або великими корпораціями.

Чому обрані групи 1, 2, 3 та 6?

- Вони мають високу готовність до споживання та конкретні вигоди (економія, репутація, відповідність до ESG).

- Виключені групи 4 та 5 через низький попит або складність комерціалізації.

За результатами аналізу цільових груп потенційних споживачів сформовано базову стратегію розвитку (табл. 4.15).

Таблиця 4.15. Визначення базової стратегії розвитку

№ з/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	2	3	4	5
1	Фокус на B2C-ринок (приватні користувачі)	- Таргетована реклама в соцмережах (Facebook, Instagram, TikTok) - Партнерства з еко-блогерами та автоспільнотами - Безкоштовний пробний період	- Зручний інтерфейс - Інтеграція з популярними картографічними сервісами (Google Maps, Waze) - Особистий кабінет з історією маршрутів	Стратегія диференціації: акцент на унікальності (екологічність + здоров'я)
2	Розвиток B2B-напряму (логістичні компанії, таксі)	- Пілотні проекти з кур'єрськими службами - API-інтеграція з існуючими логістичними платформами - Розробка спеціалізованих функцій (звіти про економію палива)	- Висока точність даних - Можливість масштабування для великих автопарків - Підтримка корпоративних стандартів безпеки	Стратегія лідерства за витратами: пропозиція пакетних тарифів для бізнесу
3	Партнерства з міськими	- Участь у державних тендерах	- Відповідність ESG-критеріям	Стратегія спеціалізації:

	адміністраціями	на "розумні міста" - Співпраця з екологічними організаціями - Розробка спеціальних рішень для громадського транспорту	- Публічні кейси впровадження - Підтримка Open Data	стати стандартом для екологічної логістики в містах
--	-----------------	---	--	---

Після створення таблиці 4.15 було вирішено, насупне:

- Стартувати з B2C для швидкого залучення аудиторії.
- Паралельно розвивати B2B через партнерства.
- Державний сектор визначений, як довгострокова перспектива після накопичення кейсів.

Також за результатами аналізу цільових груп потенційних споживачів було визначено базову стратегію конкурентної поведінки (табл. 4.16).

Таблиця 4.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ з/п	Чи є проект «першо-прохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	2	3	4	5
1	Так	Поєднання двох підходів: - активне залучення нових клієнтів (екосвідомі водії, корпоративні клієнти) через таргетовану	Тактичне запозичення + інновації: - Копіювання зручних інтерфейсних рішень (навігація у реальному часі, голосові підказки).	Гібридна стратегія. Стратегія лідера, а саме наступальна стратегія - підкреслення

		рекламу. - переманювання клієнтів конкурентів (наприклад, користувачів Google Maps) за рахунок унікальних функцій (екомаршрути, аналіз здоров'я).	- Унікальні особливості: інтеграція з датчиками якості повітря, персоналізовані рекомендації для астматиків/алергиків.	ексклюзивності (наприклад, сертифікація "зелених" маршрутів від екологічних організацій або пакетні послуги для автопарків зі знижками за обсягом.). Стратегія заняття конкурентної ніші - стандартизація рішення для "розумних міст".
--	--	---	---	---

Відповідно до таблиці 4.16, можна зробити висновок, що компанія обирає стратегію заняття конкурентної ніші.

Підбиваючи підсумки за таблицями 4.5, 4.15 і 4.16, сформуємо стратегію позиціонування (табл. 4.17), яка допоможе створити ринкову позицію, що буде легко розпізнаватися потенційними клієнтами.

Таблиця 4.17. Визначення стратегії позиціонування

	Вимоги до товару цільової	Базова стратегія	Ключові	Вибір асоціацій,
--	---------------------------	------------------	---------	------------------

№ № з/п	аудиторії	розвитку	конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	які мають сформувати комплексну позицію власного проекту
1	2	3	4	5
1	Для B2C-аудиторії (приватні користувачі): - простий інтерфейс, інтеграція з популярними картами. - персоналізація (наприклад, маршрути для алергиків). Для B2B (бізнес): - API для логістичних систем. - звіти про економію палива та зменшення викидів.	Диференціація + стратегія спеціалізації: - акцент на унікальних еко-перевагах для B2C. - партнерства з ESG-орієнтованими компаніями для B2B.	Технологічна перевага: - реальний моніторинг забруднення. - ексклюзивність: сертифікація "зелених" маршрутів. - гнучкість: підтримка різних платформ (мобільні, веб, корпоративні рішення).	Здоров'я: Асоціація з безпечними для дихання маршрутами. Інновації: Партнерства з еко-стартапами (наприклад, виробники електромобілів). Соціальна відповідальність Співпраця з організаціями типу WHO або місцевими еко-ініціативами.

Після аналізу таблиць 4.15 - 4.17 можна зробити висновок, що при виході на ринок компанія буде орієнтуватися на активну маркетингову кампанію, яка допоможе створити ім'я бренду як надійного рішення для екологічного моніторингу.

4.5 Розроблення маркетингової програми стартап проекту

За результатами попереднього аналізу, формуємо маркетингову концепцію для стартапу. Основні елементи концепції наведені в таблиці 4.18.

Таблиця 4.18. Формування ключових переваг концепції потенційного товару

№ № з/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі, або такі, що потрібно створити)
1	2	3	4
1	Екологічність	1. Зменшення впливу автотранспорту на стан атмосферного повітря. 2. Сприяння зниженню загального рівня забруднення повітря у місті.	Перевага: Більшість навігаційних застосунків (Google Maps, Waze) оптимізують маршрут лише за часом або трафіком. "Зелений маршрут" додає екологічний фактор — обирає шлях з меншими рівнями забруднення. Конкурентна перевага: Унікальна пропозиція — зниження вуглецевого сліду маршруту як один із ключових критеріїв навігації.
2	Покращення здоров'я громадян.	1. Зменшення концентрації транспорту у найбільш забруднених районах, що знижує ризики для здоров'я.	Перевага: Інші застосунки не враховують вплив вибору маршруту на якість повітря в житлових районах. "Зелений маршрут" уникає таких зон. Конкурентна перевага: Соціально відповідальна технологія, що працює не лише на користь водія, а й на благо мешканців міста.
3	Підвищення обізнаності	1. Користувачі отримують інформацію	Перевага: Інтеграція даних про забруднення в

		про екологічну ситуацію в реальному часі, що формує екологічну свідомість.	реальному часі прямо в навігаційний інтерфейс. Конкурентна перевага: Більшість конкурентів не показують забруднення або обмежуються повідомленнями — ми ж використовуємо ці дані як основу для прийняття рішень.
4	Індивідуальна оптимізація маршрутів	1. Застосунок не лише прокладає маршрут, але й обирає найбільш екологічно безпечний шлях без значної втрати часу.	Перевага: Збалансоване врахування тривалості маршруту, трафіку й якості повітря. Конкурентна перевага: Гнучкий алгоритм маршрутизації з вибором пріоритетів користувача (екологія/час), чого немає у стандартних GPS-системах.
5	Підтримка «зеленого» іміджу користувача та компаній	1. Для корпоративного транспорту — можливість демонструвати відповідальність перед суспільством.	Перевага: Можливість для бізнесу демонструвати екологічну відповідальність, надаючи докази у вигляді звітів. Конкурентна перевага: B2B-модель інтеграції з автопарками, чого не пропонують Waze, Here, або Google Maps.
6	Інтеграція з іншими сервісами	1. Можливість поєднання з даними метеослужб, громадського транспорту, або міських систем моніторингу	Перевага: Модульна структура — легка інтеграція з метео API, системами «розумного міста», громадським транспортом.

		повітря.	Конкурентна перевага: Відкритість для колаборації на рівні міст та еко-стартапів, на відміну від закритих систем конкурентів.
7	Потенціал для розвитку Smart City	1. Частина інтелектуальної транспортної системи, що сприяє сталому розвитку міської інфраструктури.	Перевага: Дані з додатка можуть використовуватись для аналізу й планування міського трафіку. Конкурентна перевага: Застосунок як частина міської екосистеми, а не просто інструмент для водія.

Висновок до таблиці 4.18: Представлений застосунок має ряд ключових переваг, таких як екологічність, покращення здоров'я громадян, індивідуальна оптимізація маршрутів, потенціал для розвитку Smart City, інтеграція з іншими сервісами, підтримка «зеленого» іміджу користувача та компаній, підвищення обізнаності.

Таблиця 4.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
I. Товар за задумом	Основна цінність, яку отримує користувач «Зеленого маршруту» це: - оптимізація екологічно чистого маршруту – допомога у виборі шляху з мінімальним забрудненням повітря. - збереження часу та здоров'я – уникнення зон з високим рівнем шкідливих речовин.

	- екологічна свідомість – можливість робити внесок у зменшення вуглецевого сліду.
II. Товар у реальному виконанні	Застосунок має наступні технічні характеристики: відповідає ISO 14001 (екологічні стандарти), перевірено на точність маршрутизації (± 5 м), електронний дистрибутив (APK, IPA), Гарантія точності даних – 12 місяців. Вартість: безкоштовна базова версія. Габарити: 50 МБ. Експлуатація: Android 8.0+, iOS 12+.
III. Товар разом з підкріпленням	До продажу застосунку (базова версія): Налаштування маршрутів під індивідуальні потреби (наприклад, для велосипедистів або піших прогулянок). Можливість синхронізації з іншими додатками (Google Maps, екологічними базами даних). Онлайн-чат або FAQ для вирішення проблем. Після продажу застосунку (преміум версія): Регулярні оновлення для покращення точності ($-1 \rightarrow +1/+2$). Користувачі можуть ділитися своїми «зеленими» маршрутами у соцмережах. Партнерства з еко-організаціями для акцій (наприклад, «Посади дерево за 1000 км еко-шляху»).
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання:	

1. Запатентувати алгоритм маршрутизації + обфусцирувати код.
2. Зареєструвати торгову марку та запустити агресивний бренд-маркетинг.
3. Укласти ексклюзивні угоди з постачальниками даних.

Висновок до таблиці 4.19: Технологія буде представлена на ринку в двох формах — як продукт та як продукт з додатковими послугами. Це забезпечить гнучкість при впровадженні та надасть змогу забезпечити клієнтів усім необхідним для ефективного використання продукту.

Оскільки маркетингову модель вже сформовано, наступним кроком буде визначення цінових меж товару, якими в подальшому потрібно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар (табл. 4.20). Таблиця включатиме в себе аналіз цін на товари-замінники, товари-аналоги, цільовий рівень прибутку та межі встановлення ціни.

Таблиця 4.20. Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари - замітники	Рівень цін на товари аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
0–100 грн/міс. (звичайні навігатори без екомаршрутів: HERE WeGo, MapFactor)	100–200 грн/міс. (екологічні сервіси: маршрути для велосипедистів тощо)	Середній рівень: 10 000–25 000 грн/міс. (мешканці міст з власним авто)	80–220 грн/міс. (оптимальний діапазон для даного ринку)

Висновок до таблиці 4.20: Орієнтовно цінові межі для нашого продукту можуть варіюватися від 80 до 220 грн/міс залежно від обсягу та типу обслуговування, що надається разом із застосунком.

Ця маркетингова програма дозволяє системно підходити до впровадження екологічно свідомих застосунків на ринку та забезпечить конкурентні переваги для стартапу в цій галузі.

Таблиця 4.21. Формування систему збуту

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту
Прагнення економити паливо, уникати заторів і екозон, зручність і простота в користуванні	Надання доступу до додатку (мобільна або вебплатформа), техпідтримка, оновлення карт, аналіз маршрутів	Прямий збут через сайт, маркетплейси додатків (Google Play, App Store), B2B-партнерства

Висновок до таблиці 4.21: Для реалізації цієї технології буде сформована власна система збуту без залучення сторонніх посередників.

Таблиця 4.22. Концепція маркетингової комунікації

Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
Шукають швидкі маршрути, прагнуть економити пальне, цікавляться екологією та зручністю	Соціальні мережі (Facebook, Instagram), Google Ads, YouTube, автофоруми, мобільні додатки	"Обери шлях з найменшим забрудненням — збережи довкілля та свій час!"	Формування обізнаності про додаток, стимулювання завантаження	"Еко-маршрут = твій вибір дихати чистим повітрям!"

Висновок до таблиці 4.22: Для успішної комунікації з цільовими клієнтами буде використовуватися широкий спектр каналів: від інтернет-платформ до соціальних мереж. Важливим аспектом буде позиціонування продукту як інноваційного рішення, яке сприяє покращенню якості повітряного басейну міста Києва та забезпечує високу надійність.

4.6 Висновки щодо розробки стартап проєкту

В ході розробки стартапу, спрямованого на комерціалізацію використання застосунку по екологізації автомобільного трафіку у місті Києві, було визначено кілька ключових напрямків для подальшого розвитку. Застосування технологій, що дозволяють покращувати стан атмосферного повітря урбанізованих територій, має значний вплив на стан здоров'я населення. До основних перспектив входять:

- Гарні перспективи для комерціалізації. Технологія має потенціал для широкого впровадження в Києві та в інших великих містах України.
- Аналіз ризиків та можливостей. Тобто визначено, що при правильно побудованій маркетинговій та збутовій стратегії цей продукт має шанси на успіх на ринку подібних технологій, особливо екосвідомих мешканців міст та компаній, що дбають про свою репутацію.
- Подальші напрямки розвитку. Наприклад, розширити технологічні можливості, зокрема, для аналізу й планування міського трафіку та формування середовища Smart Citi.
- Таким чином, проєкт має потенціал для успішної реалізації на ринку і може стати важливим етапом в розвитку інновацій у галузі захисту довкілля та кліматичної стійкості великих міст.

ВИСНОВКИ

На глобальному рівні вирішення питань, пов'язаних із зміною клімату, на даний час регулюється Рамковою конвенцією ООН про зміну клімату та Паризькою угодою.

Крім того, збройна агресія російської федерації проти України перешкоджає ефективному впровадженню державної кліматичної політики в Україні і призводить до незворотних наслідків не лише для України, а і для європейської частини континенту та світу вцілому.

На тлі цих викликів, Київ – як найбільше місто України, її адміністративний центр, має виступити флагманом у сфері напрацювання адаптивної стійкості до змін клімату.

Слід виділити найважливіші кроки для досягнення цієї мети:

- стабільно сприятлива безпекова ситуація в країні;
- чітке нормативно – правове регулювання на всіх рівнях від загально державного до місцевого;
- достатнє фінансування з залученням міжнародних інвестицій, державних та місцевих дотацій, а також приватних донорів;
- застосування найкращих доступних технологій та методів керування;
- залучення фахівців галузі на науковій еліті до процесів планування на всіх рівнях;
- використання сучасних підходів до процесів управління, оцінки ризиків та прийняття рішень;
- забезпечення прозорості та доступності для громадянського суспільства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матеріали з Першої доповіді IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1990 р.), URL: <https://www.ipcc.ch/report/climate-change-the-ipcc-1990-and-1992-assessments/>.
2. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363-р про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року.
3. Матеріали сайту World Meteorological Organization (WMO) – прес-реліз щодо 2024 як найтеплішого року. 10 Jan 2025, URL: <https://wmo.int/>.
4. Футорна, О. А., Ольшанський, І. Г., Баданіна, В. А., Бойченко, С. Г., Тищенко, О. В., Светлова, Н. Б., Таран, Н. Ю. ПРОЕКТ «РОЗРОБКА СТРАТЕГІЇ ПОДОЛАННЯ «МІСЬКОГО ОСТРОВА ТЕПЛА» УРБОЛАНДШАФТУ КИЄВА НА ОСНОВІ ПІДБОРУ СТРЕС-ТОЛЕРАНТНИХ ВИДІВ СВІТОВОЇ ФЛОРИ». VI Міжнародна науково-практична конференція «БІОТЕХНОЛОГІЯ: ЗВЕРШЕННЯ ТА НАДІЇ», присвячена до 120-річчя НУБіП України, 246.
5. Мініна, О. В. Глобальні зміни клімату: економічні наслідки та механізм адаптації для України / О. В. Мініна, Ж. В. Дерій, Б. А. Кондратенко // Проблеми і перспективи економіки та управління. – 2025. – № 1 (41). – с. 54–69.
6. Запорожець О.І., Мовчан Я.І., Гроза В.А., Савченко В.І., Соловейкіна А.К., Карпенко С.В., Шевченко Ю.С. Чинники формування екологічного стану урбанізованого довкілля. Вісник НАУ. 2010. №4 – с.94–99
7. О. Лящук, А. Гузенко Адаптація до зміни клімату: короткий путівник для громад. Екоclub. Рівне. 2023. 38 с.
8. Матеріали сайту Climate ADAPT, URL: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en>.
9. Андрій Демиденко, радник з питань адаптації до зміни клімату, проєкт Capacities for Climate Action (C4CA) Посібник з оцінки кліматичних ризиків

міста. Підготовлено в рамках проєкту «Capacities for Climate Action Project», 2025. 34 с.

10. Основи урбаністики: методичні вказівки до вивчення навчальної дисципліни для здобувачів першого(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 106 Географія, уклад. С.Б. Куделіна. – Одеса, 2024. – 62 с.

11. Матеріали сайту AR6 Synthesis Report Climate Change 2023, URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

12. Матеріали сайту UN-HABITAT, URL: <https://unhabitat.org/world-cities-report-2022>

13. Матеріали сайту UNDRR (2015). Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, URL: <https://aidmi.org/sendai-framework-for-disaster-risk-reduction-2015-2030/>

14. Матеріали сайту Верховної Ради України, URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_044#Text

15. Матеріали сайту Coalition for Disaster Resilient Infrastructure (CDRI), URL: <https://cdri.world/>

16. Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики».

17. Матеріали сайту Лундської бібліотеки, URL: <https://lup.lub.lu.se/record/619dc3b6-badd-45be-8ad2-1007d411e246>

18. Т. Шталь, Ю. Зайцев ВПЛИВ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ЗМІН НА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ПРОЄКТІВ РОЗВИТКУ МІСТ, ISSN 2522-185X Регіональні аспекти розвитку продуктивних сил України. 2024. Вип. 29.

19. Екологічний паспорт міста Києва за 2024 рік.

20. Матеріали сайту Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського, URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua>

21. Матеріали сайту Українського кліматичного офісу, URL: <https://ukrainian-climate-office.org/wp-content/uploads/2024/12/Overall-climate-change-impact-assessment.pdf>

22. Матеріали CEO Звіту про стратегічну екологічну оцінку плану заходів на 2025–2027 роки з реалізації стратегії розвитку міста Києва до 2027 року, URL: <https://minio.kyivcity.gov.ua/kyivcity/sites/22/strategy>

23. Операційний план реалізації у 2022–2024 році Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363.

24. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363-р «Про схвалення Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року»

25.URL: http://pubadm.vernadskyjournals.in.ua/journals/2022/1_2022/1_2022.pdf

26. Білоус Є.В. Емпірична ідентифікація креативного класу в українському суспільстві. Український соціум. 2020. № 2. с. 93-109. URL: https://ukr-socium.org.ua/wp-content/uploads/2020/07/93_109_No273_2020_ukr.pdf.

27. Enabling Inclusive Cities. Tool Kit for Inclusive Urban Development. Asian Development Bank. 2017. Available at: URL: <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/223096/enabling-inclusive-cities.pdf>.

28. Матеріали сайту IMD Smart City Index, URL: https://imd.widen.net/s/psdrsvpbk7/imd_smart_city_2025_report.

29. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто: концепція, моделі, технології, стандартизація. Статистика України. 2020. № 2–3. С. 68–77. Doi: 10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.08.

30. Шевцова А.О. Креативні стратегії розвитку міст: сутність поняття та підходи до його розуміння. Український географічний журнал. 2014. № 2. С. 39–43. URL: https://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ_2014_2_39-43.pdf.

31. Creative Cities Network Annual Meeting. UNESCO. N.p., n.d. Web. 28 Apr. 2012. URL: <http://www.unesco.org/new/index.php?id=114135>

32. Електронний ресурс URL: <https://www.startupblink.com/>

33. WWF-Україна | WWF-Ukraine, URL: <https://wwf.ua>

34. Каталог природоорієнтованих рішень / авт. Кол.: М. Рябика, О. Гусакова, А. Зозуля, А. Бушовська та ін. Львів: УКМ, 2021. 116 с.
35. Матеріали електронного ресурсу, URL: <https://nbs.wwf.ua/>
36. Матеріали UNFCCC — Ukraine 1st Adaptation Communication, URL: <https://unfccc.int/sites/default/files/2025-05/Ukraine%201st%20Adaptation%20Communication.pdf>
37. Матеріали дослідження Оцінка вразливості до змін клімату: Україна, Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК), URL: https://necu.org.ua/wp-content/uploads/ukraine_cc_vulnerability.pdf
38. ISO 31000:2018 «Менеджмент ризиків. Принципи й керівні вказівки».
39. Ігнатенко І.В., Лейба Л.В. Правове регулювання просторового планування в контексті кліматичних змін, Електронне наукове видання “Аналітично-порівняльне правознавство”, вип. № 02, 2025, URL: <http://journal-app.uzhnu.edu.ua/article/view/327451/317209>
40. EU Ministers. Territorial Agenda 2030 – A future for all places. 2020. URL: https://territorialagenda.eu/wp-content/uploads/TA2030_jun2021_en.pdf.
41. Regulation (EU) 2021/1119 of the European Parliament and of the Council of 30 June 2021 Establishing the Framework for Achieving Climate Neutrality and Amending Regulations (EC) No 401/2009 and (EU) 2018/1999 (‘European Climate Law’). URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32021R1119>.
42. Закон України «Про основні засади державної кліматичної політики»
43. Закон України «Про архітектурну діяльність»
44. Закон України “Про благоустрій населених пунктів”
45. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності»
46. Ігнатенко І.В. Актуальні питання планування використання земель у населених пунктах. Теорія і практика правознавства. 2011. No 1 (1). URL: <http://tlaw.nlu.edu.ua/article/download/62424/57962>
47. Генеральний план міста Києва, URL: <https://kyivgenplan.grad.gov.ua/>

48. Сайт Київської міської державної адміністрації, URL: <https://kyivcity.gov.ua/>

49. Маркетинг стартап-проектів : навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С. О. Солнцев, О. В. Зозульов, Н. В. Юдіна, Т. О. Царьова, Н. В. Язвінська ; за заг. ред. С.О. Солнцева ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>

50.Розроблення стартап-проекту : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. Київ : НТУУ «КПІ», 2016. 28 с.

51.Semeniuk, S., Levytskyi, V., Fomina, O., Fedorchenko, K., Yudina, N.,Ratynskiy, V., Shcherbatiuk, O., Bendiuh, V., & Zhurakivska, Y. (2024). Overcoming barriers to digitalization of small and medium-sized enterprises under martial law. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(13 (129), 57–69. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304997>
<https://journals.urau.ua/eejet/article/view/304997> .

52.Yudina N. V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // *Marketing and Management of innovations*. 3’2017, P. 245-256. DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.

53.Yudina, N. Economic “Butterfly” and Futurology of the War in Ukraine. *Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*. Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2022. №23 (2022). PP. 77-82. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.23.2022.264637>.

54.Yudina, N. Algorythm Of Marketing Decision Making. *Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"*. Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2022. №22 (2022). PP. 1-9. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.22.2022.260163>.

55.Yudina, N. Future Study Implementation Into Marketing Activity Of Companies. Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 2021. №19 (2021). PP. 1-9 URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/240315>.

56.Yudina, N., Pidlisna, O. Marketing Perception Of Technological Uncertainty By Decision-Makers. Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", 2021. №18 (2021). PP. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.20535/2307-5651.18.2021.238105>.

57.Yudina, N., Instrumenty Zarządzania Przyszłością. Marketing Instytucji Naukowych I Badawczych, Vol. 38, Issue 4,, 2020, Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa. Poland, Warszawa, p. 1-19 ISSN 2353-8503 eISSN 2353-8414. http://minib.pl/wp-content/uploads/2020/12/4-Yudina_pl.pdf. DOI: 10.2478/minib-2020-0027.

58.Yudina, N. Business Forecasting of Marketing Activity Riskiness of Companies in Markets. Economic Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". №17(2020). P. 372-383. URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/216380/>

ДОДАТОК А

НАУКОВІ ПУБЛІКАЦІЇ ЗДОБУВАЧА





Матеріали XXV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство»
пам'яті д-ра Дмитра СТЕФАНІШИНА
(12 червня 2025 р., м. Київ, Україна)
Proceedings of the XXV International Science Conference
«Ecology. Human. Society»
dedicated to the memory of Dr. Dmytro STEFANYSHYN
(June 12 2025, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2025.332167>

ANALYSIS OF AIR POLLUTION DYNAMICS IN KYIV UNDER MARTIAL LAW CONDITIONS (2023)

Olga LEGOTINA, Viacheslav HNATIUK
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute
Beresteyskyi Ave., 37, Kyiv, 03056, Ukraine
e-mail: viacheslavhnatiuk@gmail.com

Abstract

The level of atmospheric pollution depends not only on the volume of emissions but also on meteorological conditions such as wind direction and speed, temperature inversions, solar radiation, and precipitation. These factors influence the dispersion, movement, and transformation of air pollutants, causing spatial and temporal fluctuations in the concentration of harmful substances. The terrain and urban planning also play a significant role. Even with identical emission levels, air pollution can vary severalfold depending on weather conditions. Therefore, effective efforts to combat air pollution require consideration of the region's climatic and geographical characteristics, as well as systematic monitoring and forecasting.

Keywords

Air Pollution Index (API), Nitrogen Dioxide (NO₂), Formaldehyde, Sulfur Dioxide (SO₂), Phenol, Air Monitoring, Environmental Situation, Maximum Permissible Concentrations (MPC), Seasonal Dynamics.

Objective

The aim of this study is to analyze the dynamics of atmospheric pollution in the city of Kyiv in 2023 under martial law conditions. Particular attention is given to assessing the levels of major and specific air pollutants, identifying seasonal variations in their concentrations, mapping the spatial distribution of environmental pressure, and detecting the most problematic areas of the capital. The study seeks to provide a well-founded overview of the city's atmospheric environmental state in order to support future risk forecasting for public health and to improve air protection measures.

Scientific Novelty

For the first time under the conditions of full-scale military aggression, a systematic analysis of the state of atmospheric air in the city of Kyiv was conducted, taking into account the limited access to official statistics. The study is based on large-scale monitoring data encompassing over 80,000 samples from 16 stationary observation posts, which enabled the identification of spatial and seasonal patterns in the distribution of major and specific pollutants.

The novelty lies in the detection of stable local zones with the highest pollution levels (such as Demyivska Square and central transport hubs) and in the comparison of Air Pollution Index (API)

indicators over time with previous years. Special attention is paid to the impact of martial law on the city's environmental situation, particularly changes in the structure of pollution sources, seasonal fluctuations, and the behavior of photochemically active compounds.

The results of the study provide a detailed ecological profile of Kyiv for the year 2023 and serve as a basis for further modeling of health risks and the development of adaptive environmental protection measures under crisis conditions.

Essence of the Study

Against the backdrop of ongoing military aggression by the Russian Federation and the introduction of martial law in Ukraine, the publication of official statistics in many areas—including environmental monitoring—has been significantly restricted. Nevertheless, atmospheric air monitoring in the capital continued to be carried out by the Borys Sreznevskiy Central Geophysical Observatory. In 2023, air sampling was conducted at 16 stationary observation posts located across eight districts of the city, with over 81,000 samples analyzed in total.

The monitoring covered both primary and specific air pollutants, including suspended particles, sulfur dioxide, nitrogen monoxide and dioxide, formaldehyde, phenol, and heavy metals. Throughout the year, the maximum permissible concentrations (MPC) for many of these substances were consistently exceeded. On average, nitrogen dioxide exceeded its daily MPC by a factor of 2.3, formaldehyde by 1.4, sulfur dioxide by 1.5, and phenol by 1.2.

The most critical pollution levels were recorded in areas with high traffic density and developed infrastructure—such as Demyivska Square, Dovzhenko Street, Sklyarenka Street, Kaunaska Street, as well as Bessarabska and Halytska Squares. These zones consistently showed the highest concentrations of harmful substances. In contrast, the lowest levels of pollution were recorded in a relatively favorable ecological area along Nauky Avenue.

Seasonal pollution dynamics clearly reflected the link between the heating season and elevated sulfur dioxide levels, as well as between the summer months and increased concentrations of formaldehyde and phenol—substances formed through photochemical reactions.

According to the Air Pollution Index (API), the level of air pollution in Kyiv in 2023 remained high, with peak values recorded in May–June (reaching up to 10.0 conventional units). Only during October to December was a slight decrease observed, lowering pollution levels into the “elevated” category.

Compared to 2022, the overall Air Pollution Index (API) remained virtually unchanged (7.7 versus 7.6 conventional units), although some changes in the structure of pollutants were observed: a slight decrease in nitrogen dioxide, nitrogen monoxide, and formaldehyde levels was recorded. At the same time, the concentration of sulfur dioxide increased significantly.

Thus, the year 2023 confirmed the persistence of high levels of atmospheric air pollution in the capital, particularly in areas with heavy traffic and dense urban development. Issues of systematic monitoring, adaptation of urban infrastructure, and strengthening of air quality protection measures remain pressing under the conditions of wartime.

Conclusions

In 2023, the level of atmospheric pollution in Kyiv remained consistently high, as confirmed by the Air Pollution Index (API), which fluctuated throughout the year between 7.0 and 10.0 conventional units, with peak values recorded in May–June. The primary air pollutants remained nitrogen dioxide, formaldehyde, sulfur dioxide, phenol, and nitrogen monoxide—classified as hazard classes II and III—which regularly exceeded maximum permissible concentrations (MPCs).

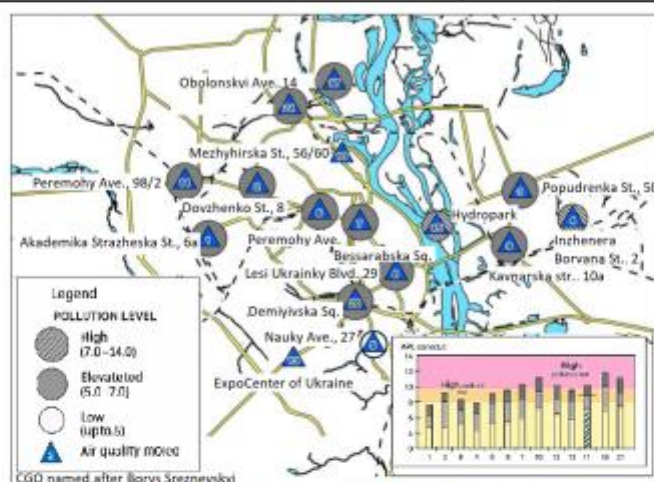


Fig. 1. Map of the Monitoring Network Observation Stations of the Borys Sreznevskyi Observatory in Kyiv

The highest levels of pollution were recorded in areas with heavy traffic: Demyivska Square, Bessarabska and Halytska Squares, Beresteyskyi Avenue, and Sklyarenka, Dovzhenka, and Kaunaska Streets. The lowest levels were observed in the green zone along Nauky Avenue.

Seasonal trends in pollutant concentrations indicate the influence of the heating season (with elevated SO_2 levels in winter) and photochemical processes (increased formaldehyde and phenol in summer). Compared to 2022, there was no significant improvement in the environmental situation. A slight decrease in the average annual concentrations of some substances (nitrogen dioxide, formaldehyde) was accompanied by a notable increase in sulfur dioxide levels. The concentrations of specific pollutants—ammonia, hydrogen sulfide, hydrogen fluoride and chloride, as well as heavy metals—did not exceed the permissible limits, but their presence in the air requires ongoing monitoring.

The results underscore the need to strengthen environmental monitoring measures, especially under martial law, and to implement adaptive air quality management policies in the urban environment.

References

1. "Urban Meteorological Aspects of Air Pollution in a Large City," S.I. Snizhko, O.H. Shevchenko, Kyiv, 2011.
2. Guidelines for Air Pollution Control, RD 52.04-186-89.
3. Ecological Passport of the City of Kyiv for 2023.
4. Materials from the website of the Borys Sreznevskyi Central Geophysical Observatory: <http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/>

5. Materials from the website of the State Environmental Inspectorate of Ukraine: <https://www.dei.gov.ua/>
6. "Remotely Visible Impacts on Air Quality After a Year-Round Full-Scale Russian Invasion of Ukraine," M. Savenets, V. Osadchyi, K. Komysar, N. Zhemera, A. Oreshchenko, Atmospheric Pollution Research, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.apr.2023>
7. "War and Ecology: Why Nature Becomes a Victim of Armed Conflict," <https://aaa.org.ua/articles/vijna-ta-ekologiya-chomu-priroda-staye-zhertvoyu-zbrojnogo-konfliktu/>
8. Draft Strategy for the Development of the City of Kyiv until 2023, <https://dei-2023.kyivcity.gov.ua/>
9. "Kyiv Agglomeration: What It Is and Why It Has Become Even More Important During the War," <https://www.village.com.ua/>

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ АТМОСФЕРНОГО ЗАБРУДНЕННЯ У МІСТІ КИЄВІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ (2023 РІК)

Ольга ЛЕГОТІНА

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056, Україна

В'ячеслав ГНАТЮК

Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
проспект Берестейський, 37, м. Київ, 03056, Україна
<https://orcid.org/0009-0000-0709-0246>

Анотація

Рівень забруднення атмосфери залежить не лише від обсягів викидів, а й від метеорологічних умов, таких як напрям і швидкість вітру, температурні інверсії, сонячна радіація та опади. Ці чинники впливають на розсіювання, переміщення й трансформацію домішок у повітрі, зумовлюючи просторово-часові коливання концентрацій шкідливих речовин. Важливу роль також відіграє рельєф місцевості та міське планування. Навіть за однакових викидів рівень забруднення повітря може відрізнятись в кілька разів залежно від погодних умов. Тому ефективна боротьба з атмосферним забрудненням потребує врахування кліматичних і географічних особливостей регіону, а також системного моніторингу та прогнозування.

Ключові слова: індекс забруднення атмосфери (ІЗА), діоксид азоту, формальдегід, діоксид сірки, фенол, моніторинг повітря, екологічна ситуація, гранично допустимі концентрації (ГДК), сезонна динаміка.