

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Впровадження зеленого будівництва для запобігання руйнівному впливу
кліматичних змін»

Гвоздева Анастасія Аркадіївна

Київ 2022 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра охорони праці і навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2022 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Впровадження зеленого будівництва для запобігання руйнівному впливу
кліматичних змін»

Виконав студент групи ЕК-41

Спеціальність: 101 «Екологія»

Гвоздєва А.А.

Керівники: д.т.н., проф. Кривомаз Т.І.

к.т.н., ас. Перебинос А.Р.

Київ 2022 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології
Кафедра: охорони праці і навколишнього середовища
Освітній рівень: бакалавр
Спеціальність: 101 «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

_____ Гвоздева Анастасія Аркадіївна _____

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: Впровадження зеленого будівництва для запобігання руйнівному впливу кліматичних змін

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ р.

2. Керівники роботи: д.т.н., проф. Кривомаз Т.І. к.т.н., ас. Перебинос А.Р.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Загальна характеристика змін клімату. Вплив зміни клімату на Україну. Вразливість громади до кліматичної зміни. Вразливість міст до кліматичної зміни. Методологія оцінки вразливості до зміни клімату. Оцінка кліматичних загроз. Оцінка вразливих секторів. Розробки заходів адаптації міста до кліматичної зміни. Висновки. Список використаної літератури.

5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 5 рисунків та 6 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Загальна характеристика змін клімату. Вплив зміни клімату на Україну. Вразливість громади до кліматичної зміни	
Вразливість міст до кліматичної зміни. Методологія оцінки вразливості до зміни клімату. Оцінка кліматичних загроз. Оцінка вразливих секторів	
Розробки заходів адаптації міста до кліматичної зміни	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Реферат

Робота викладена на 73 сторінках друкованого тексту, містить 5 рисунків та 6 таблиць. Перелік посилань включає 59 джерел.

Науковці досягли глобального консенсусу в тому, що клімат змінився протягом останніх 150 років, переважно через життєдіяльність людини. Глобальна температура зростає, характер опадів стає все більш непередбачуваним, а рівень моря підвищується. Ці тенденції, як очікується, триватимуть протягом найближчих десятиліть. Для глобального потепління також характерні частіші та інтенсивніші стихійні лиха, пов'язані з кліматом, а також екстремальні погодні умови. Наукові дослідження свідчать про те, що кількість пов'язаних із кліматом стихійних лих значно зросла за останнє сторіччя, і їх вплив сьогодні відчувають на собі понад 250 мільйонів людей на рік.

Найвагоміші наслідки зміни клімату, ймовірно, непропорційно позначатимуться на найбідніших і найбільш соціально незахищених верствах населення, які вже сьогодні мають обмаль ресурсів, щоб залишити своє місце проживання у разі катастрофи, і погано підготовлені, щоб дати лад новим викликам, пов'язаним зі зміною клімату.

Однією з рис сучасної урбанізації є концентрація значної кількості населення переважно у великих містах і відповідно їх подальше зростання. Таким чином, відбувається формування урбанізованого середовища або урбоекосистеми, що є якісно новим фізико-географічним станом геосередовища, який виникає внаслідок тривалого розвитку міста. Під час його формування змінюються всі компоненти: атмосфера, клімат, рослинний покрив, тваринний світ, ґрунти, поверхнева гідросфера, геодинамічний стан території. При цьому, чим більші розміри міста, час його існування та ступінь розвитку індустрії в місті – тим суттєвіші зміни в його природному середовищі.

Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру міста – будівлі, дороги, каналізаційні та енергетичні системи, а це, своєю чергою, на спосіб життя його мешканців та їхній достаток. Суттєве руйнування житлового та адміністративного фонду будівель очікується у випадку зростання кількості стихійних лих та катастроф, що пов'язані зі зміною клімату. З цього погляду найбільш руйнівними та вартісними вважаються підтоплення. Високі температури також можуть впливати не лише на мешканців міста, але й на інфраструктуру – сприяти руйнуванню дорожнього покриття, спричинювати часті ремонти доріг, таким чином порушуючи нормальну роботу міського транспорту. Крім того, в умовах зростання температури повітря, за переважання у містах штучних поверхонь, що мають здатність акумулювати тепло, населення міст (що обраховується мільйонами) використовує значну кількість електроенергії для кондиціонування приміщень, таким чином створюючи суттєве навантаження на міську енергосистему.

Ключові слова: клімат, кліматичні загрози, вразливість, зелене будівництво, кліматичні зміни, руйнівний вплив.

Зміст

	Вступ.....	8
Розділ 1	Загальна характеристика змін клімату.....	10
1.1.	Вплив зміни клімату на Україну.....	13
1.2.	Вразливість громади до кліматичної зміни.....	20
Розділ 2	Вразливість міст до кліматичної зміни.....	30
2.1.	Методологія оцінки вразливості до зміни клімату.....	34
2.2.	Оцінка кліматичних загроз.....	40
2.3.	Оцінка вразливих секторів.....	
Розділ 3	Розробки заходів адаптації міста до кліматичної зміни....	
	Висновки	
	Список використаної літератури.....	

Вступ

Науковці досягли глобального консенсусу в тому, що клімат змінився протягом останніх 150 років, переважно через життєдіяльність людини. Глобальна температура зростає, характер опадів стає все більш непередбачуваним, а рівень моря підвищується. Ці тенденції, як очікується, триватимуть протягом найближчих десятиліть. Для глобального потепління також характерні частіші та інтенсивніші стихійні лиха, пов'язані з кліматом, а також екстремальні погодні умови. Наукові дослідження свідчать про те, що кількість пов'язаних із кліматом стихійних лих значно зросла за останнє сторіччя, і їх вплив сьогодні відчувають на собі понад 250 мільйонів людей на рік.

Гуманітарні та екологічні наслідки зміни клімату й характеру екстремальних погодних умов, ймовірно, будуть значними. У світі дедалі більше людей висловлюють занепокоєння через потенційні негативні наслідки зміни клімату для суспільства та економіки, які можуть завдати шкоди різним секторам – від сільського господарства до водних ресурсів. Найвагоміші наслідки зміни клімату, ймовірно, непропорційно позначатимуться на найбільш вразливих і найбільш соціально незахищених верствах населення, які вже сьогодні мають обмаль ресурсів, щоб залишити своє місце проживання у разі катастрофи, і погано підготовлені, щоб дати лад новим викликам, пов'язаним зі зміною клімату.

Зважаючи на низьку ефективність поточних заходів, спрямованих на уповільнення темпів зміни клімату за рахунок скорочення викидів парникових газів, неспроможність укласти обов'язкову до виконання міжнародну угоду для істотного скорочення глобальних викидів означатиме, що глобальне потепління клімату планети триватиме протягом найближчих десятиліть. Самого уповільнення недостатньо. Світова спільнота повинна вжити заходів з адаптації до прогнозованих наслідків зміни клімату і зміцнити свій потенціал

управління мінливими ризиками на кожному рівні в умовах клімату, який стає дедалі більше непередбачуваним.

Дослідження свідчать, що клімат України, протягом останніх десятиліть вже почав змінюватися (температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми) і згідно результатів моделювання – для території України в майбутньому продовжуватиметься зростання температури повітря (хоча величина змін дещо відрізняється за різними прогнозними моделями) та відбуватиметься зміна кількості опадів протягом року. Це може призвести до зміщення кліматичних сезонів, зміни тривалості вегетаційного періоду, зменшення тривалості залягання стійкого снігового покриву, зміни водних ресурсів місцевого стоку. До основних потенційних негативних наслідків зміни клімату, що можуть проявлятися у містах України належать: тепловий стрес; підтоплення; зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон; стихійні гідрометеорологічні явища; зменшення кількості та погіршення якості питної води; зростання кількості інфекційних захворювань нормального функціонування енергетичних систем міста.

Об'єкт досліджень: перспективи розвитку зеленого будівництва для попередження негативних наслідків змін клімату.

Предмет досліджень: впровадження основ зеленого будівництва для запобігання руйнівному впливу кліматичних змін на прикладі Чортківської міської територіальної громади.

Основні завдання:

- Охарактеризувати вплив зміни клімату на Україну;
- Оцінити вразливість громади до кліматичної зміни;
- Проаналізувати досвід країн щодо впровадження зеленого будівництва для запобігання руйнівному впливу кліматичних змін.
- Запропонувати найбільш перспективні напрямки розвитку зеленого будівництва в Україні.

Розділ 1

Загальна характеристика змін клімату

Однією з рис сучасної урбанізації є концентрація значної кількості населення переважно у великих містах і відповідно їх подальше зростання. Таким чином, відбувається формування урбанізованого середовища або урбоекосистеми, що є якісно новим фізико-географічним станом геосередовища, який виникає внаслідок тривалого розвитку міста. Під час його формування змінюються всі компоненти: атмосфера, клімат, рослинний покрив, тваринний світ, ґрунти, поверхнева гідросфера, геодинамічний стан території. При цьому, чим більші розміри міста, час його існування та ступінь розвитку індустрії в місті – тим суттєвіші зміни в його природному середовищі. Місто, як правило, характеризується певними мікрокліматичними особливостями:

1. Спостерігаються відмінності термічного режиму (формування у місті, так званого острова тепла –ОТ);
2. Наявність специфічної циркуляції – сільського бризу (що утворюється за безвітряної погоди внаслідок існування острова тепла);
3. Зміна вітрового режиму міста;
4. Зниження відносної вологості у місті (формування сухого острова);
5. Особливості у формуванні режиму хмарності над окремими частинами міста;
6. Зростання кількості опадів та випадків туманів;
7. Зменшення тривалості залягання снігового покриву.

Поєднання негативних наслідків урбанізації та кліматичної зміни, що спостерігається у містах, створюють пряму загрозу екологічній, економічній та соціальній стабільності у світі. Посилення проявів зміни клімату та аналіз їх негативних наслідків у містах свідчать, що зміна клімату спричинює виникнення у містах унікальних проблем, що є невластивими для інших типів

людських поселень. Кліматичні зміни можуть спричинити прямі (фізичні) ризики (підтоплення, аномальна спека, посилена міськими мікрокліматичними особливостями, тощо) та непрямі – порушення нормального функціонування окремих систем міста та складнощі у наданні базових послуг населенню (водопостачанні, міському транспорті, енергозабезпеченні тощо). І хоча пов'язані зі зміною клімату місцеві ризики, вразливість та здатність до адаптації варіюються у конкретних містах, існує ціла низка ключових моментів, що властиві для більшості міст.

Кліматичні зміни неоднаково впливають на жителів міста – залежно від їх статі, віку, достатку. Неможливість скорегувати зонування території міста, що вже сформувалась, а також невідповідність будівельних норм і стандартів очікуваним змінам можуть обмежити адаптаційний потенціал інфраструктури та поставити під загрозу життя людей та їхнє майно.

Наслідки зміни клімату можуть бути тривалими та мати глобальний масштаб. Міські райони, які розростаються найдинамічніше, є найменш пристосованими до протидії загрозі кліматичної зміни, адже в таких районах, як правило, існує суттєвий дефіцит управління, інфраструктури тощо.

Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру міста – будівлі, дороги, каналізаційні та енергетичні системи, а це, своєю чергою, на спосіб життя його мешканців та їхній достаток. Суттєве руйнування житлового та адміністративного фонду будівель очікується у випадку зростання кількості стихійних лих та катастроф, що пов'язані зі зміною клімату. З цього погляду найбільш руйнівними та вартісними вважаються підтоплення. Високі температури також можуть впливати не лише на мешканців міста, але й на інфраструктуру – сприяти руйнуванню дорожнього покриття, спричинювати часті ремонти доріг, таким чином порушуючи нормальну роботу міського транспорту. Крім того, в умовах зростання температури повітря, за переважання у містах штучних поверхонь, що мають здатність акумулювати тепло, населення міст (що обраховується мільйонами) використовує значну

кількість електроенергії для кондиціонування приміщень, таким чином створюючи суттєве навантаження на міську енергосистему.

Зростання частоти та інтенсивності прояву екстремальних кліматичних явищ та тривалі зміни підвищують вразливість міських економічних активів та відповідно вартість ведення бізнесу. Зміна клімату вплине на широкий спектр видів економічної діяльності – торгівлю, виробництво окремих товарів, туризм, страхові послуги тощо. І таким чином, відіб'ється на матеріальному становищі широких мас населення міста. Добре відомо, що населення з низьким рівнем прибутків є вразливішим до зміни клімату (не має житла належної якості, має менші можливості до адаптації, гірший рівень медичного обслуговування тощо).

Концепція екобудівництва у містах значної кількості населення включає наступні фактори, які важливо ваховувати:

- Особливості локального мікроклімату, що можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичної зміни (наприклад, наявність острова тепла може посилювати тепловий стрес у місті, спричинений глобальним зростанням температури повітря);

- Зміна переважних підсильних поверхонь міста (заміна природних поверхонь, що гарно вбирають воду на штучні водонепроникні);

- Висотна забудова;

- Наявність мережі міського транспорту та добре розвиненої інфраструктури (що може зазнати збитків від негативного впливу прояву кліматичної зміни та викликати суттєвий дискомфорт для населення міста).

Дані фактори роблять місто значно вразливішим до проявів кліматичної зміни порівняно з іншими територіями. Крім того, у випадку настання негативних наслідків кліматичної зміни у місті для їх ліквідації необхідно більше матеріальних та людських ресурсів.

Багато ризиків у місті, що пов'язані з погодою, з посиленням кліматичної зміни будуть загострюватися, проте, якщо проаналізувати зміни, що відбуваються і ті, які очікуються в майбутньому, розробити план заходів з

адаптації міста (з урахуванням його особливостей) та реалізувати його, то очікувані негативні наслідки можна пом'якшити та дещо мінімізувати.

1.1. Вплив зміни клімату на Україну

Територія України характеризується помірно-континентальним кліматом. У західній та північно-західній частинах України клімат м'який із надмірним зволоженням і помірним температурним режимом, у східній і південно-східній – дефіцит опадів і дещо підвищений температурний фон. Континентальність клімату зростає із заходу на схід. Вузька прибережна смуга Південного берегу Криму характеризується субтропічним кліматом середземноморського типу.

Дослідження клімату України [5–8] свідчать, що протягом останніх десятиліть температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усередненого значення за період 1961–1990 рр.). За даними В.О. Балабух [6] середньорічна температура повітря за останні двадцять років (1991-2010 рр.) зросла на $0,8^{\circ}\text{C}$ відносно кліматичної норми. У П'ятому національному повідомленні з питань зміни клімату [56] зазначено, що найбільше підвищення температури повітря відбулося у січні (приблизно на 2°C). На крайньому північному сході території України за кліматологічною стандартною нормою (1961–1990 рр.) проходила ізотерма – 6°C , тоді, як за період 1991-2010 рр. там проходить ізотерма -4°C [6] (рис.1.1, 1.2). У південному напрямі значення кожної ізотерми стало вищим на 1°C ; на заході розташована ізотерма – 2°C замість – 3°C , як було раніше; на сході – ізотерма – 4°C замість – 5°C . У Криму – там, де проходила ізотерма – 0°C , знаходиться ізотерма $+1^{\circ}\text{C}$. Отже, спостерігаємо чітке зростання температури повітря в Україні за період 1991–2010 рр. порівняно з 1961–1990 рр.

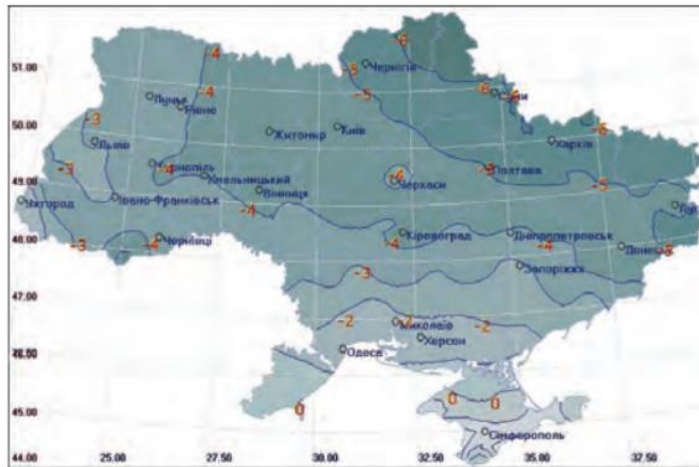


Рис.1.1. Середня за зиму приземна температура повітря за 1961–1990 рр. [8]

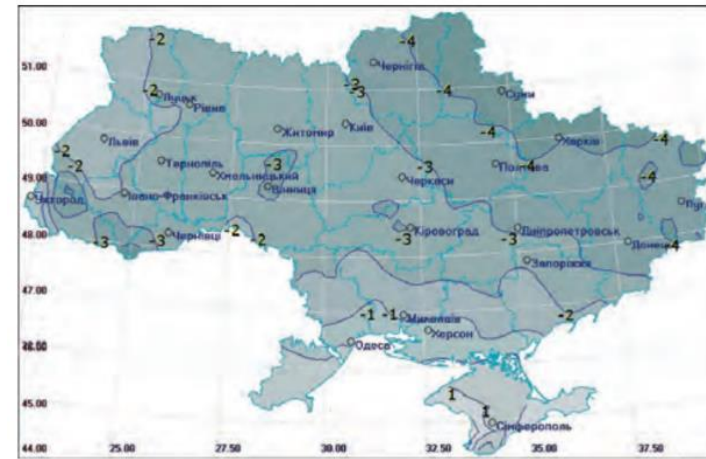


Рис. 1.2. Середня за зиму приземна температура повітря за 1991–2010 рр. [8]

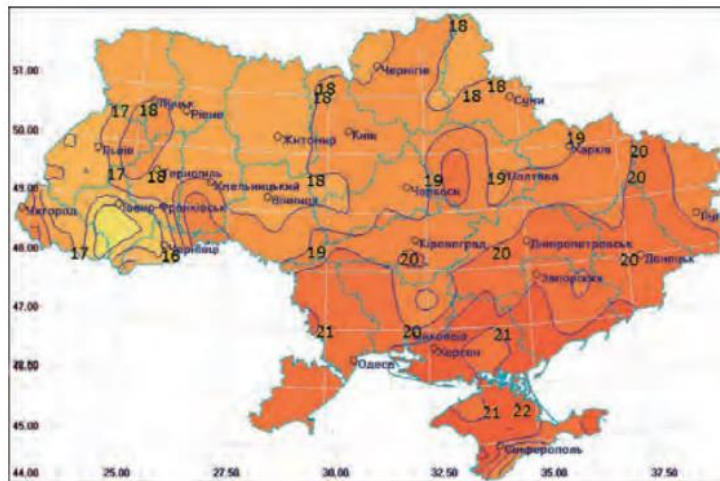


Рис. 1.3. Середня за літо приземна температура повітря за 1961–1990 рр. [8]



Рис.1.4. Середня за літо приземна температура повітря за 1991–2010 рр. [8].

У липні температура повітря підвищилася на всій території України на 1,0 – 1,5°C. На заході проходить ізотерма 19°C замість 18°C; на півдні – ізотерма 22°C, якої не спостерігалось на карті температури за стандартний кліматичний період (див. рис. 1.3 і 1.4).

Значні зміни відбулися і в настанні весняного та осіннього сезонів (переходу температури повітря через 0°C) – цей процес навесні на всій території відбувається раніше: у Криму – на 5–6 днів і більше, на південному заході – на 4–5 днів, на заході – на 3–4 дні, на узбережжях Чорного і Азовського морів – на 2–4, на решті території – на 1–2 дні порівняно з кліматичною нормою, у Кримських горах перехід через 0°C залишився без змін, а на Південному березі Криму температура повітря не знижувалася до 0°C і нижче [56]. Відбувся перерозподіл кількості опадів по регіонах України та по сезонах (у зимовий сезон кількість опадів загалом по країні зменшилась, а восени – навпаки дещо зросла, весною і влітку – змінилася несуттєво) – хоча загалом за рік кількість опадів залишилася практично без змін (рис. 1.5).

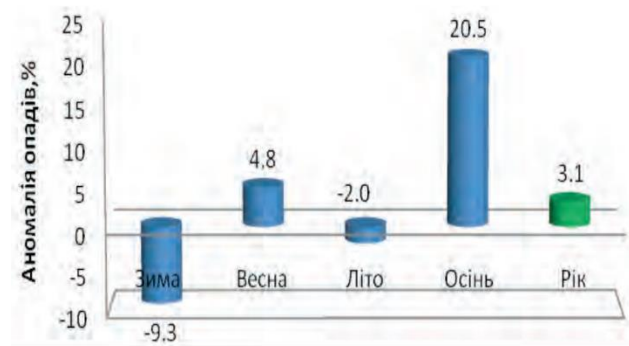


Рис. 1.5. Перерозподіл опадів по сезонах за 1991–2010 рр. порівняно з кліматичною нормою [6].

І.Ф. Букша [10] зазначає, що кількість атмосферних опадів для території України змінилася несуттєво, проте помітними є зміни інтенсивності та характеру їх випадання. В.О. Балабух [6] також відмічає, що останнім часом почастишали випадки, коли за кілька годин випадає половина або місячна норма опадів. Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не

забезпечують ефективне накопичення вологи в ґрунті, може спричинити зростання повторюваності та інтенсивності посух.

Стихійні метеорологічні явища (СМЯ) є найнебезпечнішим проявом нестабільності клімату. Протягом останнього десятиліття в усьому світі (включно з Україною) зросла їх кількість, у багатьох випадках вони характеризуються значною інтенсивністю, завдають збитків економіці та призводять до людських жертв. За висновками Четвертої доповіді з оцінки змін клімату [83], Україна не входить до переліку найбільш вразливих до глобального потепління регіонів нашої планети, проте, як свідчать наведені результати досліджень, прояв кліматичної зміни в Україні вже спостерігається і протягом найближчих десятиліть буде тривати.

До стихійних метеорологічних явищ належать дуже сильний дощ, дуже сильний сніг, крупний град, сильний вітер, шквал, смерч, сильна пилова буря, сильна хуртовина, сильний туман, сильна ожеледь, сильне налипання мокрого снігу тощо.

В Україні найпоширенішим стихійним метеорологічним явищем є дуже сильний дощ, що зумовлює катастрофічні зливи, селі, повені, затоплює значні території сільськогосподарських угідь, житлові та виробничі приміщення і навіть призводить до зміни ландшафту [65]. За 1986–2010 рр. зафіксовано 1355 випадків такого дощу (це 44 % від усієї кількості СМЯ, що спостерігалися в Україні в цей період). За даними [45] у середньому щорічно реєструється 53 випадки дуже сильного дощу. Повторюваність дуже сильного дощу з року в рік може суттєво змінюватися залежно від синоптичних процесів, проте за даними [65] їх кількість за період 1996–2010 рр. порівняно з періодом 1986–1995 рр. помітно зросла (рис.1.6).

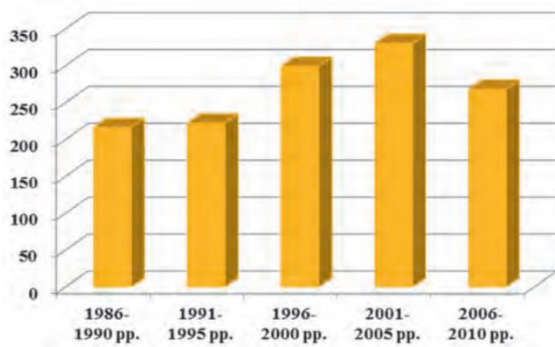


Рис. 1.6. Динаміка кількості випадків дуже сильного дощу за 1986–2010 рр



Рис. 1.7. Повторюваність дуже сильних дощів для території України в різні місяці (за матеріалами [65])

Друге місце серед СМЯ посідає сильний вітер (19 %) і явища, пов'язані з ним (шквал, смерч, пилова буря). За період 1986–2010 рр. було зафіксовано 398 випадків сильного вітру. Якщо врахувати всю вітрову діяльність в комплексі (шквал, смерч, пилова буря, сильна хуртовина (в холодний період)), то за цей період зафіксовано 830 випадків, пов'язані з сильним вітром (27 % загальної кількості стихійних явищ) [45]. У зимовий період на території України досить часто спостерігаються сильні снігопади, що можуть призводити до порушення нормального функціонування комунального господарства, автомобільного та залізничного транспорту, обривів ліній електропередач та зв'язку, порушення ритму робіт на будівельних об'єктах. Дуже сильним снігопадом вважається снігопад із кількістю опадів 20 мм за 12 год і менше. В останні роки спостерігаємо тенденцію до зростання кількості випадків сильних туманів на території України – за п'ятиріччя 2006–2010 рр. спостерігався 51 випадок проявів цього стихійного метеорологічного явища, а за 2006–2010 рр. – вже 143, за цей самий період зросла кількість випадків крупного граду, шквалу, сильної ожеледі, сильної хуртовини, сильних складних відкладень [45] (див. рис. 1.8).

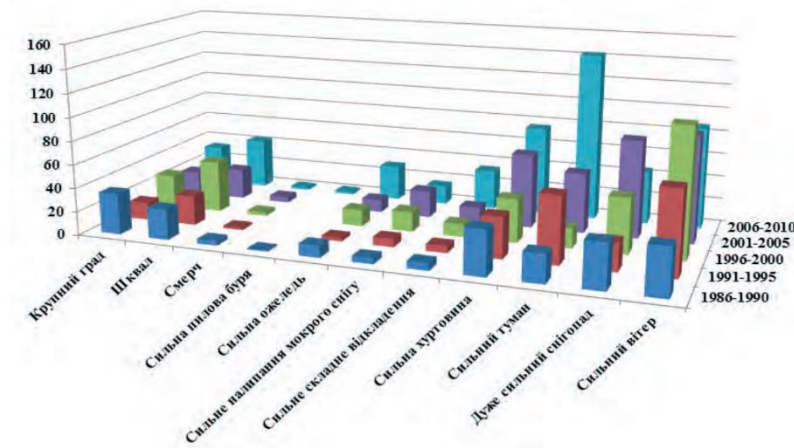


Рис.1.8. Динаміка кількості випадків стихійних метеорологічних явищ за 1986–2010 рр. на території України

До атмосферних явищ, що можуть спричинити суттєві негативні наслідки, належать також хвилі тепла. Хвиля тепла (ХТ) – період аномально спекотної погоди, що проявляється на певній території. Всесвітня метеорологічна організація рекомендує використовувати такі критерії для визначення цього явища: ХТ – це період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря даного дня за період 1961–1990 рр. на 5 °С. За столітній період на території України майже на всіх досліджуваних станціях найвища кількість випадків цього явища спостерігалася протягом останньої декади (2001– 2010 рр.) (див. рис. 1.9). Крім того, саме впродовж останнього десятиліття на більшості станцій були зафіксовані найпотужніші хвилі тепла (див. табл. 1.1).

Для характеристики інтенсивності ХТ, як правило, використовується кумулятивна ТМАХ протягом окремої ХТ. Зазвичай упродовж окремої ХТ цю характеристику розраховують як суму різниць між максимальною добовою температурою повітря та певним граничним значенням, що залежить від визначення хвиль тепла, що використовується [77, 92].

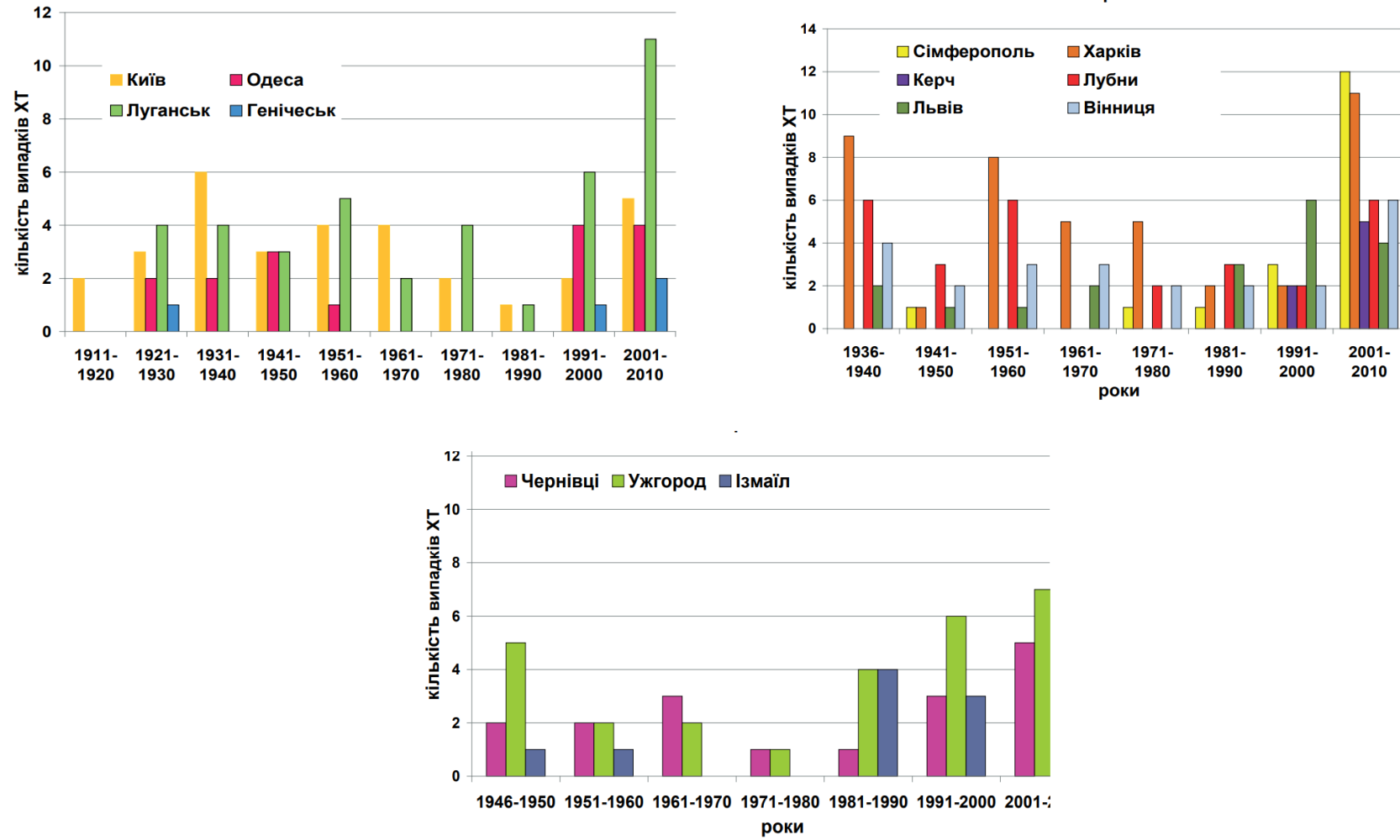


Рис. 1.9. Динаміка кількості випадків хвиль тепла в Україні [92].

1.2. Вразливість громади до кліматичної зміни

Майбутні прояви зміни клімату (перш за все, величина зміни температури повітря) та її наслідки безпосередньо залежать від того, за яким сценарієм будуть відбуватися викиди парникових газів у світі протягом найближчих десятиліть. Якщо викиди відбуватимуться за сценарієм “без змін” (“business as usual”), що відображає рівень викидів парникових газів без запровадження додаткових заходів для їх зниження, то це посилить антропогенне навантаження на кліматичну систему та негативні наслідки, що вже відбуваються. З викидами згідно з цим сценарієм, до кінця століття температура може зрости до 4°C (з подальшим підвищенням до 6°C), що спричинить катастрофічні незворотні наслідки для планети.

Якщо ж будуть вжиті заходи зі скорочення викидів і вони відбуватимуться в межах одного з більш оптимістичних сценаріїв, то є шанси утримати потепління на рівні 1,5°C. За такого розвитку подій, хоча негативні наслідки й посиляться порівняно з тим, що ми можемо спостерігати тепер, проте людству вдасться уникнути незворотних катастрофічних наслідків для планети та всього живого, що її населяє. Різноманітні прогнози зміни клімату для Східної Європи показують, що основні тенденції зміни клімату в майбутньому пов'язані зі збільшенням температури та зменшенням або несуттєвою зміною кількості опадів – відповідно зі зростанням посушливості клімату.

За даними Швиденко [93], що були отримані за допомогою моделі HADCM3, IPCC Scenario A2A1, до 2020 р. в Україні слід очікувати зростання середньорічної температури на 20 % (з 7,5 до 9,0°C) і зменшення загальної кількості опадів як у середньому за рік, так і за вегетаційний період – найбільш суттєвим зниження буде у південних регіонах країни. Згідно з прогнозами, отриманими за допомогою регіональної числової моделі атмосферної циркуляції, а також напівемпіричної моделі зміни клімату [36], до 2050 р.

середня регіональна приземна температура може зрости на $1,5\text{--}2,0^\circ\text{C}$ (на $2,0^\circ\text{C}$ – в січні на півдні країни, на $2,8^\circ\text{C}$ – на півночі території країни та в середньому по країні – на $0,5\text{--}1,0^\circ\text{C}$ – в липні). Кількість опадів має дещо зрости в зимовий період після 2040 р., влітку їх кількість залишатиметься в межах норми. Проекція змін середньомісячних температур та сум опадів у 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр. (за даними фахівців з УкрНДГМІ [33]) представлена у табл.1.1, 1.2 та на рис.1.10.

Результати моделювання свідчать [33], що до 2030 р. зростання середньорічної температури по Україні не перевищить $0,44^\circ\text{C}$ – проте в східних регіонах воно буде відбуватися швидше і прогнозовано сягне $0,5^\circ\text{C}$, в західних повільніше і становитиме – $0,41^\circ\text{C}$. Протягом року зміни температури також не будуть однаковими – найбільше зростання температури в середньому по Україні прогнозують у грудні ($1,04^\circ\text{C}$), також значно зростуть температури у червні–вересні ($0,64\text{--}0,67^\circ\text{C}$), без змін має залишитися середня температура лютого і навіть дещо знизитися (на $-0,20^\circ\text{C}$) – у березні. Має дещо зрости в 2011–2030 рр. і кількість опадів, порівняно з 1991–2010 рр. в середньому по Україні за рік на 7 % [33], найсуттєвіше в квітні – на 21 %, та січні і березні – по 17 %. У серпні прогнозується суттєве зменшення кількості опадів – на 12 %, у жовтні та липні – на 7 % та 1 % відповідно.

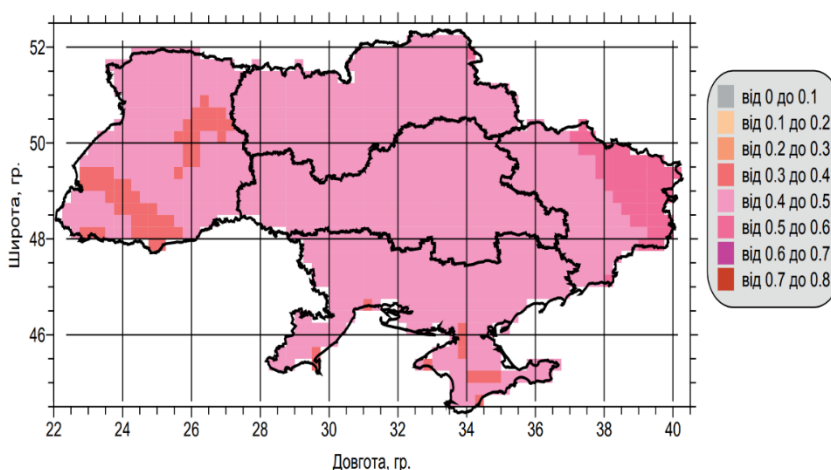


Рис. 1.10. Проекція змін температури повітря в 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр. [33]

Таблиця 1.2

**Проекція змін середньомісячних температур по регіонах
у 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр. [33].**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Пн	0,17	0,01	-0,25	0,24	0,37	0,71	0,59	0,65	0,61	0,58	0,65	1,08	0,45
Зх	0,32	-0,03	-0,20	0,21	0,31	0,43	0,56	0,70	0,79	0,56	0,46	0,80	0,41
Центр	0,16	-0,01	-0,21	0,28	0,40	0,66	0,64	0,56	0,63	0,49	0,54	1,10	0,44
Сх	0,30	0,06	-0,30	0,36	0,45	0,84	0,69	0,52	0,50	0,49	0,79	1,28	0,50
Пд	0,07	-0,02	-0,09	0,36	0,43	0,63	0,65	0,51	0,73	0,39	0,48	1,01	0,43
Україна	0,20	0	-0,20	0,28	0,39	0,64	0,62	0,59	0,67	0,50	0,57	1,04	0,44

Таблиця 1.3

**Проекція змін середніх місячних сум опадів (%) по регіонах
у 2011–2030 рр. відносно 1991–2010 рр. [33]**

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Пн	18	6	19	16	6	0	-4	-6	-3	-5	14	19	7
Зх	26	12	18	9	12	11	7	-4	1	-5	13	15	9
Центр	16	0	21	26	3	1	-3	-15	0	-11	4	12	5
Сх	22	9	17	21	-1	16	8	-13	42	1	8	12	12
Пд	5	-2	9	32	1	4	-8	-20	5	-13	4	9	2
Україна	17	5	17	21	4	6	-1	-12	7	-7	9	13	7

Згідно з рекомендаціями ООН, уніфікований показник чисельності жителів міста має становити понад 20 тис. осіб. Утім, найчастіше кожна країна використовує власні індикатори визначення статусу населеного пункту. В Ісландії, Швеції та Норвегії статус міста надається тим населеним пунктам, де мешкає більше 200 жителів; в Албанії – більше 400; в Австралії – понад 1000; у Колумбії – від 1,5 тис. мешканців; у США, Мексиці та Венесуелі – понад 2,5 тис. осіб; в Італії, Іспанії, Португалії – понад 10 тис. осіб [42].

В Україні населений пункт може отримати статус міста, якщо в ньому проживає не менше 10 тис. жителів. У більшості високорозвинених країн у містах проживає 75–80 % населення, в Україні – 68 %. Понад третина (33,7 %) усіх міських жителів України зосереджена в чотирьох областях: Донецькій, Луганській, Дніпропетровській і Запорізькій. Частка мешканців Києва в міському населенні України — 7,8 %.

Однією з рис сучасної урбанізації є концентрація значної кількості населення переважно у великих містах і відповідно їх подальше зростання. Таким чином, відбувається формування урбанізованого середовища або урбоекосистеми, що є якісно новим фізико-географічним станом геосередовища, який виникає внаслідок тривалого розвитку міста. Під час його формування змінюються всі компоненти: атмосфера, клімат, рослинний покрив, тваринний світ, ґрунти, поверхнева гідросфера, геодинамічний стан території. При цьому, чим більші розміри міста, час його існування та ступінь розвитку індустрії в місті – тим суттєвіші зміни в його природному середовищі. Велике місто, як правило, характеризується певними мікрокліматичними особливостями [78]:

1. Спостерігаються відмінності термічного режиму (формування у місті, так званого острова тепла – ОТ);
2. Наявність специфічної циркуляції – сільського бризу (що утворюється за безвітряної погоди внаслідок існування острова тепла);
3. Зміна вітрового режиму міста;
4. Зниження відносної вологості у місті (формування сухого острова);

5. Особливості у формуванні режиму хмарності над окремими частинами міста;

6. Зростання кількості опадів та випадків туманів;

7. Зменшення тривалості залягання снігового покриву.

До основних потенційних негативних наслідків зміни клімату, що можуть проявлятися у містах, належать:

1. Тепловий стрес;

2. Підтоплення;

3. Зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон;

4. Стихійні гідрометеорологічні явища;

5. Зменшення кількості та погіршення якості питної води;

6. Зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів;

7. Порушення нормального функціонування енергетичних систем міста.

Ризик виникнення теплового стресу (heat stress – англ.) у містах може підвищуватися зі зростанням температури повітря, повторюваності проявів хвиль тепла у містах та посиленням острову тепла. Зростання кількості днів із максимальними температурами повітря вище певних граничних значень у літній період (наприклад, вище 30° та 35°C), що вже відбулося та прогнозоване підвищення температури (за результатами моделювання клімату) свідчить про високу ймовірність виникнення теплового стресу у населення міста та знижує комфортність міста для проживання.

Для аналізу зміни кількості днів із максимальними температурами вище 30° та 35°C, кількість таких днів протягом останніх двох десятиліть має бути порівняна з кількістю днів, в які максимальна температура перевищувала цей показник за період 1961–1990 рр. Необхідну інформацію можна отримати з Кліматичного кадастру, що доступний на електронному носії [31], із сайту European Climate Assessment & Dataset (там є доступною інформація про температуру повітря на окремих метеорологічних станціях за столітній період), або – в обласних центрах з гідрометеорології. Міський острів тепла (Urban Heat Island (UHI) – англ.) – температурна аномалія над центральною

частиною міста, що характеризується підвищеною порівняно з периферією температурою повітря.

Оцінка інтенсивності острова тепла здійснюється шляхом розрахунку різниці між середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована у місті та середньою температурою повітря на метеостанції, що розташована за містом або на незначній відстані від нього. Наприклад, для визначення інтенсивності острова тепла у Києві, як заміську станцію використовують Бориспіль. Для розрахунків може бути використана інформація Управління Гідрометеорології ДСНС про температури повітря у місті та на одній з метеостанцій, що розташована неподалік у маленькому містечку чи селищі. Відповідно, чим вищою є інтенсивність острова тепла, тим сильніше жителі міста потерпатимуть від теплового стресу під час спекотних періодів. Однією з причин формування у місті острова тепла є переважання штучних підстильних поверхонь, що мають нижче альbedo, ніж природні і, відповідно, поглинають більше сонячної радіації, більше нагріваються та повільніше охолоджуються.

Зелені зони знижують локальну температуру повітря і сприяють зниженню ризику настання теплового стресу в міського населення. Згідно з «Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України» [52] зелені насадження різних структурних елементів у межах міста мають становити: міські парки – рівень озеленення 65–80 %, сквери – 75–80 %, житлові райони – не менше 25 %. У містах, де площі зелених насаджень не відповідають нормативам і/або зменшуються, вразливість міського населення до теплового стресу зростає. Для аналізу переважних поверхонь у містах може бути використана інформація про те, який відсоток території міста зайнятий парками, зеленими зонами, а який – щільною висотною забудовою, промисловими підприємствами, автомобільними дорогами. Це може бути зроблено з використанням супутникової інформації за різні часові періоди.

Чим вищим є відсоток штучних поверхонь у місті порівняно з природними, тим вищою є ймовірність додаткового підвищення температури

в межах міста, і відповідно, виникнення у населення теплового стресу. Вода характеризується низьким значенням альбеда (3–5 %) та найбільшою питомою теплоємністю серед усіх наявних у природі рідин, тому вона прогрівається дуже повільно і в один і той самий час її температура буде меншою, ніж поверхня міста. Як результат, вода є найхолоднішою поверхнею на міській території вдень.

У випадку, коли місто розташоване на березі великої водойми (озера чи моря), циркуляція повітря на зразок бризової, що виникає між водоймою та берегом, вдень сприяє винесенню на суходіл прохолоднішого повітря, що спричинює деяке зниження температури. Великі ріки здійснюють потужний вплив на міський острів тепла – за достатньо великих лінійних розмірів річки в межах міста, денний острів тепла, що над ним сформувався, може розпадатись на кілька частин, залежно від конфігурації водного потоку [35].

На жаль, єдиного критерію розмірів водойми, що були б граничними для руйнування острова тепла у містах не існує, адже, інтенсивність острова тепла залежить від багатьох параметрів міста. Наявність у місті потужних промислових підприємств та значної кількості автомобілів, що внаслідок своєї діяльності здійснюють викиди тепла в атмосферу міста, призводить до посилення острова тепла міста та підвищує ймовірність виникнення теплового стресу.

За даними В.І. Голубєва [13] теплота згорання 10 л бензину в автомобільному двигуні дорівнює 100 кВт/год, він розрахував, що потужність продукування тепла автомобілями в Москві за одну добу становить 17 ГВт, водночас місто споживає (і виділяє у вигляді тепла) 25 ГВт електроенергії. Хвиля тепла (за визначенням ВМО) – це період, протягом якого максимальна добова температура повітря понад 5 послідовних днів перевищує середню максимальну температуру повітря за цей день за період 1961–1990 рр. на 5 °С. З метою оцінки зміни повторюваності ХТ для окремого населеного пункту може бути використана інформація про максимальну температуру повітря за даними найближчої метеорологічної станції, яку можна отримати в Архіві

Центральної геофізичної обсерваторії, або інформація про повторюваність хвиль тепла за останні сто років у різних регіонах України (на прикладі 13 метеорологічних станцій), що представлено в [77].

Важливим чинником для оцінки вразливості міста до теплового стресу є також структура населення міста – за фізіологічними показниками вразливими групами населення є люди похилого віку та діти, а також люди, що страждають хронічними захворюваннями (перш за все, серцево-судинними), за соціально-економічними – малозабезпечені верстви населення.

За шкалою ООН старим населення вважається тоді, коли частка населення у віці понад 65 р. становить більше 7 %. [50]. За даними Державної служби статистики України станом на 1 січня 2013 р. частка населення віком 65 років і старше відносно загальної чисельності постійного населення України становила 15,2 % [26], хоча в різних регіонах рівень старіння населення суттєво різниться. Чим вищим у місті є відсоток вразливих груп населення, тим вразливішим є місто до теплового стресу. Наявність належного медичного обслуговування знижують вразливість міста до теплового стресу.

Оцінити якість медичного обслуговування найпростіше можна за кількістю лікарняних ліжок, лікарень та закладів первинної допомоги на 10 тис. населення. За кількістю лікарняних ліжок та лікарень Україна випереджає Європу відповідно у півтора і два рази [53] – в Україні ліжковий фонд системи МОЗ у середньому становить 81,5 лікарняних ліжок на 10 тис. населення, в Європі – 55 – 65 ліжок [40]. Проте, закладів первинної медичної допомоги у нас в 4 рази менше, ніж в ЄС [53]. Як наслідок – основна функція надання першої допомоги не завжди виконується якісно та на належному рівні. А у випадку тривалого прояву високих температур повітря зростає кількість звернень хворих із захворюваннями серцево-судинної системи, також на фоні спеки можуть загострюватися хронічні захворювання різних систем організму і населення потребує якісної невідкладної допомоги. Обмежений доступ у населення до інформації про погоду та клімат, про правила поведіння під час

спеки роблять населення міста більш вразливим до проявів хвиль тепла та тривалих спекотних періодів.

Аналізуючи доступ населення до джерел інформації про погоду, не слід забувати, що для старшого покоління основними джерелами інформації все ще залишається радіо та телебачення. Важливу роль у підвищенні обізнаності відіграють масштабні державні інформаційні кампанії, присвячені проблемам хвиль тепла та правилам поведінки під час таких періодів, висвітлення цих питань у межах шкільної програми.

У цьому дослідженні до зелених зон міста ми зараховували сукупності деревних, чагарникових та трав'янистих рослин на певних територіях (дерева, кущі, газони, квітники, парки, сквери, лісові масиви, деревні насадження вздовж вулиць та доріг, а також на земельних ділянках приватних будинків, підприємств, навчальних і лікувальних закладів, військових частин).

В Україні на одного міського мешканця пересічно припадає 16,3 м² зелених насаджень. Згідно з Наказом Мінбюджеткомунгоспу від 10.04.2006 №105 для міст із населенням від 50 до 100 тис. жителів цей показник має бути в межах 7–11 м²/1 жителя, для міст з населенням від 100 тис і більше – 10–15 м²/1 жителя. Кожен вид рослин пристосований до певних екологічних умов (тепла, вологи, надходження сонячної радіації тощо). Певні значення кожного з екологічних чинників є оптимальними. Якщо значення чинника виходять за межі оптимуму, ріст та розвиток рослини спершу пригнічується, а подальший вплив може призвести до її загибелі.

Рослини, що ростуть в умовах помірного клімату, є пристосованими до зимових та літніх температур, що спостерігаються в цих широтах. Зростання літніх екстремальних температур (яке у містах додатково посилюється міським островом тепла) несе загрозу зникнення окремих видів, що може вплинути на скорочення міських зелених зон. Вегетаційний період – це час, необхідний для проходження повного циклу розвитку рослин. В умовах помірного клімату початок вегетаційного періоду збігається з переходом

середньої добової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ навесні, а його тривалість обмежується стійкими переходами.

Зростання температури спричинило зростання тривалості вегетаційного періоду та, відповідно, його зміщення. В майбутньому за прогнозними моделями буде відбуватися подальше зростання температур та зміна характеристик вегетаційного періоду, що може спричинити порушення в циклах розвитку рослин та створення сприятливих умов для росту в цьому регіоні нових видів – інвазивних, поява яких може негативно вплинути на рослинні угруповання. Забезпеченість рослин достатньою кількістю вологи протягом вегетаційного періоду є такою само важливою, як і оптимальний температурний режим. Крім того, потрібно, щоб опади випадали регулярно та середньої інтенсивності.

Неналежна якість атмосферного повітря у великих містах – значна запиленість повітря, наявність у повітрі двоокису сірки та оксидів азоту (що при взаємодії з атмосферною вологою перетворюються на кислоти та спричинюють формування кислотних опадів), озону та цілої низки атмосферних забруднювачів – завдає значної шкоди рослинам міста: стримує нормальний ріст та розвиток зелених насаджень, спричинює хвороби рослин[3].

Розділ 2

Вразливість міст до кліматичної зміни

Поєднання негативних наслідків урбанізації та кліматичної зміни, що спостерігається у великих містах, створюють пряму загрозу екологічній, економічній та соціальній стабільності у світі [14]. Посилення проявів зміни клімату та аналіз їх негативних наслідків у містах свідчать, що зміна клімату спричинює виникнення у містах унікальних проблем, що є невластивими для інших типів людських поселень.

Кліматичні зміни можуть спричинити прямі (фізичні) ризики (підтоплення, аномальна спека, посилена міськими мікрокліматичними особливостями, тощо) та непрямі – порушення нормального функціонування окремих систем міста та складнощі у наданні базових послуг населенню (водопостачанні, міському транспорті, енергозабезпеченні тощо).

І хоча пов'язані зі зміною клімату місцеві ризики, вразливість та здатність до адаптації варіюються у конкретних містах, існує ціла низка ключових моментів, що властиві для більшості великих міст:

- Кліматичні зміни неоднаково впливають на жителів міста – залежно від їх статі, віку, достатку;
- Неможливість скорегувати зонування території міста, що вже сформувалась, а також невідповідність будівельних норм і стандартів очікуваним змінам можуть обмежити адаптаційний потенціал інфраструктури та поставити під загрозу життя людей та їхнє майно;
- Наслідки зміни клімату можуть бути тривалими та мати глобальний масштаб;
- Міські райони, які розростаються найдинамічніше, є найменш пристосованими до протидії загрозі кліматичної зміни, адже в таких районах, як правило, існує суттєвий дефіцит управління, інфраструктури тощо [14].

Зміна клімату впливає на матеріальну інфраструктуру міста – будівлі, дороги, каналізаційні та енергетичні системи, а це, своєю чергою, на спосіб життя його мешканців та їхній достаток. Суттєве руйнування житлового та адміністративного фонду будівель очікується у випадку зростання кількості стихійних лих та катастроф, що пов'язані зі зміною клімату. З цього погляду найбільш руйнівними та вартісними вважаються підтоплення. Високі температури також можуть впливати не лише на мешканців міста, але й на інфраструктуру – сприяти руйнуванню дорожнього покриття, спричинювати часті ремонти доріг, таким чином порушуючи нормальну роботу міського транспорту.

Крім того, в умовах зростання температури повітря, за переважання у містах штучних поверхонь, що мають здатність акумулювати тепло, населення великих міст (що обраховується мільйонами) використовує значну кількість електроенергії для кондиціонування приміщень, таким чином створюючи суттєве навантаження на міську енергосистему. Зростання частоти та інтенсивності прояву екстремальних кліматичних явищ та тривалі зміни підвищують вразливість міських економічних активів та відповідно вартість ведення бізнесу.

Зміна клімату вплине на широкий спектр видів економічної діяльності – торгівлю, виробництво окремих товарів, туризм, страхові послуги тощо. І таким чином, відіб'ється на матеріальному становищі широких мас населення міста. Добре відомо, що населення з низьким рівнем прибутків є вразливішим до зміни клімату (не має житла належної якості, має менші можливості до адаптації, гірший рівень медичного обслуговування тощо), крім того, ця категорія населення у великих містах, як правило, є численнішою.

Отже,

- концентрація у містах значної кількості населення,
- особливості локального мікроклімату, що можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичної зміни (наприклад, наявність острова тепла

може посилювати тепловий стрес у місті, спричинений глобальним зростанням температури повітря),

- зміна переважних підсильних поверхонь міста (заміна природних поверхонь, що гарно вбирають воду на штучні водонепроникні),
- висотна забудова,
- наявність мережі міського транспорту та добре розвиненої інфраструктури (що може зазнати збитків від негативного впливу прояву кліматичної зміни та викликати суттєвий дискомфорт для населення міста) роблять місто значно вразливішим до проявів кліматичної зміни порівняно з іншими територіями.

Крім того, у випадку настання негативних наслідків кліматичної зміни у місті для їх ліквідації необхідно більше матеріальних та людських ресурсів. Багато ризиків у місті, що пов'язані з погодою, з посиленням кліматичної зміни будуть загострюватися, проте, якщо проаналізувати зміни, що відбуваються і ті, які очікуються в майбутньому, розробити план заходів з адаптації міста (з урахуванням його особливостей) та реалізовувати його, то очікувані негативні наслідки можна пом'якшити та дещо мінімізувати. Саме тому дуже важливо залучити заходи з адаптації до кліматичної зміни до Генеральних планів розвитку міст України.

Для оцінки вразливості міст до негативних наслідків кліматичної зміни були розроблені сім груп індикаторів, використання яких дає змогу визначити яких наслідків слід очікувати у місті та встановити для яких із них необхідно розробляти заходи з адаптації, для яких – бажано, а для яких – непотрібно:

- I. Група індикаторів для оцінки вразливості міста до теплового стресу.
- II. Група індикаторів для оцінки вразливості міста до підтоплення.
- III. Група індикаторів для оцінки вразливості міських зелених зон.
- IV. Група індикаторів для оцінки вразливості до стихійних гідрометеорологічних явищ.
- V. Група індикаторів для оцінки вразливості до погіршення якості та зменшення кількості питної води.

VI. Група індикаторів для захворювань оцінки вразливості до зростання кількості інфекційних та алергійних проявів.

VII. Група індикаторів для оцінки вразливості енергетичних систем міста.

Інженерно-технічні заходи можуть використовуватися для мінімізації ризиків пов'язаних майже з усіма негативними наслідками кліматичної зміни у місті і тому вони дуже різноманітні. Серед них можна виділити періодичні та одноразові. *Будівельно-архітектурні заходи* також будуть суттєво відрізнятися між собою залежно від проблеми, прояв якої потрібно мінімізувати. Серед будівельно-архітектурних заходів переважають такі, реалізація яких потребує тривалого часу, проте і позитивний вплив від їх реалізації також триватиме довго.

Економічні заходи відіграють важливу роль для зменшення вразливості урбанізованого середовища до окремих негативних наслідків кліматичної зміни – вони є ефективними для зниження використання води та електроенергії, скидів та викидів забруднювальних речовин у водне та повітряне середовище, а також можуть допомогти швидше ліквідувати збитки та відновити пошкоджене. Серед організаційних завдань при розробці заходів з адаптації міста важливу роль відіграє проведення потужної інформаційної кампанії спрямованої на різну цільову аудиторію.

Адаптація до зміни клімату в місті потребує комплексного підходу та виконання заходів на різних рівнях. Для окремих негативних наслідків зміни клімату, важливо розробити систему моніторингу/раннього оповіщення населення/управління ризиком – це дасть змогу принаймні частково мінімізувати збитки, спричинені метеорологічними чинниками. А при формуванні загальноміського плану адаптації міста до зміни клімату, слід звернути увагу, що є заходи, які допомагають послабити відразу кілька негативних наслідків кліматичної зміни, отже, їх впровадження буде найбільш ефективним для адаптації міста. Плануючи заходи з адаптації, варто

пам'ятати, що масштаб та інтенсивність негативних наслідків від зміни клімату залежить від обсягу парникових газів, що продукується людською діяльністю. Тому на рівні кожної країни і міста необхідно скорочувати викиди парникових газів для пом'якшення зміни клімату і полегшення адаптації до невідворотних наслідків.

2.1. Методологія оцінки вразливості до зміни клімату

Для підготовки цього розділу була проведена оцінка існуючих методологій щодо оцінки вразливостей до зміни клімату та використаний інтегрований підхід базований на Методології, що запропонована Угодою Мерів щодо клімату та Енергії викладеній у Посібнику з розробки ПДСЕРК (частина 2.b) від 2018 р., з урахуванням дослідження проведеного за підтримки Європейського Союзу «Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна», а також практичного досвіду проведення оцінки вразливості при розробці стратегії з адаптації до зміни клімату низки міст Європейського Союзу. Доцільно для розробки плану з адаптації до зміни клімату використовувати ISO 14090:2019 (First edition 2019-06) Адаптація до зміни клімату. Принципи, вимоги та вказівки до впровадження.

В Посібнику з розробки ПДСЕРК, а також в ISO 14090:2019 визначено короткий глосарій основних понять та термінів, котрі стосуються адаптації до зміни клімату. Метою глосарію є чітке та загальноприйнятне розуміння важливих термінів, які вживаються в ПДСЕРК. Варто відзначити, що в різних джерелах наведені терміни можуть мати інше трактування.

Методологія, котра використовується Угодою Мерів передбачає шість етапів циклу адаптації до зміни клімату (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Цикл адаптації до зміни клімату

Оскільки тема адаптації до зміни клімату є абсолютно новою для більшості міст по всьому світу, то серед основних перешкод до розробки адаптаційних заходів є відсутність єдиного підходу для оцінки пов'язаних з кліматом впливів, вразливості та ризику на території окремих міст. Використання різних методів для одних і тих же міст може призвести до різних результатів а, отже, до різного планування заходів з адаптації. Для того щоб зменшити вірогідність недостовірності даних і сприяти бенчмаркінгу між різними містами пропонується стандартизація показників і методів оцінки щодо вразливості та ризиків зміни клімату. На підставі аналізу наявних методів та огляду планів адаптації до зміни клімату європейських міст прийнято рішення для оцінки вразливості до зміни клімату використовувати оцінку вразливості на основі показників.

Ця методика відповідає потребам та можливостям малих та середніх міст, оскільки вона не потребує особливих технічних навичок та інструментів моделювання та може наповнюватись на основі баз даних, які є в наявності. На основі методики МГЕЗК (2014), вразливість визначається по не кліматичним факторам, які охоплюють біофізичні та соціально - економічні

характеристики системи. Різні кліматичні загрози впливають на різні аспекти вразливості міста.

Рівень узагальнення залежить від загальних цілей дослідження, технічних навиків місцевих органів влади, а також наявності даних. Такий підхід дозволить місцевій владі краще зрозуміти де знаходяться проблемні зони і можливі слабкі сторони міста, а також правильно розподілити інвестиції на місцях при плануванні та реалізації заходів з адаптації. Методика передбачає наступні кроки, котрі є узгоджені з загальною методикою, табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Етапи адаптації до зміни клімату

<p>1. БАЗОВА ОЦІНКА</p> <p>1.1. Отримання політичної підтримки для адаптації</p> <p>1.2. Збір початкової інформації</p> <p>1.3. Налаштування процесів адаптації в межах міста та поза ним</p> <p>1.4. Ідентифікація та отримання людських та технічних ресурсів</p> <p>1.5. Визначення та отримання фінансування</p> <p>1.6. Визначення та залучення зацікавлених сторін</p> <p>1.7. Повідомлення про адаптацію до різних цільових аудиторій</p> <p>1.8. Пошук додаткової підтримки</p>	<p>Етап 1 представляє ключові елементи, важливі для створення фундаменту для успішного процесу адаптації. Сюди входить потреба отримати та забезпечити підтримку на високому рівні, визначити вже наявну інформацію, встановити адекватні механізми координації та уточнити ролі та обов'язки. Далі пояснюється, як вивчити можливості фінансування, розвивати та керувати співпрацею із зацікавленими сторонами, підвищити поінформованість чи розуміння проблем зміни клімату в місті та знайти додаткову підтримку адаптації.</p>
<p>2. ОЦІНКА РИЗИКІВ ТА ВРАЗЛИВОСТІ ЗМІНИ КЛІМАТУ</p> <p>2.1. Визнання наслідків минулого та сучасного клімату</p> <p>2.2. Розуміння кліматичних прогнозів та майбутніх наслідків</p> <p>2.3. Визначення вразливих секторів</p> <p>2.4. Проведення оцінок ризику та вразливості</p> <p>2.5. Розуміння ролі навколишніх територій у адаптації</p> <p>2.6. Визначення основних проблем адаптації та визначення цілей</p>	<p>Цей етап пояснює, як здійснити оцінку ризиків, спричинених існуючими та прогнозованими кліматичними загрозами, з урахуванням конкретних причин вразливості у певній місцевості. На основі оцінки ризику та вразливості цей крок пропонує поради щодо визначення основних проблем адаптації. Це також допомагає зрозуміти роль районів, що оточують міста у адаптації</p>
<p>3. ВИЗНАЧЕННЯ СТРАТЕГІЇ АДАПТАЦІЇ</p> <p>3.1. Створення каталогу відповідних заходів адаптації</p>	<p>Цей етап допомагає містам-підписантам Угоди мерів визначити джерела інформації про потенційні заходи адаптації та зібрати ці заходи у портфолію, що сприятиме подальшій пріоритетності заходів. Заходи з</p>

<p>3.2. Пошук прикладів найкращих практик адаптації</p>	<p>адаптації - це потенційні дії з адаптації, які можуть вирішити попередньо визначені кліматичні проблеми. Крім того, заходи з адаптації можуть дозволяти скористатися будь-якими позитивними можливостями, які виникають через зміни клімату. Заходи з адаптації можуть варіюватися від дій, що створюють адаптаційний потенціал (наприклад, створення знань та обмін інформацією, створення сприятливих інституційних рамок) або створення систем управління та підтримуючих механізмів (наприклад, покращення планування землеустрою, механізми страхування) до дій з адаптації, що здійснюються на місцях, так звані "сірі" (інфраструктура) або "зелені" (на основі екосистем) заходи. Цей крок сприяє вивченню потенційних заходів адаптації та допомагає виявити відповідні дії</p>
<p>4. ФОРМУВАННЯ ПЛАНУ ЗАХОДІВ З АДАПТАЦІЇ</p> <p>4.1. Вибір рамки оцінки заходів адаптації</p> <p>4.2. Проведення аналізу зисків та витрат адаптаційних заходів</p> <p>4.3. Визначення ключових заходів адаптації</p>	<p>Після виявлення потенційних заходів з адаптації наступними кроками є оцінка та визначення пріоритетності заходів на основі детальної інформації та критеріїв. Тим самим запропоновані варіанти повинні бути оцінені, щоб визначити їх придатність до місцевого контексту, їх ефективність у зменшенні вразливості або посилення стійкості та їх більш широкий вплив на стійкість.</p> <p>Мета - уникнути рішень, що призводять до неправильної адаптації. Вибір бажаних заходів з адаптації повинен здійснюватися у тісній взаємодії з усіма учасниками та зацікавленими сторонами, які впливають на процес адаптації. Цей крок допомагає підписантам Угоди мерів, розробити систему оцінювання заходів адаптації, зібрати необхідну інформацію про ці заходи, щоб забезпечити оцінку, включаючи аналіз зисків та витрат, і в кінцевому рахунку визначити пріоритет і вибрати заходи з адаптації для здійснення дій.</p>
<p>5. ВПРОВАДЖЕННЯ ЗАХОДІВ З АДАПТАЦІЇ</p> <p>5.1. Розробка ефективного плану дій з адаптації</p> <p>5.2. Пошук прикладів планів дій з адаптації</p>	<p>Здійснення адаптаційних дій, як правило, керується спеціальною стратегією з адаптації та супровідним планом дій. Альтернативно, можна інтегрувати розроблений план адаптації в існуючі відповідні місцеві політики та програми (етап 5.3). У будь-якому випадку плани</p>

<p>5.3. Забезпечення адаптації у міській політиці та планах</p> <p>5.4. Заохочення зміни клімату шляхом адаптації та пом'якшення наслідків</p>	<p>ґрунтуються на результатах етапів 1-4. Цей етап допомагає органам місцевого самоврядування та містам-підписантам Угоди мерів розробити свою стратегію адаптації та план дій, беручи до уваги зв'язки з іншою галузевою політикою та взаємозв'язок між зусиллями щодо пом'якшення наслідків та адаптації</p>
<p>6. МОНІТОРИНГ ТА ОЦІНКА АДАПТАЦІЇ</p> <p>6.1. Розробка підходу до моніторингу та оцінки</p> <p>6.2. Визначення індикаторів моніторингу</p> <p>6.3. Пошук прикладів індикаторів моніторингу адаптації</p> <p>6.4. Використання результатів моніторингу для посилення процесу адаптації</p>	<p>Для забезпечення ефективності та стійкості процесу адаптації міста з часом важливо регулярно оцінювати хід запланованих заходів та перевіряти фактичні результати щодо цілей, які були поставлені при розробці стратегії. Крім того, важливо врахувати, якщо необхідно, коригувати, додавати або відмінити певні дії з огляду на результати моніторингу.</p> <p>Моніторинг також може допомогти визначити, чи спричинили заходи з адаптації будь-які непередбачені побічні ефекти. Важливими елементами процесу моніторингу та оцінки є підхід або рамки, підбір відповідних показників та процес використання результатів оцінки для покращення дій місцевої влади на майбутнє.</p>

2.2. Оцінка кліматичних загроз

Кліматичні загрози для суспільства існують в різних аспектах, Наприклад, в Україні кліматичні загрози проявляються:

– у сфері сільського господарства це втрати врожаю, зміни періодів дозрівання сільськогосподарських культур та підвищення їх уразливості до шкідників. Як наслідок, це призведе до виснаження ресурсів: утрати родючості ґрунту, опустелювання, ерозії тощо. Тому можна прогнозувати, що за 10–15 років ми постанемо перед загрозою втрати 25 % продуктивності ґрунтів. Зміни температури й кількості опадів разом із виснаженням ґрунтів та ескалацією екстремальних погодних явищ призведуть до критичної ситуації із сільськогосподарською продуктивністю;

– у сфері водних ресурсів – порушення гідродинамічного режиму й водного балансу річок; деградація водних ресурсів, пов'язані зі змінами водного режиму, забрудненням, виснаженням через надлишкове навантаження;

– в енергетичній сфері – збільшення попиту на електроенергію під час літньої спеки, ускладнення функціонування об'єктів гідроенергетики через зміни в характері опадів та річкового стоку, негативні наслідки від екстремальних погодних явищ;

– у сфері охорони здоров'я населення – збільшення кількості потерпілих від теплових ударів, погіршення здоров'я міського населення через поверхневе забруднення й зміни в озоновому шарі, підвищення рівня смертності внаслідок серцево-судинних захворювань.

Для здійснення оцінки спочатку потрібно визначити перелік відповідних кліматичних загроз. Рекомендується вибрати найбільш відповідні кліматичні небезпеки для міста. Вибір «субнебезпеки» необов'язковий і можливий лише за умови обрання відповідної основної небезпеки. Вибір кліматичних загроз відображений у табл. 2.2.

Кліматичні загрози

Кліматична загроза	Наявність кліматичної загрози у місті
<i>Екстремальне тепло</i>	+
<i>Екстремальний холод</i>	
<i>Сильні опади</i>	+
Сильні дощі	+
Сильний сніг	
Туман	
Град	
<i>Підтоплення</i>	+
<i>Раптова (поверхнева) повінь</i>	+
Річкове підтоплення	
Берегове підтоплення	
Підтоплення підземними водами	
Постійне затоплення	
<i>Засуха та дефіцит води</i>	+
<i>Бурі</i>	
Сильні пориви вітру	
Смерч	
Циклон, ураган, тайфун	
Тропічний шторм	
Екстратропічна буря	
Штормовий сплеск	
Гроза	
<i>Зсуви</i>	
Зсув землі	
Лавини	
Обвал каміння	
<i>Стихійні пожежі</i>	
Лісові пожежі	
Польові пожежі	
<i>Біологічні небезпеки</i>	
Зараження через воду	
Зараження через укуси заражених видів членистоногих	
Зараження через повітря	
Зараження комахами	

Для оцінки кліматичних загроз використовуються наступні фактори:

✓ Імовірність небезпеки, на теперішній час, вибираючи одне з наступних значень:

- Висока = надзвичайна ймовірність виникнення небезпеки (наприклад, більший, ніж 1 на 20 випадків виникнення);

- Помірна = середня ймовірність виникнення небезпеки (наприклад, від 1 до 20 до 1 на 200 шанс виникнення);

- Низька = малоімовірно, що небезпека виникне (наприклад, від 1 до 200 до 1 на 2000 шанс виникнення);

- Невідомо = місто не зазнавало або не спостерігало небезпеки клімату в минулому або не має можливості точно повідомити цю інформацію на основі доказів або даних;

✓ Вплив небезпеки, на теперішній час, вибираючи одне з наступних значень:

- Високий = небезпека являє собою високий (або найвищий) рівень потенційної небезпеки. При виникненні, небезпека призводить до (надзвичайно) серйозного впливу на місто та (катастрофічних) перебоїв у повсякденному житті

- Помірний = небезпека представляє помірний рівень потенційного занепокоєння; При виникненні, небезпека призводить до середнього впливу на місто, але вони є лише помірно значущими для повсякденного життя;

- Низький = небезпека представляє низький (найнижчий) рівень потенційного занепокоєння; коли це виникає, небезпека призводить до впливу на міста, але вони вважаються малозначними (або незначними) для повсякденного життя;

- Невідомо = місто не зазнавало або не спостерігало небезпеки клімату в минулому або не має можливості точно повідомити цю інформацію на основі доказів або даних.

✓ *Очікувана зміна інтенсивності небезпеки та очікувана зміна частоти небезпеки, вибираючи для кожного наступні значення:*

- Зростання;
- Спадання;
- Без змін;
- Невідомо.

✓ *Часові рамки очікуваних змін, наступні варіанти значень:*

- Короткострокова = 20-30 років відтепер;
- Середньострокова = після 2050 року;
- Довгострокова = близько 2100;
- Невідомо = неможливо визначити.

На основі цього переліку загроз та факторів їх оцінки створюється наступна таблиця (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

Оцінка кліматичних загроз Чортківської міської територіальної громади

Кліматичні загрози	Поточний ризик виникнення загрози		Майбутні загрози		
	Імовірність небезпеки	Вплив небезпеки	Очікувана зміна інтенсивності небезпеки	Очікувана зміна частоти небезпеки	Часові рамки
Екстремальне тепло	Помірна	Помірна	Зростання	Зростання	Довгострокові
Сильні опади	Помірна	Помірна	Зростання	Зростання	Коротко- та середньострокові
Сильний дощ	Помірна	Помірна	Зростання	Зростання	Коротко- та середньострокові
Підтоплення	Висока	Висока	Зростання	Зростання	Коротко- та середньострокові
Раптова (поверхнева) повінь	Висока	Висока	Зростання	Зростання	Коротко- та середньострокові
Засухи та дефіцит води	Висока	Висока	Зростання	Зростання	Середньострокові

2.3. Оцінка вразливих секторів

Теперішні та прогнозовані наслідки зміни клімату впливають на місто в цілому, але деякі міські сектори, можливо, зазнають більшого впливу через їх більшу вразливість або меншу здатність до адаптації. Здатність даного сектору адаптуватися до наслідків зміни клімату та впоратись із ним є функцією технології, інформації, навичок, інфраструктури, інституцій, розширення можливостей та здатності поширювати ризики.

Визначення вразливих секторів важливо для визначення пріоритетності та зосередження зусиль на адаптацію. Зміна клімату впливає на місто в цілому, але деякі міські сектори є більш вразливими до певних кліматичних небезпек, ніж інші. Наприклад, паводкові повені можуть не вплинути безпосередньо на охорону здоров'я, але можуть вплинути на транспортну мережу. Теплові хвилі, мабуть, є найбільшою кліматичною загрозою для здоров'я, але також можуть створювати проблеми для водопостачання та електропостачання через збільшення споживання води та енергії. Перелік потенційно вразливих міських секторів та сфер діяльності згідно із Угодою Мерів, які слід оцінити:

- будівлі;
- транспорт;
- енергія;
- водопостачання;
- відходи;
- планування землекористування;
- сільське господарство та лісництво;
- навколишнє середовище та біорізноманіття;
- здоров'я;
- цивільний захист та надзвичайні ситуації ;
- туризм;
- навчання;
- інформаційно комунікаційні технології.

Спочатку потрібно вибрати відповідні вразливі сектори які найбільш відповідні для кожної кліматичної загрози. Для Чортківської міської територіальної громади будуть розглянуті наступні сектори (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Найбільш відповідні вразливі сектори

Кліматичні загрози	Відповідні вразливі сектори
Екстремальне тепло	Здоров'я
Сильні опади	Будівлі
Підтоплення	Будівлі
Засухи та дефіцит води	Водопостачання, навколишнє середовище, біорізноманіття

Для кожного вразливого сектору потрібно вказати поточний рівень вразливості, вибравши одне з наступних значень:

- Високий рівень = великий вплив кліматичної загрози;
- Помірний рівень = періодичний вплив кліматичної загрози;
- Низький рівень = малоймовірний вплив кліматичної загрози;
- Невідомо = неможливо визначити.

Також потрібно вказати індикатор вразливості разом з його одиницею та числовим значенням для кожного сектора. Для Чортківської міської територіальної громади оцінка вразливості секторів відображена у таблиці 2.5.

Адаптаційний потенціал міста – це здатність міста пристосуватися до зміни клімату (зокрема мінливості клімату та надзвичайних явищ), щоб зменшити потенційні збитки, скористатися можливостями та впоратися з наслідками.

Пропонуємо наступні фактори адаптаційного потенціалу:

- ✓ доступ до послуг: наявність та доступ до основних послуг (наприклад, охорона здоров'я, освіта тощо)
- ✓ соціально-економічні: взаємодія між економікою та суспільством, під впливом наявних засобів (наприклад, економічне здоров'я, зайнятість, бідність, імміграція);

Вразливість секторів

Кліматичні загрози	Вразливі сектори	Рівень	Індикатор	Одиниця вимірювання	Значення
Екстремальне тепло	Здоров'я	Низький	Зростання кількості звернення у медичні заклади з тепловими ударами, серед вразливих груп	%	10
Сильні опади	Будівлі	Низький	Кількість будівель, постраждалих від екстремальних погодніх умов	шт	10
Сильні опади	Цивільний захист та надзвичайні ситуації	Помірний	Кількість днів з перебоями комунальних послуг	Днів/рік	10
Підтоплення	Будівлі	Помірний	Територія під загрозою підтоплень	Га	141,3
Засухи та дефіцит води	Водопостачання	Високий	Погіршення якості питної води	Шт.	1
Засухи та дефіцит води	Навколишнє середовище та біорізноманіття	Високий	Площі під загрозою ерозії ґрунту, погіршення якості ґрунту	Га	69

Рівень соціальної обізнаності та згуртованості Урядові та інституційні:

✓ існування інституційного середовища, регулювання та політики (наприклад, закони про обмеження, заходи профілактики, політики розвитку міста);

✓ керівництво та компетенція органів місцевого самоврядування;

✓ кадровий потенціал та існуючі організаційні структури (наприклад, знання та вміння персоналу, рівень взаємодії між муніципальними управліннями/органами);

Наявність бюджету на кліматичні дії фізичні та екологічні:

✓ наявність ресурсів (наприклад, води, земель, екологічних служб) та практики їх управління;

✓ наявність фізичної інфраструктури та умови її використання та обслуговування (наприклад, зеленосиня інфраструктура, медичні та освітні установи, засоби реагування на надзвичайні ситуації)

Знання та інновації:

✓ наявність даних та знань (наприклад, методології, вказівки, рамки оцінки та моніторингу); наявність та доступ до технологій та технічних застосувань (наприклад, метеорологічних систем, систем раннього попередження, систем боротьби з паводками) та навичок та можливостей, необхідних для їх використання;

✓ потенціал для інновацій.

Для кожного сектора слід вибрати відповідний фактор адаптаційного потенціалу.

Для Чортківської міської територіальної громади це відображено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6

Вибір факторів адаптаційного потенціалу

Вразливі сектори	Кліматичні загрози	Фактори адаптаційного потенціалу
Будівлі	Сильні опади, підтоплення	Фізичні та екологічні
Водопостачання	Засухи та дефіцит води	Фізичні та екологічні
Навколишнє середовище та біорізноманіття	Екстремальне тепло, засухи та дефіцит води	Фізичні та екологічні
Здоров'я	Екстремальне тепло	Фізичні та екологічні

Наступним кроком потрібно визначити поточний рівень адаптаційного потенціалу кожного фактору, а також вказати індикатор стосовно якого відбувається оцінка (табл. 2.6). Значення рівнів адаптаційного потенціалу:

✓ Високий = висока здатність пристосовуватися/адаптуватися до потенційних наслідків зміни клімату;

✓ Помірний = середня здатність пристосовуватися/адаптуватися до потенційних наслідків зміни клімату;

✓ Низький = низька здатність коригувати/адаптуватися до потенційних наслідків зміни клімату;

✓ Невідомо = неможливо визначити.

Розділ 3

Розробки заходів адаптації міста до кліматичної зміни

Наступним етапом після завершення оцінки вразливості міста до зміни клімату і визначення наслідків, що можуть найбільш негативно вплинути на місто та його жителів, є розробка Плану адаптації міста до кліматичної зміни. На цьому етапі ефективним буде залучення до плану «готових» адаптаційних заходів, що вже реалізуються в інших містах, та розробка «своїх», що можуть бути використані лише для конкретного міста і розроблені з урахуванням його особливостей.

План заходів розробляє робоча група у складі представників міської адміністрації, фахівців відповідних служб та неурядових громадських організацій. Найбільша кількість заходів має бути спрямована на мінімізацію того негативного наслідку кліматичної зміни, до якого місто є найбільш вразливим. Для кожного пункту плану адаптації мають бути неодмінно зазначені: відповідальна особа з числа робочої групи (що реалізовує цей захід, організовує його реалізацію чи контролює її) та організація, що, за потреби, залучається до співпраці (підрозділи Управління Гідрометеорології, організації системи охорони здоров'я, комунальні служби міста, служба порятунку ДСНС, підрозділи Державного водного агентства України, тощо) також із зазначенням відповідальної особи – представника організації.

Виходячи з матеріалів Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку (1992 р.), сталий розвиток – це такий розвиток суспільства, який задовольняє потреби сучасності, не ставлячи під загрозу здатність наступних поколінь задовольняти свої власні потреби.

У вересні 2015 року в рамках 70-ї сесії Генеральної Асамблеї ООН у Нью-Йорку відбувся Саміт ООН зі сталого розвитку. Підсумковим документом Саміту «Перетворення нашого світу: порядок денний у сфері сталого розвитку до 2030 року» було затверджено 17 Цілей Сталого Розвитку

та 169 завдань. 15 вересня 2017 року Уряд України представив Національну доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна», яка визначає базові показники для досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР). У доповіді представлені результати адаптації 17 глобальних ЦСР з врахуванням специфіки національного розвитку.

Парадигма сталого розвитку включає в себе екологічні, соціальні та економічні складові. Екологічна сфера включає в себе збереження і поліпшення природного середовища; економічна передбачає подальший гармонійний розвиток виробництва, продуктивних сил суспільства; а соціальна ставить за мету неухильне підвищення добробуту народів, вирівнювання рівнів їх життя - внутрішніх і зовнішніх, неухильне поліпшення соціальних умов та стандартів. Формування стратегічного бачення Плану дій сталого енергетичного розвитку та клімату Чортківська МТГ, встановлення стратегічних цілей, відповідних завдань та показників на довгострокову перспективу повинно враховувати глобальні орієнтири розвитку, принципи сталого розвитку та суспільну думку щодо бачення майбутнього розвитку міста, регіону, держави.

Очевидно, що кожна з цілей сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй на 2015 - 2030 роки в певній мірі стосується ПДСЕРК, проте аналіз визначає наступний перелік глобальних цілей та національних завдань:

✓ Забезпечення наявності та раціонального використання водних ресурсів і санітарії для всіх. Завдання з корегуванням до національних та місцевих умов:

- зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на місцевому та приватному рівнях;

- підвищити ефективність водокористування;

- забезпечити впровадження інтегрованого управління водними ресурсами;

- забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх.

✓ ***Завдання з корегуванням до національних та місцевих умов:***

- розширити інфраструктуру та модернізувати мережі для забезпечення надійного та сталого енергопостачання;

- збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткової потужності об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел;

- підвищення енергоефективності.

✓ ***Забезпечення відкритості, безпеки, життєстійкості й екологічної стійкості міст і населених пунктів. Завдання з корегуванням до національних та місцевих умов:***

- забезпечити розвиток міст та територій виключно на засадах комплексного планування та управління за участю громадськості;

- забезпечити своєчасне оповіщення населення про надзвичайні ситуації з використанням інноваційних технологій;

- зменшити негативний вплив забруднюючих речовин, у т.ч. на довкілля міст, шляхом використання інноваційних технологій.

✓ ***Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та його наслідками. Завдання з корегуванням до національних та місцевих умов:***

- зменшення викидів CO₂;

- підвищити здатність адаптуватися до небезпечних кліматичних явищ і стихійних лих;

- поліпшити просвітництво, поширення інформації про можливості людей та установ щодо пом'якшення гостроти та послаблення наслідків зміни клімату, адаптації до них і формування системи раннього попередження.

При формування стратегічного бачення та визначення стратегічних цілей необхідно врахувати наступні фактори. Першим фактором є врахування енергетичної бідності. Поряд із вжиттям заходів щодо пом'якшення зміни

клімату та адаптації до його наслідків, країни зобов'язуються забезпечити доступ до безпечної, стійкої та доступної енергії для всіх. В європейському контексті це означає вжити заходів для зменшення бідності в енергетиці.

Енергетичну бідність можна визначити як «ситуація, коли домогосподарство чи особа не можуть дозволити собі базові енергетичні послуги (опалення, охолодження, освітлення, мобільність та електроенергія), щоб гарантувати гідний рівень життя через поєднання низьких доходів, великих витрат енергії та низької енергоефективності їхніх будинків».

Енергетична бідність є складним питанням, і як оцінка сучасного рівня енергетичної бідності в українських міських радах, так і вплив на життя громадян - непросте завдання. За оцінками, 1 з 10 громадян страждає від енергетичної бідності. Цифри показують, що в Європі:

- 57 мільйонів людей не можуть підтримувати тепло у своєму житлі взимку;
- 104 мільйони людей не можуть підтримувати своє житло комфортним протягом літа;
- 52 мільйони людей стикаються із затримкою в оплаті рахунків за енергію.

Бюджетні установи, як споживачі енергетичних ресурсів є найпроблемнішими для міста, адже фінансуються з міського бюджету. Тому заходи з енергозбереження є одні з найбільш актуальних. Основні заходи у бюджетних будівлях повинні бути скеровані на наступне.

Маловитратні заходи та заходи спрямовані на зміну поведінки:

- Забезпечення ефективної технічної експлуатації, підтримання, відновлення та вдосконалення експлуатаційних якостей будівель;
- Удосконалення системи енергетичного менеджменту;
- Ведення моніторингу споживання енергоресурсів; Встановлення лічильників обліку ПЕР;
- Проведення інформаційно-просвітницьких кампаній та підвищення мотивації щодо ощадливого використання ПЕР;

- Встановлення дотягувачів дверей;
- Очищення поверхні ламп та світильників;
- Заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі;
- Заміна застарілих кухонних плит на сучасні;
- Встановлення балансувальної апаратури та теплоізоляції трубопроводів.

Інвестиційні проекти у бюджетних будівлях:

- Встановлення та наладка індивідуальних теплових пунктів, встановлення системи дистанційного моніторингу;
- Заміна дерев'яних вікон та дверей на енергоефективні;
- Встановлення локальних систем вентиляції з рекуперацією;
- Утеплення даху та підвальних приміщень;
- Утеплення зовнішніх стін.

Основними заходами у сфері водопостачання та водовідведення є:

- Вдосконалення системи енергоменеджменту на водопостачальному підприємстві;
- Використання схеми оптимізованого водопостачання та розробка гідравлічної моделі мереж водопостачання;
- Встановлення приладів обліку;
- Підтримання в належному стані запірної арматури та мереж;
- Впровадження сучасних технологій та обладнання для знезараження води;
- Підвищення надійності та довговічності системи водопостачання та водовідведення шляхом її модернізації;
- Модернізація (заміна) електронасосних агрегатів та пускорегулюючого обладнання;
- Реконструкція каналізаційно-напірних станцій.

Субсектор громадського освітлення включає систему зовнішнього вуличного освітлення, світлофори, підсвітку історичних та громадських будівель, освітлення парків, скверів тощо.

Громадське освітлення займає незначну частку у споживанні енергії. Як було вже зазначено, основним ПЕР для вуличного освітлення є електрична енергія та витрати палива для транспорту, що обслуговує відповідне комунальне підприємство.

Основними заходи у вуличному освітленні:

- Очищення поверхні ламп та світильників, утримання їх в робочому стані;
- Заміна та реконструкція мереж та опор;
- Встановлення приладів регулювання інтенсивності освітлення та датчиків руху;
- Заміна джерел світла на світлодіодні лампи Використання ВДЕ як джерела енергії.

Житловий сектор, як вже було вище зазначено є основним споживачем енергетичних ресурсів. Половина резерву енергозбереження в житловому фонді пов'язана з тепловою ізоляцією огорожувальних конструкцій житлових будинків.

Маловитратні заходи та заходи спрямовані на зміну поведінки:

- Популяризація маловартісних енергоефективних заходів серед населення міста;
- Забезпечення належної технічної експлуатації будівель (встановлення лічильників обліку ПЕР; заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі та встановлення приладів регулювання інтенсивності освітлення місць загального користування;
- Запровадження принципово нових енергозберігаючих підходів при проектуванні та будівництві нового житла у місті.

Інвестиційні проекти у житлових будівлях:

- Заміна дерев'яних вікон та дверей на енергоефективні;
- Утеплення даху та підвальних приміщень;
- Утеплення зовнішніх стін.

У третинному секторі основними заходами є:

- Забезпечення енергоефективної експлуатації будівель та обладнання;
- Модернізація системи освітлення;
- Термосанація огорожуючих конструкцій будівель;
- Встановлення засобів обліку та регулювання теплової енергії;
- Модернізація технологічного обладнання.

Таблиця 3.1

Зведений розрахунок зменшення викидів CO₂ до 2030 року за секторами

Сектори включення в БКВ	Всього викидів, т/рік	Скорочення викидів, т CO ₂ /рік	Зменшення викидів CO ₂ ,%
Муніципальні будівлі, обладнання/об'єкти	6776,69	2884,67	42,57
Муніципальні будівлі	6494,48	2752,24	42,38
Муніципальне обладнання/об'єкти	95,45	35,32	18,91
Муніципальне громадське освітлення	186,76	97,11	52,00
Третинний сектор	4060,27	1859,42	45,80
Житлові будівлі	57957,73	23164,12	39,97

Перелік основних заходів для економії ресурсів наведений у таблиці 3.2.

Будівельно-архітектурні заходи включають:

- Використовувати для побудови тротуарів та стоянок матеріали, що менше нагріваються. Створювати «пористі» тротуари та автостоянки. Цей захід має відразу дві переваги: по-перше, вони менше нагріваються ніж звичайні, по-друге, крізь них відбувається інфільтрація опадів – відповідно, знижується ризик підтоплення території, а випаровування вологи, що потрапила в ґрунт крізь отвори, також спричинює зниження температури над такою поверхнею.

- Створювати якомога більшу кількість зелених зон у межах міста. Позитивний вплив буде, як від зелених зон із деревними насадженнями, що створюють затінення території та перешкоджають додатковому нагріву

підстильної поверхні і будівель, так і від газонів та клумб на прибудинкових територіях (адже, будь-яка незаасфальтована територія – це додаткове випаровування і відповідно охолодження повітря).

- Використовувати відкриту води та водні об'єкти – так звані «блакитні зони міста» (blue areas – англ.) [95]. Будувати фонтани, створювати ставки, відновлювати та належно доглядати за природними водоймами – ріками, озерами.

- Використовувати для дахів та фасадів будинків матеріали, що відбивають максимальну кількість сонячної радіації. Добре відомим є те, що світлі кольори поглинають менше сонячної радіації, тому навіть перефарбування зовнішніх стін у світлі кольори допоможе дещо знизити їх нагрівання.

- Застосовувати зелені дахи та стіни для зниження нагріву будівель. Під час використання рослин на дахах та стінах будівель слід чітко дотримуватися всіх будівельних норм для організації такого виду озеленення, адже навіть незначні порушення можуть призвести до просочування води всередину приміщення, псування конструкцій тощо.

- Здійснювати контроль за надходженням сонячної радіації всередину приміщень завдяки особливостям їх будови (наприклад, використовувати навіси над вікнами, ролети, дерев'яні жалюзі тощо) або насаджувати дерева поблизу. Досить суперечливими є переваги спеціальної орієнтації вулиць і близького розташування будівель для затінення і зменшення надходження сонячної радіації до стін та у вікна. Адже будівлі експлуатують не лише влітку, але й взимку, коли природна освітленість та надходження сонячної радіації у приміщення є необхідною.

- Забезпечити якнайкращу термоізоляцію будівель. Це буде корисним як влітку – для зменшення нагріву приміщень, так і в зимовий період – зменшить втрати тепла приміщенням.

- Споруджувати нові будівлі, структура яких така, що забезпечує природну вентиляцію всередині приміщень та рух повітря між будинками.

Методологія пропонує ряд заходів які необхідно розглядати під час розробки плану з адаптації, а саме: інженерно-технічні, будівельно-архітектурні та економічні заходи.

Серед організаційних заходів важливу роль відіграють інформаційно-просвітницькі кампанії спрямовані на певну цільову аудиторію.

Інженерно – технічні заходи можуть використовуватись для мінімізації ризиків пов'язаних майже з усіма негативними наслідками кліматичних змін у і тому вони дуже різноманітні. Серед них доцільно виділяти періодичні та одноразові.

Будівельно - архітектурні заходи також будуть суттєво відрізнятись між собою залежно від проблем, прояв яких потрібно мінімізувати. Серед будівельно-архітектурних заходів переважають такі, реалізація яких потребує тривалого часу, проте і позитивний вплив від реалізації яких також триватиме довго. Як правило, такі заходи є частинами обласних або державних програм.

Економічні заходи відіграють важливу роль для зменшення вразливості урбанізованого середовища до окремих негативних наслідків кліматичних змін.

Серед організаційних заходів при розробці заходів з адаптації міста важливу роль відіграють інформаційні кампанії спрямовані на певну цільову аудиторію. Найбільш ефективними заходами з адаптації є розробка та реалізація комплексних програм на різних рівнях (місцевому, регіональному та державному). Для окремих негативних наслідків зміни клімату доцільно розробити систему моніторингу (раннього оповіщення населення) управління ризиком. Це дасть можливість мінімізувати збитки спричинені метеорологічними чинниками. Розробляючи заходи з адаптації доцільно скеровувати їх на досягнення короткострокових та середньострокових цілей.

Таблиця 3.2

Перелік основних заходів

Назва проекту/заходу	Зміст заходу	Очікувана економія енергії, МВт*год/рік	Виробництво відновлювальної енергії, МВт*год/рік	Скорочення викидів CO ₂ (т/рік)
Муніципальні будівлі, обладнання/об'єкти				
Запровадження системи енергоменеджменту в бюджетних будівлях	Удосконалення системи енергоменеджменту, встановлення лімітів споживання ПЕР, закупівля програмного забезпечення, навчання персоналу, проведення інформаційних заходів	2 445,43	0	790,79
Підвищення енергоефективності в будівлях бюджетної сфери (ДНЗ)	Реконструкція системи освітлення, заміна вікон та дверей, утеплення зовнішніх стін, ізоляція горища та підлоги, відновлення термоізоляції труб опалення	1 528,40	0	494,24
Використання відновлювальних джерел енергії в бюджетних будівлях	Реконструкція системи опалення, використання теплових насосів, заміна теплових котлів на більш ефективні, впровадження системи ГВП з сонячними колекторами, використання теплових насосів	0	1 630,29	527,19
Підвищення енергоефективності в будівлях бюджетної сфери (ЗОШ)	Реконструкція системи освітлення, заміна вікон та дверей, утеплення зовнішніх стін, ізоляція горища та підлоги, відновлення термоізоляції труб опалення	2 037,86	0	658,99

Підвищення енергоефективності в будівлях бюджетної сфери (ОЗ)	Реконструкція системи освітлення, заміна вікон та дверей, утеплення зовнішніх стін, ізоляція горища та підлоги, відновлення термоізоляції труб опалення	642,00	0	207,61
Підвищення енергоефективності в будівлях бюджетної сфери (інші бюджетні установи)	Реконструкція системи освітлення, заміна вікон та дверей, утеплення зовнішніх стін, ізоляція горища та підлоги, відновлення термоізоляції труб опалення	227,00	0	73,41
Використання енергоефективного обладнання	Заміна існуючого енергообладнання на енергозберігаюче на водопровідних насосних станціях, підвищувальних насосних станціях, водозабору	22,61	0	13,36
Використання енергоефективного обладнання	Заміна існуючого енергообладнання на енергозберігаюче на каналізаційних насосних станціях, каналізаційних очисних споруд	16,15		9,55
Зменшення непродуктивних втрат	Реконструкція водопровідних мереж з метою зменшення витокі	20,19	0	11,93
Використання енергоефективного освітлення виробничих приміщень	Переведення освітлення на енергозберігаючі	0,81	0	0,48
Реконструкція зовнішнього освітлення	Заміна ліхтарів на світлодіодні ліхтарі, технічне обслуговування світлоточок	56,88	0	33,62
Запровадження системи інтелектуального управління освітленням «Розумне світло	Створення системи автоматизованого та диспетчерського управління і контролю міським зовнішнім освітленням	107,44	0	63,50

Третинний сектор (малий та середній бізнес, сфера обслуговування).

Запровадження енергоефективного освітлення	Заміна електричних ламп на енергозберігаючі та встановлення автоматичних систем керування освітленням у будівлях третинного сектору	802,48	0	474,27
Використання енергоефективного технологічного обладнання	Заміна наявного технологічного обладнання на більш енергоефективне	1872,45	0	1106,62
Впровадження енергозберігаючих заходів в будівлях третинного сектору	Заходи, спрямовані на реконструкцію систем опалення, погодного регулювання, усуненням теплових втрат у неопалювальних приміщеннях;	400,32	0	80,87
Впровадження енергозберігаючих заходів в будівлях третинного сектору	Утеплення зовнішніх стін, заміна віконних конструкцій у будинках третинного сектору;	978,56	0	197,67
Житлові будівлі				
Просвітницькі кампанії з інформування мешканців щодо енергозберігаючих заходів та маловартісні заходи	Інформаційні кампанії, впровадження маловитратних заходів	9 219,01	0	2 897,89
Стимулювання мешканців до використання у домогосподарствах енергоощадних пристроїв освітлення та побутової техніки	Заміна ламп розжарювання на енергозберігаючі на сходових клітках та у власних оселях мешканців будинків	7 862,53	0	4646,76
Впровадження енергозберігаючих заходів в житлових будівлях	Утеплення фасадів житлових будинків, заміна вікон на енергоефективні	31 309,67	0	6 324,55

(індивідуальна та багатоквартирна забудова)				
Комплексна термомодернізація пілотних житлових будівель (ОСББ)	Утеплення фасаду, даху, цоколю, заміна вікон та дверей, встановлення ІТП, промивка, гідравлічне балансування системи, заміна вікон на сходових клітках, відновлення теплової ізоляції трубопроводів, ремонт покрівель, заходи з санації інженерних мереж	25 047,74	0	5 059,64
Використання "зеленої енергетики"	Виробництво сонячної електроенергії та виробництво електроенергії на вітрових станціях, використання теплових насосів	0	20 966,75	4 235,28

Оцінка вразливості Тернополя

Тернопіль – адміністративний центр Тернопільської області, що розташований на заході правобережної частини України в межах Подільської височини (рис. 3.1). Географічне розташування міста сприяє формуванню на його території помірно-континентального клімату. Тернопіль займає площу 59 км² і має населення 217 тис. осіб. В центрі міста є велика штучна водойма – Тернопільський став, розташований на річці Серет.



Рис. 3.1. Розташування Тернополя на карті України [67].

Результати досліджень свідчать про те, що клімат Тернополя [6, 7], як і всієї України, вже почав змінюватися. За прогнозами зміни триватимуть і в майбутньому, що може спричинити суттєві негативні наслідки для природи, населення та інфраструктури міста. За методикою була здійснена оцінка вразливості міста Тернополя до зміни клімату, з врахуванням результатів державного семінару «Підтримка регіональних зусиль з розробки регіональних планів заходів з адаптації до зміни клімату», що відбувся 12–13 вересня 2013 р. в м. Тернопіль.

В таблиці 3.3 подано результати даної оцінки. Опис індикаторів вразливості представлено в порядку спадання – від найбільш вразливої до найменш вразливої групи. Також подано рекомендації для підвищення стійкості Тернополя до кліматичних проявів. Тернопіль є найбільш вразливим до підтоплень (16 балів) та до стихійних гідрометеорологічних явищ (14

балів). Причиною цьому є наявність великих водних об'єктів на території міста, неглибоке залягання ґрунтових вод, а також зношеність каналізаційної та зливової систем.

Так, аномальна злива, що відбулася в червні 2013 р., призвела до затоплення вулиць міста, обмеживши рух транспорту, викликала знеструмлення деяких районів, а люди були змушені чекати покращення погодних умов, щоб залишити приміщення [27, 54, 74]. Причиною цього явища було те, що каналізаційна мережа міста не впоралася із великими об'ємами води. Велику небезпеку становлять паводки в місті. Існують прояви водної ерозії, на схилах р. Серет спостерігаються прояви зсувів.

Різкі перепади температур призводять до погіршення стану дорожнього покриття в місті. V та VI групи в таблиці 3.3 – «Чутливість енергетичних систем міста» і «Зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів», – набрали однакову кількість балів (по 10). Відсутність у місті автономних джерел енергії (традиційних та альтернативних) робить критичною ситуацію в місті на випадок аварійних ситуацій (аномальні зливи, пориви вітру). Зростання кількості днів з ожеледдю призводить до зростання випадків аварій у зв'язку із намерзанням на лініях електропередач, що спричиняє знеструмлення будинків та районів міста. Зношеність основних фондів, зростання швидкості вітру та температури додатково навантажує енергетичну систему міста. Так, наприклад, 26 листопада 2013 року, вночі, через несприятливі погодні умови (сильні пориви вітру, дощ з мокрим снігом) спрацювали системи захисту ліній електропередач і сталося знеструмлення 266 населених пунктів (знеструмлено 133 лінії електропередач 10 кВ, 1130 трансформаторних підстанцій, пошкоджено 17 електроопор) у Тернопільській області [69, 75].

За віковою структурою міста у Тернополі переважає кількість населення у працездатному віці – 65,7 %, що не є чутливим до зміни клімату. Проте, значна частка населення все ж є чутливою до різких перепадів та високих температур.

Таблиця 3.3

Оцінка вразливості міста Тернопіль

Номер індикатора	Вразливість міста до теплового стресу	Вразливість міста до підтоплення	Вразливість міських зелених зон	Вразливість до стихійних гідрометеорологічних явищ	Вразливість до погіршення якості та зменшення кількості питної води	Вразливість до зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів	Вразливість енергетичних систем міста
1	1	0	1	4	0	0	2
2	2	2	1	2	0	4	4
3	1	1	1	2	0	2	2
4	1	2	1	4	0	0	0
5	0	2	0	2	0	0	0
6	0	0	0	0	1	4	2
7	0	1	0	-	2	-	-
8	1	2	0	-	2	-	-
9	0	2	0	-	1	-	-
10	0	2	1	-	1	-	-
11	0	1	0	-	1	-	-
12	1	1	1	-	0	-	-
Сума	7	16	6	14	8	10	10

Не зважаючи на те, що в структурі закладів охорони здоров'я міста функціонує 7 лікувально-профілактичних установ, забезпеченість ліжковим фондом населення є недостатньою (47 ліжок на 10,0 тис. населення, в той час як відповідний показник по області – 85,3, а МОЗ пропонує встановити в якості нормативного показника по Україні – 75 ліжок на 10 тис. жителів [40]). Загалом на утримання закладів охорони здоров'я у 2012 р. з бюджету міста направлено 141,4 млн грн [30].

Група «Вразливість до погіршення якості та зменшення кількості питної води» сумарно отримала 8 балів. Вразливість міста до цих негативних наслідків кліматичної зміни пояснюється низькою культурою водоспоживання серед населення, застарілими засобами очистки води, що функціонують ще з 70-х років минулого століття (хлорування) і призводять до її недоочистки. Позитивним є те, що в місті щороку (двічі на рік, – навесні та восени) традиційно відбувається планове промивання водопровідних мереж [28]. Більшість підприємств міста використовують воду замкнутого циклу.

Результати проведеної оцінки показали, що місто не є дуже вразливим до теплового стресу (ця група індикаторів набрала 7 балів). Тернопільський став, розташований на території міста, крім рекреаційної функції, здійснює ще й екологічну – справляє суттєвий охолоджуючий ефект на мікроклімат міста. Ця його функція «охолоджувача» міста буде зростати пропорційно зростанню температури повітря міста, що за результатами моделювання для Тернопільської області в 2021–2050 рр. відносно 1981–2010 рр. показує зростання середньорічної мінімальної температури на 1,1°C, а середньорічної максимальної температури – на 1,0°C [7].

Найменш вразливими є зелені зони міста (6 балів). Це пояснюється наявністю в місті великої кількості об'єктів природно-заповідного фонду. Також позитивним чинником є прийняття міською адміністрацією Програми зі збільшення кількості зелених зон за рахунок заміни класичних парковок з асфальтовим покриттям на екопарковки з трав'яним покривом [60].

Висновки

Дослідження клімату України свідчать, що протягом останніх десятиріч температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (1960-1990 рр.). Середньорічна температура повітря за останні двадцять років (1991-2010 рр.) відносно цього показника зросла на $0,8^{\circ}\text{C}$, відбувся перерозподіл кількості опадів по регіонах України і по сезонах (хоча загалом за рік кількість опадів залишилася практично без змін) та зростання кількості прояву окремих СМЯ (дуже сильного дощу, сильного вітру, дуже сильного снігопаду, сильного туману та ін.), а також протягом останнього десятиріччя почастишали прояви хвиль тепла.

Наслідки зміни клімату, проявляючись в міському середовищі, спричиняють негативний вплив на нього. Концентрація у містах значної кількості населення, особливості локального мікроклімату, що можуть посилювати деякі негативні наслідки кліматичної зміни, зміна переважних підсильних поверхонь міста, висотна забудова, наявність мережі міського транспорту та добре розвиненої інфраструктури (що може зазнати збитків від негативного впливу прояву кліматичної зміни та викликати суттєвий дискомфорт для населення міста) робить місто значно вразливішим до проявів кліматичної зміни порівняно з іншими територіями.

До основних потенційних негативних наслідків зміни клімату, що можуть проявлятися у містах, належать: тепловий стрес; підтоплення; зменшення площ та порушення видового складу міських зелених зон; стихійні гідрометеорологічні явища; зменшення кількості та погіршення якості питної води; зростання кількості інфекційних захворювань та алергійних проявів; порушення нормального функціонування енергетичних систем міста.

Для оцінки вразливості міст до негативних наслідків кліматичної зміни використовується сім груп індикаторів, за допомогою яких можна визначити найбільш небезпечні для міста наслідки зміни клімату та встановити для яких із цих наслідків необхідно розробляти заходи з адаптації, для яких – бажано, а для яких – непотрібно.

Список використаної літератури

1. Абхас К. Дж., Блок Р., Ламонд Д. /Города и затопление. Руководство по комплексному управлению рисками, связанными с наводнениями в городской среде, для XXI века. Резюме для директивных органов. – 2012., Международный банк реконструкции и развития. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gfdr.org/sites/gfdr.org/files/urbanfloods/pdf/Cities%20and%20Flooding_Summaru%20in%20Russian.pdf – назва з екрану.
2. Агроекологічний атлас Полтавщини. Екологічна бібліотека Полтавщини. Випуск 7. – Полтава, 2009. – 70 с.
3. Аксьонов О.О. Екологічні особливості факторів екології Києва// Вісник НАУ. – 2008. – № 4. – С.93–95.
4. Аналіз актуальних чинників погіршення якості питного водопостачання в контексті національної безпеки України». Аналітична записка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1037/> – назва з екрану.
5. Бабиченко В.Н., Адаменко Т.И., Бондаренко З.С., Николаева Н.В., Рудишина С.Ф., Гущина Л.М. Экстремальная температура воздуха на территории Украины в условиях современного климата. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/oral_1/Babichenko_et_al.pdf – назва з екрану
6. Балабух В.О. Зміна інтенсивності конвекції в Україні: причини та наслідки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://meteo.gov.ua/files/content/docs/Vinnitsa/UkrGMI.pdf>. – назва з екрану.
7. Балабух В. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини XXI ст. / Наукові записки Тернопільського національного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія.– 2013

8. Балабух В.О. Тенденції зміни частоти та інтенсивності екстремальних гідрометеорологічних явищ на території Донецької області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/tendenciyi-zmini-chastoti-ta-intensivnostiekstremalnih-gidrometeorologichnih-yavishch-na>. – назва з екрану.

9. Бойченко Е.Б. Особливості старіння населення (на прикладі донецької області) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://pk.napks.edu.ua/library/compilations_vak/eiu/2010/6/p_63_68.pdf – назва з екрану.

10. Букша И.Ф. Изменение климата и лесное хозяйство Украины – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 7. – С.11 – 17.

11. В центрі Тернополя замість старих тополь садитимуть “небесні дерева”. Газета «ДОБА» – інтернет-видання Тернопільщини. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://doba.te.ua/novyny/v-tsentri-ternopolya-zamist-staryhtopol-sadytymut-nebesni-dereva.html> – назва з екрану.

12. Головне управління статистики у Тернопільській області. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.te.ukrstat.gov.ua/archivDS.html> – назва з екрану.

13. Голубев В.И. Автомобиль как фактор глобального потепления [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ecolife.ru/Golubev-Avto-as-factor.pdf>. – назва з екрану.

14. Города и изменение климата: направления стратегии. Глобальный доклад о населенных пунктах 2011 года // Программа ООН по населенным пунктам [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.unhabitat.org/pmss/getElectronicVersion.aspx?nr=3101&alt=1 – назва з екрану

15. Кліматичний кадастр України [Електронний ресурс] / [упорядн.: О.О. Косовець, М.М. Кульбіда, Л.А. Гейко та ін.]. – 80 min/700 MB. – К.: Державна Гідрометеорологічна служба, УкрНДГМІ, ЦГО, 2006.

16. Краковська С.В. Можливі сценарії майбутніх кліматичних умов для Полтавської області // матеріали державного семінару Підтримка регіональних

зусиль з розробки регіональних планів заходів з адаптації до зміни клімату, 24–25 жовтня 2013 р.

17. Курницька М.П. Екологічні аспекти зростання деревних рослин в урбанізованому середовищі // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.7. – С. 55–59.

18. Ландсберг, Г. Е. Климат города / Г. Е. Ландсберг; пер. с англ. [А. Я. Фредмана]; под. ред. А. С. Дубова. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1983. – 248 с.

19. Ліпінський В.М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України / В.М. Ліпінський // Інвестиції та зміна клімату: можливості для України: Міжнар. конф. – К., 10–11 липня 2002 р

20. Массей Е.Е. Досвід Європейського Союзу в адаптації до зміни клімату та застосування його в Україні. – Бюро Координатора з економічної та довкільної діяльності ОБСЄ. – 2012.

21. Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrgeojournal.org.ua/sites/default/files/UGJ-2012-4-08.pdf> – назва з екрану

22. Сніжко С.І. Звіт про НДР: Розробка наукових засад адаптації водного господарства України до можливих змін клімату із врахуванням гідрологічних показників основних річкових басейнів. – К., 2011. – 115 с.

23. Снежко С., Куприков И., Шевченко О. Оценка изменения водного стока рек Украины на основе водно-балансовых моделей // Фізична географія та геоморфологія. – 2012.– Вип. 2(66), 157–161 с.

24. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1985–2005 рр.) / за ред. Ліпінського В.М., Осадчого В.І., Бабіченко В.М. – К.: Ніка-Центр, 2006. – 312 с.

25. Тенденції змін планетарного клімату та їх можливого впливу на основні сектори української економіки / за ред. Хвесика М.А. – К.: Логос, 2012. – 268 с

26. Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Кульбіда М.І. Клімат великого міста: формування та особливості прояву // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції з питань запобігання зміни клімату «Клімат і місто (на прикладі м. Києва)», 5–6 червня 2013, Київ. – 47–55 с.

27. Climate change and urban energy systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ucsrn.org/wp-content/uploads/2011/06/ARC3-Chapter-4.pdf> . – назва з екрану

28. 5-та Всеєвропейська конференція міністрів навколишнього середовища “Довкілля для Європи” // Електронний доступ до сторінки – ecoleague.colocall.com/download.php?id=576

29. Буркинський Б., Галушкіна Т. Глобалізація економіки та національна екологічна доктрина // Економіст. – 2002. – № 9. – С. 20-23.

30. Буркинський Б.В., Степанов В.М., Харічков С.К. Еколого-економічні орієнтири стратегії сталого розвитку України. Проблеми сталого розвитку України – Київ: «БМТ». – 1998. – С. 100-111

31. Веклич О.О. Екологічна ціна економічного зростання України / О.О. Веклич, М.Ю. Шлапак // Економіка України. – 2012. – № 1. – С. 51-60.

32. Веклич О.О. Економічний механізм екологічного регулювання в Україні. – К.: [Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів], 2003. – 88 с.

33. Вернадский В.И. Биосфера. / В.И. Вернадский. – М., 1967, с. 351

34. Захист від небезпечних геологічних процесів. Основні положення проектування: ДБН В.1.1-24:2009. – [Дата введення 2009-12-02]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Міністерство з питань житлово-комунального господарства України, 2008. – 91 с.

35. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування: ДБН В.2.1- 10:2018. – [Дата введення 2019-01-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій», 2018. (Національний стандарт України).

36. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2016. – [Дата введення 2017-04-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2016. (Національний стандарт України).

37. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. – [Дата введення 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.

38. Будівництво у сейсмічних районах України + Зміна №1: ДБН В.1.1-12:2014. – [Дата введення 2019-03-14]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2019. – 11 с.

39. Better Places for People is WorldGBC's global project to support GBCs [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.worldgbc.org/better-places-people. – Назва з екрана.

40. C40 Cities [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.c40.org. – Назва з екрана.

41. Global Environment Facility [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.thegef.org. – Назва з екрана.

42. Green Building Council of Australia (GBCA) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: new.gbca.org.au. – Назва з екрана.

43. Houghton A. Analysis of correlations between neighborhood-level vulnerability to climate change and protective green building design strategies: A spatial and ecological analysis / A. Houghton, C. Castillo-Salgado // Building and Environment. – Vol. 168. – 106523 [PMC free article].

44. International Labour Organisation (ILO) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.ilo.org. – Назва з екрана.

45. International Renewable Energy Agency (IRENA) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.irena.org. – Назва з екрана.

46. Lee T. Building Green: Local Political Leadership Addressing Climate Change / T. Lee, C. Koski // Review of Policy Research. – 2012. – 29 (5). – P. 605–624.

47. New Climate Economy. A Roadmap for Financing Sustainable Infrastructure [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

newclimateeconomy.report/2016/a-roadmapfor-financing-sustainable-infrastructure. – Назва з екрана.

48. Peng C. Climate change simulation for intelligent green building adaptation design / C. Peng, C.Y. Yi // International Conference on Intelligent Green Building and Smart Grid. – 2014, 23-25 April, Taipei, IEEE. – 5 p.

49. Philippine Green Building Council [Електронний ресурс]. – Режим доступу: philgbc.org. – Назва з екрана.

50. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report. – 2017. – 66 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.fsb-tcf.org. – Назва з екрана.

51. South Africa's Green Star [Електронний ресурс]. – Режим доступу: gbcsa.org.za. – Назва з екрана.

52. The Global Alliance for Buildings and Construction (GlobalABC) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: globalabc.org. – Назва з екрана.

53. The Sendai Framework on Disaster Risk Reduction (2015-2030) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: unesc.org/sendai-framework#. – Назва з екрана.

54. UN's Sustainable Development Goals (SDGs) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals. – Назва з екрана.

55. Why Women Are Critical In Efforts To Save Our Planet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.c40.org/press_releases/press-releasewomen4climate-why-women-are-critical-in-efforts-to-save-our-planet. – Назва з екрана.

56. World Green Building Council (WGBC) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.worldgbc.org. – Назва з екрана.

57. World Health Organization (WHO) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.who.int. – Назва з екрана.

58. World Resources Institute [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.wri.org. – Назва з екрана.

59. Zuo J. Green building research – current status and future agenda: A review / J. Zuo, Z.Y. Zhao // Renewable and sustainable energy reviews. – 2014 – 30. – P. 271–281.