

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та  
екології**

**Кафедра екології, збалансованого природокористування та захисту  
довкілля**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «Кліматична політика м. Полтави та аналіз  
інноваційних методів з адаптації до змін клімату у містах»**

Виконала: здобувачка вищої освіти  
СВО Магістр за освітньо-професійною  
програмою Агроекологія  
спеціальності 101 Екологія  
**Глазунова Вікторія Євгеніївна**

Керівник: Тараненко Анна Олексіївна, к.с.-г.н.,  
доцент.

Рецензент:

Полтава – 2022 року

## ЗМІСТ

ВСТУП

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

РОЗДІЛ 1. Основи кліматичної політики України

- 1.1. Концепція державної політики у сфері зміни клімату
- 1.2. Стратегія низьковуглецевого розвитку України
- 1.3. Внесок України до зменшення змін клімату
- 1.4. Заходи щодо зменшення змін клімату в Україні

РОЗДІЛ 2. Характеристика міста Полтава

- 2.1. Загальна характеристика м. Полтава
- 2.2. Природно-кліматична характеристика м. Полтава
- 2.3. Аналіз стану атмосферного повітря в м. Полтава

РОЗДІЛ 3. Аналіз тенденцій змін клімату м. Полтава

- 3.1. Тенденції зміни клімату м. Полтава
- 3.2. Управління викидами парникових газів та адаптація до змін клімату
- 3.3. Захист озонового шару та зменшення викидів
- 3.4. Оцінка антропогенних викидів та абсорбція парникових газів

РОЗДІЛ 4. Заходи з адаптації до змін клімату у м. Полтава

- 1.1. Передумови проведення заходів з адаптації
- 1.2. Управлінські рішення
- 1.3. Інженерні рішення

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

## ВСТУП

Зміна клімату – це система незворотних процесів, які викликані антропогенною діяльністю разом з впливом природних чинників, що впливає на життєдіяльність організмів та існування екосистем загалом.

Зараз на планеті спостерігається глобальне потепління, причиною якого є надлишок парникових газів, які руйнують структуру озонового шару, тим самим порушуючи проходження сонячної радіації, яка, відбиваючись від поверхні Землі не може повністю бути повернута в космічний простір, тому виникає явище парникового ефекту. Глобальна температура атмосферного повітря підвищується, збільшуючи ризик виникнення аномальних природних явищ та стихійних лих, серед яких: масштабні пожежі, зменшення метеорологічного періоду, повені та паводки, посухи, зменшення рівня води в річках, тропічні ночі, а також таких проблем, як: загроза для соціально незахищених верств населення, пов'язана з неможливістю швидкої адаптації до темпу кліматичних змін, зменшення врожайності, біорізноманіття, збільшення кількості шкідників та хвороб, в тому числі, небезпечних для людини, скорочення площі лісів, зміна кругообігу води, зміна сільськогосподарських культур, підвищення рівня світового океану, підтоплення прибережних територій, танення льодовиків та інші.

Протягом століть, з плином часу та технічного прогресу, розквітом промисловості та механізацією виробничих процесів, розвитком автотранспорту, відбувалося різке збільшення користування надрами та іншими природними ресурсами, збільшувалися обсяги виробництва і, відповідно, відходи та викиди від різних галузей. Все це поступово проявляло вплив на якість атмосферного повітря, на рівень його забрудненості та на кількість відходів, як від виробництва, так і побутових. З'явилась також і проблема надмірного споживання, що в подальшому призвело до виникнення великих сміттєзвалищ.

Тому, тема зміни клімату є надзвичайно актуальною в сучасному світі, адже від подальшого розвитку подій залежить існування людства на планеті в майбутньому. Світова спільнота зацікавлена у пошуку нових рішень не лише з

протидії кліматичним змінам, але й проведення заходів з адаптації, тому що швидкість розвитку нового клімату значно випереджує готовність населення прийняти цей виклик, що є причиною вразливості людей до високих температур, а також різкої зміни погодних умов та кількості опадів, залежності розвитку сфери сільського господарства та забезпечення продовольством.

Мета кваліфікаційної роботи – дослідження кліматичної політики міста Полтава, тенденцій зміни клімату та наслідків її впливу, визначення на прикладі досвіду європейських країн та українських міст можливих заходів з адаптації, які значно покращать рівень життя населення в умовах змін клімату.

Завданням роботи є: аналіз кліматичної політики в Україні, стратегій та планів розвитку в галузі, клімату в м. Полтава, стану атмосферного повітря та обсягу парникових газів, які викидаються від діяльності підприємств та установ в місті, їх вплив на стан озонового шару, а також управління небезпечними викидами та відходами; дослідження тенденції зміни клімату та її наслідків в міському середовищі; пошук та визначення можливих адаптаційних заходів, враховуючи досвід країн світу та міст в Україні, спираючись на сучасні рішення та технології; аналіз управлінських рішень в сфері адаптації в м. Полтава, пошук нових можливостей та інженерних рішень.

Об'єктом дослідження в кваліфікаційній роботі є місто Полтава, обласний центр Полтавської області, одного з центральних регіонів України, яке характеризується помірним континентальним типом клімату.

Предмет дослідження – кліматична характеристика міста Полтава, заходи з адаптації до зміни клімату, які можливо застосувати в місті.

Одним із завдань роботи став збір необхідної інформації про кліматичну ситуацію в місті Полтава, ступеня забрудненості атмосферного повітря, рівня антропогенного навантаження на екосистему міста. Використовувалися теоретичні методи дослідження архівних матеріалів моніторингового центру «Довкілля Полтавщини» (Екологічний паспорт Полтавської області за 2020 рік [10], огляди стану довкілля Полтавської області за 2022 рік, Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Полтавській області у 2020

році [15]), а також законодавчої бази України в сфері охорони навколишнього середовища та зміни клімату [1-6, 11, 16, 20, 21, 25]. Для систематизації, узагальнення та представлення інформації використано програмне забезпечення Microsoft Excel.

Спираючись на інформацію щодо тенденцій зміни клімату в місті Полтава, було здійснено аналіз кліматичної політики міста, а також досліджено вплив органів влади та їх внесок у вирішення цього питання, а також участь громадськості, її роль та досягнуті результати.

Під час опрацювання наукових досліджень в Україні та країнах Європейського союзу щодо адаптаційних заходів, планування та управління кліматичною політикою, з урахуванням всіх ризиків, було використано теоретичні та аналітичні методи. В основу пропозицій для міста Полтава, спираючись на численні дослідження ситуації та спостереження, покладено загальні рекомендації та впроваджені приклади управлінських та технічних (інженерних) рішень для проведення заходів з адаптації до кліматичних змін у містах України та країн Європи, які направлені на дотримання вимог Рамкової конвенції ООН та досягнення спільної мети – протидії змінам клімату.

Структура кваліфікаційної роботи складається з аналізу літературних джерел на досліджувану тематику, 4 розділів, підрозділів та висновків.

Обсяг кваліфікаційної роботи – сторінок.

## ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

Основним керівним органом в Україні в секторі екології, в тому числі тим, що займається питанням зміни клімату є Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.

Одним з важливих нормативних документів, що є основою у вивченні питання зміни клімату в Україні є Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року [1], схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2016 р. Передумовою для створення цього документу, як важливого кроку для впровадження в Україні заходів щодо боротьби з кліматичними змінами є поставлення нових цілей на період до 2030 року, пізніше ухвалених на саміті сталого розвитку, який пройшов 25 вересня 2015 р. в місті Нью-Йорк. Міжурядова група експертів зі зміни клімату установила, що основною причиною глобального потепління, яке спостерігалось ще з другої половини ХХ століття є антропогенна діяльність. Стрімке підвищення температури, зумовлене парниковим ефектом, є першопричиною кліматичних змін, що веде за собою наслідки, які важко ліквідувати – низку екологічних катастроф, спричинених підвищеною кількістю стихійних лих, продовольчу кризу, нестачу питної води та ризики для здоров'я та життя людей. Тобто на даний час – проблема зміни клімату є одним із невідкладних світових питань.

Основним міжнародним документом, який установлює обов'язки країн, метою яких є протидія зміни клімату, є Рамкова конвенція ООН [2], від 1992 року.

Національним документом, яким керуються виконавчі органи держави щодо внесення змін та регулювання процесів у сфері енергетики є Стратегія низьковуглецевого розвитку України [3]. Вона сформована навколо кількох основних завдань. В першу чергу, це декарбонізація енергосистеми, передбачена переходом на відновлювані джерела енергії, збільшенням використання чистої електроенергії та теплової енергії, підвищення рівня енергозбереження та енергоефективності в усіх соціально-економічних секторах, модернізацію транспортної системи, шляхом переходу економіки України до низьковуглецевого

розвитку, що є вагомим кроком у протидії зміні клімату, політика держави фокусується на забезпечення сталого розвитку, використанні інноваційних рішень та формуванні сприятливої інвестиційної діяльності саме в сферах екологічно безпечного виробництва, переходу на відновлювані джерела енергії та «зелених» технологій.

Починаючи з 2021 року, відповідно до Паризької угоди, яка була підписана у 2015 році, країни-підписанти, в тому числі Україна, зобов'язались поставити свої цілі та виконати їх на шляху до скорочення кількості викидів парникових газів, тим самим роблячи значний вклад до зменшення зміни клімату. Відповідно, державою було створено офіційний документ, який описує вклад України до виконання Паризької угоди – Національно визначений внесок [4].

Таким чином, діяльність у цьому напрямку завжди розпочинається зі створення планів та стратегій, одним з них є Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року [5].

Одним із завдань державної політики в сфері зміни клімату є моніторинг та верифікація викидів парникових газів, а також проведення звітності щодо обсягів їх викидів на законодавчому рівні [6], хоча, ця тема також є актуальною для наукових досліджень багатьох фахівців [7], адже постійно потрібні нові рішення щодо скорочення обсягів викидів в атмосферу.

В місті Полтава результати цієї роботи викладені в таких документах як паспорт міста Полтава [8,9] та екологічний паспорт Полтавської області [10].

Основним законодавчим актом у сфері охорони атмосферного повітря є Закон України «Про охорону атмосферного повітря [11], який встановлює такі межі діяльності підприємств, за яких обсяги викидів парникових газів не можуть перевищувати встановлені норми гранично допустимих концентрацій, не порушуючи екологічну безпеку.

Як зазначають науковці [12-14], екологічне нормування відіграє значну роль у вирішенні питання зміни клімату. Встановлення стандартів [29-32] та нормативів стримує діяльність підприємств-забруднювачів, поступово зменшуючи обсяги викидів парникових газів, які є причиною зміни клімату.

Важливими даними є дослідження моніторингового центру «Довкілля Полтавщини» [15], в яких у вільному для громадськості доступі висвітлюється екологічна політика міста, а також перелік основних підприємств, які найбільше викидають парникових газів, обсяги викидів за рік та загальні.

В сучасному світі необхідним заходом є прогнозування зміни клімату та її наслідків з використанням сучасного обладнання та програмування, створення математичних та візуальних моделей. За даними фахівців [16,25,26], які проводили таке моделювання ситуації на століття вперед, якщо світ продовжуватиме докладати стільки ж зусиль, скільки уже зроблено в сфері протидії зміні клімату, то глобальна середня температура атмосферного повітря зросте на 1,5°C, а за найгіршого сценарію – якщо обсяги викидів парникових газів зростатимуть – температура зросте на понад 3°C, що може значно вплинути на життя людей та інших живих організмів на планеті.

Основною метою для запобігання продовженню глобального потепління є охорона озонового шару, який, враховуючи зусилля світової спільноти, за даними науковців [17,18] починаючи з 1990-х років поступово відновлюється. Міжнародними документами, що регулюють відносини в галузі охорони озонового шару є Монреальський протокол про речовини, що руйнують озоновий шар [19] та Віденська конвенція про охорону озонового шару [20].

За даними науковців [21,23], використання викопного палива, що є причиною викидів парникових газів – одна з основних причин зміни клімату. Згідно даних доповіді зі сталого розвитку [22], основними секторами діяльності, де зосереджуються джерела викидів, є енергетичний комплекс, промислові підприємства, сільське та лісове господарства, інші види землекористування, поводження з відходами, транспорт.

В Україні облік викидів парникових газів проводиться на загальнодержавному рівні. Для цього було створено Національну систему [24], що займається спостереженням, збиранням та обробкою інформації.

Паралельно з проведенням заходів з протидії зміні клімату, виникає необхідність здійснення адаптаційних заходів, які значно полегшать

пристосування населення до наслідків глобального потепління. В Україні багато міст долучилися до «Угоди мерів» [27], об'єднуючи свої зусилля на шляху до пошуку інноваційних рішень для адаптації до кліматичних змін.

Фахівці а галузі зміни клімату [28], рекомендують проведення заходів з адаптації в теперішньому часі, створення умов для їх розвитку, інтегрувати адаптаційні можливості з економічним розвитком, підвищувати рівень обізнаності населення, захист природних ресурсів, збільшення обсягів фінансування та залучення інвесторів, використання локальних стратегій щодо певних регіонів або міст, які відрізняються за кліматичними умовами.

Світових лідерів розвинених країн об'єднує прагнення до сталого розвитку. Науковці [40] описують концепцію сталого розвитку як багатовекторну, що пов'язує економічну, екологічну та соціальну складові і зазначають, що відповідні зв'язки призводять до змін в кожній зі складників, якщо вони присутні в одному з них. Тобто, якщо основною метою є економічне зростання, то воно неможливе без сприяння відновленню навколишнього середовища та без модернізації виробничих процесів до екологічно безпечних. І одним з важливих факторів є розробка та впровадження адаптивних заходів для боротьби зі зміною клімату, так як остання впливає на всі вектори людського існування.

Ухвалення Паризької Кліматичної угоди, що зобов'язало країн-підписантів діяти спільно, обмінюватися досвідом та технологіями, знаннями та науковими здобутками для досягнення спільної мети – збереження придатних умов для життя на нашій планеті. Та зусилля для реалізації цієї справи лежать не лише на світових лідерах, але й на громадянському суспільстві, місцевому уряду та приватному сектору. Адже недержавні сторони відіграють ключову роль за твердженнями фахівців [41]. Якщо більшість громадян свідомо підійдуть до розуміння та вирішення проблеми зміни клімату, то темпи загального прогресу в питанні протидії кліматичним змінам значно зростуть. В першу чергу, це розумне споживання, вибір альтернативних джерел енергії, модернізація господарчих підприємств до екологічно безпечних.

## РОЗДІЛ 1

### ОСНОВИ КЛІМАТИЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ

#### 1.1. Концепція державної політики у сфері зміни клімату

Одним з перших кроків для формування кліматичної політики України, підґрунтям для її реалізації є важливий документ – «Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року», схвалений розпорядженням Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2016 р.

Передумовою для створення цього документу, як важливого кроку для впровадження в Україні заходів щодо боротьби з кліматичними змінами є поставлення нових цілей на період до 2030 року, пізніше ухвалених на саміті сталого розвитку, який пройшов 25 вересня 2015 р. в місті Нью-Йорк.

Міжурядова група експертів зі зміни клімату установила, що основною причиною глобального потепління, яке спостерігається ще з другої половини ХХ століття є антропогенна діяльність. Стрімке підвищення температури, зумовлене парниковим ефектом, є першопричиною кліматичних змін, що веде за собою наслідки, які важко ліквідувати – низку екологічних катастроф, спричинених підвищеною кількістю стихійних лих, продовольчу кризу, нестачу питної води та ризику для здоров'я та життя людей.

Щоб уникнути цих глобальних проблем, причиною яких є зміна клімату, потрібно настільки скоротити загальний обсяг викинутих парникових газів, аби глобальна середня температура зросла не більше, ніж на 2°C. Причому дана зростаюча кількість градусів за Цельсієм є максимально допустимою, тобто найбільш позитивним результатом буде якомога менший показник.

Головними регулюючими документами щодо зміни клімату на світовому рівні є Рамкова конвенція ООН про зміну клімату, Кіотський протокол та Паризька угода.

Основними характеристиками Рамкової конвенції є:

- установлення проблеми глобального потепління;
- визначення глобальної мети, в першу чергу – протидія зміні клімату;
- визначення відповідальності розвинених країн як ключового фактору в пошуку шляхів вирішення проблеми;
- вкладання коштів та зусиль на діяльність в сфері боротьби зі зміною клімату в країнах, що розвиваються;
- аналіз та контроль ведення заходів, що сприяють вирішенню проблеми;
- концентрація уваги на розвитку адаптації до зміни клімату. [2]

Україна, як одна зі сторін вищезгаданих договорів, повинна забезпечити втілення вимог, установлених відповідно даних міжнародних угод.

Проте, фактично унеможлиблює прийняття дієвих рішень з протидії та адаптації кліматичним змінам відсутність системного підходу до даної проблеми на рівні управління. Тобто, в Україні питання зміни клімату є частиною власне екологічної політики, хоча наслідки поширюються й на інші сфери – як і на економічну, так і на соціальну.

Ратифікація Україною у 2016 році Паризької угоди поставила перед владою низку нових завдань у реалізації державної політики, відповідно міжнародному досвіду, з використанням новітніх та вже існуючих провідних світових технологій, відповідно до своїх потреб, можливостей та пріоритетів.

Тому виникла необхідність у вдосконаленні законодавства у цій сфері, покращення координації органів влади різних рівнів відносно екологічної та соціально-економічної сфер, зміцнення системи наукових досліджень та надання нових можливостей для їх розвитку у сфері зміни клімату, підвищення рівня обізнаності громадян у даному питанні, популяризація екологічних знань серед людей різного віку та професій, ознайомлення із проблемами зміни клімату та низьковуглецевим розвитком держави.

Основними напрямками державної політики у сфері зміни клімату є:

- модернізація законодавчої бази та зміцнення можливості регулювання відносин у цій сфері;
- скорочення загальної кількості викидів від антропогенної діяльності та підвищення рівня абсорбції парникових газів;
- модернізація промисловості, транспорту та інших секторів і поступовий перехід до низьковуглецевого розвитку держави.

Реалізація вказаних напрямків здійснюється шляхом:

- врегулювання ведення державної політики у сфері зміни клімату відповідно до чинного законодавства, що забезпечує досягнення цілей, які визначає сталий розвиток у різних сферах економіки, а також збільшення енергоефективності;
- залучення більше учасників для виконання даних завдань та прийняття ключових управлінських рішень;
- модернізації та розширення технічних спроможностей для моніторингу та ведення спостереження за кліматичною ситуацією, та процесами, які відбуваються внаслідок зміни клімату;
- забезпечення доступу громадян до даної інформації та безпосередня участь громадськості у вирішенні питань щодо кліматичних змін шляхом діяльності громадських організацій, подання петицій та інших способів;
- поступового переходу на відновлювальні джерела енергії;
- втілення рішень та здійснення дієвих заходів щодо адаптації до змін клімату на державному та місцевому рівнях, реалізація проектів, що вирішують дане питання, в тому числі транскордонних.

## 1.2. Стратегія низьковуглецевого розвитку України

На шляху переходу економіки України до низьковуглецевого розвитку, що є вагомим кроком у протидії зміні клімату, політика держави фокусується на забезпеченні сталого розвитку, використанні інноваційних рішень та формуванні сприятливої інвестиційної діяльності саме в сферах екологічно безпечного виробництва, переходу на відновлювані джерела енергії та «зелених» технологій.

Стратегія низьковуглецевого розвитку держави сформована навколо кількох основних завдань, вирішення яких веде до глобальної мети – протидії кліматичним змінам та забезпечення сталого розвитку та безпечної екологічної ситуації в країні.

В першу чергу, це декарбонізація енергосистеми, передбачена переходом на відновлювані джерела енергії, збільшенням використання чистої електроенергії та теплової енергії, підвищення рівня енергозбереження та енергоефективності в усіх соціально-економічних секторах, модернізацію транспортної системи, шляхом переходу вантажних автомобілів та пасажирських перевезень на більш екологічно чисті види.

Другою складовою є застосування таких методів ведення сільського та лісового господарства, які зорієнтовані на протидію кліматичним змінам. За рахунок цього збільшаться обсяги поглинання вуглекислого газу.

Ще одним з основних завдань є скорочення викидів парникових газів в цілому. Можливе це шляхом впровадження інноваційних технологій у виробництво та модернізації уже існуючої системи відповідно до новітніх технологій.

Найбільший відсоток викидів парникових газів, починаючи з 1990-х років припадає на сферу енергетики та промислове виробництво, далі – на сільське господарство та відходи.

Згідно даних Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, найбільший вплив на стан атмосферного повітря здійснює  $CO_2$ , тобто вуглекислий газ і кількість його становила майже 75% протягом 1990 – 2015

років, частка метану в межах 20-30%, а  $N_2O$  – до 8%. Більш детально ці показники можна оцінити аналізуючи схему, зображену на рис. 1 [2].

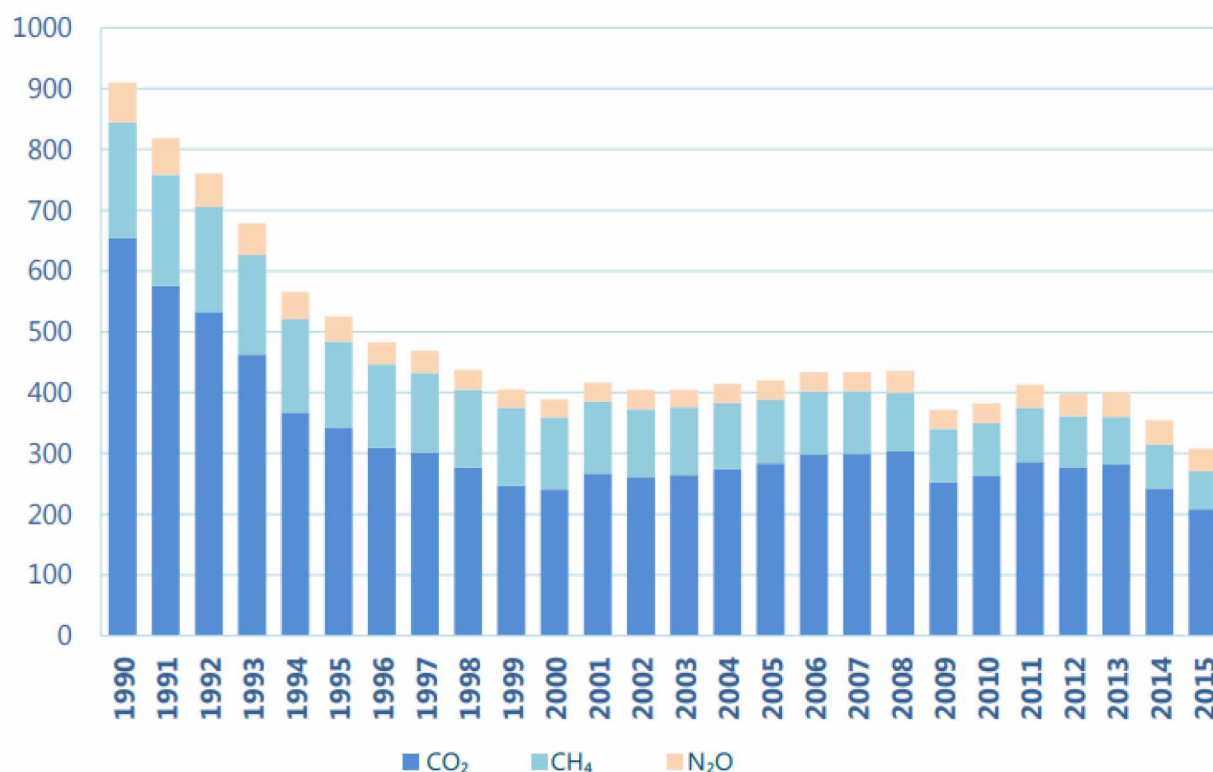


Рис 1.1. Кількість викидів парникових газів протягом 1990 – 2015 років, млн. т [2].

Глобальне потепління, що є результатом скупчення великої кількості парникових газів в атмосфері, призводить до таких наслідків: різких та непередбачуваних змін погодних умов, збільшення частоти випадків стихійних гідрометеорологічних явищ (град, гроза, злива, шквали, ожеледі, буревії та ін.), виникнення посух, а також розширення територій, які вони охоплюють, особливо на Півдні, зменшення рівня води у річках, зникнення та замулення малих водойм, підвищення рівнів Чорного та Азовського морів, що загрожує підтопленням прибережної зони та розвитком ерозійних процесів у ґрунті.

Всі вищезгадані процеси, зв'язані зі зміною клімату, створюють такі ризики: погіршення здоров'я населення та зниження якості життя, зменшення врожаю,

проблеми з водопостачанням до Південних районів, деградація земель та опустелювання, зменшення якісної продуктивності лісів та виникнення пожеж.

Аби уникнути загострення цих ризиків, необхідно здійснювати заходи з протидії та адаптації до змін клімату. Одним з таких заходів є впровадження Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року.

Основними політичними документами, що декларують орієнтири розвитку України в даному питанні є: Стратегія сталого розвитку; Угода про асоціацію з ЄС; Паризька угода; Концепція реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року; Енергетична стратегія України до 2035 року.

Отже, відповідно до Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2050 року, декарбонізація енергетичної системи відбувається таким чином:

- створення модельної оцінки скорочення кількості викидів парникових газів;
- впровадження заходів, що спрямовані на підвищення енергоефективності та енергозбереження;
- розвиток відновлюваної енергетики;
- модернізація технічних і технологічних процесів у виробництві та використанні інновацій;
- прийняття управлінських рішень, поширення інформації, втілення питань у сфері освіти та науки.

### **1.3. Внесок України до зменшення змін клімату**

З набуттям чинності Паризької угоди в Україні у 2016 році, що є частиною Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, виникла необхідність створення на державному рівні нових документів – Першого та Другого Національно-визначеного внеску України.

Формування Національно-визначеного внеску є не лише підсумуванням досягнутих результатів, а й визначення нових цілей, навколо яких відбувається планування та виконуються дії на майбутнє.

Відповідно до Паризької угоди оновлення національно-визначених внесків повинно відбуватися кожні 5 років.

Важливим кроком для України є підтримка Європейського зеленого курсу у липні 2020 року. Його мета – досягнення кліматичної нейтральності на європейському континенті до 2050 року.

В Україні досягти рівня кліматичної нейтральності необхідно до 2060 року, як передбачається Національною економічною стратегією на період до 2030 року.

Чимало результатів на шляху до зменшення зміни клімату Україна вже досягла. Серед них:

- використання відновлюваних джерел енергії у виробництві поступово зростає;
- проводиться низка важливих реформ, зокрема, здійснюється державна підтримка громадян у питаннях енергоефективності та виробництва відповідних енергоносіїв ( Державна цільова економічна програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2021 роки (Програма «Теплих кредитів»), програми інвестування та співфінансування енергоефективних заходів на місцевому рівні та Фонд енергоефективності;
- розвиток зарядної інфраструктури для електромобілів, і тим самим, створення комфортних умов для їх використання і поширення;
- серед багатьох громад в Україні уже розвивається ініціатива Європейського Союзу Угода мерів щодо клімату та енергії, що дозволяє принести ще більше користі, діючи на місцевому рівні та формуючи в цілому глобальний результат.

Для того щоб реалізувати внесок у майбутньому, а також проводити моніторинг на даний час, використовується модельне прогнозування на основі математичних та статистичних методів.

Прогнозування кількості викидів парникових газів у різних секторах (енергетики, будівництва, транспорту, постачання енергетичних ресурсів, промислового виробництва, сільського господарства, землекористування та лісового господарства, відходів), дає змогу оцінити найбільш вразливі сфери та сконцентрувати увагу на різних заходах для протидії зміні клімату, діяти за правильними та скорегованими технологіями та отримувати задовільні результати.

#### **1.4. Заходи щодо зменшення наслідків зміни клімату в Україні**

Досягти позитивних результатів у напрямку протидії зміні клімату можливо лише шляхом чітко спланованих дій та установлених цілей.

Таким чином, на законодавчому рівні, на основі Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року, сформовано план заходів і, відповідно, створено документ – «План заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року».

Аналізуючи даний план, можна виокремити завдання та заходи, виконання яких є одним з вагомих кроків у реалізації державної політики у сфері зміни клімату. Основними з них є наступні:

- розробка моніторингової та звітної систем для контролювання обсягів викидів парникових газів;
- схвалення, розробка та контроль за виконанням Стратегії низьковуглецевого розвитку України до 2030 року;

- залучення сфери освіти та науки до даного питання, а також схвалення Державної науково-технічної програми у сфері зміни клімату;
- затвердження та виконання Національного плану з енергетики та зміни клімату на 2021-2030 роки, модернізація енергетичного комплексу;
- концентрація на питанні адаптації до змін клімату;
- співпраця з країнами ЄС та іншими країнами-партнерами, втілення досвіду та технічної допомоги;
- адаптація сфери сільського та лісового господарства до зміни клімату;
- заходи з адаптації до кліматичних змін в урбоекосистемах;
- трансформація сфер транспорту та будівництва до більш екологічно безпечних;
- залучення громадськості та ведення інформаційно-просвітницької діяльності з питань зміни клімату.

Основним законодавчим актом, що регулює діяльність у сфері моніторингу викидів парникових газів є Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» [6]. Відповідно, моніторинг визначається як система збору, обробки, аналізу та зберігання даних для подальшого дослідження та визначення обсягів викидів парникових газів та їх відповідності нормативам [7].

## РОЗДІЛ 2

### ХАРАКТЕРИСТИКА МІСТА ПОЛТАВА

#### 2.1. Загальна характеристика м. Полтава

Місто Полтава – обласний центр Полтавської області, що розташована в центральній частині України, займає площу обсягом 103,5 км<sup>2</sup>.

За географічним положенням територія міста знаходиться в центральній частині Ворсклянського фізико-географічного району, переважно на правому березі річки Ворскла (на рис. 2 зображено заплаву річки), що відноситься до Південної лісостепової області Придніпровської рівнини. Рельєф є слабохвилястим, подекуди зустрічаються яружно-балкові форми.



Рис. 2.1. Заплава річки Ворскла. Вигляд із Зміїної гори. Регіональний ландшафтний парк «Нижньоворсклянський», Полтавська область.

В геоморфологічному відношенні територія поділяється на такі райони: долина річки Ворскла, що має ширину приблизно 2,5-3 км; а також плато, висота якого спадає з Північного Сходу на Південний Захід.

У місті Полтава 97% населення складають українці, загальна кількість жителів – 294020 осіб. Густота населення становить 2832 осіб/км<sup>2</sup>.

Місто розташоване на перетині основних міжнародних автотранспортних та залізничних магістралей.

Відносно адміністративного поділу має 3 райони – Шевченківський, Київський, Подільський.

Основне навантаження промисловості в місті належить підприємствам з машинобудування та металообробки. Серед промислових лідерів Полтави можна виділити такі: завод «Легмаш», Полтавське АТ «Полтавський машинобудівний завод», ПАТ «Електромотор», ПАТ «Полтавакондитер», ПАТ «Фірма «Полтавпиво», ПАТ «Полтаваобленерго», ПАТ «Полтавагаз», ГПУ «Полтавагазвидобування», господарське об'єднання «Полтаваліс». Підприємства функціонують як на території міста, так і області, та є одними з експортерів продукції на міжнародний ринок.

В місті наявні понад 24 універсальних супермаркетів, що є представниками всеукраїнських торгівельних мереж.

Також місто є приймаючою громадою для внутрішньо переміщених осіб, що збільшує частку населення.

Здійснення міжобласних та міжнародних перевезень існує за рахунок функціонування кількох автовокзалів, двох залізничних вокзалів, аеропорту.

Пасажирський транспорт у місті представлений електричним транспортом (тролейбуси – 14 маршрутів), автобусами та мікроавтобусами (66 маршрутів) та легковими таксі. Мережа громадського транспорту складається з 407 зупинок.

В місті Полтава працюють 8 вищих навчальних закладів, з них 2 національних університети, які є потужними науковими центрами.

## **2.2. Природно-кліматична характеристика м. Полтава**

Кліматичні особливості території міста Полтава зумовлені її відношенням до помірно континентального поясу. Загалом територія Полтавської області

характеризується як недостатньо волога, тепла, на південному сході – посушлива, дуже тепла агрокліматична зона[9].

Одним з визначних чинників формування клімату є кількість сонячної радіації, що залежить від географічної широти місцевості. В середньому, сонячне сяяння з півдня до півночі області поступово зменшується від 1980 до 1900 годин за рік, показник сумарної сонячної радіації коливається в межах від 101 до 104 ккал/см<sup>2</sup>, радіаційний баланс – від 44 до 46 ккал/см<sup>2</sup> за рік. Більша частина сонячної енергії поглинається в останні місяці весни та протягом літа – в найтепліший період року[10].

Ще однією складовою кліматоутворення є циркуляція атмосфери. Територія міста переважно рівнинна, тому у понад дві третини днів у році спостерігається континентальний підтип повітряних мас, набагато рідше – повітряні маси помірних широт та арктичні, тропічні.

За даними моніторингу, результати якого викладені в паспорті міста Полтава, середньорічна температура повітря становить 7,6°C, найнижчий показник спостерігався в січні – близько 8°C, найвищий – у липні – приблизно 20,1°C. Протягом останнього століття температура повітря в Полтаві підвищилася майже на 1,5°C[8].

Однією з основних причин зростання температури є технічний прогрес та урбанізація, збільшення кількості підприємств, а також надмірне споживання ресурсів і, як наслідок – збільшення кількості відходів.

Середній показник атмосферних опадів в Полтаві за рік – 569 мм. Найменша їх кількість спостерігається в лютому та березні, найбільше – протягом червня-липня. Відносна вологість повітря в середньому – 74%. Серед природних стихійних явищ зустрічаються грози (13 днів за рік), град (5 днів за рік), сніг (59 днів за рік). Кількість днів за рік наведена в середньому [8].

### 2.3. Аналіз стану атмосферного повітря м. Полтава

Відповідно до статті 5 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» провідну роль в управлінні та регулюванні відносин в сфері охорони навколишнього природного середовища відіграє нормування. В свою чергу, це дозволяє стабільно зберігати безпечний стан атмосферного повітря в контексті правового регулювання, запобігати екологічним катастрофам, проводити єдину науково-технічну політику в галузі охорони атмосферного повітря, встановити єдиний стандарт для обладнання та споруд, враховуючи ризики забруднення, забезпечувати безпеку господарських об'єктів, уникати аварій та техногенних катастроф, впроваджувати та використовувати сучасні екологічно безпечні технології [11].

Таким чином, екологічне нормування в галузі протидії зміні клімату можна визначити як діяльність державних органів влади в сфері охорони довкілля щодо розробки та реалізації певних нормативів забруднюючих речовин, що впливають на кліматичну ситуацію, зокрема гранично допустимих рівнів викидів парникових газів, з метою контролю антропогенного впливу на клімат, протидії його зміні та гарантування екологічної безпеки [12].

Для здійснення контролю якості атмосферного повітря у місті ведеться моніторинг, результати якого щомісяця публікують у вільний доступ громадськості в мережі Інтернет.

В місті Полтава є 4 стаціонарних пости спостереження, які збирають дані по 10 інгредієнтах атмосферного повітря. Проводить ці дослідження Полтавський обласний центр з гідрометеорології. За місяць лабораторією відбирається понад близько 1000 проб повітря. Відповідно до відомостей аналітичної довідки, в якій представлений огляд стану навколишнього середовища в Полтавській області за серпень 2022 року, в місті спостерігалися перевищення показників гранично допустимих концентрацій (ГДК) по формальдегіду (3,0 ГДК) та пилу (1,3 ГДК) (середньомісячні концентрації) та по оксиду вуглецю (2,6 ГДК) та пилу (1,2 ГДК) (максимальні разові концентрації). Інші показники відповідають стандарту [13].

Найбільша кількість підприємств – забруднювачів атмосферного повітря знаходиться в м. Полтава та в м. Кременчук. Середній показник викидів від одного підприємства в області становить близько 79,539 т забруднюючих речовин. Найбільшими забруднювачами серед них є ПАТ «Укртатнафта» та ПРАТ «Полтавський ГЗК», кожен з яких викидає понад 20% від загального обсягу забруднюючих речовин по області. Щільність викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел становить близько 1,594 т речовин на 1 км<sup>2</sup> загальної території області. Порівняно з середнім показником по Україні – 3,882 т, така кількість є меншою більш ніж у 2 рази. Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Полтава по інгредієнтах, за даними екологічного паспорту області за 2021 рік, наведено у таблиці 2.1[10]. Відповідно, перевищення норми становить показник по оксиду вуглецю.

Таблиця 2.1.

#### Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Полтава

Назва забруднюючої речовини	Середньодобові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Середньорічний вміст, мг/м <sup>3</sup>	Максимальні разові ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Максимальний вміст, мг/м <sup>3</sup>
Пил	0,15	0,141	0,5	0,7
Діоксид сірки	0,05	0,003	0,50	0,02
Оксид вуглецю	3,0	2,075	5,0	9,0
Діоксид азоту	0,04	0,035	0,2	0,2
Оксид азоту	0,06	0,019	0,4	0,08
Аміак	0,04	0,012	0,2	0,07
Формальдегід	0,003	0,005	0,035	0,053
Фтористий водень	0,005	0,002	0,02	0,012
Хлористий водень	0,2	0,021	0,2	0,11

Проте, за даними екологічного паспорту Полтавської області за 2021 рік, кількість викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел протягом 2020 року становила 45,815 тис.т., порівняно з минулим роком – майже на 10% менше. В тому числі, частка викидів метану та оксиду азоту, які є парниковими газами,

становила 5,871 тис.т. та 0,052 тис.т. відповідно [10]. Значний вплив на кліматичну ситуацію так само мають і викиди від пересувних джерел забруднення повітря, адже їх кількість не є меншою.

## РОЗДІЛ 3

### АНАЛІЗ ТЕНДЕНЦІЙ ЗМІНИ КЛІМАТУ В МІСТІ ПОЛТАВА

#### 3.1. Тенденції зміни клімату в м. Полтава

Потепління в Україні зумовлене дією двох чинників – природного та антропогенного. Не виключаючи вплив природних механізмів, все ж, можна звернути увагу на те, що більш небезпечною вважається саме антропогенна діяльність. При цьому, фактор кліматичних змін, викликаний діяльністю людини, збільшенням кількості викидів парникових газів, екологічно необґрунтованим користуванням природними ресурсами, в тому числі палива, недостатньою концентрацією на питанні енергоефективності та екологічної безпеки, напряду впливає на цю ж саму діяльність. Найбільшого впливу зазнає сільське господарство, адже в нових умовах необхідно дуже швидко розробляти нові методи ведення господарства, вирощування продукції та створення нових сортів. Міська екосистема отримує вплив у вигляді різкого збільшення температури, що в середовищі, де недостатньо рослин та оточеним асфальтом та забудовами, значно погіршується рівень життя населення, а громадяни все більше відчують негативний вплив теплових хвиль та аномальної спеки, які можуть супроводжуватися рясними, але не довготривалими опадами, до підвищеної кількості яких багато урбоекосистем є непристосованими.

Прояви зміни клімату мають складну регіональну структуру, а також залежать від територіальних умов, ландшафту та рельєфу, відношення до кліматичної зони та кількості лісів. Найбільше спостерігається підвищення температури в північних та центральних областях України, менш виражено – в західних та південних регіонах [14].

В місті Полтава спостерігається підвищення температури повітря та потепління. На відповідне коливання температури значно впливають умови по області в загальному, адже місто знаходиться в її центральній частині.

За даними Регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища, у 2020 році середня температура становила  $+10,6^{\circ}\text{C}$ . Такий показник, порівняно з минулим роком, є вищим на  $0,3^{\circ}\text{C}$  та на  $1,8^{\circ}\text{C}$  вище норми. Загалом, зростання температури повітря можна спостерігати впродовж останніх років, як представлено на рисунку 1 [15].

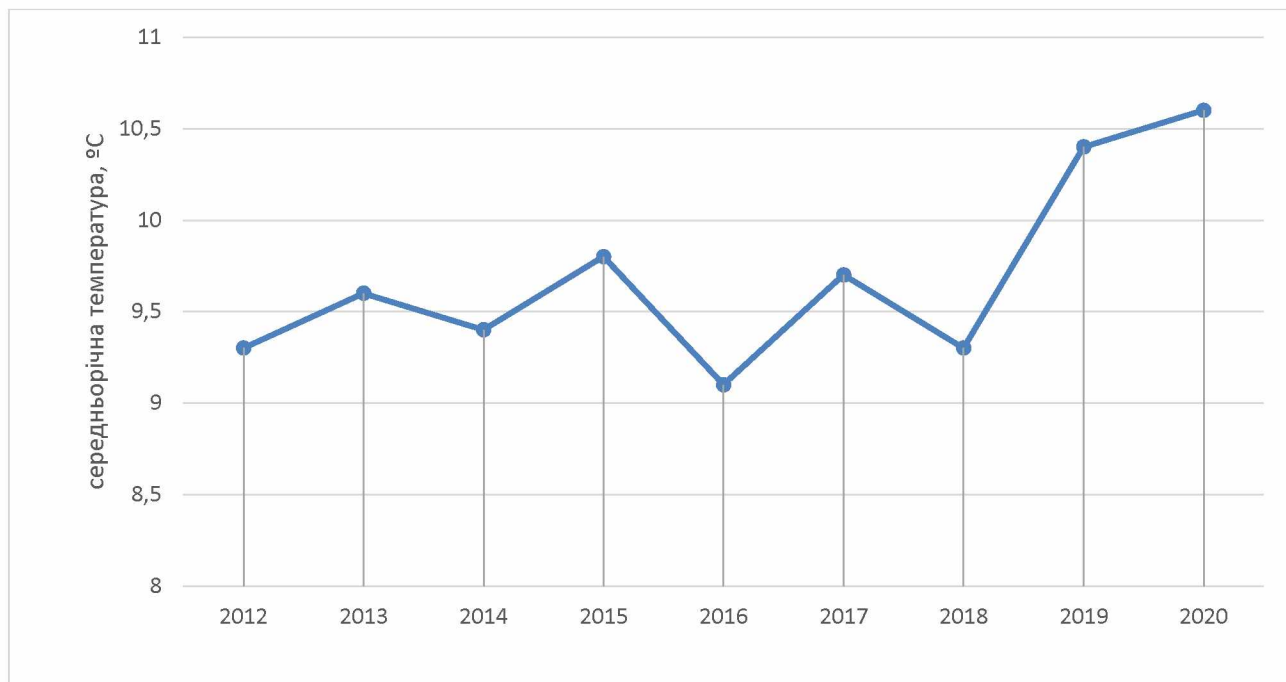


Рисунок 3.1. Хід середньорічної температури повітря в м. Полтава впродовж 2012 – 2020 років.

Підвищення температури повітря, як наслідок скупчення парникових газів та зміни клімату, провокує нестабільність опадів, а також збільшення частоти їх аномальних проявів (гроза, град та інші).

В Полтаві у 2020 році кількість опадів становила близько 450 мм, тобто 83% від норми, а також вище, порівняно з попереднім роком (у 2019 році – 430 мм). А середня вологість, за даними метеостанції була близько 70%.

Для Полтавщини така динаміка змін температури та кількості опадів характеризується як поступове підвищення. Проте вплив від нього уже є відчутним, тому пристосування до нових умов, а також уникнення їх подальшого загострення є пріоритетним питанням для здійснення кліматичної політики в місті та області.

### 3.2. Управління викидами парникових газів та адаптація до змін клімату

Залежність зміни клімату від викидів парникових газів є давно визначеним науковцями фактом. Тому контроль кількості їх викидів, в ідеалі – максимальне зменшення, є одним з найбільш актуальних питань в сфері протидії кліматичним змінам.

Проте, в Україні особливого статусу це питання набуло не так давно, навіть попри те, що екологічна політика спрямована на вирішення питання зміни клімату та мінімізацію наслідків. Чинним нормативно-правовим актом в галузі управління парниковими газами від 26 березня 2020 року є Закон України «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів» [16], який установлює правила зі звітності обсягів викидів парникових газів, а також реєстрації установок, які здійснюють ці викиди.

До групи парникових газів належать такі речовини: двоокис вуглецю ( $CO_2$ ), оксид азоту ( $N_2O$ ), метан ( $CH_4$ ), перфторвуглеці (ПФВ), гідрофторвуглеці (ГФВ), гексафторид сірки ( $SF_6$ ) та інші гази [6], здатні поглинати інфрачервоне випромінювання, накопичування яких впливає на появу парникового ефекту на планеті.

Політика в сфері викидів парникових газів в м. Полтава спрямована на скорочення використання природного газу та інших видів викопного палива, втілення сучасних енергоефективних технологій його спалювання, впровадження заходів для збільшення енергозбереження, що дозволить зменшити навантаження на загальну систему та значно покращити екологічну ситуацію [15].

Проте, питання вибору методів для скорочення викидів парникових газів в половину на період до 2050 року, є достатньо дискусійним та відкритим для наукових досліджень, адже вони не повинні сповільнювати економічний розвиток України, бо ці сектори є взаємопов'язаними. В свою чергу, скорочення викидів парникових газів відкриє нові можливості для залучення інвестицій, шляхом

впровадження нових енергоефективних технологій, що не лише стануть вагомим внеском до протидії зміні клімату, а й покращать екологічну безпеку та рівень соціального розвитку населення в цілому [16].

Залежність від економічних факторів обумовлює зосередження пріоритетів на використанні регіональних видів твердого палива, енергозбереженні та енергоефективності, що в результаті повинно привести до ефективного скорочення викидів парникових газів в місті Полтава. Отже, впровадження низьковуглецевої політики розвитку економічної складової є основою прагнення до сталого розвитку.

Таким чином, протидія кліматичним змінам може частково ліквідувати їх наслідки, але повністю побороти їх не можливо. Тому паралельно необхідне проведення заходів з адаптації до зміни клімату. Ефективність політики адаптації можлива за підтримки та створення науково-дослідницьких програм та проектів, модернізація системи управління відходами та викидами парникових газів, збільшення їх поглинання та використання чистих технологій а галузях енергетики, транспорту та опалення в місті.

### **3.3. Захист озонового шару та зменшення викидів**

Озоновий шар розташований на висоті від 12 до 25 кілометрів над земною поверхнею, у стратосфері. Його функцією є створення так званого «екрану», який захищає життя на планеті, відсіюючи більшу частину ультрафіолетового випромінювання високої енергії сонячного світла та зберігаючи сприятливі умови для життєдіяльності організмів. Світові дослідження щодо впливу забруднюючих речовин на озоновий шар почалися ще з середини 1960-х років, проте, відомостей щодо ймовірних наслідків збільшення радіації було недостатньо, але було виявлено багато можливих ризиків для екосистеми та функціонування організмів, в тому числі здоров'я людей, деякі з них були надзвичайно серйозними. Після 1970-х років вченими було визначено фреони як найбільш серйозну загрозу для

існування озону, тому деякі країни вирішили обмежити використання цих елементів як пропелентів для аерозольних балончиків протягом наступних років. Проте, такі заходи не вирішували проблему повністю, адже було виявлено вплив ще багатьох хімічних речовин, а питання захисту озонового шару набуло глобального масштабу [17].

За даними науковців, якщо озоновий шар зменшиться на 10%, то це не лише негативно вплине на життєдіяльність організмів та здоров'я людей, а й здійснить істотний вплив на клімат, адже зміниться характер поглинання ультрафіолетового випромінювання, що спровокує зміну температури стратосфери, а отже і температурного режиму загалом, а також режими вітрів, опадів і підвищення рівня моря.

У 1985 році британськими вченими було відкрито озонову діру над Антарктидою, розміром більше 1000 км, де було встановлено зменшення концентрації озону більше, ніж на 20% [18].

Протягом наступних десятиліть це питання стало одним з важливих у світі, а розвинені країни почали впроваджувати заходи, спрямовані на захист озонового шару від руйнування та його подальше відновлення.

Одним з основних документів, який зобов'язує країн – підписантів діяти в напрямку збереження озонового шару є Монреальський протокол [19]. Його основною метою є забезпечення охорони озонового шару, здійснюючи превентивні заходи щодо зменшення кількості викидів озоноруйнівних речовин.

Протокол (міжнародний протокол до Віденської конвенції ООН про охорону озонового шару 1985 року [20]), був визнаний у світовій спільноті науковців та фахівців ефективним способом боротьби зі зміною клімату.

Це дозволяє говорити про його подвійну вигоду, адже стимулюючи відновлення озонового шару, здійснюється проведення заходів з протидії зміні клімату. Речовини, що мають озоноруйнівну дію – також небезпечні для довкілля газу, накопичення яких призводить до глобального потепління.

За прогнозами вчених, при подальшому дотриманні основних вимог Монреальського протоколу та дій на захист озонового шару, його відновлення

можливе в повній мірі в Північній півкулі приблизно до 2030 року та до 2050 року - в Південній півкулі. Найбільшого руйнування озоновий шар зазнає в полярних регіонах, тому повернення його в цілісний стан можливо як мінімум з 2060 року.

В Україні регулює дотримання постанов Протоколу Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України.

Згідно зі стаціонарними даними [15], наведеними в таблиці 3.1, обсяги викидів озоноруйнівних речовин на Полтавщині зросли протягом останніх років приблизно на 5% та становили 1,782 т за 2020 рік.

*Таблиця 3.1.*

**Викиди озоноруйнівних речовин від стаціонарних джерел на  
Полтавщині протягом 2014 – 2020 років, т**

Забруднююча речовина	Рік						
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Фреони	1,093	1,825	1,332	1,301	2,893	1,703	1,782
Хлор та його сполуки	5,973	3,734	7,676	4,738	5,861	7,251	7,354

Покращення ситуації можливе шляхом введення обмежувальних заходів для підприємств, які викидають озоноруйнівні речовини, а також залучення громадян до участі в програмах та заходах, спрямованих на захист озонового шару. Важливою також є додаткова освіта для громадськості в цій галузі, а також поширення знань про речовини, які здійснюють вплив на озоновий шар, створення доступних та зрозумілих для більшості людей попереджень, зокрема використання інформаційного позначення етикеток та маркування продукції, що є небезпечною, або навпаки, не шкодить озону та є безпечною.

Звичайно ж, важливим кроком є проведення екологічної пропаганди, нагадування для свідомих громадян щодо шкідливості хімічних речовин та забезпечення захисту озонового шару, навчання основам цієї політики молодших поколінь. Адже досягти поставленого результату можливо лише спільними зусиллями кожної людини.

### 3.4. Оцінка антропогенних викидів та абсорбція парникових газів

Однією з основних причин зміни клімату є використання викопного палива як основного методу одержання енергії та неефективний розподіл отриманої енергії, значні втрати її обсягів. Утворені парникові гази посилюють парниковий ефект на планеті та призводять до глобального потепління. Їх надмірна кількість, що потрапляє внаслідок діяльності електростанцій, сфери транспорту, а також сільського господарства та промислових підприємств, масштабних лісових пожеж, утримують тепло, що утворюється за рахунок потрапляння сонячної радіації, не даючи йому повертатися до космосу [21].

Дані доповіді про цілі сталого розвитку[22] виділяють такі сектори діяльності, де зосереджується найбільше викидів парникових газів:

- енергетичний комплекс (використання первинного палива, його транспортування та переробка);
- промислові підприємства;
- сільське, лісове господарства та інші види землекористування;
- поводження з відходами (транспортування, переробка, очистка стічних вод, боротьба з несанкціонованими сміттєзвалищами).

За даними електронної мережі Climate Change Laws of the World [23] (світове законодавство щодо зміни клімату), що одними з основних секторів, котрі впливають на загальну кліматичну ситуацію є сектор енергетики та транспорту, адже джерела діяльності в цих сферах є найбільшими за кількістю забрудниками парниковими газами. Згідно з даними, близько 56% викидів в сфері енергетичного комплексу припадає на спалювання вугілля, 28% - газ та 16% - переробка нафтопродуктів. Саме тому виділяються такі важливі напрями для подальшої діяльності енергетичного сектору України: підвищення енергоефективності, використання альтернативних джерел енергії, впровадження енергоефективних технологій.

Передбачається також використання джерел енергії що мінімізують викиди вуглецю, тобто увага концентрується на більш екологічно чистих видах, джерелах

чистої електроенергії та теплової енергії, стимулювання переходу сектору транспорту до безпечних для довкілля видів, а також збільшення потенціалу поглинання викидів шкідливих газів навколишнім середовищем за рахунок використання новітніх методів ведення сільського та лісового господарства, збільшення обсягів зелених масивів, зокрема в містах.

В Україні на законодавчому рівні ведеться облік викидів парникових газів. Існує Національна система [24] організаційно-технічних заходів зі спостереження, збирання, обробки та збирання інформації, яка необхідна для оцінки антропогенних викидів парникових газів, функціонування якої регулюється законодавством.

Найбільшу частку серед парникових газів, що викидаються техногенними джерелами в Полтавській області займає двоокис вуглецю ( $CO_2$ ). За статистичними даними, протягом 2020 року підприємствами Полтавщини було викинуто в атмосферне повітря 1,589 млн.т цієї речовини, що майже на 20% менше, ніж в попередньому році. При цьому тенденція зменшення кількості викидів від стаціонарних джерел спостерігається і за іншими показниками, такими як метан та оксид азоту, обсяги яких наведено в таблиці 3.2[15].

*Таблиця 3.2.*

**Викиди парникових газів протягом 2013 – 2020 років, т**

Забруднююча речовина	Рік						
	2013	2014	2015	2017	2018	2019	2020
Метан	18,236	14,786	9,692	8,333	6,519	6,113	5,781
Оксид азоту	0,066	0,065	0,059	0,068	0,08	0,067	0,052
Двоокис вуглецю	3014,36	3363,81	3314,9	3553,46	3342,14	1970,48	1589,31

Згідно з даними статистики, обсяг викидів від пересувних джерел забруднення частково перевищує кількість викидів від стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря підприємствами області та міста Полтава. Причиною цього є використання застарілого транспорту, а також великої кількості газових, бензинових та дизельних двигунів. Для покращення цієї

ситуації необхідна модернізація цієї сфери та перехід на більш екологічно безпечні види громадського транспорту, створення вело прокатів.

## РОЗДІЛ 4

### ЗАХОДИ З АДАПТАЦІЇ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ В МІСТІ ПОЛТАВА

#### 4.1. Передумови проведення заходів з адаптації

Зміна клімату – це така зміна умов глобальної атмосфери та на Землі в цілому (в окремих регіонах може проявлятися в більшій мірі), що зумовлена антропогенною діяльністю разом із природними змінами (флуктуаціями) та спостерігається протягом визначеного проміжку часу.

В реальному часі кліматичні зміни проявляються глобальним потеплінням. Основними кліматичними показниками є температура повітря та атмосферні опади. За даними Всесвітньої метеорологічної організації, на сьогодні відбулося підвищення глобальної температури у Північній півкулі Землі на 1°C. Цією ж групою фахівців було визначено період 2001 – 2010 років як найбільш спекотніший.

Клімат в Україні змінюється так само, як і загалом на планеті, проте швидкість цих змін є навіть трохи більшою, ніж в інших регіонах Північної півкулі.

Територія Полтавської області характеризується як тепла, слабо зволожена за даними районування території України за показником ГТК. Проте, під впливом підвищення загальної температури повітря, зональність території змінюється з кожним роком, територія достатньої вологи зменшується, як і межі зі змінною вологою Лісостепової зони, куди відноситься і Полтавська область, а частота випадків посух збільшується, в подальшому прогнозуючи катастрофічні наслідки для населення на планеті [25].

Виникає необхідність пристосування до нових посушливих умов. Найбільш радикальним способом являється зрошення, але цей метод є неефективним з

економічної та екологічної точки зору. Тому вирішення цих проблем покладається на адаптацію до цих змін.

Для того, щоб чітко спланувати методи адаптації необхідне уявлення про вплив зміни клімату в майбутньому. Тому проводиться безліч досліджень у цій сфері та використовується система моделювання. Ці дослідження складають певні висновки щодо кліматичних змін та їх реакцію на збільшення концентрації парникових газів за різних умов, розглядаючи найбільш складні сценарії.

Створюється проекція зміни клімату – змодельована кліматична система під впливом зміни концентрації парникових газів та інших факторів. Ці проекції складаються з використання математичних моделей атмосфери, океанів та земної поверхні на сучасному комп'ютерному обладнанні [26].

За даними звіту «Вплив зміни клімату в Україні», в майбутньому показники температури атмосферного повітря в Україні зміняться більш ніж на 1,5°C до 2050х років та, за найгіршого сценарію, якщо кількість викидів парникових газів не скоротиться – на понад 3°C до 2080 року, дані наведені в таблиці для сценаріїв помірної (RCP4.5) та високої (RCP8.5) концентрації парникових газів (таблиця 4.1) [26].

*Таблиця 4.1.*

**Проекції річних та сезонних змін підвищення середньої температури**

Сезон	2050-ті, RCP4.5	2050ті, RCP8.5	2080-ті, RCP4.5	2080-ті, RCP8.5
Грудень - Лютий	+0,7 до +3,3	+1,6 до +4,2	+1,6 до +4,3	+3,5 до +7,3
Березень - Травень	+0,8 до +2,9	+1,5 до +3,8	+1,3 до +3,3	+2,7 до +5,7
Червень - Серпень	+1,3 до +3,5	+1,7 до +4,9	+1,4 до +4,5	+3,3 до +7,7
Вересень - Листопад	+1,1 до +2,8	+1,8 до +3,9	+1,6 до +3,4	+3,4 до +6,2
Річні	+1,2 до +3,0	+1,7 до +4,1	+1,6 до +3,5	+3,4 до +6,2

Прогнозоване потепління створює нові ризики для населення. Такі зміни середовища провокують появу спалахів багатьох хвороб, а також продовольчу кризу. Тому зараз як ніколи важливо швидко та чітко проводити заходи з

адаптації до зміни клімату, які покращать рівень якості життя населення на планеті в чутливих регіонах.

#### **4.2. Управлінські рішення**

Політика адаптації до змін клімату в місті Полтава базується, в більшій мірі, на прийнятті управлінських рішень. Серед них можна виділити такі програми та плани: Регіональна цільова програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2017 – 2021 роки («Довкілля – 2021»), Концепція сфери розвитку «Довкілля та розвиток зелених зон» для м. Полтави» (2017 – 2018 роки), Програма реконструкції, благоустрою та впорядкування парків, скверів, бульварів та інших зелених зон та зелених насаджень Полтавської міської територіальної громади на 2021 – 2025 роки, Регіональна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням регіональних пріоритетів Полтавської області на 2022 – 2027 роки («довкілля – 2027»), Програма поводження з твердими побутовими відходами у м. Полтава на 2021 – 2025 роки, бюджетна підтримка екологічних громадських ініціатив – «Екологічні ініціативи» та інші. Розробляється урядом та науковцями програма моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Також місто Полтава є підписантом «Угоди мерів», що ставить в пріоритет розвиток в напрямку переходу на відновлювані джерела енергії до 2050 року. Вагомий внесок складає діяльність громадських організацій, зокрема ГО «Еколтава», що займається поширенням та популяризацією знань про кліматичні зміни, а також разом із міською владою та інвесторами сприяє вирішенню багатьох екологічних проблем міста, фактично займаючи позицію населення при прийнятті рішень.

Для підвищення рівня обізнаності населення, важливим інструментом є поширення інформації щодо адаптації. Інформація про зміну клімату, наслідки та

можливі дії з адаптації формулюється конкретно до користувачів, щоб охопити більше аудиторії різного віку та інтересів. Існують різні формати комунікації, що мають успіх в цьому питанні в різних країнах, такі як особисті консультації, інтернет-платформи та соціальні мережі, засоби масової інформації, інформаційні бюлетені про зміну клімату, її наслідки та можливі дії з адаптації.

«Угода мерів» - означає створення такого плану дій, який посилюватиме стійкість міста до можливих наслідків зміни клімату, адже цей вплив є неминучим. Міські екосистеми є особливо вразливими до певних екстремальних погодних явищ, зокрема, сильних повеней, теплових хвиль або буревіїв високого ступеню сили, котрі можуть провокувати негативний вплив на здоров'я, пошкодження будівель, перебої в електро- та водопостачанні, порушення роботи транспорту (зокрема громадського), а також підвищення енергоспоживання, необхідного для обігріву або охолодження приміщень в різні пори року, що не лише створює проблеми збільшення рахунків за спожиту енергію, але призводить до неефективного використання енергії, її втрати та збільшення впливу на клімат [27].

Уповільнення темпів зміни клімату, спричиненої діяльністю людини, з метою остаточного її припинення, дозволить нинішнім та майбутнім поколінням краще справлятися з викликами на небезпечними ситуаціями, що є наслідками кліматичних змін, та адаптуватися до них, тим самим зменшуючи збитки [28].

Фахівцями в галузі зміни клімату сформовано наступні загальні рекомендації: проведення адаптаційних заходів вже зараз, створення умов для адаптації, інтеграція адаптаційних можливостей з економічним розвитком, підвищення рівня обізнаності в галузі зміни клімату, захист природних ресурсів, надання фінансової допомоги та залучення інвесторів, використання стратегій, що стосуються конкретного регіону або міста [28].

Одним з важелів прийняття управлінських рішень є стандартизація. Відповідно до міжнародного стандарту ISO 14090: 2019 «Адаптація до зміни клімату – принципи, вимоги та керівні принципи» [29], адаптація є процесом пристосування до наявного клімату або його прогнозований стан.

Стандартом визначені такі основні принципи, рекомендації та вимоги, котрі безпосередньо пов'язані з адаптацією до кліматичних змін, що стосуються питання інтеграції процесів адаптації в діяльність різних видів організацій, усвідомлення наслідків, засобів адаптації, що сприяють прийманню екологічних рішень. Застосування стандарту рекомендовано до будь-яких організацій, незалежно від їх типу, розміру чи характеру діяльності, місцевих, регіональних та міжнародних компаній, промислових підприємств та підрозділів, які займаються управлінням природними ресурсами.

Згідно стандарту, управління в галузі адаптації здійснюється в декілька етапів: оцінка ризиків, впливів та можливостей для діяльності; планування та організація заходів з адаптації до змін клімату; реалізація адаптаційного плану; моніторинг та оцінювання отриманих результатів впровадження заходів з адаптації; поширення інформації щодо висновків.

Для більш детального опрацювання роботи в галузі адаптації до змін клімату було створено ще кілька міжнародних стандартів: ISO 14091 «Адаптація до зміни клімату. Настанови щодо оцінки вразливості, впливу і ризику» [30]; ISO 14092 «Адаптація до змін клімату. Вимоги та вказівки щодо планування адаптації для місцевих органів влади та громад» [31]; ISO 14093 «Механізм фінансування адаптації до кліматичних змін на місцевому рівні: гранти на забезпечення адаптації до зміни клімату, засновані на показниках ефективності» [32].

Впровадження адаптаційних екологічних міжнародних стандартів є досить довготривалим та витратним процесом, проте може значно покращити ефективність прийняття управлінських рішень в проведенні заходів з адаптації до зміни клімату.

### 4.3. Інженерні рішення

Аналізуючи наукові дослідження фахівців, можна зробити висновок, що найбільш популярними прикладами адаптації до зміни клімату є модернізація та пристосування будівельних норм до нових прогнозованих умов та ризиків випадків екстремальних погодних явищ, створення системи охолодження, озеленення фасадів будинків з метою збільшення затінків у спекотну пору року, збільшення частки зелених зон, модернізація систем опалення в житлових будинках та інших будівлях до енергоефективних та енергозберігаючих, розповсюдження, висадка та виведення нових сортів стійких до спеки та посухи рослин та дерев, продовольчих культур.

В умовах воєнного стану, зважаючи на сьогоднішній день у 2022 році, надзвичайно актуальним стало питання «зеленої відбудови міст», до якого звернений інтерес громадських природоохоронних організацій, котрі працюють над цим питанням на етапі розробки планів та стратегій, враховуючи вплив кліматичних змін, а також ризиків, що пов'язані із рівнем забруднення території внаслідок воєнних дій.

Зважаючи на те, що одним з найбільших ризиків, які виникають внаслідок зміни клімату є екстремально високі температури атмосферного повітря, доцільно проводити такі заходи, котрі б дозволили підвищити комфорт проживання населення в умовах спеки. Одним з таких методів – достатньо простий, але довготривалий процес – озеленення. Сучасні біотехнології дозволили підбирати сорти рослинності, які підходили для будь-яких умов зростання, а також дозволяють вирощувати їх не лише традиційними методами, але й на різних поверхнях, тим самим, озеленюючи фасади будинків (використання виткач рослин), створюючи вертикальні парки в хмарочосах та інших багатоповерхових будівлях та загалом обирати рослинність відповідно до типу умов, вологості та інших показників.

В міській екосистемі важливу роль відіграє висадка дерев та трав'янистої рослинності, що дозволяє покращити мікроклімат та знизити температуру атмосферного повітря в приземному шарі. Збільшення їх кількості призводить до кращого поглинання парникових газів, додаткового очищення повітря, збільшення кількості затінків та охолодження гарячих поверхонь доріг та тротуарів у спекотні дні року. До того, важливою є роль дерев у відновленні біорізноманіття, адже дерева стають прихистком для багатьох птахів, збільшення чисельності яких допомагає регулювати кількість шкідників та комах, які можуть бути небезпечними як для самих дерев, так і для людей.

Тому, в містах в розвинених країнах до дерев відносяться як до особливо цінного ресурсу в галузі адаптації до змін клімату. За досвідом багатьох європейських країн, можна оцінити відношення до цього методу озеленення, до прикладу, у Штутгарті діє система доглядачів за деревами [33], які поливають дерева, збирають опале листя та слідкують за появою шкідників, повідомляють про виникнення цих проблем у відповідні інстанції. Це також дозволяє значно розширити природоохоронний фонд, залучивши населення. У Барселоні було створено Генеральний план розвитку дерев до 2037 року [34], основної ідеєю якого був вибір дерев, враховуючи умови кожного міста, що сприятливо впливає на їх життєдіяльність, продовжує час їх існування, адже на вирощування більшості видів дерев необхідно багато років.

В місті Полтава частка зелених насаджень припадає майже на 15% від загальної площі міста. До них належать 21 парк, 37 скверів, 13 бульварів та 6 зелених зон, без урахування присадибних ділянок та дворів житлових комплексів. Проте, актуальності питанню важливості озеленення міста додає той факт, що кількість вилучених дерев значно перевищує число нових саджанців. Причиною цього було недотримання норм законодавства та заборони на вирубку, вплив хвороб та шкідників на дерева, невчасне їх виявлення. Вирішити цю проблему можливо шляхом залучення діяльності громадських природоохоронних організацій та екоактивістів, розгляд цього питання на урядовому рівні, вдосконалення системи управління, проведення інвентаризації дерев, а також

забезпечення догляду фахівцями за зеленими насадженнями, які перебувають у комунальній власності. Тому озеленення міста Полтава є одним з пріоритетних завдань на шляху проведення заходів з адаптації до зміни клімату.

Одним з цікавих та, за досвідом багатьох міст, цілком доступним та реальним методом додаткового озеленення в містах є створення «зелених зупинок». Втілення таких проектів виконує такі основні функції: поява додаткових затінків у спеку, додаткове водовідведення під час злив (враховуючи створення дренажної системи), декоративна. Створити таку зупинку можна шляхом висадки спеціальних видів трав'янистої рослинності на її поверхні (сорти обираються відповідно до умов, в більшості випадків – стійкі до спеки та прямих сонячних променів) зі спеціально об'єднаною конструкцією зупинки. Така практика поширена в Польщі (рисунок 4.1 – зелена зупинка в місті Сім'ятичі) та багатьох європейських країнах. В Україні вперше таку зупинку було створено в місті Львів.



Рис. 4.1. Зелена зупинка в місті Сім'ятичі, Польща, авторське зображення[35]

Ще одним прикладом додаткового озеленення та збирання зайвої води під час опадів у містах є створення в місті «дощових садків» або «дощових островів» (рисунок 4.2), що являють собою композицію з вологолюбних та витривалих до перепадів температур рослин та дренажної системи. Має вигляд невеликого заглиблення, інколи композиція схожа на звичайні клумби ззовні, але має систему водовідведення під землею. Корисні такі заходи тим, що вони збирають надмірну кількість води, що з'являється під час сильних дощів, тому найбільш доцільно буде розташовувати їх неподалік доріг, тротуарів, тим самим скорочуючи навантаження на основну систему стоку на дорогах.



Рис. 4.2. Дощовий садок на вулиці Барнард у місті Стейт-Колледж (Пенсільванія, США), авторське зображення[35]

Одним зі способів додаткового очищення повітря є висадка вічнозелених кущів вздовж проїзної частини, по типу живоплотів, що дозволяло б розмежовувати пішохідну зону та проїзну частину, частково поглинаючи при цьому шкідливі гази, що викидаються внаслідок діяльності автотранспорту.

Загалом, сфера транспорту є досить вільним простором для проведення заходів з протидії та адаптації до зміни клімату. Основною ціллю залишається перехід на екологічні види транспорту, вилучення старих газових та бензинових двигунів, натомість, стимулювання переходу на електротранспорт та інші альтернативні види.

Пристосування міста до переходу на екологічно чисті види транспорту можливе шляхом побудови мережі електрозаправок, відкритих майданчиків для мінімального обслуговування авто, стимулювання населення до зміни звичних автомобілів з газовими та бензиновими двигунами на гібридні або електрокари, шляхом доступності їх придбання, оренди, фінансової підтримки та безвідсоткових кредитів. В місті Полтава можна нарахувати близько 20 доступних електрозаправок.

Проте, важливим кроком буде перехід на альтернативні види саме громадського транспорту. В місті це можливо шляхом збільшення кількості тролейбусів, а також, можливо, придбання автобусів з електродвигунами.

Очікуваний результат адаптації сфери транспорту - підвищення стійкості транспортної системи до зміни клімату, проте, ключовим моментом є все ж процес планування та прийняття управлінських рішень в цьому секторі.

Чудовим прикладом проведення адаптаційних заходів в сфері транспорту є створення Плану сталої міської мобільності м. Житомир [36]. Основними пріоритетами адаптивних заходів є: посилення ролі громадського транспорту (підвищення рівня його обслуговування, що дозволить мешканцям обирати саме такий вид пересування, на противагу приватним авто); безпека дорожнього руху; стимулювання пересуватись пішки (створення безпечних та зручних пішохідних маршрутів); розвиток велотранспорту (враховуючи створення баз обслуговування та ремонту, велопрокату, побудови велодоріжок, безпечної велоінфраструктури в районах, де вулиці найбільше завантажені приватним транспортом, основні сполучення ближче до центру міста та зон відпочинку); впорядкування паркувального простору (створення зручних та доступних парковок, в тому числі підземних для додаткового розвантаження простору на вулицях).

Сфера велотранспорту в місті Полтава є недостатньо розвинуеною, тому такі заходи є одні з важливих на шляху до прийняття адаптаційних рішень. Частковий перехід на користування велосипедами та іншим альтернативним транспортом дозволить не лише розвантажити рух на дорогах у місті, але й значно скоротити викиди парникових газів в атмосферне повітря, надмірна кількість який є причиною зміни клімату.

Розвиток велотранспорту в місті включає проведення таких заходів:

- створення велоінфраструктури (односторонні, двосторонні, спільні вело доріжки, відведення місць на проїзній частині);
- система вело навігації для доступності вільного пересування містом;
- розвиток системи паркінгу та зберігання (короткострокове – велопаркінги, довгострокове – велогаражі);
- побудова велостійок на вулицях міста (за стандартом вони повинні бути з двома точками кріплення, u-подібної форми; виготовлені зі сталі або іншого матеріалу високої міцності);
- впровадження системи велопрокату як альтернативи пересування на невеликі відстані по місту;
- спортивна велосипедна інфраструктура, навчання велосипедному руху для дітей.

Ще одним з найбільш важливих заходів з адаптації до зміни клімату є модернізація енергетичного комплексу. Основна ціль в проведенні таких заходів – підвищення енергоефективності та тепло збереження будівель та процесів, що дозволить значно зменшити попит на користування викопним паливом та навантаження на мережі. Необхідною умовою також є сприяння енергетичному переходу міста до використання чистих джерел енергії та покращення показників щодо викидів, трансформація теплопостачання.

Сприяння збереження енергії, в тому числі теплової відіграють роль інженерні рішення при побудові житлових будинків та міських будівель. Важливо врахувати всі фактори впливу: ризики небезпечних природних метеорологічних явищ, перепади температурного режиму атмосферного повітря та інші.

Ключове місце займає розробка адекватних адаптаційних стратегій для паливно-енергетичного комплексу, яка залежить не лише від регіональних прогнозов зміни клімату, але й від структури генеруючих потужностей паливно-енергетичного комплексу України та особливостей його балансу [37].

Створення стійкої енергетичної системи – це, в першу чергу, підвищення стійкості до ймовірних аварійних ситуацій на енергоблоках та мережах, пов'язаних зі збільшенням частоти аномальних природних явищ. В цьому випадку доцільно застосовувати новітні технології, для прикладу систему автоматичного регулювання частоти і потужності з використанням споживачів-регуляторів за європейськими вимогами, розроблену Інститутом загальної енергетики НАН України [38].

Для підвищення енергоефективності та збереження тепла в будівлях існує багато інженерних адаптаційних рішень, серед яких можна виділити наступні [39]:

- покращення теплоізоляції будівель, яка буде запобігати втратам тепла з середини будинків та проникненню холоду з зовнішнього боку в зимовий період, а також утримувати більш прохолодну температуру в спекотні періоди, таким чином покращуючи мікроклімат будівлі та заощадити витрати енергії, необхідні для опалення або кондиціонування кімнат;

- захист від випромінювання для прозорих елементів будівлі – вікон, скляних перегородок та ін., зокрема встановлення віконниць або жалюзі ззовні та зсередини, використання плівок та світловідбивачів, покриттів, які накладаються безпосередньо на скло, здатні відбивати сонячні промені, проте останні – є малоефективними для вікон, які виходять на південну сторону, адже такі плівки здатні відбивати сонячні промені майже на 85%;

- раціональне використання кондиціонерів повітря, адже надмірне користування ними може впливати на здоров'я людей, а також впливає на збільшення використання енергії, що призводить до викидів парникових газів;

- використання світлих кольорів та відбиваючих поверхонь на фасадах будівель, що не лише допомагає утримати необхідний температурний режим в

середині будівель в холодну пору року, але й запобігає перегріву зовнішніх покриттів під час спеки;

- використання зелених дахів, що сприяє відбивати сонячні промені, створенню додаткового затінку, зниженню температури в приміщенні до кількох градусів Цельсія.

Перелік заходів з адаптації до зміни клімату є досить довгим та не закінчується лише наявними на цей час методами, адже наукові дослідження з цій галузі розвиваються відповідно до нових ризиків, викликаних кліматичними змінами. Ці заходи можуть значно покращити ситуацію в місті та внесок м. Полтава в боротьбу проти змін клімату.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Зміна клімату – це система незворотних процесів, які викликані антропогенною діяльністю разом з впливом природних чинників, що впливає на життєдіяльність організмів та існування екосистем загалом.

Глобальне потепління, яке спостерігається в наш час можливо призупини зменшенням кількості викидів парникових газів, які руйнують озоновий шар, що є однією з причин зміни клімату.

Відповідно до Рамкової конвенції ООН, країни світу повинні зробити стільки зусиль, аби стримати підвищення глобальної середньої температури атмосферного повітря не більше 2°C. це можливо за рахунок розвитку заходів з протидії зміні клімату та адаптації до цих змін.

Кліматичні особливості території міста Полтава зумовлені її відношенням до помірно континентального поясу.

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що температура атмосферного повітря в місті за останні 10 років не опускалася нижче 9°C. Протягом 2019 – 2021 років відбулося підвищення середнього показника по області. Це може негативно вплинути на основний з векторів діяльності в області – аграрне виробництво. Виникає потреба у використанні нових сортів сільськогосподарських культур, що є більш пристосовані до тривалої спеки та посушливого періоду.

В самому ж місті Полтава виникає потреба у модернізації енергетичного комплексу відповідно до сучасних технологій, використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячна та вітрова.

Важливо зменшити вплив одного з головних забрудників атмосферного повітря у місті - сфери транспорту. Це можливе шляхом повного переходу громадського транспорту на гібридні та електричні види, збільшення кількості тролейбусів на маршрутах та розвиток велотранспорту.

Значно покращити ситуацію може встановлення зелених зупинок за європейськими зразками, що уже практикується в деяких містах України,

створення дощових парків, що дозволяє збирати та утримувати опади при надмірному їх випаданні, створюючи комфортні умови для життя громадян. Також важливе збільшення зелених зон, кількості рослин вздовж проїзної частини та поблизу будинків, що дає змогу регулювати температуру в спекотні місяці літа та утримувати зайву вологу, очищаючи повітря природних шляхом.

Рішення щодо енергоефективності будівель полягають в тому, щоб максимально зберегти підтримування сталої температури в приміщенні, серед яких утеплення фасадів та фарбування їх у світлі кольори, встановлення віконниць, жалюзі та плівок на вікна, використання світло відбиваючих матеріалів та інші, що дозволять значно зменшити кількість енергії, необхідної на утеплення або охолодження будівель залежно від пори року.

Загалом, модернізація енергосистеми спрямована на перехід до використання альтернативних джерел енергії, збереження тепла та енергоефективності, що дозволить поступово відмовитись від використання викопного палива, яке є джерелом викидів парникових газів.