

ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М. Коцюбинського
ПРИРОДНИЧО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра географії

ДИПЛОМНА РОБОТА
на тему: **"Східна Європа в аспекті глобальних**
тенденцій зміни клімату"

Студентки 2 курсу групи МНЗ

Освітньої програми Науки про Землю. Конструктивна географія

Спеціальності 103 Науки про Землю*

Галузі знань 10 Природничі науки

Ступеня вищої освіти «магістр »

Крайнік Юлії Миколаївни

Науковий керівник: Доктор географічних наук Гудзевич Анатолій Васильвич

Національна шкала _____

Кількість балів _____ Оцінка ECTS _____

Голова комісії _____

Члени комісії _____

м. Вінниця - 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНІЙ ЄВРОПІ В ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ.....	7
1.1. Глобальні тенденції зміни клімату та їхній вплив на природні системи Східної Європи.....	7
1.2. Важливість кліматичних трансформацій для екосистем і населення Східної Європи.....	8
1.3. Екстремальні кліматичні явища: сучасний стан та наслідки для соціально-економічного розвитку.....	17
Висновки до 1 розділу.....	20
РОЗДІЛ 2 ДИНАМІКА КЛІМАТУ СХІДНОЇ ЄВРОПИ В ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ.....	21
2.1. Просторово-часові особливості розподілу температури повітря	21
2.2. Зміни режиму опадів: тенденції, аномалії та вплив на природні комплекси.....	25
2.3. Вологість повітря та її зв'язок з біорізноманіттям регіону.....	29
2.4. Статистичний аналіз та класифікація екстремальних кліматичних подій.....	30
Висновки до 2 розділу.....	32
РОЗДІЛ 3. АДАПТАЦІЯ І МІТИГАЦІЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНІЙ ЄВРОПІ.....	34
3.1 Стратегії адаптації до кліматичних змін в країнах Східної Європи	34
3.2 Мітигація кліматичних змін: підходи та інструменти.....	51
3.3 Європейська кліматична політика та її вплив на країни Східної	

Європи.....	54
3.4 Основні виклики та перспективи.....	56
Висновок до третього розділу.....	62
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	65

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Глобальні зміни клімату є однією з ключових проблем XXI століття, що визначає траєкторію екологічного, соціального та економічного розвитку держав і регіонів. За даними Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (IPCC), зростання середньої глобальної температури, зміни режиму опадів, частіші й інтенсивніші екстремальні погодні явища вже мають значний вплив на природні системи та людську діяльність.

Східна Європа, як перехідна зона між помірними і континентальними кліматичними умовами, виявляється особливо вразливою до цих процесів. Тут глобальні тенденції набувають специфічних регіональних проявів: прискорене підвищення температури, сезонна нестабільність опадів, зростання частоти хвиль спеки, літніх посух і зимових відлиг, що впливають на сільське господарство, водні ресурси, інфраструктуру та здоров'я населення.

З початку XXI століття регіон переживає помітні кліматичні зміни: у південних частинах Східної Європи середня річна температура зростає приблизно на 0,2 °C за десятиліття, а у північних — на 0,3–0,4 °C. Кількість опадів у північному секторі зростає, тоді як на півдні спостерігається їх зменшення, що посилює дефіцит води та ризики деградації ґрунтів. Прогнози глобальних моделей клімату (CMIP6) вказують на подальше підвищення температури та посилення кліматичних контрастів у регіоні до кінця століття.

В умовах інтеграції Східної Європи у світову економіку, кліматичні зміни тут не можна розглядати ізольовано — вони є складовою частиною глобальних процесів. Регіон є одночасно й «реципієнтом» наслідків світових екологічних зрушень, і «учасником» формування глобальної кліматичної політики, зокрема через участь у міжнародних угодах, таких як Паризька кліматична угода.

Східна Європа відіграє помітну роль у світовому кліматичному балансі завдяки значним природним ресурсам, що здатні акумулювати та зберігати вуглець, зокрема лісовим масивам, торфовищам і чорноземам. Ефективне

використання цього потенціалу може зробити регіон важливим учасником глобальної стратегії з досягнення вуглецевої нейтральності. Водночас розвиток відновлюваної енергетики, модернізація промисловості та перехід до стійких аграрних практик здатні не лише зменшити регіональні викиди парникових газів, а й зміцнити кліматичну безпеку всієї Європи.

Сучасні зміни клімату вирізняються безпрецедентною швидкістю, що зумовлює необхідність одночасного вивчення як глобальних механізмів, так і локальних особливостей. Аналіз Східної Європи в аспекті глобальних тенденцій зміни клімату дозволяє не лише визначити масштаби та динаміку процесів, але й оцінити перспективи адаптації та пом'якшення негативних наслідків на регіональному рівні.

Об'єкт дослідження: клімат Східної Європи.

Предмет дослідження: взаємозв'язок глобальних тенденцій зміни клімату з регіональними просторовими особливостями клімату Східної Європи.

Мета дослідження —Визначити особливості динаміки клімату Східної Європи на початку XXI століття в умовах глобальних кліматичних змін, оцінити їхній вплив на природні комплекси та соціально-економічний розвиток регіону, а також окреслити основні напрями адаптації та мітигації для зменшення негативних наслідків кліматичних процесів..

Завдання дослідження:

1. Узагальнити теоретичні основи вивчення клімату Східної Європи в контексті глобальних кліматичних змін.
2. Дослідити просторово-часову динаміку кліматичних показників (температури, опадів, вологості повітря) у Східній Європі на початку XXI століття.
3. Проаналізувати частоту та інтенсивність екстремальних кліматичних явищ і їхній вплив на природні комплекси та соціально-економічний розвиток регіону.
4. Оцінити основні напрями адаптації та мітигації кліматичних змін у

країнах Східної Європи, визначити ключові виклики та перспективи.

Методи дослідження. Використано комплексний підхід, що поєднує аналіз літературних та статистичних джерел, методи математичного і статистичного моделювання, супутниковий моніторинг, картографування, а також порівняльний аналіз глобальних та регіональних кліматичних сценаріїв.

Наукова новизна дослідження полягає у поєднанні аналізу глобальних кліматичних тенденцій з регіональною специфікою Східної Європи на основі порівняння результатів глобальних кліматичних моделей з локальними спостереженнями та даними супутникового моніторингу. На відміну від попередньої бакалаврської роботи, у цій магістерській проведено розширене дослідження сценаріїв кліматичного розвитку регіону у контексті світових кліматичних цілей, зокрема досягнення вуглецевої нейтральності. Новизна також полягає у формуванні адаптаційних стратегій, що враховують як природні, так і соціально-економічні фактори.

Апробація результатів дослідження здійснювалась через публікацію тез у збірнику матеріалів X Міжнародного молодіжного конгресу *«Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»*. Основні результати дослідження викладені у таких публікаціях:

1. **Крайнік Ю.М.** *Якість атмосферного повітря в містах Східної Європи в контексті змін клімату: виклики та шляхи вирішення.* — *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.* X Міжнародний молодіжний конгрес, 27–28 березня 2025 р., Україна, Львів: Збірник матеріалів. — Київ: Яроченко Я. В., 2025. — С. 56.
2. **Гудзевич Л.С., Гаврилюк Ю.Ю., Крайнік Ю.М.** *Глобальні й регіональні виклики довкіллю та заходи мінімізації їх негативного впливу.* — *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.* X Міжнародний

молодіжний конгрес, 27–28 березня 2025 р., Україна, Львів: Збірник матеріалів. — Київ: Яроченко Я. В., 2025. — С. 166.

Це дозволило представити основні результати дослідження, обговорити їх із науковою спільнотою, забезпечивши відповідний науковий обмін та отримання конструктивного зворотного зв'язку.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного з них, загальних висновків, списку використаних джерел, який складається з 91 найменувань. Загальний обсяг роботи – 71 сторінка.

РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНІЙ ЄВРОПІ В ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

1.1. Глобальні тенденції зміни клімату та їхній вплив на природні системи Східної Європи

Зміни клімату є однією з найважливіших проблем сучасності, що впливають на всі аспекти життя на планеті, від екологічного балансу до соціально-економічного розвитку [52]. На глобальному рівні спостерігається стабільне підвищення середньої температури, яке супроводжується зростанням частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як посухи, урагани, сильні зливи та аномальні морські хвилі [40]. Антропогенний вплив, зокрема викиди парникових газів, вирубка лісів та зміна землекористування, значно посилює ці процеси, формуючи нові виклики для природних та антропогенних систем [63].

Глобальні тенденції змін клімату безпосередньо впливають на регіональні системи, визначаючи їхню стійкість і здатність адаптуватися до нових умов. Східна Європа, завдяки великій території та різноманітності природних зон, виявляє високу чутливість до кліматичних змін [21]. Тут спостерігається помітне підвищення середньорічних температур, нерівномірний розподіл опадів і зростання частоти екстремальних явищ, що спричиняє зміни гідрологічного режиму річок, деградацію ґрунтів та трансформацію екосистем [60]. Особливу увагу слід приділити екологічним наслідкам: зміни клімату призводять до зсуву меж ареалів багатьох видів рослин і тварин, порушуючи екологічну рівновагу та сприяючи втраті біорізноманіття [82]. Наприклад, підвищення температури та скорочення опадів у південних регіонах Східної Європи загрожує степовим та лісостеповим екосистемам, тоді як збільшення опадів у західних районах може провокувати ерозію ґрунтів та загрозу для сільськогосподарських угідь [38].

Кліматичні зміни також мають значний вплив на соціально-економічні системи. Сільське господарство стає особливо вразливим до коливань температури і опадів, що може спричиняти зменшення врожайності та порушення продовольчої безпеки. Лісове господарство піддається ризику збільшення площ лісових пожеж та ураження шкідниками [45]. Водні ресурси регіону можуть бути обмежені через зміни гідрологічного режиму річок і водосховищ, а туризм — через зниження привабливості природних територій або посилення екстремальних погодних явищ [54].

Для ефективного управління ризиками варто об'єднувати глобальні та регіональні підходи до адаптації. Глобальні кліматичні моделі дозволяють прогнозувати загальні тенденції, тоді як регіональні дослідження враховують особливості місцевих екосистем, соціальних структур і економічного розвитку. Такий інтегрований підхід сприяє розробці стратегій адаптації та пом'якшення наслідків, спрямованих на збереження біорізноманіття і забезпечення стійкості екосистем. [63].

Глобальні зміни клімату створюють нові умови для розвитку Східної Європи, визначаючи межі адаптації як природних, так і антропогенних систем. Усвідомлення цих процесів має вирішальне значення для ефективного планування сталого розвитку регіону, збереження екологічної рівноваги та гарантування безпеки економічних і соціальних структур. [52].

1.2. Важливість кліматичних трансформацій для екосистем і населення Східної Європи

Кліматичні зміни в регіоні Східної Європи тісно пов'язані з низкою соціально-економічних викликів, які ускладнюють адаптацію населення та управління природними ресурсами [54]. Зростання середньорічних температур і частіше виникнення екстремальних погодних явищ суттєво впливають на ключові сектори, такі як сільське господарство, лісове господарство, водні ресурси і міська інфраструктура. Підвищення температур у поєднанні з нерівномірним розподілом опадів призводить до частішого

виникнення посух, що негативно позначається на врожайності основних культур, зокрема пшениці, кукурудзи та соняшника, які становлять основу продовольчої безпеки регіону. Кліматичні зміни також відчутно торкаються водних ресурсів Східної Європи, впливаючи на якість і доступність питної води. Танення льодовиків у гірських регіонах, таких як Карпати, змінює сезонність річкових стоків, а вищі температури сприяють збільшенню випаровування та зниженню рівня ґрунтових вод. Це може створити дефіцит водних ресурсів для сільського господарства, промисловості та побутових потреб, що стає особливо критичним в умовах зростання населення і урбанізації. [44]. Екосистеми регіону виявляють високу чутливість до кліматичних змін, що проявляється у зміщенні ареалів видів, втраті біорізноманіття та деградації природних ландшафтів. Лісові масиви Східної Європи, відіграючи важливу роль у регулюванні вуглецевого балансу, стають дедалі вразливішими до впливу шкідників і хвороб, розповсюдження яких прискорюється через тепліші зими.

Кліматичні зміни суттєво впливають на здоров'я населення, і цей аспект потребує особливої уваги. Зростання температури підвищує ймовірність теплових хвиль, що становлять серйозну загрозу, особливо для людей літнього віку та пацієнтів із хронічними захворюваннями, оскільки це може призводити до підвищення рівня смертності. Окрім того, зміни клімату сприяють активнішому поширенню інфекційних хвороб, які передаються через комах, зокрема кліщовий енцефаліт чи лихоманку Західного Нілу. Через глобальне потепління ареали проживання цих переносників помітно зміщуються на північ, що посилює виклики для систем охорони здоров'я.

З соціально-економічної точки зору, негативні наслідки змін клімату особливо гостро відчують сільські громади, залежні від сільського господарства, а також економічно вразливі групи населення, які мають обмежений доступ до ресурсів для адаптації. Це створює ризик зростання міграційних потоків, як внутрішніх, так і транскордонних, що, у свою чергу, може впливати на соціальну стабільність регіону [84].

Загалом, значення кліматичних змін для екосистем та населення Східної Європи виходить далеко за межі екологічних аспектів, зачіпаючи економічну стабільність, соціальну справедливість та політичну безпеку. Ефективне реагування на ці виклики вимагає інтегрованого підходу, який поєднує наукові дослідження, регіональне співробітництво та впровадження адаптаційних стратегій, орієнтованих на довгострокову стійкість природних та соціально-економічних систем.

Важливим аспектом впливу кліматичних змін на екосистеми Східної Європи є зміна ареалів видів та трансформація екологічних ніш. Потепління клімату призводить до того, що ряд видів флори та фауни поступово зміщують свої ареали на північ або у більш високогірні регіони. Це стосується, наприклад, таких лісових порід, як ялина європейська (*Picea abies*) та бук лісовий (*Fagus sylvatica*), які втрачають конкурентоспроможність у південній частині ареалу через підвищення температури та зниження вологості [59]. У той же час, більш теплолюбні види, зокрема дуб звичайний та клен гостролистий розширюють свій ареал на північ, змінюючи структуру та функціонування лісових екосистем [54].

Однією з додаткових проблем є розповсюдження інвазійних видів, які отримують конкурентну перевагу за умов пом'якшеного клімату та менш суворих зим. Зокрема, басейни Дніпра та Дунаю стають осередками активного поширення таких рослин, як айлант найвищий (*Ailanthus altissima*) і амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*). Ці інвазивні види витісняють місцеву флору, негативно впливають на якість ґрунтів і провокують алергічні реакції серед населення [59].

Для сільського господарства Східної Європи кліматичні зміни несуть як ризики, так і потенційні вигоди. З одного боку, подовження вегетаційного періоду може підвищити врожайність окремих культур, наприклад, кукурудзи та соняшнику. З іншого боку, очікується зростання ризику посух у південних регіонах України, Молдови та південної частини росії, що може знизити продуктивність сільськогосподарських угідь без впровадження зрошення та

адаптаційних технологій [44]. Крім того, зміна режиму опадів та підвищення температури сприятиме поширенню шкідників і хвороб культур, що вимагатиме збільшення використання пестицидів, з відповідними екологічними та економічними наслідками.

Населення регіону стикається з комплексними соціально-економічними наслідками кліматичних змін. Зростання частоти теплових хвиль і тривалих періодів спеки безпосередньо впливає на стан здоров'я, особливо серед літніх людей, дітей та осіб із хронічними захворюваннями. За даними ВООЗ, під час екстремальних температурних періодів фіксується зростання смертності від серцево-судинних та респіраторних хвороб [84]. Додатково, повені та підтоплення, що стають частішими внаслідок інтенсивних опадів, загрожують житловій інфраструктурі, транспортним мережам та об'єктам енергетики.

Останні роки чітко продемонстрували, що кліматичні зміни мають не лише екологічний чи економічний аспект, але й суттєвий соціально-демографічний вимір, який напряду впливає на здоров'я населення. У контексті глобального потепління все частіше фіксуються екстремальні температурні хвилі, особливо в літній період, що становить значну загрозу для життя людей у мегаполісах Європи.

Згідно з дослідженням, проведеним фахівцями Імперського коледжу Лондона та Лондонської школи гігієни й тропічної медицини, лише влітку 2025 року екстремальна спека спричинила додаткові 16 500 смертей у понад 850 європейських містах. Аналіз показав, що саме антропогенні кліматичні зміни були відповідальні за 68% усіх смертей, пов'язаних із перегріванням у цей період. Найвищі показники надлишкової смертності зафіксовано в Італії, Іспанії, Німеччині, Франції, Великій Британії, Румунії та Болгарії, що свідчить про широкий регіональний масштаб проблеми, охоплюючи також території Східної Європи.

Підвищення середніх температур у європейських містах на 2–3,6°C порівняно з кліматичними нормами минулих десятиліть призвело до суттєвого

погіршення самопочуття населення, особливо серед людей похилого віку, які становили близько 85% “додаткових” смертей. Це підтверджує, що зміна клімату є не лише екологічною, але й гуманітарною кризою, яка вимагає системної відповіді з боку урядів і громад.

Для країн Східної Європи, де частка старшого населення зростає, а рівень урбанізації постійно підвищується, подібні кліматичні виклики мають особливу небезпеку. Зростання частоти та тривалості теплових хвиль може зумовити перевантаження систем охорони здоров'я, зниження продуктивності праці, підвищення ризику серцево-судинних та дихальних захворювань. Крім того, уразливість до перегріву підсилюється низьким рівнем адаптації інфраструктури міст, зокрема браком зелених зон, систем кондиціонування в громадських місцях і кризових планів реагування на спеку.

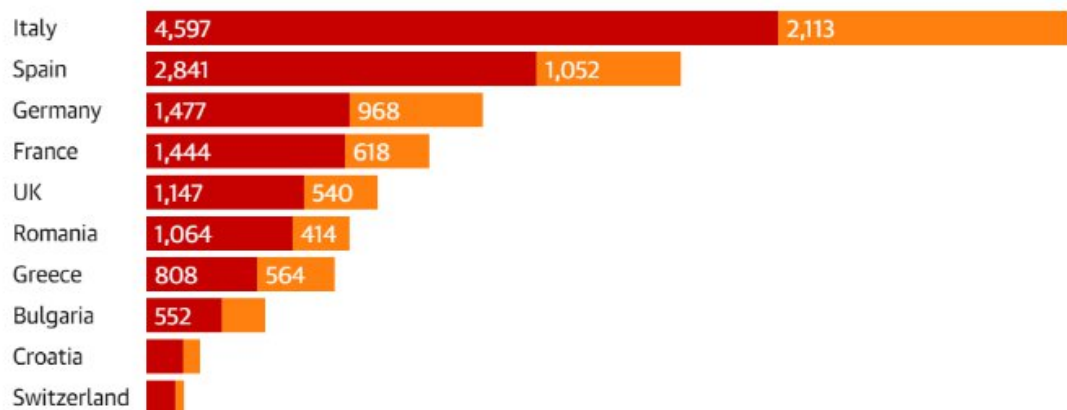


Рисунок 1.1 Велика кількість смертей, пов'язаних зі спекою в Європі, були спричинені зміною клімату

Міграційні наслідки кліматичних змін набувають дедалі більшої ваги. Погіршення умов для сільського господарства, частіші екстремальні погодні явища та втрата стабільних джерел доходу можуть стати потужним стимулом для внутрішньої і транскордонної міграції. Це матиме серйозний вплив на соціальну стабільність і вимагатиме від урядів розроблення комплексних адаптаційних стратегій, що інтегруватимуть екологічні, економічні та демографічні підходи.

В цілому, значення кліматичних змін для Східної Європи полягає не лише у безпосередньому впливі на природні системи, але й у формуванні нових соціально-економічних реалій, що потребують міждисциплінарного підходу до аналізу та управління. Регіональні особливості — такі як поєднання помірно-континентального клімату з великою різноманітністю природних зон, високою щільністю населення в аграрних районах та наявністю транскордонних річкових басейнів — роблять Східну Європу особливо вразливою до кліматичних змін, але водночас і здатною до інноваційних адаптаційних рішень [74].

Вплив змін клімату на водні ресурси Східної Європи

Глобальні кліматичні зміни вже помітно впливають на гідрологічний баланс регіону, змінюючи як обсяги, так і якість водних ресурсів. Зростання температур і частоти екстремальних погодних явищ спричиняють зміщення сезонного розподілу опадів, збільшення інтенсивності злив і скорочення об'єму стабільних снігових запасів. У північних та гірських регіонах Східної Європи спостерігається скорочення тривалості стійкого снігового покриву, що зумовлює зниження весняного стоку та зміну механізмів формування водних ресурсів.

Серйозне занепокоєння викликає виснаження підземних водних запасів, які відіграють ключову роль у забезпеченні питною водою значної частини населення цього регіону. Підвищення температури сприяє збільшенню випаровування, а затяжні посухи зменшують темпи відновлення запасів ґрунтових і підземних вод. Окрім того, погіршення якості водойм через їхнє забруднення стає гострішим у періоди маловоддя, коли обсяг води у водоймах критично зменшується. Це негативно позначається на якості питної води та екологічних функціях річкових басейнів.

У басейнах великих річок, таких як Дніпро, Дунай і Дністер, спостерігається трансформація гідрологічного режиму. Це виражається у збільшенні ймовірності як паводків, так і тривалих періодів з дефіцитом води. Такі зміни безпосередньо впливають на функціонування гідроелектростанцій

у енергетичному секторі, розвиток сільського господарства, транспортну інфраструктуру та регулярне водопостачання населених пунктів.

Вплив змін клімату на біорізноманіття Східної Європи

Східна Європа вирізняється багатством біорізноманіття, яке сьогодні перебуває під серйозною загрозою через наслідки кліматичних змін. Підвищення середньорічної температури та зміни у розподілі й кількості опадів спричиняють зсуви ареалів багатьох видів рослин і тварин. Холодолюбні та вологолюбні організми поступово зникають із рівнинних регіонів, переселяючись на північ або у гірські райони. Водночас теплолюбні види активно просуваються на північ, що суттєво впливає на структуру й баланс існуючих екосистем.

Найбільш вразливими до таких змін виявляються болотні та заплавні екосистеми, які залежні від стабільного гідрологічного режиму. Їхнє поступове деградування веде до зменшення популяцій рідкісних птахів, земноводних і водних рослин. Зрушення у циклах природних явищ, таких як сезонне цвітіння рослин, міграція птахів чи розмноження комах, порушують трофічні ланцюги і послаблюють стійкість екосистем до зовнішніх впливів.

Рішення проблеми також стає все більш актуальним для лісових угідь регіону, які зазнають значного впливу кліматичних змін. Ризик лісових пожеж зростає, активніше поширюються шкідники, а інвазивні види рослин стають дедалі агресивнішими. Разом із втратою лісового покриву скорочується здатність територій поглинати вуглекислий газ, що створює додатковий негативний ефект у процесі глобального потепління.

На прибережні зони Чорного та Азовського морів також впливають ці процеси. Зростання температури води супроводжується евтрофікацією морських водойм, різким зменшенням чисельності деяких видів риб і перебудовою складу морських біоценозів. Це не лише ставить під загрозу екологічну рівновагу регіону, але й завдає шкоди економічній діяльності, перш за все рибальству.

Кліматичні зміни накладають значний відбиток на водні ресурси в Східній Європі. Варіативність температур і опадів провокує перепади рівня річок, зниження водності малих річок улітку й часті повені у весняно-осінні періоди. Це негативно впливає на водопостачання населених пунктів, стан об'єктів гідроенергетики й сільське господарство, яке залежить від стабільної роботи зрошувальних систем. Інтенсивні дощі в окремих регіонах сприяють ерозії ґрунтів, що зменшує здатність водозбірних басейнів утримувати воду й погіршує її якість через забруднення.

Зміни клімату помітно впливають на поширення видів флори та фауни. Деякі види, пристосовані до холодного клімату, стикаються зі скороченням місць існування й популяцій, тоді як теплолюбні види займають нові території. Трансформація умов у водних екосистемах — підвищення температури води й нерівномірний розподіл річкових рівнів — створює стрес для водних організмів і сприяє скороченню природних угідь.

Лісові екосистеми також стають менш стабільними через посухи, збільшення пожеж та поширення шкідників. Для їх відновлення потрібні значні зусилля та ресурси, але швидкість кліматичних змін робить адаптацію флори й фауни надзвичайно складною.

Зміна клімату поступово спричиняє зміщення природних зон, що в перспективі здатне повністю трансформувати екосистеми Східної Європи. Зменшення рівня вологості у певних регіонах веде до деградації ґрунтів, опустелювання та зниження продуктивності сільськогосподарських земель, чим посилює навантаження на місцеві екосистеми та економіку. Порушення природного балансу між складовими довкілля знижує стійкість екосистем перед зовнішніми впливами, такими як інвазійні види чи антропогенна діяльність. Це посилює масштаб екологічних криз і наголошує на необхідності реалізації комплексних заходів із адаптації та збереження біорізноманіття.

Кліматичні зміни впливають і на гідрологічну безпеку. Зростання частоти і інтенсивності повеней у весняно-осінній період загрожує населеним пунктам у долинах річок, особливо там, де відсутні сучасні системи

управління водними ресурсами. Така ситуація створює необхідність будівництва дамб, регулювання русел річок та створення зон відведення води для запобігання соціальним та економічним втратам.

Лісові екосистеми регіону, які є важливим компонентом біорізноманіття Східної Європи, також зазнають серйозних змін. Підвищення температури, частіші посухи та зміни в режимі опадів підвищують ризик виникнення лісових пожеж і розмноження шкідників, що призводить до деградації лісів та втрати біологічного різноманіття. Зміни клімату змінюють видову структуру лісів: деякі холодолюбні види дерев можуть скорочуватися, а теплолюбні — поширюватися на нові території.

Крім того, кліматичні зміни впливають на степові та лугові екосистеми Східної Європи. Тривалі періоди посухи змінюють видовий склад рослинності, сприяють поширенню сухостійних і інвазивних видів, а також змінюють сезонні ритми життя тварин, що залежать від цих угідь. Результатом є зменшення кормової бази для багатьох видів, що впливає на загальну стійкість екосистем.

Таким чином, зміни клімату впливають на всі основні типи екосистем Східної Європи: водні, лісові, степові та міські. Вони призводять до порушення природних циклів, деградації середовищ існування, зміни видового складу, зниження продуктивності природних систем та підвищення вразливості екосистем до додаткових стресових факторів, таких як забруднення, урбанізація та інвазивні види.

1.3. Екстремальні кліматичні явища: сучасний стан та наслідки для соціально-економічного розвитку

Екстремальні кліматичні явища (ЕКЯ) у Східній Європі в останні десятиліття набули особливої інтенсивності та частоти, що свідчить про суттєве порушення кліматичної рівноваги регіону. До основних типів екстремальних явищ належать хвилі спеки, тривалі посухи, інтенсивні опади, шторми, буревії, повені, ожеледиця та снігові бурі. Згідно з даними

Всесвітньої метеорологічної організації (WMO, 2023) та Європейського агентства з навколишнього середовища (ЕЕА, 2022), протягом 1990–2020 років частота екстремальних погодних подій у Східній Європі зросла майже удвічі, а економічні збитки від них перевищили 80 млрд євро [86].

Наукові дослідження, проведені у рамках програм IPCC AR6 (2023), Copernicus Climate Change Service та національних гідрометеорологічних інститутів України, Польщі та Румунії, підтверджують, що підвищення середньорічної температури на 1,5–2 °C у поєднанні зі зміною циркуляції повітряних мас призводить до збільшення частоти хвиль тепла, інтенсивних дощів і сухих періодів [53]. Так, в Україні за останні 30 років кількість днів із температурою вище +30 °C зросла у середньому на 15–20 %, а періоди без опадів тривалістю понад 20 днів стали майже вдвічі частішими, особливо у степовій зоні [22].

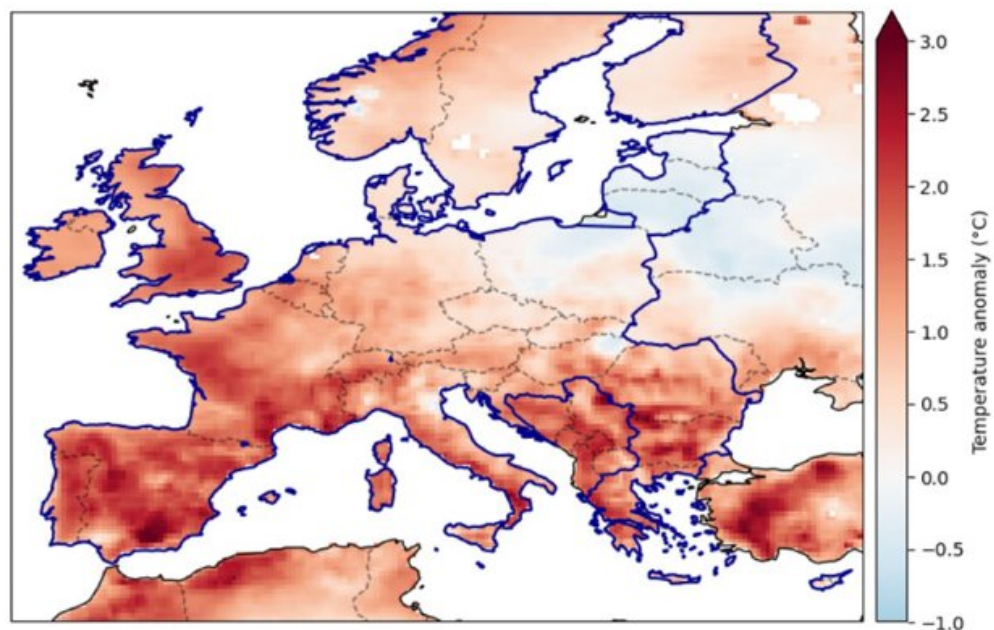


Рисунок 1.2 Аномалії середньої температури у червні-серпні 2025 року - порівняно з кліматологічними даними за 1990-2020 рр.

Одним із найсерйозніших наслідків таких змін є зростання ризику посух, які негативно впливають на аграрний сектор. За даними FAO (2022), у 2010, 2012 та 2020 роках втрати врожаю зернових у південних регіонах

України та Молдови через посухи становили від 25 до 40 % [47]. У 2022–2023 роках аналогічні явища спостерігалися у центральних регіонах Польщі та східній частині Румунії, що свідчить про розширення ареалу посушливих зон [30]. Окрім економічних збитків, це створює соціальну напругу в сільських районах, де значна частка населення залежить від землеробства.

Інший важливий аспект — повені, що стають дедалі частішими у басейнах річок Дунаю, Дністра та Вісли. Екстремальні зливи у липні 2020 року призвели до наймасштабніших паводків у західній Україні за останні 50 років: було підтоплено понад 200 населених пунктів, зруйновано сотні мостів та понад 400 км доріг [3]. Аналогічні випадки спостерігались у Польщі (паводок 2010 року на Віслі) та Румунії (паводки 2014 року), де економічні втрати сягнули сотень мільйонів євро [70].

Дослідження Європейського центру середньострокових прогнозів погоди (ECMWF, 2021) показує, що інтенсивність атмосферних опадів у регіоні може зростати на 10–20 % упродовж наступних 30 років, тоді як тривалість посушливих періодів збільшиться на 15–25 % [27]. Це свідчить про посилення контрастів між надлишком та дефіцитом вологи, що створює нові виклики для управління водними ресурсами [81].

Зростання частоти штормів і буревіїв у північних та прибережних районах Чорного моря також несе значні ризики. За даними Національного центру морських досліджень Польщі (2023), швидкість вітру під час зимових штормів зросла в середньому на 12 %, що спричиняє підвищення рівня хвиль, ерозію берегів і пошкодження прибережної інфраструктури [65].

Економічний вплив екстремальних явищ має системний характер. Сільське господарство втрачає продуктивність, транспортна інфраструктура зазнає руйнувань, а енергетичні мережі — перебоїв у роботі. У 2021 році лише в Україні прямі збитки від погодних аномалій оцінювалися у понад 25 млрд грн [6]. Водночас втрати від лісових пожеж у південній частині Росії та Болгарії в 2022 році перевищили 100 тис. га лісових площ [42].

Оцінка соціальних наслідків екстремальних явищ також є ключовим аспектом. ВООЗ у звіті “Climate and Health in Europe” (2021) наголошує, що хвилі спеки у 2010–2020 роках призвели до понад 70 тис. випадків передчасної смертності в регіоні, а погіршення якості повітря внаслідок лісових пожеж підвищило рівень захворюваності на респіраторні хвороби [83] [41].

Значну роль у дослідженні та протидії кліматичним ризикам у Східній Європі відіграють міжнародні та національні організації, серед яких:

1. Європейське агентство з навколишнього середовища (EEA) — координує моніторинг кліматичних показників і розробляє рекомендації для країн-членів ЄС;
2. Програма ООН з навколишнього середовища (UNEP) — фінансує адаптаційні проекти, спрямовані на захист водних ресурсів і зменшення ризику катастроф;
3. Регіональний центр зміни клімату (RCC SEE) у Відні — забезпечує обмін даними між країнами Східної Європи та Балкан;
4. Гідрометеорологічні служби України, Польщі, Чехії та Румунії, які здійснюють спостереження та аналіз локальних проявів ЕКЯ [71].

Ефективним прикладом протидії екстремальним кліматичним явищам є впровадження Національної кліматичної стратегії України до 2030 року. Ця стратегія передбачає комплекс заходів, зокрема розробку системи раннього попередження про небезпечні погодні умови, модернізацію меліоративних систем, а також інтеграцію природоорієнтованих рішень, таких як відновлення заплавних територій річок задля мінімізації ризиків виникнення повеней. У Польщі реалізується програма KLIMADA 2.0, що покликана знижувати кліматичні загрози у сферах сільського господарства та енергетики через масштабні інвестиції в «зелену» інфраструктуру, спрямовану на адаптацію до змін клімату [5].

Важливу роль відіграє також регіональне співробітництво в рамках Програми «Європейський Зелений курс» (European Green Deal), що стимулює інтеграцію національних політик з урахуванням екстремальних кліматичних ризиків [62].

Отже, екстремальні кліматичні явища у Східній Європі становлять складний багаторівневий виклик, який поєднує природні, економічні та соціальні аспекти. Їхня зростаюча інтенсивність вимагає посилення наукового моніторингу, міждержавної координації та практичної реалізації адаптаційних заходів. Лише системний підхід, що охоплює прогнозування, запобігання та управління ризиками, може забезпечити стійкість соціально-економічного розвитку регіону в умовах глобальних кліматичних змін.

Висновки до 1 розділу

Глобальні тенденції зміни клімату мають значний вплив на регіональні системи Східної Європи, формуючи нові умови для розвитку природних та соціально-економічних систем. Підвищення середньої температури, зміни режиму опадів та збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ вже сьогодні відчутно впливають на екосистеми, водні ресурси, сільське господарство та енергетичний сектор регіону.

Екосистеми Східної Європи виявляють високу чутливість до змін клімату через специфіку природних зон, обмежені резерви адаптації та залежність від стабільності кліматичних умов. Втрата біорізноманіття, деградація ґрунтів та зміни ареалів видів є прямими наслідками цих процесів. Разом із тим екстремальні температурні явища, такі як посухи, аномальна спека, сильні зливи та повені, створюють значні ризики для соціально-економічної сфери, поглиблюючи нерівномірність розвитку та підвищуючи витрати на адаптацію та відновлення.

Сучасні наукові дані підкреслюють роль антропогенних факторів у прискоренні змін клімату та необхідність інтегрованого підходу до їхнього вивчення. Розуміння механізмів формування екстремальних явищ та їхнього впливу на кліматичний баланс дозволяє прогнозувати потенційні ризики та розробляти ефективні стратегії адаптації. Важливим завданням є поєднання глобальних моделей прогнозу змін клімату з регіональними дослідженнями, що враховують локальні особливості екосистем та соціально-економічних систем.

Отже, дослідження глобальних кліматичних тенденцій та екстремальних явищ у Східній Європі є ключовим для забезпечення екологічної стійкості, збереження біорізноманіття та підвищення адаптаційного потенціалу регіону. Використання отриманих знань у плануванні розвитку та прийнятті управлінських рішень сприятиме мінімізації негативних наслідків зміни клімату для природних і соціально-економічних систем.

РОЗДІЛ 2 ДИНАМІКА КЛІМАТУ СХІДНОЇ ЄВРОПИ В ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

2.1. Просторово-часові особливості розподілу температури повітря

Температура повітря є основним параметром кліматичної системи, який визначає не лише кліматичні умови, але й стан екосистем, режим водних ресурсів, розвиток сільського господарства, енергетичний баланс та соціально-економічні процеси в Східній Європі. Вивчення просторово-часових закономірностей розподілу температури дозволяє встановити основні тенденції кліматичних змін, оцінити їхні наслідки для регіону та розробити прогнози для адаптаційних стратегій [53].

На території Східної Європи температура повітря характеризується значною просторовою мінливістю. Північні та північно-західні регіони, зокрема Полісся та північна частина Лісостепу, мають нижчі середні річні температури, тоді як південні та південно-східні області, такі як Причорномор'я та Південний Степ, відзначаються теплішим кліматом [23]. Ця просторова різниця визначається як глобальними циркуляційними процесами, так і локальними факторами: рельєфом, наявністю великих водних об'єктів, урбанізацією та типом рослинного покриву [32]. Такі локальні чинники сприяють формуванню мікрокліматичних зон, де середні та екстремальні температури можуть значно відрізнятися від регіональних показників.

Сезонні коливання температури мають чітко виражений характер. Теплий сезон, що триває з квітня по жовтень, характеризується підвищенням середніх та максимальних температур, з піком у липні–серпні. В цей період спостерігаються теплові хвилі та тривалі періоди спеки, особливо в центральних і південних районах [36]. На формування таких явищ суттєво впливають процеси конвекції, локальний циклогенез, а також зміни в циркуляції тропічних та субтропічних повітряних мас [67]. У зимовий період (листопад–березень) переважають холодні температури з частими морозами

та снігопадами, особливо у внутрішніх районах, тоді як прибережні зони отримують пом'якшений вплив завдяки надходженню атлантичних та середземноморських циклонів.

Важливим аспектом просторово-часового аналізу є вивчення екстремальних температурних явищ. У Східній Європі збільшується частота аномально високих температур у літній період, що спричиняє підвищений ризик посух, деградації ґрунтів та втрат врожаю [85]. Одночасно відзначається зростання випадків екстремально холодних періодів у зимовий сезон, що може впливати на енергетичне споживання та здоров'я населення [79]. Дані спостережень за останні 30 років свідчать про тенденцію до підвищення середньорічної температури на 0,8–1,2 °C, що підтверджує глобальні тенденції антропогенного потепління [17].

Просторово-часові закономірності температури також пов'язані з глобальними кліматичними циклами. Наприклад, 11- та 22-річні сонячні цикли впливають на коливання середньорічних температур, а взаємодія з океанічними індексами (ENSO, NAO) визначає короткострокові аномалії [64]. В результаті утворюються регіональні температурні контрасти, коли одні території відчувають тепліші або холодніші періоди, а сусідні – протилежні [66]. Ці зміни мають безпосередній вплив на біологічні процеси, зокрема на фенологію рослин та активність комах, що є критично важливим для сільського господарства та екосистемної стійкості.

Таким чином, аналіз просторово-часових особливостей температурного поля Східної Європи дозволяє виділити ключові закономірності сезонних та довгострокових коливань, оцінити аномальні явища та визначити ризики для соціально-економічного розвитку. Ці знання є необхідними для розробки ефективних адаптаційних стратегій у сфері агропромисловості, водокористування, енергетики та охорони навколишнього середовища. Крім того, інтеграція цих даних у моделі прогнозування клімату

дає змогу більш точно передбачати майбутні зміни та мінімізувати негативні наслідки екстремальних температурних явищ.

Особливої уваги заслуговує взаємозв'язок температури повітря з режимом опадів та екстремальними кліматичними явищами. Підвищення середньорічної та сезонної температури спричиняє інтенсивніші процеси випаровування, що призводить до зменшення доступної вологи в ґрунті та збільшення частоти посух у літній період [46]. Одночасно високі температури підсилюють енергію атмосферних процесів, що збільшує ймовірність інтенсивних зливових опадів та локальних повеней. Таким чином, зміни температурного поля прямо впливають на просторовий розподіл та інтенсивність опадів, а отже – на режим зволоження та водні ресурси регіону [80].

Екстремальні температурні явища, такі як теплові хвилі або аномальні холоди, не лише змінюють кліматичний баланс, але й формують додаткові соціально-економічні ризики. Під час спеки підвищується енергетичне навантаження через збільшене споживання електроенергії для охолодження, зростає ризик лісових пожеж, деградації сільськогосподарських угідь та втрат урожаю. У холодний сезон аномально низькі температури призводять до додаткових витрат на опалення, обмежень у транспортній інфраструктурі та підвищення загрози для здоров'я населення, особливо у північних і внутрішніх районах Східної Європи.

Тривалі спостереження свідчать про зростаючу частоту просторово-часових аномалій температури повітря. У сукупності з порушеннями атмосферної циркуляції ці явища сприяють формуванню нових кліматичних умов у деяких регіонах. Це проявляється через зсув меж природних зон, зміну тривалості вегетаційного періоду, зростання екстремальних температур і підвищення ризику небезпечних гідрометеорологічних явищ. Зокрема, у південних степових регіонах Східної Європи спостерігається тенденція до подовження періодів спеки, а також збільшення кількості днів із критично

низькими зимовими температурами. Такий подвійний кліматичний стрес створює значні виклики для екосистем і сільського господарства.

Врахування цих просторово-часових особливостей є надзвичайно важливим для адаптаційного управління природними та соціально-економічними системами. Інтеграція даних про температурні аномалії у прогнози кліматичних змін дозволяє точніше оцінити потенційні ризики, розробляти плани водокористування, планувати агротехнічні заходи та готувати стратегії мінімізації наслідків екстремальних явищ [42]. Такі підходи сприяють підвищенню стійкості регіональних систем до глобальних змін клімату та зменшують негативний вплив на населення та економіку.

2.2. Зміни режиму опадів: тенденції, аномалії та вплив на природні комплекси

Режим опадів є одним із ключових чинників, що визначає стан природних комплексів, водного балансу та продуктивність екосистем Східної Європи. Зміни кількості, інтенсивності та сезонного розподілу опадів безпосередньо впливають на гідрологічні процеси, родючість ґрунтів, біорізноманіття та стійкість екосистем до кліматичних стресів. У сучасних умовах глобального потепління аналіз просторово-часових тенденцій опадів стає надзвичайно важливим для розуміння кліматичних процесів та прогнозування їхніх наслідків [31].

Відповідно до результатів комплексного дослідження R. Beranová et al. (2025) “*A Multidataset Analysis of Precipitation Trends in Europe*”, опублікованого в *Journal of Hydrometeorology*, у більшості регіонів Європи, включно зі східною частиною, виявлено зростання міжрічної мінливості опадів [18]. Дослідження базувалося на мультиdataset-аналізі (E-OBS, REGEN, ERA5, CRU TS та інших наборів даних), що дало змогу з високою точністю оцінити динаміку змін опадів за період 1950–2020 рр.

Просторово-часові тенденції

На рис. 1 подано карти трендів річної кількості опадів у Європі, які свідчать про переважання позитивних тенденцій у північних і східноєвропейських регіонах, зокрема в Україні, Білорусі та Польщі. Середні значення приросту тут становлять від +2 до +6 мм/десятиліття, тоді як у південній Європі спостерігається тенденція до зменшення опадів на 5–10 мм/десятиліття [88].

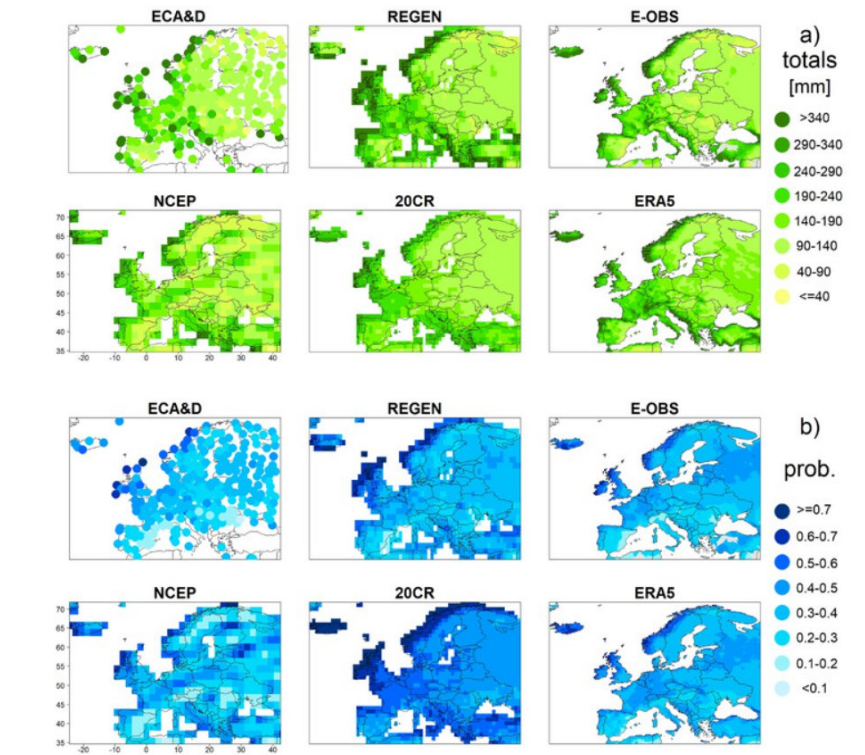
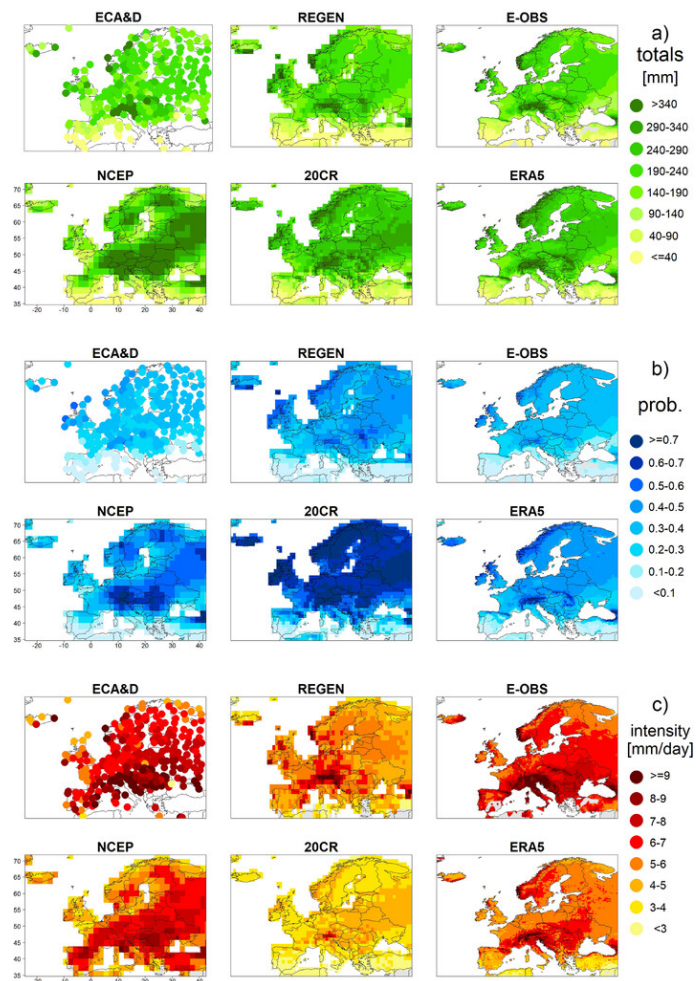


Рисунок 2.1 (а) Загальна кількість опадів, (б) ймовірність опадів та (с) інтенсивність опадів протягом зимового сезону.

Сезонний розподіл опадів також зазнав помітних змін. У зимовий період у більшості східноєвропейських регіонів зафіксовано поступове збільшення кількості опадів, переважно у вигляді дощу через зростання середніх температур. Натомість у літній сезон фіксується зростання частоти короточасних, але інтенсивних злив, що свідчить про посилення конвективних процесів і нестійкість атмосферної циркуляції [25].

Аномалії та їх наслідки

Як демонструє рис. 2, упродовж останніх десятиліть у Східній Європі відзначається зменшення кількості днів із опадами при одночасному зростанні середньої інтенсивності дощу. Це свідчить про перехід кліматичної системи до більш екстремального режиму зволоження — короточасні, але потужні опади чергуються з тривалими посушливими періодами [78]. Такі кліматичні коливання мають низку екологічних і соціально-економічних наслідків. В екосистемах степової та лісостепової зон нестача стабільних опадів призводить до деградації ґрунтового покриву, зниження вологозабезпечення рослинності, втрати біорізноманіття. Для лісових екосистем характерним стає підвищення ризику поширення шкідників і грибкових захворювань через порушення волого-температурного балансу [9].



**Рисунок 2.2 Загальна кількість для літнього сезону
Вплив на водні ресурси та гідрологічні процеси**

Водні системи Східної Європи реагують на зміни опадів різноспрямовано. У районах із тенденцією до збільшення зимових опадів спостерігається підвищення рівня повеней та інтенсифікація ерозійних процесів, тоді як у посушливих регіонах — зменшення середнього стоку річок та зниження рівня ґрунтових вод [50]. За даними Beranová et al., кореляційний аналіз показав, що зміна інтенсивності літніх опадів на 10% впливає на сезонний стік річок у середньому на 4–6%.

Такі зміни особливо небезпечні для аграрних територій, де водозабезпечення визначає врожайність культур і стійкість сільського господарства. Зниження середньорічного стоку та збільшення частоти посух створюють передумови для опустелювання, особливо на південному сході України, у Молдові та південній Румунії [57].

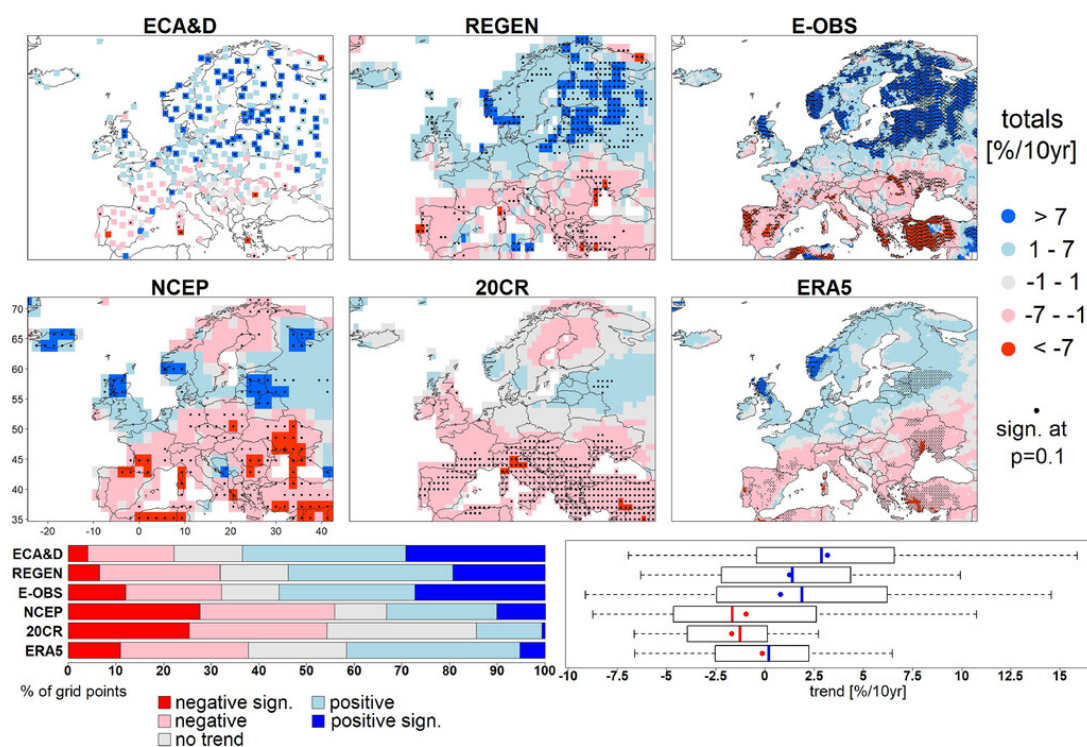


Рисунок 2.3 Зимова тенденція загальної кількості опадів в окремих джерелах даних (карти; % за десятиліття).

Чорні крапки вказують на статистичну значущість на рівні 0,1. Відсотки точок сітки/станцій з трендом (графік внизу ліворуч). Відсутність тренду означає тренд у діапазоні від -1% до 1% (10 років)⁻¹. Коробчаста

діаграма (другий процентиль, перший квартиль, медіана, третій квартиль та 98-й процентиль) значень тренду; середнє значення по всіх точках сітки/станціях показано у вигляді крапок (графік внизу праворуч).

Порушення режиму опадів безпосередньо відображається на стані природних комплексів. У степових екосистемах посилюються процеси дефляції, у лісах — ризики заболочення або осушення, у водно-болотних угіддях — зниження рівня води та зменшення площі нерестовищ. Такі процеси негативно впливають на біорізноманіття та екологічну рівновагу регіону, особливо в місцях зі складним рельєфом або підвищеною антропогенною трансформацією [13].

2.3. Вологість повітря та її зв'язок з біорізноманіттям регіону

Вологість повітря є одним із ключових кліматичних факторів, що визначають стан екосистем Східної Європи. Вона безпосередньо впливає на фізіологію рослин, життєдіяльність тварин, водний баланс ґрунтів та загальну продуктивність природних комплексів [55]. Зміни рівня вологості можуть спричиняти як позитивні, так і негативні наслідки для біорізноманіття та стабільності екосистем, що робить дослідження цього параметру надзвичайно важливим для екологічного прогнозування та адаптаційного управління [14].

Вологість повітря регулює процеси транспірації та випаровування, визначаючи рівень води в рослинності та ґрунтах. У регіонах із високою вологістю спостерігається більш інтенсивний ріст рослин, розвиток підліску та поширення вологолюбних видів [68]. Таким чином, рівень вологості безпосередньо впливає на структуру та різноманіття рослинних угруповань, що, у свою чергу, відображається на тваринному світі, який залежить від наявності кормових ресурсів і середовища проживання [75].

Зміни вологості повітря також впливають на водні екосистеми, включаючи річки, озера та болота. Підвищення вологості може сприяти поповненню водних ресурсів, підвищенню рівня води та розширенню вологих зон, що позитивно відбивається на чисельності водних видів та їхньому

біорізноманітті [87]. У той же час зниження вологості і тривалі періоди посухи призводять до зменшення обсягів води, скорочення площ водно-болотних угідь і деградації середовищ проживання багатьох видів [34].

Кліматичні зміни, які проявляються у коливаннях вологості повітря, спричиняють зростання частоти екстремальних явищ, таких як тривалі посухи, сильні дощі або зливи [58]. Ці аномалії можуть значно впливати на біорізноманіття: збільшення вологості у теплий період стимулює розвиток грибкових та шкідливих агентів, що може зменшувати чисельність окремих видів, тоді як надмірна сухість призводить до зникнення вологолюбних рослин і тварин [10].

Важливим аспектом взаємозв'язку вологості та біорізноманіття є адаптивна реакція екосистем. Рослинність і тваринний світ поступово пристосовуються до коливань вологості через зміну ареалів, зміни періодів вегетації та міграційні процеси [39]. Проте швидкі та значні зміни кліматичних параметрів можуть перевищувати природну здатність адаптації екосистем, що підкреслює необхідність моніторингу вологості та розробки заходів збереження біорізноманіття [16].

Таким чином, підтримання оптимального рівня вологості повітря є критично важливим для збереження екологічної стійкості та біорізноманіття Східної Європи. Дослідження взаємозв'язку вологості та екосистем дозволяють прогнозувати можливі наслідки змін клімату, розробляти адаптаційні стратегії та забезпечувати сталий розвиток регіону, зберігаючи природні ресурси для майбутніх поколінь [55].

2.4. Статистичний аналіз та класифікація екстремальних кліматичних подій

Статистичний аналіз екстремальних кліматичних подій є важливим інструментом для розуміння характеру змін клімату та оцінки їхнього впливу на природні комплекси та суспільство Східної Європи. На основі тривалих рядів спостережень за температурою повітря, опадами та вологістю можна

визначити частоту, інтенсивність, тривалість та просторове поширення екстремальних явищ, що дозволяє прогнозувати їхні наслідки для екосистем, сільського господарства, водних ресурсів та соціально-економічних систем [29].

Для проведення статистичного аналізу використовують різноманітні методи: середньорічні та місячні показники температури і опадів, оцінку відхилень від кліматичної норми, розрахунок індексів спеки, сухості та вологості, а також моделювання аномалій та екстремумів [12]. Такий підхід дозволяє виявити закономірності, тенденції та локальні аномалії у розподілі опадів і температур, а також встановити регіональні особливості клімату [89]. Наприклад, статистичний аналіз показує, що літній сезон характеризується високою мінливістю опадів і температур, що безпосередньо впливає на водний баланс, продуктивність сільського господарства та стан біорізноманіття [77]. Тоді як зимовий сезон має більш стабільні показники, але його екстремальні явища, такі як заморозки та сильні снігопади, можуть завдати серйозної шкоди екосистемам і інфраструктурі [26].

Класифікація екстремальних кліматичних подій базується на їхніх характеристиках, походженні та впливі на природне та соціальне середовище [61]. Основні категорії екстремальних явищ включають:

Екстремальні температурні явища – аномально високі або низькі температури, тривалі хвилі спеки та заморозки. Такі явища призводять до порушень фізіологічних процесів у рослин, зміни продуктивності сільського господарства, скорочення водних ресурсів та підвищення ризику для здоров'я населення [33].

Опадові екстремуми – сильні дощі, тривалі засухи, повені та дефіцит опадів. Вони впливають на водний режим ґрунтів, ерозію, зниження біорізноманіття, а також порушують діяльність агропромислового комплексу та інфраструктури [69].

Вологісні аномалії – різкі коливання вологості повітря, які можуть спричиняти як надмірне зволоження, так і посушливі умови. Вони впливають

на стан рослинного покриву, розвиток шкідників та хвороб, стабільність водних екосистем і міграційні процеси тварин [15].

Статистичний аналіз останніх десятиліть показує стійку тенденцію до збільшення частоти та інтенсивності екстремальних явищ у Східній Європі [11]. Так, у теплий сезон кількість місяців із посухами зросла на 45%, а у холодний – на 30% [76]. Збільшилась інтенсивність зливових опадів і хвиль спеки, відзначаються нові максимуми місячних і річних сум опадів. Водночас спостерігається збільшення частоти хвиль заморозків і зимових снігопадів, що негативно впливає на сільське господарство, інфраструктуру та біорізноманіття [49].

Крім того, статистичний аналіз дозволяє виявляти взаємозв'язки між різними типами екстремальних явищ. Наприклад, тривала спека часто супроводжується низькою вологістю повітря та підвищеною ймовірністю пожеж, тоді як сильні опади можуть провокувати локальні повені та затоплення територій [19]. Аналіз таких взаємозв'язків є важливим для прогнозування потенційних ризиків та розробки комплексних заходів щодо адаптації до змін клімату [56].

Завдяки статистичному підходу можна також виділити регіональні відмінності у прояві екстремальних явищ, наприклад, вплив середземноморських та атлантичних циклонів на зволоження територій Східної Європи або локальний вплив конвективних процесів у літній сезон [28]. Це дозволяє уточнити карти ризиків і планувати заходи з підвищення готовності населення та організацій до можливих кліматичних загроз.

Отже, статистичний аналіз та класифікація екстремальних кліматичних подій є ключовими елементами у вивченні кліматичних процесів у Східній Європі. Вони дозволяють системно оцінити зміни, виявити закономірності та тенденції, прогнозувати ризики та формувати ефективні стратегії адаптації для забезпечення стійкого розвитку регіону, збереження біорізноманіття та природних ресурсів.

Висновки до 2 розділу

Аналіз впливу атмосферних процесів на кліматичний режим Східної Європи дозволяє простежити складний характер формування опадів, їх сезонну та просторову мінливість, а також взаємозв'язок із температурним режимом і циркуляцією повітряних мас. Фронтальні та внутрішньомасові опади, залежно від типу атмосферного фронту, циклонічної діяльності та регіональних особливостей підстильної поверхні, демонструють значну просторову та часову неоднорідність. Тенденції останніх десятиліть, зокрема збільшення частоти посушливих місяців та інтенсивності зливових опадів, свідчать про значний вплив кліматичних змін на гідрологічний режим регіону. Ці результати є важливими для прогнозування кліматичних аномалій і планування адаптаційних заходів у сфері управління водними ресурсами, сільського господарства та екологічної безпеки.

Дослідження вологості повітря підтверджують її ключову роль у функціонуванні екосистем Східної Європи. Вологість визначає фізіологічні процеси рослин, біорізноманіття, циркуляцію води в ґрунтах та водних системах, а також впливає на стабільність природних комплексів. Коливання вологості, викликані змінами клімату та регіональними факторами, можуть мати як позитивні, так і негативні наслідки для екосистем, впливаючи на розвиток шкідників, ризик захворювань рослин та зміну режиму водойм. Розуміння цих взаємозв'язків є необхідною умовою для розробки ефективних стратегій збереження природних ресурсів, підтримки екологічної стійкості та сталого розвитку регіону.

Аналіз екстремальних кліматичних явищ, таких як повені, пожежі, хвилі спеки, заморозки та інші аномалії, демонструє їхній значний вплив на соціально-економічну сферу та природне середовище. Класифікація цих явищ за типом, частотою, інтенсивністю та впливом дозволяє системно оцінювати ризики та прогнозувати їхні наслідки. Статистичний аналіз останніх десятиліть показує збільшення частоти та інтенсивності екстремальних подій,

що підкреслює необхідність посилення заходів управління ризиками, підвищення готовності населення та розвитку адаптаційних стратегій.

Загалом, дослідження кліматичних процесів Східної Європи свідчить про важливість комплексного підходу до вивчення температурного режиму, режиму опадів, вологості повітря та екстремальних явищ. Інтеграція статистичних даних та спостережень дозволяє розробляти більш точні прогнози кліматичних змін, оцінювати ризики для екосистем і суспільства, а також формувати ефективні стратегії адаптації та управління природними ресурсами. Урахування цих факторів є ключовим для забезпечення екологічної стійкості, збереження біорізноманіття та сталого розвитку Східної Європи в умовах глобальних кліматичних змін.

РОЗДІЛ 3. АДАПТАЦІЯ І МІТИГАЦІЯ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У СХІДНІЙ ЄВРОПІ

3.1 Стратегії адаптації до кліматичних змін в країнах Східної Європи

Кліматичні зміни на території України проявляються дедалі відчутніше й формують складні виклики для національної економіки, соціальної сфери та екологічної безпеки держави. Серед основних загроз, які вже сьогодні спостерігаються на більшості регіонів країни, можна назвати підвищення середньорічної температури, частіші й інтенсивніші посухи, збільшення кількості екстремальних погодних явищ, а також нерівномірний розподіл опадів. Ці тенденції безпосередньо впливають на сільське господарство, водні ресурси, енергетичну інфраструктуру, здоров'я населення, а також на стан природних екосистем. Україна, як велика аграрна держава з розвиненою промисловістю та високою концентрацією населення у міських агломераціях, є вкрай уразливою до наслідків кліматичних змін. Саме тому формування і впровадження державної стратегії адаптації стало одним із ключових пріоритетів національної кліматичної політики [4].

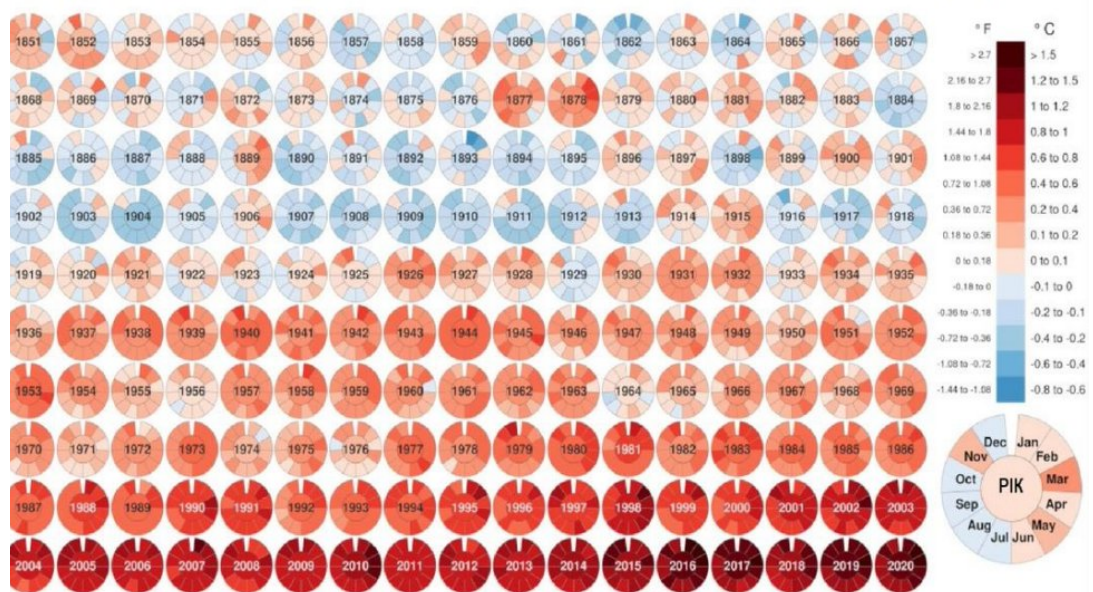


Рис. 3.1 - Середня річна температура по місяцях

З рисунку видно, що із 1880 року середня температура поверхні Землі підвищувалася на $0,07^{\circ}\text{C}$ кожне десятиліття. Ця цифра сама по собі може здаватися незначною, але з часом вона накопичується. Крім того, швидкість зміни температури з часом значно зросла - більш ніж удвічі до $0,18^{\circ}\text{C}$ з 1981 року. В результаті цього процесу глобального потепління екологічні кризи стали найвизначнішими ризиками нашого часу.

Виходячи з цього слід розробляти адаптаційні заходи. Важливим етапом у розвитку адаптаційних ініціатив стало ухвалення Закону України «Про основні засади державної екологічної політики на період до 2030 року» та Закону «Про засади моніторингу, звітності та верифікації викидів парникових газів», які заклали основу для подальших кроків у сфері кліматичної політики. Зокрема, у 2021 році була затверджена «Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року», що визначила основні принципи та завдання держави в цій сфері. Цей документ став продовженням раніше ухваленої «Стратегії розвитку та впровадження державної кліматичної політики до 2035 року», яка узгоджувалася з міжнародними зобов'язаннями України в межах Паризької кліматичної угоди. У стратегії чітко окреслено, що Україна визнає необхідність не лише скорочення викидів парникових газів, але й активної адаптації до неминучих змін клімату. Серед ключових пріоритетів документа – підвищення стійкості агросектору, ефективне управління водними ресурсами, розвиток системи моніторингу та прогнозування кліматичних ризиків, а також інтеграція кліматичних підходів у місцеві стратегії розвитку.

Окремої уваги заслуговує Національний план дій з адаптації до зміни клімату, який передбачає комплекс заходів для різних секторів економіки. У сфері сільського господарства план акцентує на впровадженні сучасних технологій зрошення, використанні посухостійких сортів рослин, оптимізації структури землекористування. У контексті управління водними ресурсами визначено потребу модернізації систем водопостачання та захисту від повеней, а також розробки місцевих програм збереження малих річок.

Енергетичний сектор, особливо в умовах війни та руйнування інфраструктури, потребує диверсифікації джерел енергії та підвищення стійкості енергосистеми до кліматичних коливань. Окремим напрямом стало збереження біорізноманіття та природних екосистем, які відіграють роль природних буферів у протидії екстремальним явищам [4].

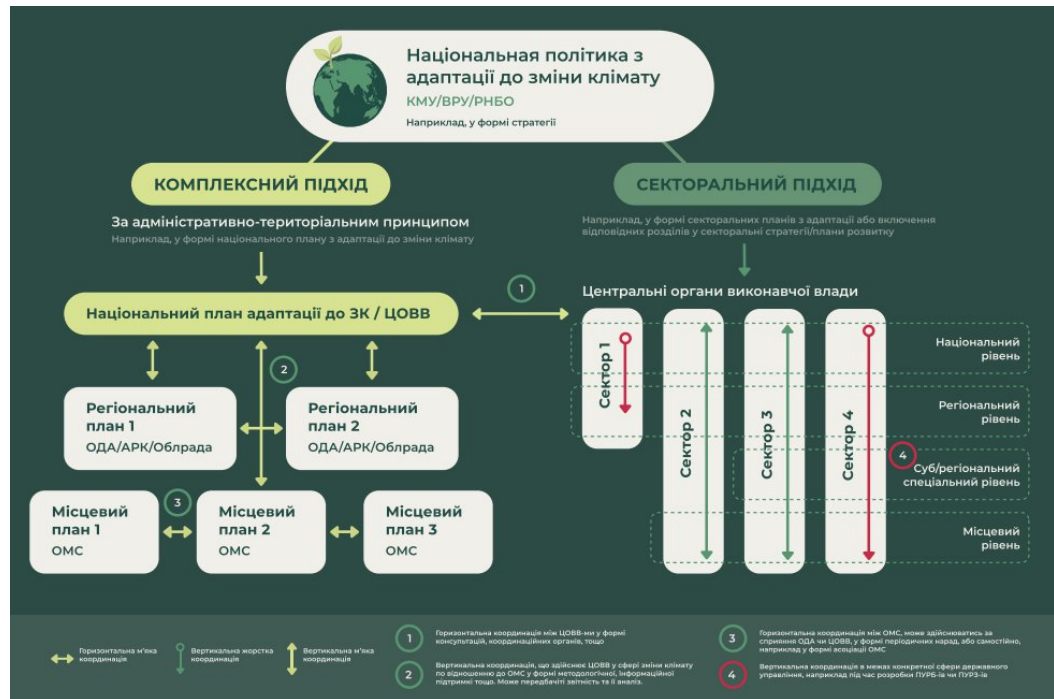


Рис. 3.2 – Інституційно-організаційний механізм формування та реалізації політики з адаптації до змін клімату в Україні

Реалізація стратегії та плану дій значною мірою підтримується міжнародними партнерами. Важливу роль відіграють проєкти, що впроваджуються у співпраці з Європейським Союзом та Програмою розвитку ООН. Зокрема, проєкт APENA 3 за фінансування ЄС сприяв розробці регіональних стратегій адаптації до зміни клімату для кількох областей України – Львівської, Івано-Франківської та Миколаївської. Ці документи стали важливим кроком у напрямі децентралізації кліматичної політики та врахування регіональної специфіки. Вони включають оцінку локальних ризиків, прогнозування можливих сценаріїв кліматичних змін та визначають конкретні заходи, наприклад, розвиток систем раннього попередження,

модернізацію систем іригації, впровадження природоорієнтованих рішень для запобігання паводкам.

Проте процес адаптації супроводжується низкою викликів. Одним із ключових бар'єрів є обмежене фінансування, адже адаптаційні заходи потребують значних інвестицій у модернізацію інфраструктури та розвиток нових технологій. Політична нестабільність та воєнний стан також обмежують можливості уряду приділяти належну увагу довгостроковим кліматичним програмам. Додатковою проблемою є недостатня координація між центральними та місцевими органами влади, а також відсутність належної інтеграції кліматичних ризиків у стратегії розвитку багатьох секторів економіки. Водночас громадянське суспільство та наукові установи відіграють дедалі активнішу роль у просуванні адаптаційної політики, формуванні рекомендацій та підвищенні рівня обізнаності населення.

Загалом, Україна зробила важливі кроки у формуванні державної політики з адаптації до кліматичних змін. Вона має стратегічні документи, законодавчу базу та певний досвід реалізації регіональних пілотних програм. Водночас реальна ефективність цієї політики значною мірою залежатиме від доступу до міжнародного фінансування, подальшої євроінтеграції, а також від здатності інтегрувати кліматичні підходи в усі сфери державного управління. Перспективи адаптаційної політики України тісно пов'язані з післявоєнним відновленням країни: саме під час відбудови економіки та інфраструктури можна і необхідно закладати принципи кліматичної стійкості, створюючи основу для розвитку, який враховує довгострокові екологічні виклики [2].

Щодо Польщі, то кліматичні зміни тут дедалі відчутніше проявляються у вигляді зростання середньорічних температур, частішого виникнення посух, зливових дощів, повеней і штормових вітрів. Ці процеси створюють серйозні загрози для сільського господарства, інфраструктури, здоров'я населення та природних екосистем. Особливу проблему становлять урбанізовані території: польські міста, де проживає значна частина населення, є особливо чутливими до теплових хвиль, забруднення повітря й ризику підтоплень. Тому Польща

ще з початку 2010-х років стала одним із лідерів у Центрально-Східній Європі з розробки та впровадження стратегій адаптації до кліматичних змін, орієнтуючись як на вимоги ЄС, так і на власні потреби.

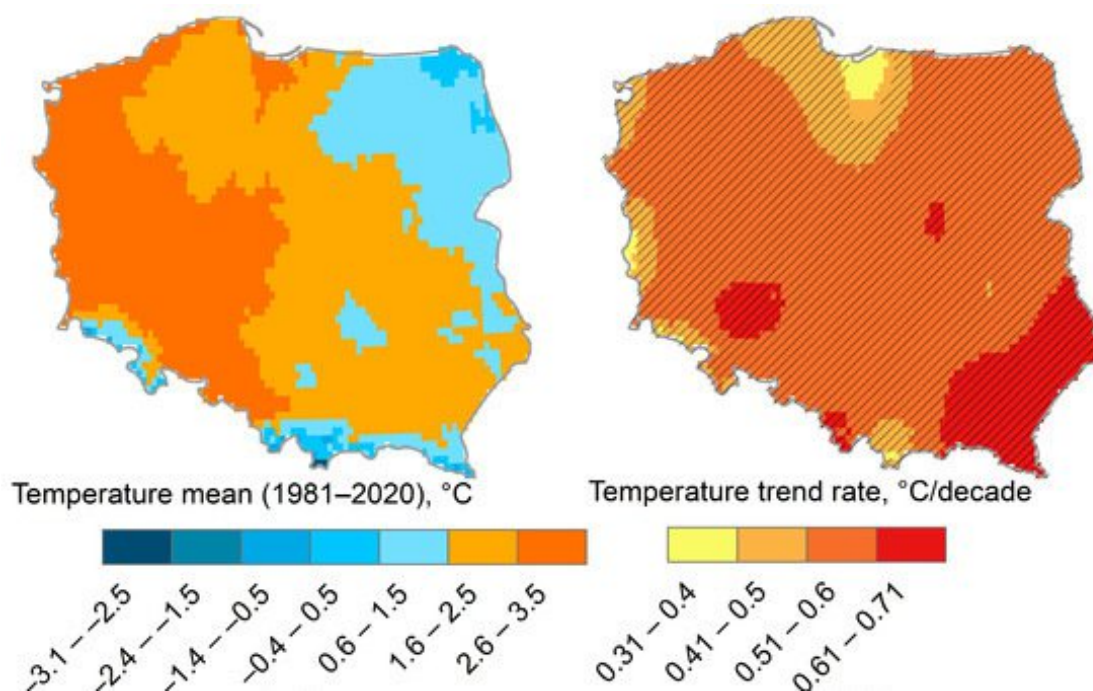


Рис.3.3 - Кліматична картина температури повітря і тенденція зміни температури протягом 6-місячного холодного сезону за багаторічний період з 1981 по 2020 рік.

На рисунку видно, що існують чіткі відмінності між східною та західною частинами Польщі. Температура знижується із заходу, через центральну Польщу, на схід та північний схід. Переважаючі температури знаходяться в діапазоні 1,6 - 3,5 °C. Найнижчі значення, нижче -2,5 °C, спостерігаються на дуже обмеженій території в горах. Вся країна зазнала потепління клімату від 0,3 до 0,7 °C на кожне десятиліття.

Наразі ключовим документом, що заклав основу для адаптаційної політики країни, стала «Національна стратегія адаптації до зміни клімату до 2020 року з перспективою до 2030 року», відома як NAS 2020. Вона була ухвалена у 2013 році Міністерством охорони довкілля Польщі й стала першим у регіоні комплексним документом такого рівня. Стратегія передбачила

інтеграцію кліматичних ризиків у розвиток енергетики, сільського господарства, лісового господарства, охорони здоров'я, водного сектору та просторового планування. Документ підкреслював необхідність зміцнення інституційних механізмів для збору даних, аналізу кліматичних тенденцій і прогнозування можливих сценаріїв. Важливо, що NAS 2020 розглядалася не лише як набір окремих заходів, а як рамкова програма для гармонізації національної політики з європейськими підходами, зокрема в межах Європейського зеленого курсу [37].

Особливе місце в польській адаптаційній політиці посідають міські плани адаптації, відомі як МРА. У 2017–2019 роках за фінансової підтримки Європейського Союзу та у співпраці з Міністерством охорони довкілля було розроблено понад 40 таких планів для найбільших польських міст, включно з Варшавою, Краковом, Вроцлавом, Лодзю та Гданськом. Кожен із цих документів ґрунтувався на детальному аналізі місцевих кліматичних ризиків і передбачав набір конкретних заходів: від розширення зелених зон і створення «зелених дахів» до модернізації дренажних систем та розвитку інфраструктури для управління дощовою водою. У деяких містах було введено систему «холодних коридорів», які дозволяють природним шляхом знижувати температуру під час спеки, а також програму розширення громадського транспорту, щоб зменшити рівень забруднення повітря й тепловий ефект міських територій. Таким чином, міські плани стали одним із найважливіших практичних інструментів адаптації, що безпосередньо впливають на якість життя населення.

Важливою складовою адаптаційної політики Польщі є також інтеграція з політикою ЄС. Країна активно бере участь у виконанні Європейської стратегії адаптації до зміни клімату, яка передбачає розвиток стійкої економіки, готовність до екстремальних погодних явищ і зміцнення системи управління ризиками. Польща використовує європейські фонди для модернізації інфраструктури: будівництва дамб і водосховищ, реконструкції транспортних систем, а також підвищення енергоефективності житлового

фонду. Сектор енергетики є одним із найбільш проблемних: країна довгий час значною мірою залежала від вугілля, що робило економіку вразливою до кліматичних викликів і європейських кліматичних вимог. Відтак адаптаційна політика тут тісно пов'язана з декарбонізацією та переходом до відновлюваних джерел енергії. Польща поступово інвестує у розвиток вітрової та сонячної енергетики, а також у програми підвищення енергоефективності на рівні домогосподарств [37].

Разом із тим стратегія адаптації стикається з низкою викликів. Одним із головних є недостатня інтеграція кліматичних підходів у секторальні політики на місцевому рівні. Хоча міські плани адаптації стали важливим досягненням, у менших містах та сільських громадах подібні інструменти часто відсутні. Фінансові ресурси, необхідні для реалізації великих інфраструктурних проєктів, нерідко обмежені, а залежність від європейського фінансування створює додаткові ризики у випадку зміни пріоритетів ЄС. Також дискусійним залишається питання збалансування між економічним зростанням, заснованим на традиційних енергетичних ресурсах, і потребою у швидкій трансформації енергосистеми.

Попри ці труднощі, Польща загалом розглядається як країна, що демонструє системний підхід до адаптації. Вона змогла створити національні рамки, розробити детальні плани для міст і поступово інтегрувати кліматичні підходи в ключові галузі економіки. У перспективі до 2030 року польська адаптаційна політика має на меті забезпечити стійкість усіх регіонів до кліматичних змін, зменшити економічні збитки від екстремальних явищ та підвищити якість життя громадян. Подальший успіх значною мірою залежатиме від узгодження національної політики з європейськими вимогами, диверсифікації джерел енергії та поглиблення місцевих програм адаптації, особливо для середніх і малих населених пунктів.

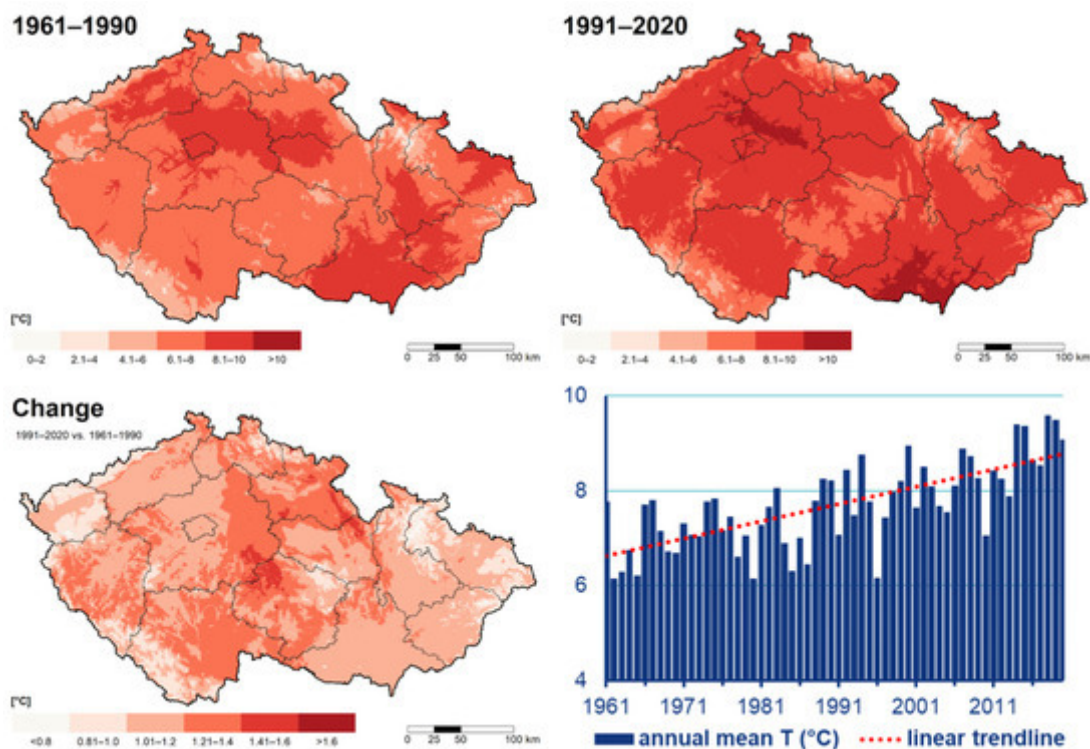


Рис.3.4 - Тенденція середньорічної температури повітря за період 1961–2020 років у Чехії

В Чехії кліматичні зміни проявляються передусім у підвищенні середньорічних температур, збільшенні кількості тривалих періодів спеки, зниженні рівня ґрунтових вод і частіших посухах. Водночас країна стикається з інтенсивними зливами, які викликають повені, особливо у басейнах річок Влтави та Лаби. Ці явища становлять серйозну загрозу для сільського господарства, лісового господарства, міської інфраструктури та якості життя населення. Чехія, як держава з високим рівнем урбанізації та значним промисловим сектором, приділяє особливу увагу формуванню стратегій адаптації, які мають комплексний характер і включають як національні ініціативи, так і місцеві програми.

Першим системним документом, що заклав основу для національної кліматичної політики у сфері адаптації, стала Стратегія адаптації до зміни клімату Чеської Республіки, ухвалена у 2015 році. Цей документ визнавав

кліматичні зміни як один із ключових довгострокових викликів для країни та визначав необхідність інтеграції адаптаційних заходів у всі сектори економіки. У стратегії зазначалося, що кліматичні загрози для Чехії проявлятимуться насамперед у зростанні частоти екстремальних погодних явищ, зокрема тривалих посух, сильних злив і вітрових бур. Відтак документ передбачав розвиток інфраструктури для захисту від паводків, підвищення стійкості сільськогосподарського виробництва та лісових масивів, а також запровадження систем моніторингу та прогнозування ризиків [1].

Наступним важливим кроком стало ухвалення у 2017 році Національного плану з адаптації до зміни клімату. Цей план деталізував заходи, визначені у стратегії, та встановив чіткі завдання для різних секторів. Для водного господарства акцент було зроблено на розвитку системи малих водосховищ, відновленні природних заплав і водно-болотних угідь, що сприяють акумуляції води та зменшують ризик повеней. У лісовому господарстві наголошувалося на необхідності поступового відходу від монокультурних насаджень, особливо ялини, яка є вразливою до посух і шкідників. Натомість план передбачав перехід до змішаних лісів, більш стійких до кліматичних змін. Сільськогосподарський сектор мав адаптуватися через впровадження нових сортів культур, раціональніші методи зрошення та підвищення родючості ґрунтів.

Чехія приділяє велику увагу питанню боротьби з посухами, які стали одним із найсерйозніших кліматичних викликів останніх десятиліть. Дослідження свідчать, що рівень ґрунтових вод у країні поступово знижується, а середня вологість ґрунтів зменшується, що негативно впливає на врожайність і стан екосистем. У відповідь уряд ініціював розробку Національного плану боротьби з посухою, який включає заходи з будівництва нових резервуарів, відновлення природних ландшафтів для кращого утримання вологи, а також модернізацію систем зрошення. Важливу роль у реалізації цього плану відіграють регіональні органи влади та місцеві громади,

які впроваджують практичні рішення, наприклад, створення зелених зон у містах або реконструкцію водовідвідних систем [8].

Значна увага приділяється і містам, які потерпають від так званого «міського теплового острова». Прага, Брно та Острава розробили власні програми адаптації, що включають розширення зелених насаджень, створення парків і водних об'єктів, розвиток громадського транспорту та зменшення використання автомобілів із двигунами внутрішнього згоряння. Такі ініціативи спрямовані не лише на зниження впливу кліматичних змін, але й на покращення якості життя населення.

Чехія також активно співпрацює з Європейським Союзом у сфері кліматичної адаптації. Європейські фонди підтримують реалізацію національних і регіональних програм, включаючи проекти з модернізації інфраструктури, управління водними ресурсами та охорони лісів. У межах Європейського зеленого курсу Чехія інтегрує адаптаційні заходи у власну кліматичну політику, зокрема у програми з підвищення енергоефективності будівель і розвиток відновлюваних джерел енергії.

Водночас процес адаптації в Чехії стикається з низкою труднощів. Однією з найбільших проблем є недостатнє фінансування заходів на місцевому рівні, що обмежує можливості для впровадження комплексних рішень у малих містах і сільських громадах. Лісове господарство залишається особливо вразливим: значні площі монокультурних насаджень, які формувалися протягом десятиліть, потребують структурної перебудови, але цей процес є тривалим і фінансово затратним. Додатковим викликом є відносно низький рівень обізнаності населення щодо проблем кліматичної адаптації, хоча останніми роками екологічні рухи й громадські ініціативи відіграють дедалі активнішу роль у популяризації цього питання.

Загалом Чехія демонструє послідовний підхід до формування політики адаптації, поєднуючи національні стратегії з місцевими ініціативами. Її політика базується на наукових дослідженнях, прогнозах і співпраці з міжнародними інституціями. У найближчі роки головними пріоритетами

країни залишатимуться боротьба з посухою, підвищення стійкості лісових екосистем, розвиток водогосподарської інфраструктури та інтеграція кліматичних підходів у просторове планування. Чехія прагне стати країною, яка зможе зменшити свої вразливості перед кліматичними загрозами й водночас забезпечити стає соціально-економічне зростання [88].

Словаччина, що хаактеризується переважно гірським і рівнинним рельєфом, також стикається з помітними наслідками кліматичних змін. Підвищення середньорічних температур, частіші та інтенсивніші опади, збільшення тривалості періодів спеки й ризик посух створюють серйозні виклики для водних ресурсів, сільського господарства, лісового господарства, енергетичної інфраструктури та міських систем. З огляду на географічні особливості країни, велика частина території Словаччини особливо вразлива до паводків, обвалів і ерозії ґрунтів, а міські райони потерпають від так званого «міського теплового острова», що підсилює наслідки високих температур.

Першим системним документом, який визначив рамки національної політики адаптації, стала Програма адаптації Словацької Республіки до змін клімату, ухвалена у 2018 році. Цей документ закріпив за державою основну мету – зменшити вразливість ключових секторів економіки та природних систем до наслідків зміни клімату. Програма передбачає інтеграцію адаптаційних заходів у національні стратегії розвитку, планування водних ресурсів, управління лісами, сільське господарство, охорону здоров'я, енергетику та транспорт. Основна увага приділяється не лише прогнозуванню ризиків, але й практичним механізмам реагування на надзвичайні ситуації, підвищенню готовності місцевих громад і забезпеченню інституційної координації.

Словаччина приділяє особливу увагу водному сектору, оскільки більшість річок країни протікає через гірські і передгірські території, а інтенсивні дощі можуть викликати швидкі паводки. Програма адаптації передбачає модернізацію гідротехнічних систем, відновлення заплав та водно-болотних угідь, будівництво малих водосховищ і систем накопичення води,

що дозволяє зменшувати ризик повеней і забезпечувати водою сільське господарство в посушливі періоди. Крім того, країна активно розвиває системи моніторингу та раннього попередження, що включають спостереження за рівнем річок, прогнозування опадів та автоматичне оповіщення населення у разі надзвичайних ситуацій [73].

Важливим напрямом адаптації є управління лісами. Ліси Словаччини займають близько 40% території країни і виконують не лише економічні, але й захисні та екологічні функції. Згідно з програмою, адаптаційні заходи передбачають поступовий перехід від монокультурних насаджень до змішаних лісів, стійких до посух, шкідників і буревіїв. Водночас проводиться модернізація систем догляду за лісами, збільшення площ природного поновлення деревостанів та відновлення деградованих територій. Ці заходи мають подвійну користь: вони підвищують стійкість екосистем і водночас зменшують ризики для населення та економіки у разі екстремальних погодних явищ.

Сільське господарство є ще одним пріоритетним сектором адаптації. Словаччина активно впроваджує заходи щодо підвищення ефективності використання води, оптимізації структури посівів, впровадження посухостійких культур і модернізації систем зрошення. Крім того, у програмі передбачено розвиток інтегрованих підходів до управління ґрунтовими ресурсами, що дозволяє зберегти родючість ґрунтів і запобігти ерозії. Важливою складовою є навчання фермерів і місцевих громад щодо методів адаптації та стійкого землекористування [73].

Міські території також отримують значну увагу. Програма адаптації передбачає заходи для зменшення впливу теплових хвиль і підвищення комфорту населення. До таких заходів належать розширення зелених зон, створення паркових комплексів і водойм у містах, розвиток громадського транспорту та зменшення залежності від автомобільного руху, а також впровадження систем управління дощовою водою. Місцеві органи влади

залучені до розробки регіональних планів, що враховують специфіку конкретних населених пунктів і регіонів.

Проте процес адаптації у Словаччині стикається з низкою викликів. Одним із ключових є обмеженість фінансових ресурсів для реалізації заходів у малих містах і сільських громадах. Крім того, недостатня обізнаність населення щодо кліматичних ризиків обмежує ефективність реалізації програми. Також складною є координація між центральними органами влади, місцевими адміністраціями та приватним сектором, особливо у питаннях управління водними та лісовими ресурсами.

Загалом, Словаччина демонструє системний підхід до адаптаційної політики, поєднуючи національні стратегії з регіональними ініціативами та міжнародною співпрацею. Основні пріоритети на найближчі роки включають зміцнення водного та лісового секторів, підвищення стійкості агросектору та розвиток адаптаційних рішень для міст. Реалізація цих заходів дозволить країні зменшити вразливість до кліматичних змін, забезпечити економічну стабільність і підвищити якість життя населення [73].

Угорщина характеризується переважно рівнинним рельєфом і значним впливом кліматичних змін на сільське господарство, водні ресурси та енергетичну інфраструктуру. Угорщина активно розробляє національні стратегії адаптації, інтегруючи їх у національну кліматичну політику та плани розвитку економіки.

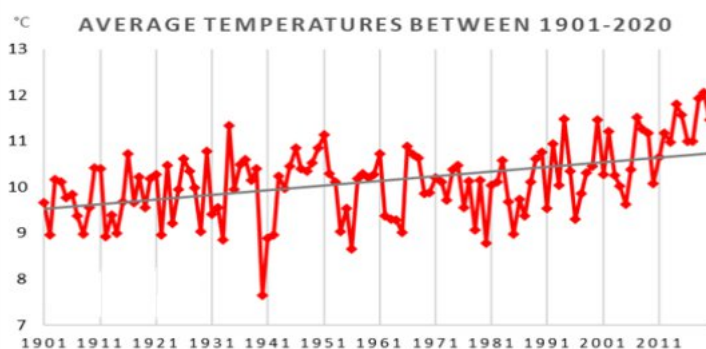


Рис.3.5 – Динаміка змін середньорічної температури в Угорщині

Ключовим документом у сфері адаптації стала Національна стратегія з кліматичної адаптації Угорщини, ухвалена урядом у 2018 році. Стратегія визначає пріоритетні напрями діяльності, серед яких – модернізація енергетичної інфраструктури, захист від повеней, розвиток сільського господарства та лісового сектору, а також підвищення стійкості міст і інфраструктурних об'єктів. Особлива увага приділяється інтеграції кліматичних підходів у секторальні політики та забезпеченню фінансової та інституційної підтримки для впровадження адаптаційних заходів. Документ базується на наукових дослідженнях, прогнозах кліматичних змін і оцінці ризиків для різних регіонів країни, а також враховує міжнародний досвід та вимоги Європейського Союзу [51].

Захист від повеней є однією з найважливіших сфер адаптації. Угорщина розробила комплексну систему управління річками, включно з модернізацією дамб, будівництвом водосховищ і каналів, відновленням природних заплав і берегових зон. Особлива увага приділяється Дунаю та його притокам, які традиційно є основними джерелами паводків. Стратегія також передбачає створення систем раннього попередження та підготовку місцевих громад до реагування на надзвичайні ситуації, що дозволяє зменшувати ризики для населення та економіки.

Енергетика в Угорщині також є пріоритетною сферою адаптації. Стратегія передбачає диверсифікацію джерел енергії та підвищення енергоефективності, особливо у сфері опалення та електропостачання. Важливу роль відіграє модернізація енергетичних систем для забезпечення стійкості до кліматичних коливань, а також розвиток відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячних і біоенергетичних установок. Важливо, що ці заходи інтегруються з національною політикою щодо зменшення викидів парникових газів і виконання міжнародних зобов'язань у межах Паризької угоди.

Співпраця з Європейським Союзом і міжнародними організаціями є важливим фактором успіху адаптаційної політики Угорщини. Європейські фонди підтримують модернізацію інфраструктури, розвиток енергетичного

сектора, управління водними ресурсами та реалізацію проєктів із захисту від повеней. Угорщина активно використовує можливості співпраці в рамках Європейського зеленого курсу, інтегруючи національні заходи з адаптації в загальноєвропейські ініціативи та отримуючи додаткове фінансування для комплексних проєктів.

Незважаючи на досягнення, процес адаптації стикається з викликами. Основними проблемами залишаються обмежені фінансові ресурси, недостатня обізнаність населення щодо кліматичних ризиків, а також складності координації між центральними органами влади, місцевими адміністраціями та приватним сектором. Водночас державна політика демонструє системний підхід і прагнення інтегрувати адаптаційні заходи у всі ключові сектори економіки та соціальної сфери [51].

Таким чином, Угорщина послідовно реалізує національну стратегію адаптації до зміни клімату, поєднуючи модернізацію енергетики, захист від повеней, розвиток сільського господарства та міських територій, а також інтеграцію кліматичних підходів у національну та регіональну політику. Цей комплексний підхід дозволяє країні зменшити вразливість перед кліматичними ризиками, підвищити економічну та екологічну стійкість і забезпечити належний рівень якості життя населення.

Румунія та Болгарія, розташовані на південному сході Європи, стикаються з особливими викликами, пов'язаними зі зміною клімату. Обидві країни мають різноманітні географічні особливості: рівнинні території та великі річкові басейни, гірські масиви, а Болгарія додатково має узбережжя Чорного моря. Це зумовлює різні прояви кліматичних ризиків – від частих посух та високих температур у літній період до повеней і злив, особливо у гірських і прибережних регіонах. Підвищення температури та зростання екстремальних погодних явищ створюють загрози для сільського господарства, водних ресурсів, енергетичної інфраструктури та прибережних зон. У відповідь на ці виклики обидві країни розробили національні стратегії

адаптації, відповідно до вимог Європейського Союзу, що враховують особливості регіонів і ключових секторів економіки.

В Румунії ключовим документом стала Національна стратегія адаптації до зміни клімату, ухвалена урядом у 2016 році з перспективою до 2030 року. Стратегія передбачає інтеграцію заходів адаптації у водне господарство, сільське господарство, лісовий сектор, енергетику, транспорт та охорону здоров'я. Особлива увага приділяється аграрному сектору, який є критично важливим для економіки Румунії. В рамках стратегії передбачено впровадження посухостійких сортів культур, модернізацію систем зрошення, оптимізацію структури посівів та розвиток агротехнологій для ефективного використання водних ресурсів. Важливим аспектом є також підвищення стійкості лісів, які відіграють роль у регулюванні водного балансу та захисті від ерозії [72].

Для водного сектору Румунія розробила заходи щодо модернізації гідротехнічних споруд, відновлення заплав і річкових систем, а також розвитку систем раннього попередження паводків. Стратегія включає комплексну оцінку ризиків для різних басейнів річок і пропонує регіональні плани управління водними ресурсами. Крім того, уряд заохочує участь місцевих громад у реалізації адаптаційних заходів, включно з розвитком малих водосховищ, систем збору дощової води та відновлення природних водойм.

Болгарія, у свою чергу, активно реалізує Національну стратегію адаптації до зміни клімату, ухвалену у 2017 році. Особливу увагу приділено адаптації прибережних зон Чорного моря, де підвищення рівня води, ерозія берегової лінії та збільшення частоти штормів створюють серйозні загрози для туризму, портової інфраструктури та прибережних екосистем. У аграрному секторі Болгарія, подібно до Румунії, зосереджується на посухостійких культурах, системах зрошення та збереженні родючості ґрунтів. Лісовий сектор адаптації включає відновлення деградованих лісів і підвищення їх стійкості до посух, шкідників і лісових пожеж.

В обох країнах енергетична політика інтегрована з заходами адаптації, включаючи модернізацію енергетичних систем, розвиток відновлюваних джерел енергії та підвищення енергоефективності житлових і промислових будівель. Це дозволяє зменшити вразливість критичної інфраструктури до кліматичних коливань і одночасно сприяє виконанню міжнародних зобов'язань щодо скорочення викидів парникових газів [72].

Міські території Румунії та Болгарії також активно включені в адаптаційні програми. Планується розширення зелених зон, створення паркових комплексів і водних об'єктів для зниження ефекту теплових хвиль, модернізація систем управління дощовою водою та розвиток громадського транспорту. Ці заходи підвищують комфорт і безпеку населення, зменшують ризик підтоплень та інших екстремальних явищ.

Важливою складовою обох національних стратегій є інтеграція з політикою ЄС, зокрема у рамках Європейського зеленого курсу та директив з управління ризиками повеней. Європейські фонди підтримують модернізацію інфраструктури, розвиток енергетики та заходи адаптації в аграрному секторі, а також захист прибережних територій Болгарії. Фінансування та міжнародна співпраця дозволяють реалізовувати комплексні проєкти, що забезпечують стійкість ключових секторів економіки та підвищують готовність до надзвичайних ситуацій [20].

Водночас процес адаптації стикається з труднощами. Основними проблемами залишаються обмежені фінансові ресурси, недостатня обізнаність населення щодо кліматичних ризиків та складнощі координації між центральними органами влади, місцевими адміністраціями та приватним сектором. Особливо це стосується відновлення інфраструктури в прибережних і гірських регіонах, де кліматичні загрози є найбільш відчутними.

3.2 Мітигація кліматичних змін: підходи та інструменти

Мітигація кліматичних змін є одним із ключових напрямів сучасної кліматичної політики, спрямованої на зменшення антропогенного впливу на

кліматичну систему та обмеження темпів глобального потепління. На відміну від адаптації, яка фокусується на пристосуванні до вже наявних або прогнозованих змін, мітигація передбачає превентивні заходи для зменшення обсягів викидів парникових газів, регулювання балансу між джерелами та поглиначами вуглецю, а також трансформацію соціально-економічних систем у більш стійкі до кліматичних ризиків. Значення мітигації зростає з огляду на те, що сучасні тенденції зміни клімату загрожують глобальній екологічній, економічній та соціальній стабільності, а темпи потепління вимагають невідкладних і комплексних заходів.

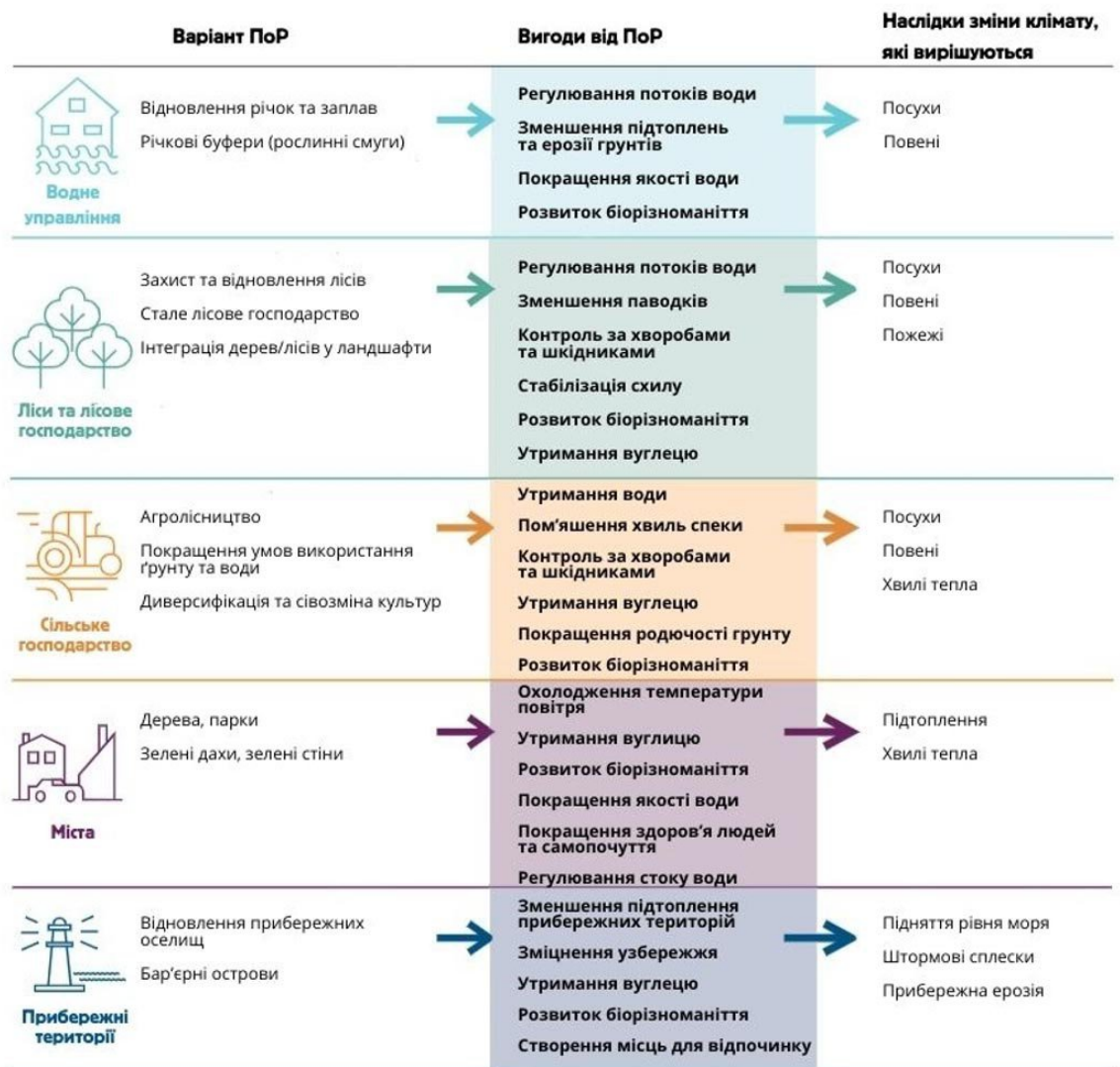


Рис.3.6 – Природоорієнтовані рішення, що зменшують наслідки зміни клімату

Існує кілька основних підходів до мітигації кліматичних змін, які інтегруються на міжнародному, національному та локальному рівнях. Перший підхід передбачає зменшення викидів парникових газів у ключових секторах економіки, зокрема енергетиці, промисловості, транспорті та сільському господарстві. У Східній Європі, наприклад, Польща активно реалізує програми переходу на відновлювані джерела енергії, включаючи розвиток сонячних електростанцій і біоенергетики, а також модернізацію вугільних електростанцій з використанням технологій зменшення викидів CO₂. У Румунії впроваджують енергоефективні рішення у державних та житлових будівлях, стимулюючи утеплення фасадів та використання сучасних систем опалення [20].

Другий підхід стосується збереження та збільшення природних поглиначів вуглецю, включаючи ліси, торфовища, водно-болотні угіддя та інші екосистеми. Угорщина реалізує програми агролісівництва, де поєднується ведення сільського господарства з відновленням лісових масивів, що підвищує поглинання CO₂ і водночас захищає ґрунти від ерозії. В Україні прикладом є проєкт «Відновлення лісів Карпат», який передбачає посадку змішаних лісових насаджень для покращення екологічного балансу і скорочення викидів парникових газів.

Третій підхід передбачає економічні та регуляторні інструменти, спрямовані на стимулювання низьковуглецевого розвитку. У Болгарії діє система субсидій для приватних компаній і громадян, які встановлюють сонячні панелі та модернізують системи опалення, що дозволяє зменшити викиди та одночасно знизити енергетичні витрати. Польща та Чехія використовують механізми торгівлі квотами на викиди та податкові пільги для підприємств, які впроваджують екологічно чисті технології.

Четвертий напрямок - технології уловлювання та зберігання вуглецю. У Словаччині та Польщі реалізуються пілотні проєкти з уловлювання та зберігання вуглецю на вугільних та газових електростанціях, що дозволяє

накопичувати CO₂ і утилізувати його для промислового виробництва. Хоча ці технології ще перебувають на етапі розвитку, вони стають важливим інструментом для досягнення цілей «нульового вуглецю» у промислових секторах.

П'ятий підхід - інновації та розвиток «зеленої» інфраструктури. У містах Центральної та Східної Європи, таких як Будапешт, Варшава чи Софія, впроваджують проєкти зі створення зелених дахів, паркових зон і систем збору дощової води для зменшення ефекту теплових хвиль і зниження ризику підтоплень. У Румунії у Бухаресті реалізують програми «розумних» міст, що інтегрують датчики якості повітря та системи управління енергоспоживанням для скорочення викидів CO₂.

Міжнародна координація залишається важливим елементом мітигації. Країни Східної Європи активно беруть участь у реалізації Паризької угоди, а також інтегрують національні плани у рамки Європейського зеленого курсу. Це дозволяє залучати фінансову підтримку для модернізації енергетики, розвитку відновлюваних джерел енергії та реалізації кліматичних проєктів на національному рівні [24].

Таким чином, мітигація кліматичних змін у Східній Європі поєднує глобальні принципи з національною специфікою. Застосування технологічних, економічних, природоохоронних і інфраструктурних заходів дозволяє зменшити викиди парникових газів, підвищити стійкість екосистем та інфраструктури, а також забезпечити сталий розвиток суспільства. Конкретні приклади з Польщі, Угорщини, Румунії, Болгарії та України демонструють, що комплексний підхід до мітигації є ефективним інструментом боротьби зі зміною клімату в регіоні.

3.3 Європейська кліматична політика та її вплив на країни Східної Європи

Європейська кліматична політика в останні десятиліття набуває дедалі більшої ваги в контексті глобальної боротьби зі змінами клімату. Вона

базується на стратегічних документах Європейського Союзу, зокрема Європейському зеленому курсі (European Green Deal), ухваленому у 2019 році, який передбачає досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Центральними елементами цього курсу є скорочення викидів парникових газів щонайменше на 55 % до 2030 року (порівняно з рівнем 1990 року), підвищення частки відновлюваних джерел енергії, реформування енергетичного та транспортного секторів, а також запровадження нових фінансових інструментів для підтримки екологічної трансформації [35].

Для країн Східної Європи, включно з тими, що є членами ЄС (Польща, Чехія, Словаччина, Угорщина, Румунія, Болгарія), а також для держав-партнерів у межах Східного партнерства (Україна, Молдова, Грузія), впровадження європейської кліматичної політики має неоднозначні наслідки. З одного боку, інтеграція у спільні екологічні стандарти стимулює модернізацію економіки, розвиток зеленої енергетики та підвищення конкурентоспроможності на європейських ринках. З іншого боку, високі витрати на енергетичну трансформацію, залежність від викопних ресурсів та недостатня фінансова спроможність часто створюють серйозні виклики для урядів і бізнесу.

Одним із ключових аспектів впливу є енергетична безпека. У країнах Східної Європи, де значна частина електроенергії все ще виробляється з вугілля (наприклад, у Польщі чи Болгарії), перехід до відновлюваних джерел потребує масштабних інвестицій та соціально орієнтованих програм для працівників вугільної промисловості. Саме тому ЄС запровадив Механізм справедливого переходу (Just Transition Mechanism), що передбачає фінансову допомогу регіонам, які найбільше потерпають від відмови від вугілля.

Важливою складовою є й торгівля викидами через систему EU ETS (European Union Emissions Trading System). Вона стимулює скорочення викидів від промислових підприємств, але водночас створює додаткове фінансове навантаження для економік, де виробничі потужності є

енергоємними. Це особливо актуально для країн Східної Європи, де промисловість становить вагомий частку ВВП [35].

Окремої уваги заслуговує вплив кліматичної політики ЄС на держави, які ще не є членами Союзу, але прагнуть до інтеграції, зокрема Україну. Запровадження механізму вуглецевого коригування на кордоні (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) фактично вимагає від партнерських країн гармонізувати свої екологічні стандарти з європейськими, інакше їхній експорт до ЄС може втратити конкурентоспроможність. Для України, яка має високий рівень залежності від металургійного та енергетичного секторів, це стає не лише викликом, а й стимулом для екологічної модернізації.

Соціально-економічні наслідки європейської кліматичної політики у Східній Європі проявляються у трансформації ринку праці, зростанні попиту на фахівців у сфері зеленої енергетики, будівництва та цифрових технологій. Водночас існує ризик посилення соціальної нерівності через зростання тарифів на енергоносії, що найбільше вдаряє по вразливих групах населення. Тому поряд із економічними реформами потрібні механізми соціального захисту та адресної допомоги [43].

У підсумку можна зазначити, що європейська кліматична політика є потужним фактором трансформації економічного та соціального розвитку країн Східної Європи. Вона створює передумови для інновацій, зниження залежності від викопних ресурсів та підвищення енергетичної безпеки. Водночас її реалізація потребує комплексного підходу, значних інвестицій та ефективної взаємодії між національними урядами, бізнесом та громадянським суспільством. Для держав регіону адаптація до європейських екологічних стандартів має стратегічне значення не лише в екологічному, а й у геополітичному вимірі, оскільки визначає їхню інтеграцію до європейського політичного та економічного простору.

3.4 Основні виклики та перспективи

Адаптація і митигація кліматичних змін у Східній Європі є одними з ключових завдань сучасної політики розвитку, оскільки саме цей регіон поєднує в собі вразливість до глобальних екологічних викликів і залежність від енергоємних галузей економіки. Кліматичні зміни для країн Східної Європи не є абстрактною проблемою майбутнього, а вже сьогодні формують нову соціально-економічну реальність, що впливає на якість життя населення, функціонування економіки, продовольчу та енергетичну безпеку. Водночас завдяки стратегічному розташуванню та співпраці з Європейським Союзом держави регіону отримують не лише виклики, а й перспективи, які дозволяють інтегруватися в сучасну систему глобального екологічного управління.

Східна Європа упродовж останніх десятиліть дедалі більше потерпає від екстремальних погодних явищ, які прямо пов'язані зі зміною клімату. Аномальні спекотні періоди, часті посухи, паводки та урагани завдають відчутних збитків аграрному сектору, що є основою економіки України, Молдови, Румунії чи Болгарії. Зниження врожайності зернових, деградація ґрунтів, втрата родючих земель і скорочення водних ресурсів не лише посилюють ризики голоду чи зростання цін на продовольство, а й створюють загрозу соціальній стабільності. Ці фактори прямо впливають на продовольчу безпеку, яка є одним із визначальних чинників політичної незалежності та економічної стійкості держав [7].

Не менш значущим є питання енергетики. Східна Європа залишається регіоном із високим рівнем залежності від викопних ресурсів, насамперед вугілля та природного газу. Така залежність не лише зумовлює значні викиди парникових газів, але й створює додаткові ризики в умовах геополітичної нестабільності. У багатьох країнах регіону частка енергії, виробленої з вугілля, перевищує європейські показники, що суттєво ускладнює виконання вимог Європейського зеленого курсу. Водночас залежність від імпорту газу й нафти посилює стратегічну вразливість і потребує комплексного перегляду енергетичної політики. Енергетична безпека і кліматична політика в цьому

контексті тісно переплітаються, формуючи як ризики, так і можливості для економічної та політичної інтеграції з ЄС.

Ще одним складним викликом для країн Східної Європи є соціально-економічний вимір кліматичних реформ. На відміну від Західної Європи, де рівень доходів населення є вищим, країни східного регіону стикаються з тим, що вартість екологічної трансформації значною мірою перекладається на домогосподарства. Запровадження системи торгівлі викидами, вуглецевих податків чи підвищення тарифів на енергоносії без належних соціальних компенсаторів може призвести до зростання нерівності, зниження рівня життя та навіть протестних настроїв. Саме тому адаптаційна політика має поєднуватися з активною соціальною політикою, спрямованою на підтримку вразливих верств населення та забезпечення справедливості «зеленого переходу» [7].

Окрім соціально-економічних ризиків, істотним бар'єром виступає інституційна слабкість. Хоча більшість країн Східної Європи приєдналися до міжнародних кліматичних угод і ухвалили стратегії низьковуглецевого розвитку, їхнє практичне виконання часто залишається декларативним. Причинами є як брак фінансування, так і недостатня політична воля. Бюрократичні перепони, корупційні ризики та низька ефективність державних інституцій знижують темпи екологічної модернізації. З іншого боку, у регіоні є успішні приклади впровадження програм у сфері відновлюваної енергетики, модернізації житлового фонду та розвитку «зеленого» транспорту, проте їхня масштабність поки що не відповідає потребам часу.

Окремим економічним викликом стає механізм вуглецевого коригування на кордоні (СВАМ), який Європейський Союз починає поетапно запроваджувати. Він передбачає накладення додаткових мит на імпортовану продукцію з високим вуглецевим слідом, насамперед у таких галузях, як металургія, хімічна промисловість чи енергетика. Для експортоорієнтованих економік Східної Європи це означає, що без модернізації виробничих потужностей вони ризикують втратити свої позиції на європейському ринку.

Україна у цьому контексті перебуває у особливо вразливій ситуації, адже її експорт металів і добрив має високий рівень вуглецевої інтенсивності. Водночас цей виклик може стати стимулом для глибокої модернізації промисловості та переходу до низьковуглецевих технологій [7].

Україна посідає особливе місце у цьому контексті. Поєднання високого рівня вуглецевої інтенсивності економіки та уразливості до кліматичних змін робить її однією з найбільш ризикованих країн у Східній Європі. Українська промисловість, насамперед металургія, хімічна та енергетична галузі, характеризуються значними обсягами викидів парникових газів. Водночас сільське господарство страждає від частих посух, нестачі води та деградації ґрунтів, що вже призводить до втрат врожайності й економічних збитків. Найбільшим викликом для України є необхідність одночасно здійснювати модернізацію енергетики та адаптаційні заходи у сільському господарстві, тоді як значні ресурси країни спрямовуються на подолання наслідків війни [48]. Проте саме війна стала додатковим поштовхом до переосмислення енергетичної безпеки: розвиток децентралізованих відновлюваних джерел, таких як сонячні панелі й біоенергетика, в умовах зруйнованої інфраструктури набуває критичного значення. Перспективи України полягають у тіснішій інтеграції з європейськими ринками енергії та участі у механізмах ЄС щодо справедливого переходу, що може забезпечити фінансову й технологічну підтримку.

У випадку Польщі ситуація має свої особливості. Це одна з найбільших економік Східної Європи, яка традиційно базується на використанні вугілля у виробництві електроенергії. Польща тривалий час демонструвала певний скепсис щодо амбітних кліматичних цілей ЄС, аргументуючи це високою соціальною та економічною вартістю відмови від вугілля. Водночас саме Польща отримала значні ресурси з Механізму справедливого переходу для підтримки регіонів, залежних від вугільної промисловості. Викликом для країни є не лише закриття шахт, але й необхідність забезпечення нових робочих місць для десятків тисяч людей, зайнятих у цьому секторі.

Перспективи полягають у розвитку вітрової енергетики, зокрема офшорних вітропарків у Балтійському морі, а також у зростанні інвестицій у модернізацію промисловості. Таким чином, Польща поступово переходить від ролі «проблемної» держави у кліматичній політиці ЄС до потенційного лідера зеленої трансформації у Центрально-Східній Європі.

Румунія є прикладом країни, що поєднує високий потенціал відновлюваної енергетики з наявними викликами у сфері адаптації до кліматичних змін. Близько третини її електроенергії вже сьогодні виробляється з відновлюваних джерел, зокрема гідроенергетики, вітрових і сонячних електростанцій. Це ставить Румунію у відносно вигідне становище порівняно з іншими державами регіону. Проте кліматичні зміни проявляються у вигляді частих посух, які негативно впливають на сільське господарство, особливо у південних і східних регіонах [37]. Викликом стає й деградація природних екосистем, зокрема у дельті Дунаю, що є об'єктом світової спадщини ЮНЕСКО. Перспективи Румунії пов'язані із залученням інвестицій ЄС у модернізацію транспортної системи, перехід до електромобільності та розвиток зеленої промисловості. Крім того, країна може стати важливим транзитним хабом для «зеленої» енергії у регіоні.

Молдова, будучи однією з найменших і економічно вразливих держав Східної Європи, стикається з особливими проблемами у сфері кліматичної адаптації. Її енергетика значною мірою залежить від імпорту, а внутрішні ресурси для розвитку відновлюваних джерел обмежені. При цьому країна належить до регіонів, найбільш вразливих до посух і деградації земель, що напряду впливає на аграрну економіку. Висока залежність від сільського господарства, поєднана з низьким рівнем доходів населення, робить кліматичні ризики особливо гострими. Перспективи Молдови полягають у співпраці з ЄС і міжнародними фінансовими інституціями, які можуть надати ресурси для розвитку енергоефективності, малих відновлюваних джерел та модернізації системи зрошення. Важливим є і підвищення інституційної

спроможності держави у сфері екологічної політики, оскільки лише за умови ефективного управління можливе залучення значних інвестицій [37].

Якщо розглядати регіон Східної Європи загалом, то можна виділити кілька спільних викликів. Першим із них є висока вуглецева інтенсивність економік, що ускладнює виконання кліматичних зобов'язань. Другим викликом виступає вразливість аграрного сектору, який забезпечує значну частку ВВП у більшості країн. Третім викликом є інституційні проблеми: від браку фінансування до недостатньої координації державної політики. Четвертим чинником виступає соціальна вартість трансформацій, яка потребує ретельно продуманих програм перекваліфікації, компенсацій і адресної підтримки.

Попри серйозні виклики, країни Східної Європи мають і значні перспективи у сфері адаптації та митигації кліматичних змін. Насамперед йдеться про потенціал розвитку відновлюваної енергетики. Сонячна і вітрова енергетика, біоенергетика на основі аграрних відходів, а також модернізація гідроенергетичних потужностей відкривають широкі можливості для диверсифікації енергетичного балансу. У поєднанні з програмами енергоефективності у житловому та промисловому секторах це дозволить знизити залежність від імпорتنих енергоносіїв і водночас скоротити викиди парникових газів.

Не менш перспективним є залучення міжнародних інвестицій і технологій. Європейський Союз пропонує низку інструментів фінансування кліматичних проєктів, серед яких Механізм справедливого переходу, Фонд інновацій та програма Horizon Europe. Для держав, які не є членами ЄС, участь у цих програмах стає важливим каналом інтеграції у європейську економіку та способом підвищення власної стійкості. Приклади співпраці України з ЄС у сфері кліматичної політики свідчать, що навіть у складних умовах війни можливим є рух у напрямку декарбонізації та розвитку «зеленої» економіки.

У соціальному вимірі перспективи адаптації полягають у формуванні нових ринків праці. Зростання попиту на спеціалістів у сфері відновлюваної

енергетики, екологічного будівництва, енергоаудиту та управління відходами створює умови для появи нових професій і підвищення рівня зайнятості. Проте для реалізації цього потенціалу необхідні програми перекваліфікації працівників, які втрачають роботу через закриття вугільних шахт чи скорочення традиційних промислових підприємств. Баланс між економічною трансформацією та соціальною справедливістю має стати визначальним чинником успіху «зеленого переходу» у Східній Європі.

Варто зазначити й геополітичний вимір кліматичної політики. Зменшення залежності від викопних енергоносіїв не лише сприятиме екологічній безпеці, але й зміцнить політичну незалежність країн регіону. Для України, яка перебуває у стані війни, розвиток відновлюваної енергетики та інтеграція до європейських кліматичних ініціатив є частиною стратегії національної безпеки та відновлення. У ширшому вимірі адаптація і митигація кліматичних змін у Східній Європі можуть стати інструментом зміцнення її ролі у глобальній системі міжнародних відносин, де дедалі більшу вагу має екологічна та енергетична стійкість.

У підсумку можна стверджувати, що виклики, які постають перед країнами Східної Європи у сфері адаптації та митигації кліматичних змін, є комплексними і багатовимірними. Вони охоплюють екологічну, економічну, соціальну, інституційну та геополітичну площини. Водночас саме ці виклики формують і перспективи: розвиток відновлюваної енергетики, інтеграція до європейських кліматичних програм, зростання інвестиційної привабливості та формування нового ринку праці. Подолання існуючих бар'єрів можливе лише за умови комплексного підходу, який поєднує економічну модернізацію, соціальну політику та ефективне управління. Перспективи Східної Європи у сфері адаптації та митигації кліматичних змін визначатимуться тим, наскільки швидко та якісно країни регіону зможуть інтегруватися до європейського зеленого курсу, модернізувати свої економіки і водночас забезпечити стабільність і добробут своїх громадян.

Висновок до третього розділу

Адаптація та митигація кліматичних змін у Східній Європі є ключовими напрямками для забезпечення сталого розвитку регіону в умовах зростаючого кліматичного тиску. Різноманіття кліматичних, соціально-економічних та політичних умов у країнах цього регіону зумовлює необхідність комплексного та диференційованого підходу до кліматичної політики.

Національні стратегії адаптації все активніше впроваджуються, зокрема у сферах сільського господарства, водних ресурсів, енергетики та міського планування. Водночас, митигаційні заходи, спрямовані на скорочення викидів парникових газів, залишаються нерівномірними, часто обмеженими фінансовими та технологічними можливостями країн. Важливу роль у цьому процесі відіграють міжнародна співпраця, доступ до кліматичного фінансування та впровадження «зелених» технологій.

Для підвищення ефективності кліматичних дій необхідне посилення інтеграції кліматичних ризиків у державну політику, активізація участі громадянського суспільства та підтримка наукових досліджень. Тільки завдяки скоординованим зусиллям на національному та регіональному рівнях Східна Європа зможе адаптуватися до кліматичних викликів та зробити свій внесок у глобальні цілі зі зменшення впливу змін клімату.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання магістерської роботи було проаналізовано динаміку клімату Східної Європи на початку XXI століття. Визначено ключові тенденції кліматичних змін, проаналізовано їхній вплив на природне середовище, населення та економічну діяльність. Окрім того, розглянуто можливі шляхи адаптації до цих змін та способи мінімізації їхніх наслідків.

1. У першому розділі були розглянуті теоретичні основи вивчення кліматичних процесів, проведено аналіз глобальних тенденцій потепління та їхнього впливу на регіональні природні системи. Виявлено, що Східна Європа відчуває значні кліматичні зміни, які проявляються у зростанні середньорічної температури, збільшенні кількості екстремальних явищ, зміні режимів опадів і порушенні сезонного циклу. Такі зміни впливають не лише на екологічні умови, але й на соціально-економічну стабільність, сільське господарство, здоров'я населення та стан природних ресурсів.
2. У другому розділі проведено аналіз сучасних кліматичних процесів у Східній Європі. Виявлено тенденцію до зростання температурного фону, нерівномірного розподілу опадів і підвищення вологості у певні періоди року. Особливу увагу приділено екстремальним кліматичним подіям, таким як повені, посухи, заморозки та хвилі спеки, які мають серйозні наслідки для економіки та екосистем. Доведено, що вологість повітря є важливим чинником для підтримання біорізноманіття, адже вона впливає на рослинність, ґрунти та стан водойм. У межах статистичного аналізу простежено тенденції посилення кліматичних коливань, що свідчить про нестабільність кліматичної системи регіону.
3. У третьому розділі розглянуто напрями адаптації та мітигації кліматичних змін у Східній Європі. Проаналізовано національні стратегії країн регіону, а також європейські ініціативи, спрямовані на

скорочення викидів парникових газів, розвиток зеленої енергетики та підвищення екологічної стійкості. Встановлено, що ефективне реагування на кліматичні виклики можливе лише за умови поєднання наукових досліджень, державної політики, міжнародного співробітництва та активної участі суспільства.

Результати проведеного дослідження вказали на те, що кліматичні зміни у Східній Європі є явищем як реальним, так і тривалим за своєю природою, яке суттєво впливає на різні аспекти життєдіяльності суспільства. Водночас, своєчасне впровадження адаптивних підходів, застосування інноваційних технологій та підвищення рівня екологічної обізнаності населення здатні суттєво знизити масштаби негативного впливу цих змін. Таким чином, поглиблене вивчення кліматичних процесів та розробка ефективних практичних заходів адаптації набувають ключового значення для забезпечення сталого розвитку регіону та збереження природного середовища для прийдешніх поколінь.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Басок Б., Базеев Є. Глобальне потепління: проблеми, дискусії та прогнози // Світогляд. 2020., вип. 6 Т. 86. С. 4-15.
2. Бойченко Р. В. Причини та наслідки зміни клімату. Міжнародна кліматична політика. Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації: матеріали III Міжнародної наукової конференції, (Хмельницький, 13 травня 2022р.) /Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа, 2022. С. 595-597.
3. Гудзевич Л.С., Гаврилюк Ю. Ю., Крайнік Ю.М. Глобальні й регіональні виклики довкіллю та заходи мінімізації їх негативного впливу. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. X Міжнародний молодіжний конгрес, 27-28 березня 2025, Україна, Львів : Збірник матеріалів. Київ : Яроченко Я. В., 2025. С. 166.
4. Державна служба України з надзвичайних ситуацій. *Звіт про наводкову ситуацію в Україні у 2020 році*. Київ, 2021.
5. Дідух Я. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії // Вісник Національної академії наук України. 2009.№ 2. С. 34-44.
6. Кабінет Міністрів України. *Національна стратегія адаптації до зміни клімату до 2030 року*. Київ, 2021.
7. Крайнік Ю.М. Якість атмосферного повітря в містах східної Європи в контексті змін клімату: виклики та шляхи вирішення. Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. X Міжнародний молодіжний конгрес, 27-28 березня 2025, Україна, Львів : Збірник матеріалів. Київ : Яроченко Я. В., 2025. С. 56.
8. Міністерство екології України. *Збитки від кліматичних ризиків: аналітична доповідь*. Київ, 2022.
9. Рублевська Л. Ю. Зміни клімату та їх вплив на світову економіку // International relations, part «Economic sciences». 2021. №. 27. С. 33-35.
10. Adaptation strategy to climate change in the Czech Republic. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://climate-laws.org/document/adaptation-strategy-to-climate-change-in-the-czech-republic_3c9c?
11. Allan, R. P., et al. (2022). *Human influence on precipitation and drought: Global and regional perspectives. Reviews of Geophysics*, 60(3), e2021RG000765.
12. Allan, R. P., et al. (2023). *Human influence on atmospheric moisture and drought. Reviews of Geophysics*, 61(4), e2022RG000912.

13. Allan, R. P., et al. (2024). *Human-induced intensification of precipitation extremes*. *Nature Climate Change*, 14(1), 51–59.
14. Balabukh, V. (2023). *Extreme weather events in Ukraine and their statistical assessment*. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 32(1), 14–29.
15. Balabukh, V. O., et al. (2023). *Climatic variability and ecosystem responses in Eastern Europe*. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 32(1), 15–27.
16. Balabukh, V. O., et al. (2024). *Regional climate variability and humidity trends in Eastern Europe*. *Ukrainian Hydrometeorological Journal*, 33(2), 22–35.
17. Barabash, N., & Kovalenko, V. (2024). *Regional drought dynamics in Eastern Europe under climate change*. *Ukrainian Geographical Journal*, 5, 28–39.
18. Barabash, N., et al. (2024). *Humidity fluctuations and biodiversity conservation under climate change scenarios in Eastern Europe*. *Journal of Environmental Management*, 355, 120521.
19. Beranová, R. et al. *A Multidataset Analysis of Temperature Trends in Europe*. *J. Climate Research*, 2025.
20. Beranová, R., Hanel, M., Rajczak, J., & van der Schrier, G. (2025). *A Multidataset Analysis of Precipitation Trends in Europe*. *Journal of Hydrometeorology*, 26(2), 355–378.
21. Brugnara, Y., & Maugeri, M. (2023). *Mediterranean and Atlantic influences on Eastern European precipitation variability*. *International Journal of Climatology*, 43(2), 867–883.
22. Cianconi P., Betrò S., Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review // *Frontiers in psychiatry*. 2020. Vol. 11. P. 1-15.
23. Copernicus Climate Change Service (C3S). *European State of the Climate 2024*. — ECMWF, 2024.
24. Copernicus Climate Change Service. *Climate Indicators in Europe: 1990–2023*. European Commission, 2024.
25. Copernicus Climate Change Service. *Temperature Trends in Europe (1990–2024)*. European Commission, 2024.
26. Council adopts European climate law. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/pressreleases/2021/06/28/council-adopts-european-climate-law/>
27. Donat, M. G., & Alexander, L. V. (2021). *Observed changes in European precipitation extremes*. *Climate Dynamics*, 56(5–6), 1453–1472.
28. Donat, M. G., & Alexander, L. V. (2022). *Temperature and precipitation extremes: Understanding global trends*. *Reviews of Geophysics*, 60(3), e2021RG000767.
29. ECMWF. *European Climate Outlook 2050*. Reading, UK, 2021.
30. EEA (2024). *Climate adaptation and resilience in Europe: State of the environment report*. EEA Publication No. 07/2024.
31. EEA (European Environment Agency). (2024). *Trends in climate extremes across Europe*. EEA Report No. 15/2024.
32. EEA. *Climate Change Impacts and Vulnerability in Europe 2022*. Copenhagen, 2022.
33. EEA. *Climate Change Impacts and Vulnerability in Europe 2023*. Copenhagen, 2023.
34. EEA. *Climate Drivers and Local Climate Modifiers in Europe*. Copenhagen, 2023.
35. ERA5 Dataset. (2024). *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*. Retrieved from <https://cds.climate.copernicus.eu>

36. ERA5 Reanalysis Dataset. (2024). *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*. Retrieved from <https://cds.climate.copernicus.eu>
37. EU climate action and the European Green Deal. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action/law_en
38. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). *Seasonal Climate Variability in Eastern Europe*. Reading, 2023.
39. European Climate Adaptation Plan. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/european-climate-adaptation-plan>
40. European Climate Assessment & Dataset (ECA&D). *Climate Trends in Eastern Europe, 1950–2020*. — ECA&D, 2023.
41. European Environment Agency (EEA). (2023). *Climate and humidity trends in Europe — Impacts on ecosystems*. EEA Report No. 12/2023.
42. European Environment Agency (EEA). *Trends in Temperature and Precipitation across Europe*. — Copenhagen: EEA Report No. 5/2023.
43. European Environment Agency. *Air Quality and Climate Change: Health Impacts 2023*. EEA Report No. 12/2023.
44. European Forest Fire Information System (EFFIS). *Annual Report on Forest Fires in Europe 2022*. Brussels, 2023.
45. European Parliament 2019–2024. Committee on the Environment, Public Health and Food Safety. DRAFT REPORT on Towards a WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism (2020/2043(INI). [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/ENVI-PR-648519_EN.pdf
46. FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022*. Rome.
47. FAO. *Climate Change and Agriculture in Eastern Europe and Central Asia*. — FAO Regional Office, 2022.
48. FAO. *Soil Moisture Deficit and Climate Warming Impacts in Eastern Europe*. Rome, 2023.
49. Food and Agriculture Organization (FAO). *Drought Impacts in Eastern Europe*. Rome, 2022.
50. Free allocation. EU Emissions Trading System. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://ec.europa.eu/clima/policies/ets/allowances_en
51. Giorgi, F., & Coppola, E. (2023). *Regional climate projections and risk assessment for Europe*. *Climatic Change*, 177, 173–192.
52. Hanel, M., et al. (2020). *Changes in runoff and river flow under climate change in Central and Eastern Europe*. *Hydrology and Earth System Sciences*, 24(3), 1339–1356.

53. Hungary Climate Resilience Policy Indicator. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iea.org/articles/hungary-climate-resilience-policy-indicator?>
54. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. — Geneva: IPCC, 2023.
55. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Sixth Assessment Report (AR6): Climate Change 2023 – The Physical Science Basis*. Geneva, 2023.
56. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge University Press.
57. IPCC. (2023). *Climate Change 2023: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
58. Kovalenko, D., et al. (2024). *Mapping climate risk zones in Ukraine using statistical classification of extreme events*. *Geography and Natural Resources*, 45(2), 89–103.
59. Kovalenko, V., & Gapon, D. (2024). *Climate-induced water stress in agricultural regions of Ukraine*. *Ukrainian Geographical Journal*, 4, 28–37.
60. Kovalenko, V., & Gapon, D. (2024). *Water balance and humidity-climate interactions in Ukrainian river basins*. *Ukrainian Geographical Journal*, 4, 40–51.
61. Kowarik, I., & Säumel, I. (2007). *Biological flora of Central Europe: Ailanthus altissima (Mill.) Swingle*. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 8(4), 207–237.
62. Kundzewicz, Z. W., et al. *Changes in Flood and Drought Frequency in Europe under Climate Change*. — *Hydrological Sciences Journal*, 2022, 67(3), 321–335.
63. Kysely, J., & Plavcová, E. (2023). *Changing characteristics of heat waves and droughts in Central and Eastern Europe*. *Climate Research*, 92(3), 245–259.
64. Ministry of Climate and Environment of Poland. *KLIMADA 2.0 – Climate Adaptation Strategy*. Warsaw, 2023.
65. NASA Climate Data. *Global Climate Change: Vital Signs of the Planet*. — NASA, 2024.
66. NASA Earth Observatory. *Solar Cycles and Climate Variability*. Washington, 2023.
67. National Marine Research Centre of Poland. *Storm Trends in the Baltic and Black Sea Regions*. Gdańsk, 2023.
68. NOAA Climate Prediction Center. *ENSO and NAO Influence on Eurasian Climate*. 2024.
69. NOAA. *Climate Data Record: Air Temperature and Circulation Patterns, 1990–2023*. Washington, D.C., 2024.
70. Nováková, L., & Mikšovský, J. (2023). *Humidity variability and its effects on vegetation productivity in Central and Eastern Europe*. *Climate Research*, 92(1), 47–59.
71. Nováková, L., et al. (2023). *Frequency and intensity of extreme events in Eastern Europe: A 50-year analysis*. *Environmental Research Letters*, 18(2), 024017.
72. Polish Institute of Meteorology and Water Management (IMGW). *Flood Events in Central Europe: Lessons Learned*, Warsaw, 2021.
73. RCC SEE. *Regional Climate Risk Assessment for Southeastern and Eastern Europe*. Vienna, 2023.
74. Romania approved the National Strategy on Adaptation to Climate Change for 2024-2030. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.sustainability-today.ro/index.php/2024/08/19/romania-approved-the-national-strategy-on-adaptation-to-climate-change-for-2024-2030/>

75. Second National Climate Change Strategy (2014-2025). [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://leap.unep.org/en/countries/hu/national-legislation/second-national-climate-change-strategy-2014-2025?>
76. Sovacool, B. K. et al. (2022). *Climate change, migration, and adaptation in Eastern Europe. Environmental Research Letters*, 17.
77. Spinoni, J., et al. (2022). *Climate extremes and humidity patterns across Europe. Environmental Research Letters*, 17(9), 094011.
78. Spinoni, J., et al. (2022). *Compound weather and climate events in Europe. Weather and Climate Extremes*, 37, 100469.
79. Spinoni, J., et al. (2023). *Classification and trends of climate extremes in Europe based on the E-OBS dataset. Natural Hazards and Earth System Sciences*, 23(6), 2151–2170.
80. Spinoni, J., et al. (2023). *Climatic droughts and heavy precipitation events in Europe under observed and projected climate. Science of The Total Environment*, 870, 161785.
81. Ukrainian Hydrometeorological Center. *Клімат України у XXI столітті: тенденції температурних змін*. Київ, 2023.
82. UNEP. *Hydrological Balance under Climate Warming Scenarios*. Nairobi, 2022.
83. UNEP. *Water and Climate Risks in Eastern Europe*. Nairobi, 2022.
84. Walther, G.-R. *Ecological Responses to Recent Climate Change*. — Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2021.
85. WHO Regional Office for Europe. *Climate and Health in Europe 2021*. Copenhagen, 2021.
86. WHO. (2021). *Climate change and health: key facts*. World Health Organization.
87. World Meteorological Organization (WMO). *Extreme Heat and Cold Events in Europe: Assessment Report 2024*. Geneva, 2024.
88. World Meteorological Organization (WMO). *State of Climate in Europe 2023*. Geneva: WMO, 2023.
89. Zolina, O., & Simmer, C. (2022). *Regional trends in air moisture and precipitation over Europe. Journal of Climate*, 35(10), 3127–3145.
90. Zolina, O., & Simmer, C. (2022). *Regional trends in precipitation extremes over Europe. Journal of Climate*, 35(10), 3127–3145.
91. Zolina, O., et al. (2022). *Long-term changes in snow extremes and cold events over Eastern Europe. Climate Dynamics*, 59(4), 1897–1913.