

УДК 504.38:551.588.74(477)
 JEL: F64; Q54; Q57; Q58
 DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-9-12-18>

ГЛОБАЛЬНІ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЗМІН КЛІМАТУ ТА ЇХ ПРОГНОЗНА ДИНАМІКА В СЕРЕДНЬО- ТА ДОВГОСТРОКОВІЙ ПЕРСПЕКТИВАХ

©2023 ШЕВЧЕНКО О. В.

УДК 504.38:551.588.74(477)
 JEL: F64; Q54; Q57; Q58

Шевченко О. В. Глобальні еколого-економічні передумови змін клімату та їх прогнозна динаміка в середньо- та довгостроковій перспективах

Мета статті полягає в дослідженні глобальних трендів змін клімату, що є однією з найбільш актуальних загроз із довгостроковим негативним впливом на населення, навколишнє середовище та економіку. Проаналізовано вплив глобальних змін клімату на земельні ресурси, сільське господарство, лісове господарство, водні ресурси, надзвичайні ситуації тощо. Встановлено, що глобальні кліматичні зміни є однією з найгостріших проблем розвитку людства, ігнорування яких у довгостроковій перспективі призведе до занепаду економічного зростання. Окрім цього, зміни клімату можуть призвести до таких негативних наслідків, як збільшення частоти та інтенсивності природних лих, погіршення умов сільсько-господарського виробництва, загрози зміні в режимах водних ресурсів, високі температури, забруднення повітря та інше. У статті досліджуються причини антропогенного характеру, які призвели до глобальної проблеми змін клімату. Визначено основні причини й особливості прояву процесу глобального потепління та змін клімату. Охарактеризовано природні та антропогенні фактори, які впливають на глобальне потепління та зміни клімату. Наведено приклади кліматичних змін у різних регіонах світу, охарактеризовано їх наслідки. Представлено прогноз регіональних проявів глобальних змін клімату, який має важливе значення для регіонального розвитку та стратегічного планування. Прогнози допомагають розробляти адаптаційні стратегії та заходи для зменшення негативних наслідків і використання можливостей, що можуть виникнути внаслідок змін. Крім того, регіональний аналіз дозволяє визначити особливості впливу змін клімату на конкретні території та врахувати їх у розробці стратегій збалансованого розвитку, забезпечення безпеки населення та збереження природних ресурсів. Запропоновано підходи до визначення характеристик у контексті змін клімату в майбутньому, а також зазначено підходи до розроблення адаптаційної політики стосовно можливих наслідків у результаті змін клімату. Результати дослідження можуть бути використані керівниками місцевих органів влади для оцінки причин і наслідків глобального потепління й екстремальних погодних явищ, а також для формування політики адаптації до них.

Ключові слова: зміни клімату, викиди парникових газів, глобальне потепління, адаптація.

Рис.: 3. Табл.: 1. Бібл.: 11.

Шевченко Олександр Вікторович – кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри геодезії та картографії, Національний університет біоресурсів і природокористування України (вул. Героїв Оборони, 15, Київ, 03041, Україна)

E-mail: shevchenko_ov90@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1485-5646>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/U-1669-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200730186>

UDC 504.38:551.588.74(477)

JEL: F64; Q54; Q57; Q58

Shevchenko O. V. Global Ecological and Economic Preconditions of Climate Changes and their Forecast Dynamics in the Medium and Long Terms

The purpose of the article is to study global trends in climate change, which is one of the most pressing threats with a long-term negative impact on the population, environment and economy. The article analyzes the impact of global climate change on land resources, agriculture, forestry, water resources, emergencies, etc. It is defined that global climate change is one of the most acute problems of human development, ignoring which in the long run will lead to a leveling of economic growth. In addition, climate change can lead to various negative consequences, such as an increase in the frequency and intensity of natural disasters, worsening conditions for agricultural production, threatening changes in the regimes of water resources, high temperatures, air pollution, etc. The article examines the anthropogenic causes that have led to the global problem of climate change. The main causes and features of the global warming and climate change process are identified. The natural and anthropogenic factors that influence global warming and climate change are described. Examples of climate change in different regions of the world are given, and their consequences are characterized. The article presents a forecast of regional manifestations of global climate change, which is important for regional development and strategic planning. Forecasts help to develop adaptation strategies and measures to reduce the negative impacts and take advantage of opportunities that may arise as a result of changes. In addition, regional analysis makes it possible to determine the specifics of the impact of climate change on specific territories and take them into account in the development of strategies for balanced development, ensuring public safety and preserving natural resources. Approaches to determining the characteristics in the context of future climate change are proposed, as well as approaches to developing an adaptation policy in relation to possible consequences of climate change. The results of the study can be used by local government officials to assess the causes and consequences of global warming and extreme weather events, as well as to formulate adaptation policies.

Keywords: climate changes, greenhouse gas emissions, global warming, adaptation.

Fig.: 3. Tabl.: 1. Bibl.: 11.

Shevchenko Oleksandr V. – PhD (Economics), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Geodesy and Cartography, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine)

E-mail: shevchenko_ov90@ukr.net

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1485-5646>

Researcher ID: <https://www.webofscience.com/wos/author/record/U-1669-2017>

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57200730186>

Земля виступає головним базисом для життєзабезпечення та добробуту людей, включно з постачанням продовольства, прісної води та безліччю інших екосистемних послуг, у тому числі біологічною різноманітністю. У використанні ресурсів для потреб людства безпосередньо задіяно понад 70% вільної від льодяного покриву земної поверхні. При цьому земля відіграє важливу роль у кліматичній системі. Останніми десятиліттями зацікавленість до клімату та його змін надзвичайно збільшилась, адже клімат – одна з найважливіших характеристик природного довкілля людини та суспільства.

Зміни клімату стали однією з найважливіших і найбільш актуальних проблем сучасності. Збільшення температур, підвищення рівня моря, зміна погодних умов та інші наслідки кліматичних змін мають суттєвий вплив на життя людей і природне середовище. Зміни клімату тісно пов'язані з економічними аспектами, такими як втрати в сільському господарстві, зниження виробництва, витрати на адаптацію та зменшення вуглецевого впливу. Розуміння еколого-економічних наслідків є ключовим для прийняття ефективних політичних рішень. У зв'язку з цим дослідження змін глобального клімату є актуальним через свою спрямованість на розуміння й аналіз проблеми зміни клімату в комплексі еколого-економічних факторів та їхньої прогнозної динаміки на довгострокову перспективу, що має велике значення для сучасного суспільства та майбутніх поколінь.

Дослідженню особливостей та визначенню наслідків від глобальних кліматичних змін присвячено низку наукових праць, звітів IPCC Data Distribution Center, SERVIR, NOAA, CIAT, UNDP, CI:GRASP, International Partnership on Mitigation of MRV і Climate Change Knowledge Portal, а також робіт відомих вітчизняних і зарубіжних учених, серед яких: Н. Лобода, А. Польовий, С. Степаненко, Ю. Туниця, М. Хвесик, В. Шевчук, Є. Школьний, Р. Адамс, Г. Дейлі та інші. Проте потреба в економіко-правовому регулюванні зміни клімату на глобальному рівні, а також необхідність розгляду та прогнозування можливих масштабів, характеру та наслідків поки недостатньо розглядалися в українській науковій літературі, що вимагає подальших досліджень.

Мета статті полягає в дослідженні глобальних еколого-економічних факторів, які впливають на зміни клімату, а також в аналізі їх прогнозної динаміки в середньо- та довгостроковій перспективах.

Протягом останнього століття на планеті Земля відбувається поступове потепління, яке суттєво впливає на економічну родючість земельних ресурсів та ефективність аграрного виробництва загалом. Причому у світі зв'язок між підвищенням температур і безліччю вторинних наслідків стає все більш помітним.

Глобальну зміну клімату (потепління) пов'язують із аномальним посиленням дії природного атмосферного явища, яке називається парниковим

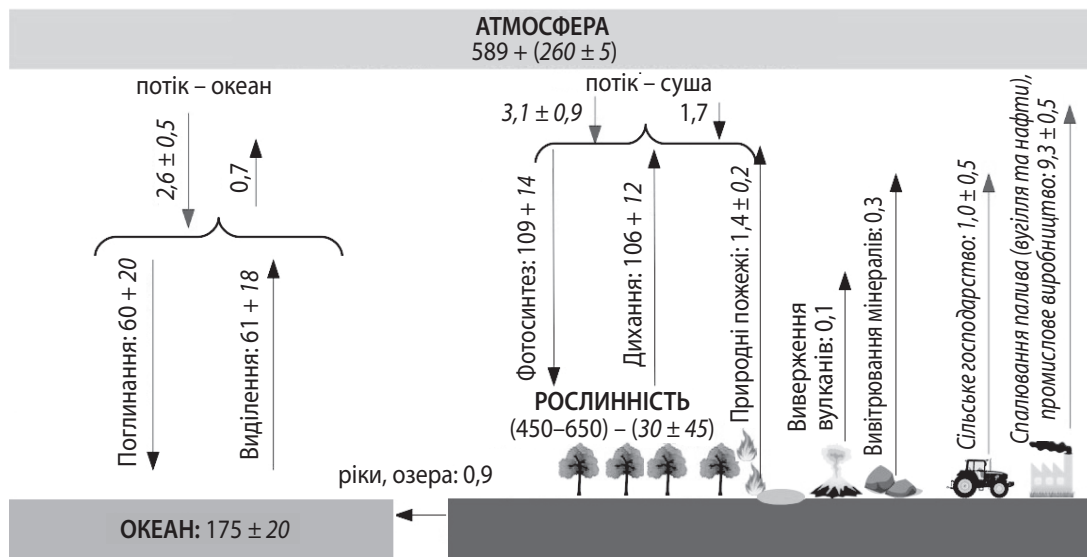
ефектом. Науковці стверджують, що за відсутності цього ефекту середня глобальна температура Землі нині становила б -18°C [1]. Останніми десятиліттями спостерігається аномальне збільшення концентрації парникових газів (водяна пара H_2O , діоксид вуглецю CO_2 , метан CH_4 , закис азоту N_2O , озон O_3 та інші техногенні гази) в атмосфері, що відбувається переважно через господарську діяльність людини.

Додаткове надходження вуглекислого газу в атмосферу може компенсуватися внаслідок біотичної регуляції, яка здійснюється екологічними системами біосфери (наприклад, поглинанням лісами). Проте через порушення структури біоти суші, у тому числі глобального біохімічного циклу вуглецю загалом, надмірна частка вуглекислого газу в атмосфері лише зростає. Навіть попри те, що майже половина викидів діоксиду вуглецю, зумовлених антропогенною діяльністю, поглинається океанами та рослинністю, атмосферні рівні продовжують зростати на понад 10% за кожні 20 років. Із середини ХХ століття концентрація CO_2 в атмосфері зросла з 310 до 416 ppm [3].

Зростання концентрації парникових газів призводить до посилення парникового ефекту, що спричинює зміну теплового балансу Землі. Причини зростання концентрації парникових газів, у тому числі CO_2 , поділяють на природні (лісові пожежі, вулканічні виверження, дихання живих організмів, гниття біомаси тощо) та антропогенні (викиди при спалюванні різних видів палива, виробництві цементу, зменшення поглинання CO_2 через скорочення площі лісів тощо). За оцінками експертів ООН, антропогенний парниковий ефект на 57% зумовлений видобуванням паливних матеріалів і виробництвом енергії, на 20% – промисловим виробництвом, на 9% – зникненням лісів та на 14% – сільським господарством (рис. 1) [2]. Близько половини цих антропогенних емісій CO_2 поглинається наземними екосистемами та океаном, але друга половина вуглецю потрапляє в атмосферу, де з року в рік відбувається його накопичення.

Глобальне потепління на значній частині земної кулі розпочалося приблизно з кінця ХІХ століття (орієнтовно в 1870-ті рр.), яке посилюється на початку ХХ століття (особливо в 1910–1940 рр. – потепління Арктики), а потім у другій половині ХХ століття та продовжується в теперішній час. Інструментальні метеорологічні спостереження з кінця ХІХ століття демонструють тренд на збільшення температури поверхні Землі (рис. 2). З 1850 р. до 2020 р. вона виросла майже на $1,2^{\circ}\text{C}$, у тому числі із середини ХХ століття – на $0,8^{\circ}\text{C}$.

Одночасно зі зростанням температури зменшується сукупна маса льодовиків та підвищується рівень Світового океану. Так, за даними супутникової альтиметрії та океанографії, з початку 1990-х років відбувається підвищення рівня на 3,3 мм щорічно. Загалом, з 1993 р. рівень Світового океану зріс на 10,08 см.



Примітка: прямий шрифт – доіндустріальний етап; курсив – зміни в індустріальний період.

Рис. 1. Спрощений баланс вуглецю в атмосфері, млрд тонн на рік

Джерело: складено за [3; 4].

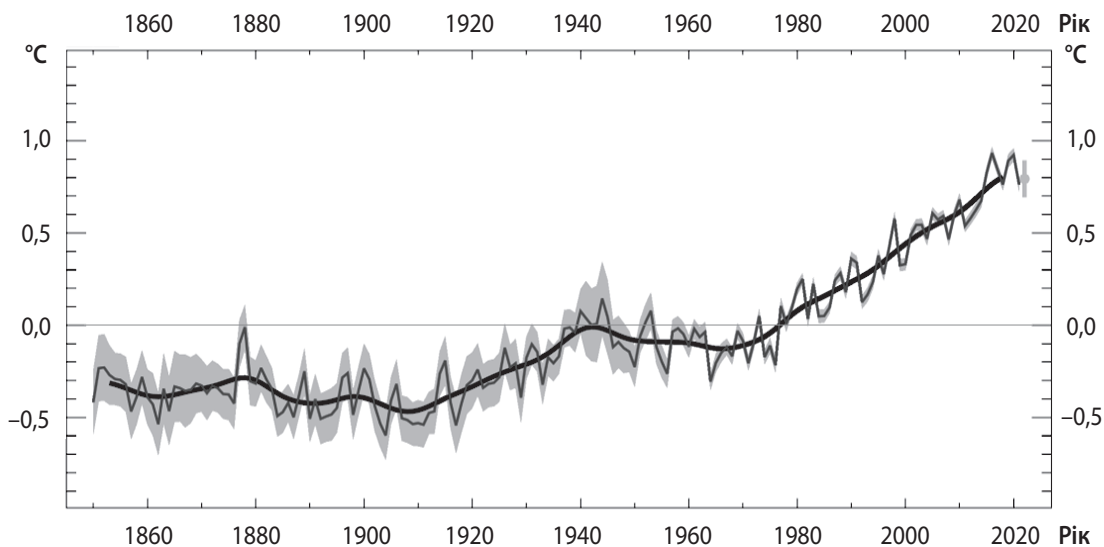


Рис. 2. Відхилення середньорічної температури земної поверхні від середньої за період 1961–1990 рр. за даними прямих вимірів, °С

Джерело: складено за [4; 5].

Крім того, вода в океані поступово окислюється та нагрівається. За даними міжнародного енергетичного агентства, тільки за 2018 р. теплоутримання океану до глибини 2000 м зросло на 25 зетаджоулів, що в 42 рази перевищує сумарне світове енергоспоживання у 2017 р. від усіх джерел [6]. При цьому, таке зростання триває майже безперервно з 1950 р.

Багато вчених-кліматологів у всьому світі стверджують, що із імовірністю 99–100% причиною підвищення температури Землі є посилення парникового ефекту земної атмосфери, тобто через теплове випромінювання зменшення віддачі теплоти в космос і, відповідно, утримання більшої кількості тепла біля земної поверхні. Нині внаслідок глобального еконо-

мічного зростання антропогенні викиди парникових газів порівняно з 1950 р. зросли в 3,4 разу. Адже за цей період чисельність населення зросла приблизно в 3 рази, світова економіка – у 18 разів, споживання природних ресурсів – у 10 разів, споживання енергії – у 5 разів [7]. Основне зростання викидів припало на вуглекислий газ, показник якого зріс у 4,4 разу з 1950 р.

Отже, глобальні зміни клімату, що нині спостерігається, відбувається через зростання концентрації вуглецю (CO₂) в атмосфері та виникають, передусім, через антропогенні чинники. Такі зміни клімату призводять до різноманітних фізичних, еколого-економічних і соціально-гуманітарних

наслідків. Всесвітня метеорологічна організація до ключових негативних явищ відносить такі, як [8]: по-внені (у 2019 р. у всьому світі постраждали близько 35 млн осіб); загибель людей у результаті сильної спеки (у 2003 р. 70 тис. осіб у Європі, у 2019 р. 1,6 тис. осіб у США, Європі та Японії); вимушена міграція (у 2019 р. у всьому світі приблизно 2 млн осіб залишили свої житла через погодні катастрофи); окислення Світового океану та зменшення вмісту кисню (особливо в напівзакритих морях і лиманах); руйнування екосистем боліт і торфовищ; продовольча безпека (близько 821 млн осіб опинилися в зоні ризику голоду через посухи та урагани, які пройшли в попередні роки).

З початку 1980-х рр. міжнародні страхові компанії фіксують зростання кількості природних катастроф, стихійних лих і катаклізмів приблизно у 2,5 разу. Найчастіше несприятливі природні явища мали метеорологічний і гідрологічний характер (повінь, ураган, екстремальна спека, град, посуха тощо). З 1980-х рр. загальні завдані ними збитки оцінюються в майже 5 трлн дол. США [9]. При цьому, величина цих збитків з кожним роком зростає пропорційно зі зростанням кількості несприятливих подій.

За прогнозом Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), у XXI столітті середня глобальна температура і далі буде підвищуватиметься за всіх сценаріїв зміни концентрації CO₂. Різні соціальні та економічні зміни можуть призвести до суттєво різних майбутніх викидів вуглекислого газу

(CO₂), інших парникових газів і забруднювачів повітря до кінця століття. Від величини таких викидів будуть залежати тенденції глобального потепління.

У шостому звіті про оцінку змін клімату Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (МГЕЗК) представлено п'ять сценаріїв глобального потепління. Сценарії отримали назву SSP – *Shared Socioeconomic Pathways* (ССЕШ – спільні соціально-економічні шляхи). Ці SSP зараз використовуються як важливі вихідні дані для кліматичних моделей.

У рамках першого сценарію (SSP1-1.9) встановлено, що в період з 2021 по 2040 рр. середня температура поверхні Землі на 1,5 °C перевищить доіндустріальний рівень, а у 2041–2060 рр. і 2081–2100 рр. – на 1,6 та 1,4 °C відповідно. Другий (SSP1-2.6), третій (SSP2-4.5) та четвертий (SSP3-7.0) сценарії базуються на гіпотезі, виходячи з якої у 2021–2040 рр. глобальне потепління, з найбільшою ймовірністю, досягне 1,5 °C. Відмінності стосуються оцінок на 2041–2060 рр. (зростання відбудеться на рівні 1,7; 2,0; 2,1 °C відповідно) та на 2081–2100 рр. (1,8; 2,7; 3,6 °C). Нарешті, згідно з п'ятим сценарієм (SSP5-8.5), у 2021–2040 рр. середня температура поверхні Землі зростає на 1,6 °C, у 2041–2060 рр. – на 2,4 °C, а у 2081–2100 рр. – на 4,4 °C (рис. 3) [10].

Зміни в кліматичній системі впливають на соціальні та еколого-економічні системи. Наукове дослідження Глобального інституту МакКінсі (MGI, *McKinsey Global Institute*), яке було проведене у співпраці з Центром досліджень клімату Вудвелл (*Woods Hole Research Center*), а також з десятками організацій

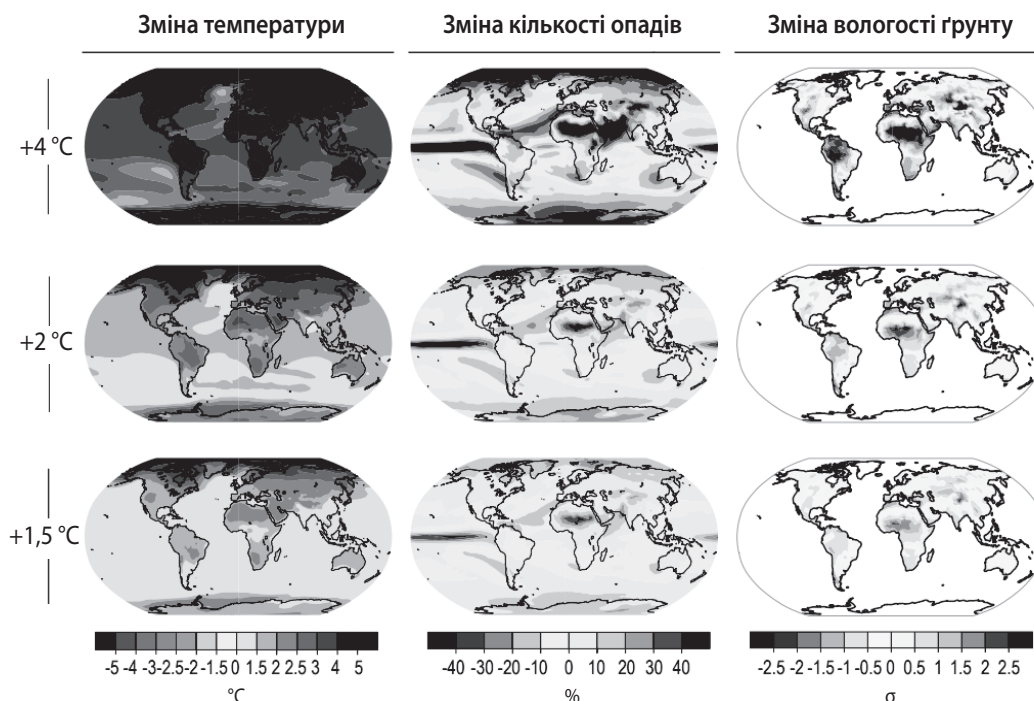


Рис. 3. Зміни глобальної температури, кількості опадів та вологості ґрунту

Джерело: складено за [10].

і сотнею експертів по всьому світу, виділяє для сценарію SSP5-8,5 такі ключові наслідки до 2050 р.: близько 0,7–1,2 млрд людей житимуть у зонах проходження смертельних «теплових хвиль» (екстремальна спека); із 35% ймовірністю, що хоча б один раз на десятиліття будуть відбуватися неврожаї сільськогосподарських культур (–15% від середнього по світу); у 2–4 рази зростуть збитки від повеней; на 45% земної поверхні відбудуться процеси, пов'язані зі змінами екосистем.

Міжнародне об'єднання страхових компаній (*CRO Forum*) оцінює наслідки потепління на 5 °C як катастрофічні. Це призведе до зростання у 300 разів кількості людей, які страждають від екстремальної спеки; зростання до 27,5 трлн дол. США витрат на захист прибережних об'єктів; збільшення в півтора рази площі території поширення малярії; значних збитків світовому ВВП і неможливості страхування більшості ризиків.

Зрозуміло, що прогнозна динаміка до кінця ХХІ століття суттєво залежить від сценарію глобального антропогенного впливу на кліматичну систему. У гіршому випадку кількість опадів може збільшитися приблизно на 20%. Така ж особливість і для тривалості мусонного періоду, адже він може стати довшим приблизно на 40 днів. Крім того, досить імовірною є географічна нерівномірність щодо збільшення рівня моря. У певних місцях земної кулі підвищення рівня води може значно відрізнятись від середнього. Зокрема, найменше підвищення слід очікувати там, де відбувається значний річковий стік і танення льодів, наприклад в Арктиці та в районі Балтійського моря (*табл. 1*). Основними діючими чинниками, які призводять до такого негативного явища, виступають динаміка течій, прогрівання вод, глибина прогріву тощо. Найбільше зростання рівня води слід очікувати в тропічних регіонах.

ВИСНОВКИ

Вищенаведені прогнози дають можливість стверджувати, що глобальні зміни клімату, скоріше за все, невідворотні. А вже наскільки ці зміни та їх наслідки будуть значними, залежить від того, які заходи зараз вживатиме людство. Існує два взаємопов'язані напрямки діяльності щодо боротьби зі зміною клімату та його наслідками – це адаптація до змін клімату та запобігання змінам клімату (за рахунок стабілізації концентрації та скорочення викидів парникових газів).

Перспектива зміни клімату має виключне значення для адаптації аграрного виробництва в усіх країнах світу:

- ✦ формування ефективної структури систем землекористування та структури посівних площ;
- ✦ використання наявних і виведення нових посухостійких сортів і гібридів;
- ✦ розроблення та використання вологозберігавальних технологій вирощування;

- ✦ використання водних ресурсів і систем меліорації;
- ✦ підвищення уваги до лісомеліоративних заходів тощо.

На відміну від адаптації до змін запобігання (мітігація, «mitigation») змінам клімату передбачає проактивний підхід. Скорочення антропогенних викидів парникових газів може бути досягнуто завдяки вжиттю таких заходів:

- ✦ скорочення споживання енергії (шляхом підвищення енергоефективності);
- ✦ перехід до вуглецево-нейтральної енергетики (найбільший викид в атмосферу вуглецю спричинює вугілля та нафта; проміжний – природний газ; мінімальний – електроенергія від сонячних, вітряних і гідроелектростанцій, а також «блакитний» і «зелений» водень, біометан і синтетичні палива на їх основі);
- ✦ уловлювання, використання та зберігання вуглецю (CCUS, carbon capture, utilisation and storage).

Реалізація кожного з цих заходів потребує великих витрат. Однак користь від цих затрат порівняно з оцінкою потенційної шкоди від зміни клімату є беззаперечною. ■

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. 520 с.
2. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.
3. Lüthi D. et al. High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature*. 2008. Vol. 453. P. 379–382. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature06949>
4. Sweet W. V. et al. Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States / National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services (NOAA). Maryland, USA. 2022. 111 p. URL: <https://aombpublicoceanservice.blob.core.windows.net/oceanserviceprod/hazards/sealevelrise/noaa-nos-techrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>
5. Temperature. Hadley Centre (HadCRUT4). University of East Anglia. URL: <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature>
6. Cheng L. et al. Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*. 2020. Vol. 37. P. 137–142. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
7. Geiger T. Continuous national Gross Domestic Product (GDP) time series for 195 countries: past observations (1850–2005) harmonized with future projections according the Shared Socio-economic Pathways (2006–2100). *Earth System Science Data*. 2018. Vol. 10. Iss. 2. P. 847–856. DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-10-847-2018>

Прогноз регіональних проявів глобальних змін клімату

| Регіон | Проекції основних змін |
|---|---|
| Арктика | Посилення потепління та танення льодовиків, значне збільшення до середини століття кількості опадів під впливом позатропічних циклонів |
| Північна Америка | Збільшення кількості опадів над північною частиною континенту в період позатропічних циклонів, збільшення екстремальної кількості опадів у період тропічних циклонів на західному узбережжі США та Мексики, у Мексиканській затоці та на східному узбережжі США та Канади |
| Центральна Америка та Карибський басейн | Зменшення середньої кількості опадів та збільшення кількості екстремальних опадів у період тропічних циклонів на східному та західному узбережжях |
| Південна Америка | Зміщення зони конвергенції Південної Атлантики на південь підвищує кількість опадів на південному сході, а також зменшення кількості опадів у центральній частині Чилі та їх зменшення на південному краю материка |
| Європа та Середземномор'я | Підвищення кількості екстремальних опадів і зниження повторюваності опадів, пов'язаних зі штормами у східній частині Середземномор'я |
| Африка | Збільшення кількості літніх мусонних опадів у Західній Африці, підвищення короткочасних опадів у Східній Африці через потепління Індійського океану, збільшення кількості екстремальних опадів на східному узбережжі (включно з Мадагаскаром) |
| Центральна та Північна Азія | Збільшення кількості літніх опадів, посилення зимового потепління в Північній Азії |
| Східна Азія | Збільшення кількості літніх мусонних опадів та інтенсивності опадів, тайфунів, зменшення дії позатропічних циклонів у середині зими |
| Західна Азія | Збільшення кількості екстремальних опадів на узбережжі Аравійського півострова, зменшення кількості опадів у північно-західних районах Азії внаслідок зсунення на північ траєкторій позатропічних циклонів |
| Південна Азія | Збільшення кількості літніх мусонних опадів та екстремальних опадів на узбережжі Бенгальської затоки та Аравійського моря |
| Південно-Східна Азія | Зменшення кількості опадів в Індонезії з липня по жовтень у зв'язку з потеплінням Індійського океану, збільшення кількості екстремальних опадів на узбережжі Південно-Китайського та Андаманського морів |
| Австралія та Нова Зеландія | Можливе збільшення кількості літніх мусонних опадів над північною частиною Австралії; посилення потепління, зменшення опадів у Новій Зеландії та Південній Австралії; збільшення кількості екстремальних опадів, пов'язаних з тропічними та позатропічними штормами |
| Тихоокеанські острови | Зміна тропічної зони конвергенції призведе до збільшення кількості опадів та їх екстремальності, пов'язаних із тропічними циклонами |
| Антарктида | Посилення потепління на Антарктичному півострові та в Західній Антарктиці, збільшення кількості опадів у прибережних районах як наслідок зсунення траєкторії штормів у бік полюса |

Джерело: складено за [11].

- WMO Provisional Statement on the State of the Global Climate in 2019 / ReliefWeb. 03.12.2019. URL: <https://reliefweb.int/report/world/wmo-provisional-statement-state-global-climate-2019-0>
- Risks posed by natural disasters / Munich RE. URL: <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>
- Technical Summary. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Masson-Delmotte V. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2021. 144 p. URL: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf
- IPCC Sixth Assessment Report. Working Group 1: The Physical Science Basis. Climate Change. Panel on Climate Change (IPCC). URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/resources/factsheets>

REFERENCES

- Cheng, L. et al. "Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019". *Advances in Atmospheric Sciences*, vol. 37 (2020): 137-142.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Geiger, T. "Continuous national Gross Domestic Product (GDP) time series for 195 countries: past observations (1850-2005) harmonized with future projections according the Shared Socio-economic Pathways (2006-

- 2100)". *Earth System Science Data*, vol. 10, no. 2 (2018): 847-856.
DOI: <https://doi.org/10.5194/essd-10-847-2018>
- "IPCC Sixth Assessment Report. Working Group 1: The Physical Science Basis. Climate Change. Panel on Climate Change (IPCC)". <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/resources/factsheets>
- Klimatychni zminy ta yikh vplyv na sfery ekonomiky Ukrainy* [Climatic Changes and Their Impact on the Economy of Ukraine]. Odesa: TES, 2015.
- Luthi, D. et al. "High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000-800,000 years before present". *Nature*, vol. 453 (2008): 379-382.
DOI: <https://doi.org/10.1038/nature06949>
- Otsinka vplyvu klimatychnykh zmin na haluzi ekonomiky Ukrainy* [Assessment of the Impact of Climate Change on the Branches of the Ukrainian Economy]. Odesa: Ekolohiia, 2011.
- "Risks posed by natural disasters". Munich RE. <https://www.munichre.com/en/risks/natural-disasters-losses-are-trending-upwards.html>
- Sweet, W. V. et al. "Global and Regional Sea Level Rise Scenarios for the United States". *National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services (NOAA)*. Maryland, USA. 2022. <https://aamb-publicoceanservice.blob.core.windows.net/oceanserviceprod/hazards/sealevelrise/noaa-nos-techrpt01-global-regional-SLR-scenarios-US.pdf>
- "Technical Summary". Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2021. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_TS.pdf
- "Temperature. Hadley Centre (HadCRUT4)". University of East Anglia. <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/temperature>
- "WMO Provisional Statement on the State of the Global Climate in 2019". *ReliefWeb*. December 03, 2019. <https://reliefweb.int/report/world/wmo-provisional-statement-state-global-climate-2019-0>