

УДК 504.38:551.588.74(477)

## **АДАПТАЦІЯ ДО ЗМІН КЛІМАТУ: НАСЛІДКИ, ВРАЗЛИВІСТЬ, РИЗИКИ**

*І. В. Трофимова, канд. фіз.-мат. наук  
(Інститут телекомунікацій і глобального  
інформаційного простору НАН України)*

*Запропоновано підходи до визначення характеристик в контексті змін клімату у майбутньому, а також зазначені підходи щодо розроблення адаптаційної політики по відношенню до можливих наслідків в результаті змін клімату. Представлено алгоритм розроблення плану заходів з адаптації до кліматичних змін.*

*Предложены подходы к определению характеристик в контексте изменений климата в будущем, а также выделены подходы относительно разработки адаптационной политики по отношению к возможным последствиям в результате изменения климата. Представлен алгоритм разработки плана мероприятий по адаптации к климатическим изменениям.*

*The approaches to determining the climate characteristics in the context of future climate change have been proposed, and approaches to the development of policies related to climate change impacts have been also emphasized. The algorithm of development of an action plan on adaptation to climate change has been presented.*

Ключовою проблемою імплементації Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (РКЗК ООН) є відсутність в Україні стратегії вирішення проблем, пов'язаних із зміною клімату, включаючи питання запобігання антропогенному впливу на кліматичну систему (тобто скорочення викидів парникових газів) та питання адаптації до зміни клімату.

Україна як одна із сторін рамкової конвенції ООН з питань зміни клімату, належно виконує зобов'язання за статтею 12 РКЗК ООН щодо підготовки і надання Національного кадастру викидів і поглинання парникових газів і Національного повідомлення з

питань зміни клімату, а також успішно реалізує «гнучкі механізми» Кіотського протоколу, які є інструментом реалізації РКЗК ООН на період з 2008 по 2012 рр.

У той же час, РКЗК ООН вимагає від її сторін підготовки, періодичного поновлення і, головне, — реалізації внутрішніх заходів із скорочення викидів парникових газів та збільшення їх поглинання, а також заходів з адекватної адаптації до зміни клімату. Питання адаптації до зміни клімату відображені, зокрема, у статті 2 та статті 4 (4.1(b,t,f), 4.8, 4.9) РКЗК ООН.

Четверта доповідь з оцінки Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (МГЕЗК) (2007 р.) [1] засвідчила, що зміна клімату вже відбувається, а її наслідки мають переважно негативний характер і будуть посилюватись у майбутньому. Це, насамперед, проявлятиметься у недостатній кількості та якості продовольства, питної води внаслідок численних проявів повеней, похашання і підвищення інтенсивності небезпечних гідрометеорологічних явищ, руйнування берегової зони. В результаті очікується швидке розповсюдження та зростання кількості небезпечних хвороб, їх можливі мутації. В свою чергу, це призведе до підвищення ризиків для здоров'я і життєдіяльності мільярдів людей, стійкого розвитку економіки.

Загалом регіон Європи та Центральної Азії (ЄЦА) є вразливим до наслідків зміни клімату [2]. Країни регіону стикаються з підвищеними температурами, зміною гідрологічних умов та більш частими та інтенсивними екстремальними явищами — посухами, повенями, бурями, лісовими пожежами тощо. Навіть вартість подолання наслідків стихійних лих істотно збільшились. За думкою провідних вчених, вже існуюча концентрація парникових газів в атмосфері слугує гарантією того, що подібні чи навіть більші зміни ще попереду — навіть якщо викиди  $\text{CO}_2$  в світі повністю припиняться.

Регіон ЄЦА, включаючи Україну, вже потерпає від серйозного дефіциту адаптації навіть до теперішнього клімату внаслідок поєднання соціально-економічних чинників та успадкованого з радянських часів нераціонального управління природоохоронною діяльністю. Хронічне нераціональне природокористування у поєднанні з інтенсифікацією техногенного навантаження різних галузей економіки радянської епохи, напевне, є найнебезпечнішим

спадком минулого, який дедалі збільшує вразливість навіть до помірнього глобального потепління.

Незважаючи на те, що наслідки зміни клімату вже відчуються, вони, на думку провідних міжнародних експертів, залишаться керованими протягом наступного десятиліття у регіоні ЄЦА. Це дає змогу Україні за достатньо короткий проміжок часу збільшити свою стійкість до зміни клімату шляхом зосередження уваги на першочергових заходах, які вже передбачені існуючими програмами соціально-економічного розвитку і прямо чи опосередковано спрямовані на підвищення здатності до адаптації.

Підходи до визначення характеристик майбутнього клімату.

Для оцінок наслідків зміни клімату необхідні основні складові інформації про те, як такі умови, як клімат, соціально-економічний розвиток і інші фактори навколишнього середовища будуть змінюватися у майбутньому із плином часу. Це викликає потребу у розробці сценаріїв (правдоподібних описів, без приписуваної ймовірності, можливих майбутніх станів певних параметрів) та «сюжетних ліній» (якісних, внутрішньо погоджених припущень щодо їх можливого розвитку у майбутньому) і інших характеристик майбутнього, часто з розбивкою в регіональному або місцевому масштабі.

У Спеціальній доповіді МГЕЗК про сценарії викидів (СДСВ) [3], опублікованому в 2000 році, представлені сценарії майбутніх викидів парникових газів, супроводжувані «сюжетними лініями» соціального, економічного та технологічного розвитку, які використовувалися в дослідженнях глобальних наслідків зміни клімату (рис. 1) [1].

Для формування базових глобальних сценаріїв зміни клімату використовуються МЗЦАО. Кліматичні сценарії враховують всі зазначені вище «сюжетні лінії», проте найбільша їх частина заснована на варіанті А2 (що передбачає високий рівень викидів) сценаріїв викидів СДСВ. У деяких побудованих на сценаріях дослідженнях вивчаються одиничні явища із широко розповсюдженими наслідками, такі як — різке припинення Північноатлантичної меридіональної перекидаючої циркуляції. Для деяких інших досліджень, особливо для емпіричного аналізу адаптації та уразливості, сценарії викидів СДСВ мають обмежене значення, тому враховані не були.

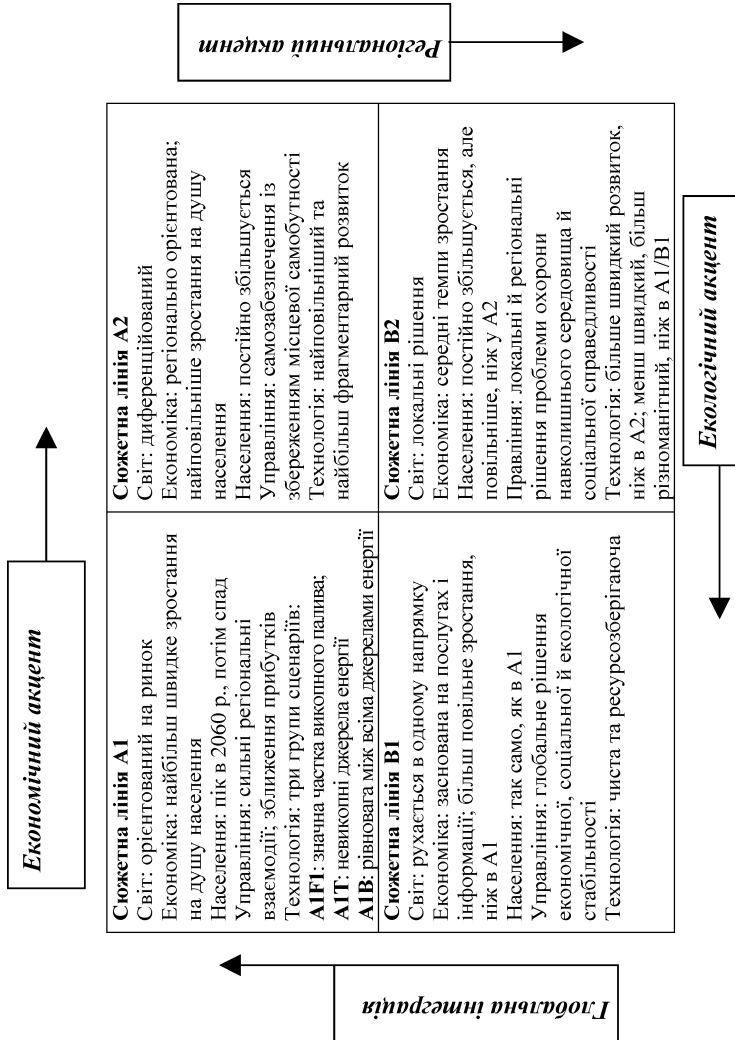


Рис. 1. Узагальнені характеристики чотирьох сюжетних ліній СДСВ [3].

Посилаючись на [1], слід зазначити, що далеко не в усіх розрахунках характеристик майбутнього клімату застосовувалися прогнози або сценарії соціально-економічних змін, змін у землекористуванні або інших екологічних змінах. Роль некліматичних факторів, таких як технологічні зміни та регіональна політика землекористування, як показують деякі дослідження, дуже важлива у визначенні кінцевих результатів.

Таким чином, розширення сфери сценаріїв, тобто чинників, варіації яких враховуються або не враховуються при їх розробці) призвело до появи широкого спектра потенційних майбутніх наслідків і пов'язаних з ними невизначеностей.

Крім того, «сюжетні лінії» СДСВ у теперішній час припускають, що конкретна політика щодо клімату у частині скорочення викидів парникових газів реалізовуватися не буде. Навіть без врахування політики зі скорочення викидів різниця між прогнозами потепління за альтернативними сценаріями викидів до кінця сторіччя може перевищити 2°C [1]. Можна припустити, що якщо врахувати варіанти скорочення викидів, різниці між прогнозами буде ще більш суттєвою.

Проводилося дуже мало досліджень наслідків зміни клімату з урахуванням стабілізації викидів парникових газів. Єдина причина цього полягає в тому, що дотепер проведено відносно небагато розрахунків за МЗЦАО зі стабілізацією, хоча цей фактор, як очікується, зменшить глобальне середнє потепління відносно базових рівнів викидів.

Для вивчення наслідків і адаптивних реакцій відносно екстремальних метеорологічних явищ моделей не існує. Можливо використовувати метод аналогів, тобто аналіз такого роду явищ, які мали місце в минулому. Просторові аналоги (регіони, де теперішній клімат є подібним на клімат, що очікується в досліджуваному регіоні в майбутньому) також можуть розглядатися як евристичний метод аналізу економічних наслідків, потреб в адаптації та ризиків, зокрема, для біорізноманіття.

Узагальнюючи вищезазначене та виходячи з аналізу найсучасніших наукових уявлень, можна зробити висновок, що ***ступінь невизначеності даних про майбутній клімат, наданих моделями викидів парникових газів і моделями загальної циркуляції атмосфери й океану (МЗЦАО), усе ще висока.***

На основі аналізу результатів розрахунків по МЗЦАО, територія України протягом поточного століття буде характеризуватися

як така, що має тенденцію до підвищення середньорічної температури повітря. Немає однозначної оцінки щодо змін у кількості опадів. Крім того, зміни у сезонному розподілі кількості опадів можуть бути суттєвими, що однозначно впливатиме на можливі наслідки для всіх секторів економіки і життєдіяльності.

Таким чином, існуючі сценарії зміни клімату на території України характеризуються ще більш високим ступенем невизначеності, ніж глобальні сценарії оскільки:

- Глобальні кліматичні моделі характеризуються значними розходженнями в оцінках сили ефекту різних зворотних зв'язків у кліматичній системі, особливо зворотних зв'язків із хмарами, поглинанням тепла океаном і зворотними зв'язками з вуглецевим циклом. Крім того, вірогідність сценаріїв є більш високою для деяких змінних (наприклад, температури) у порівнянні з іншими змінними (наприклад, опадів), і вона є більш високою для більш довгих часових періодів усереднення.
- Невизначеними є впливи аерозолів на величину реакції температури, а також на хмири та опади.
- На територію України попадає недостатня кількість вузлів розрахункової сітки МЗЦАО. Тобто є потреба у моделях «підсіткового» масштабу, на розроблення яких потрібен час, інтелектуальні і фінансові ресурси.
- Сучасний стан наукових знань поки що не дозволяє побудувати мезо-масштабні кліматичні моделі, які б уможливили отримання адекватного опису поточних кліматичних параметрів території України та надійних прогнозів змін клімату у майбутньому.
- Аналіз і моніторинг змін екстремальних явищ, включаючи посуху сильні вітри, екстремальні температури, інтенсивні опади тощо, являють собою набагато більш складне завдання у порівнянні з одержанням середніх кліматичних величин, оскільки потрібні більш довгі часові ряди даних з більшим просторовим і часовим розрешенням.
- Майбутні зміни в обсягах Гренландського та Антарктичного льодових щитів, є основним джерелом невизначеності, від якого залежать прогнози підвищення рівня моря. Невизначеність, пов'язана із проникненням тепла в океани, також підсилює невизначеність відносно майбутнього підвищення рівня моря. Тому, при проведенні оцінювання вразливості секторів еконо-

міки, екосистем до зміни клімату, прогнозуванні можливих наслідків на поточному етапі доцільно ґрунтувати на емпіричних передбаченнях майбутнього клімату, виходячи із існуючих тенденцій змін кліматичних параметрів.

Оскільки адаптація до зміни клімату передбачає розвиток регіонів з урахуванням вразливості і майбутніх ризиків, її метою на даному етапі має бути перехід від фрагментарних дій до попереджувальних і планомірних заходів.

Ключовим моментом розроблення стратегії і планів з адаптації є *включення питань зміни клімату у діючі і майбутні програми соціально-економічного розвитку регіону*, оскільки вразливість до зміни середніх кліматичних параметрів та до ризиків, пов'язаних із почастішанням екстремальних метеорологічних подій і стихійних лих, є частиною соціальної вразливості і прямо чи опосередковано враховуються у регіональних чи загальнодержавних програмах.

**Алгоритм розроблення плану заходів з адаптації до зміни клімату.**

Основи і послідовність розроблення плану адаптаційних заходів найбільш повно викладені у Технічному керівництві МГЕЗК з оцінки впливу зміни клімату та адаптації [4] та документі ПРООН/ГЕФ «Рамки адаптаційної політики щодо зміни клімату: розроблення стратегій, політики і заходів» [5].

Виходячи із міжнародного та національного досвіду, можна запропонувати такий алгоритм розроблення плану заходів з адаптації до зміни клімату:

- **Постановка проблеми.** Аналіз існуючих тенденцій зміни клімату в регіоні: тенденцій щодо усереднених кліматичних умов, що спостерігаються, тенденцій у мінливості, зміни у частоті і інтенсивності екстремальних метеорологічних явищ і стихійних лих. Визначення загроз: поточних та на коротко- та середньострокову перспективу. Цей етап має відбуватися із широким залученням до процесу зацікавлених сторін, включаючи осіб, які приймають рішення, науковців, бізнесових кіл, громадськості. *Без співпраці зацікавлених сторін розроблення адаптаційної стратегії і її подальша реалізація мають небагато шансів відбутися.*
- **Визначення поточних кліматичних ризиків.** Завдання не видається простим, оскільки методика кількісної оцінки кліматичних

ризиків ще має бути розроблена. Слід зазначити, що МГЕЗК тільки наприкінці 2011 р. має опублікувати Спеціальний звіт з управління ризиками екстремальних подій та стихійних лих у контексті попереджувальної адаптації.

- *Побудова сценаріїв зміни кліматичних параметрів для регіону.* На сьогоднішній день можна вважати моделі загальної циркуляції атмосфери й океану (МЗЦАО) найбільш досконалим інструментом для побудови сценаріїв зміни клімату. Ці моделі дозволяють отримати оцінки кліматичних параметрів для упорядкованої сітки точок по усій Земній кулі, проте ступінь невизначеності даних про майбутній клімат, наданих МЗЦАО досі є високою.

Оскільки існують більше десяти моделей і, до того ж до них закладаються різні «сюжетні лінії», зокрема що майбутніх викидів парникових газів, і різні параметризації природних процесів, доцільно розробляти регіональні сценарії по «ансамблю» даних розрахунків по МЗЦАО.

\* \* \*

1. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. ([http://ipcc.ch/publications\\_and\\_data/](http://ipcc.ch/publications_and_data/))

2. Adapting to Climate Change in Europe and Central Asia. World Bank, 2009. — 116 pp.

3. IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES). IPCC, 2000 — Nebojsa Nakicenovic and Rob Swart (Eds.). University Press, UK. pp 570.

4. IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations with a Summary for Policy Makers and a Technical Summary. 1994 — T. R. Carter, M. L. Parry, H. Harasawa, S. Nishioka. Department of Geography, University College London, UK and the Center for Global environmental Research, National Institute for Environmental Studies, Japan. pp 59.

5. UNDP on behalf of the Global Environment Facility. Adaptation Policy Frameworks (APF) for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures. (<http://www.undp.org/climatechange/adapt/apf.html#s1>).

**Отримано: 30.03.2011 р.**