

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-361-29>
УДК 502.131.1:551.583:005.334

РУДА МАРІЯ

Національний університет «Львівська політехніка»
<https://orcid.org/0000-0003-0590-4589>
e-mail: mariia.v.ruda@lpnu.ua

ШИБАНОВА АЛЛА

Національний університет «Львівська політехніка»
<https://orcid.org/0000-0003-0364-7056>
e-mail: alla.m.shybanova@lpnu.ua

КОЗАК МИКОЛА

Національний університет «Львівська політехніка»
<https://orcid.org/0009-0004-6335-0996>
e-mail: mykola.i.kozak@lpnu.ua

СИСТЕМНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНКИ ТА УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ КЛІМАТИЧНОЇ ЗМІНИ

На основі аналізу сучасних теоретичних і методологічних підходів до оцінки та управління кліматичними ризиками встановлено, що міжнародна наукова спільнота перейшла від концепції ізольованого аналізу окремих небезпек до інтегрованих підходів, що поєднують фізичні, соціально-економічні та інституційні виміри ризику, створюючи підґрунтя для політик, спрямованих на кліматичну адаптацію та сталий розвиток. Запропонована комплексна перспектива ризику кліматичної зміни охоплює повний спектр кліматичних небезпек та враховує їх взаємодію з некліматичними загрозами; ризик розглядається як багатовимірне явище, що формується унаслідок каскадних процесів і нелінійних взаємозв'язків між підсистемами. Такий науковий підхід формує методологічну основу для розроблення стратегій адаптації та відновлення, а також створює підґрунтя для подальшого впровадження інноваційних інструментів у національну кліматичну політику та практику екологічного управління.

Ключові слова: ризик, кліматична зміна, екологічна політика, кліматична адаптація, сталий розвиток

RUDA MARIA, SHYBANOVA ALLA, KOZAK MYKOLA

Lviv Polytechnic National University

A SYSTEMIC APPROACH TO CLIMATE CHANGE RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT

Climate change affects the agricultural sector, energy systems, and transit infrastructure, leading to both domestic and transboundary consequences. Therefore, risk assessment and management should be based on a systemic approach that takes into account global interdependencies, the cross-border nature of climate threats, and the need for regional cooperation to enhance the resilience of socio-ecological systems. The aim of this study is to develop a scientifically grounded methodology for comprehensive assessment and management of climate risks, considering ecosystem, socio-economic, and spatial factors in the context of Ukraine's sustainable development. Based on the analysis of modern theoretical and methodological approaches to climate risk assessment and management, it has been established that the international scientific community has shifted from the concept of isolated analysis of individual hazards to integrated approaches that combine physical, socio-economic, and institutional dimensions of risk. This creates a foundation for policies aimed at climate adaptation and sustainable development. In the process of Comprehensive Risk Assessment (CRA), both current and potential future states of systems are analyzed, enabling decision-making that accounts for environmental dynamics and possible development scenarios. A clear definition of objectives, criteria, and values against which the risk is assessed forms the foundation for planning measures aimed at risk reduction and enhancing system resilience. The proposed comprehensive perspective on climate change risk encompasses the full spectrum of climate-related hazards and considers their interaction with non-climatic threats. Risk is viewed as a multidimensional phenomenon shaped by cascading processes and nonlinear interconnections among subsystems. Such a scientific approach forms the methodological basis for developing adaptation and recovery strategies oriented toward resilience, inclusiveness, and equity, while also providing a foundation for the further integration of innovative tools into national climate policy and environmental governance practices.

Keywords: risk, climate change, environmental policy, climate adaptation, sustainable development.

Стаття надійшла до редакції / Received 27.11.2025

Прийнята до друку / Accepted 11.01.2026

Опубліковано / Published 29.01.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Руда Марія, Шибанова Алла, Козак Микола

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Кліматичні ризики все частіше набувають транскордонного характеру, оскільки їхні наслідки поширюються через фізичні, економічні та соціальні зв'язки між країнами. У глобалізованому світі навіть локальні події — такі як повені, посухи чи лісові пожежі — можуть запускати каскадні ефекти, що впливають на регіональні та міжнародні системи постачання, енергетичну безпеку, фінансову стабільність і міграційні процеси. Ці ризики виходять за межі національних кордонів, що істотно ускладнює їх управління і вимагає координації дій на міждержавному рівні.

Високий рівень взаємозалежності економік та критичної інфраструктури посилює ризик нелінійних переходів і каскадних збоїв, які складно прогнозувати. Це особливо актуально для України, де наслідки зміни клімату позначаються на аграрному виробництві, енергетиці та транзитній інфраструктурі, створюючи як внутрішні, так і транскордонні загрози.

Тому оцінка та управління кліматичними ризиками мають базуватися на системному підході, який враховує глобальні взаємозалежності, транскордонну природу кліматичних загроз і потребу в регіональній співпраці для зміцнення стійкості соціоекологічних систем.

Аналіз досліджень та публікацій

У сучасній науковій літературі кліматичний ризик розглядається як динамічний системний процес, що поєднує кліматичні та некліматичні небезпеки, експозицію, вразливість, адаптивний потенціал і ціннісно-інституційні чинники розвитку [1; 2]. У доповіді IPCC AR6 запропоновано концепцію Climate-Resilient Development Pathways (CRDP), яка інтегрує адаптацію, пом'якшення наслідків і досягнення Цілей сталого розвитку, підкреслюючи вплив траєкторій розвитку на формування ризику [1].

Важливим напрямом є концепція Loss and Damage (L&D), що розглядає втрати й збитки від зміни клімату як окремий елемент міжнародного кліматичного режиму [3; 4]. У працях [5; 6] систематизовано підходи до L&D і сформовано основу концепції Comprehensive Climate Risk Management (CRM), яка поєднує заходи запобігання, адаптації, страхування та управління залишковими ризиками.

Оновлений *Climate Risk Sourcebook* (CR-SB), підготовлений консорціумом GIZ та наукових партнерів, надає детальний методичний каркас для CRA та CRM, включаючи модульну структуру оцінки ризиків, інтеграцію кліматичних сценаріїв, аналіз вразливості та розроблення комплексу заходів [7; 8]. Важливим елементом цієї школи є *метод ланцюгів впливу* (impact chains), який дозволяє зв'язати кліматичні небезпеки з біофізичними й соціально-економічними чинниками та відобразити «шлях» формування ризику від джерела до кінцевих наслідків [9].

Паралельно посилюється увага до *системного* кліматичного ризику. У роботі [10] проаналізовано, як локальні кліматичні впливи (посухи, повені, екстремальна спека) можуть через ланцюги взаємозв'язків у глобальних ланцюгах постачання, фінансових ринках та соціальних системах перетворюватись на ризики, здатні підривати досягнення Цілей сталого розвитку. Авторами виокремлено ключові канали передачі системних ризиків (торгові, фінансові, міграційні, політичні), показуючи, що традиційні інструменти оцінки ризику часто «обрізають» ці ланцюги на межах окремих секторів чи юрисдикцій [10].

Системний ризик розглядається також у контексті *трансформаційних змін*, підкреслюючи, що зростаюча взаємопов'язаність інфраструктур, фінансових систем і екосервісів робить «точкові» заходи недостатніми [11]. Замість цього пропонується переходити до асиметричних стратегій, орієнтованих на зниження вразливості критичних вузлів системи, підвищення гнучкості інституцій і впровадження сценарного планування.

У межах IPCC AR6 системний ризик розглядається через призму CRDP: наголошується, що певні траєкторії розвитку можуть замикати суспільство в стані високого ризику («lock-in»), наприклад, через продовження залежності від карбонових технологій, урбанізацію у зонах підвищеної небезпеки чи деградацію екосистем [1; 2]. Основна увага акцентується на соціальних вимірах кліматичної справедливості, підкреслюючи, що нерівний розподіл вразливості та адаптивних можливостей посилює системний характер ризиків [12].

Методологічно сучасні підходи до CRA/CRM поєднують кількісні моделі (фізичні, економетричні, агент-орієнтовані) з якісними методами (інтерв'ю, фокус-групи, експертні оцінки, рольові ігри). Запропоновано «людино-центричну» метрику ризику на основі добробуту (well-being), яка дозволяє оцінювати не лише фізичні збитки, а й зміни у можливостях та життєвих сценаріях домогосподарств [9]. Це наближає оцінку кліматичного ризику до рамок справедливості й прав людини, що особливо актуально для контекстів, де конфлікти, економічна криза та екологічна деградація накладаються один на одного.

Попри значний прогрес, у сучасній літературі зберігаються суттєві прогалини. По-перше, більшість рамок CRM/CRDP розроблені на прикладі відносно стабільних країн, тоді як контексти воєнних дій, масового руйнування інфраструктури й екоциду (як в Україні) лише починають осмислюватися в наукових публікаціях. По-друге, інструменти системного аналізу ризику (impact chains, матриці міжсекторальних залежностей, просторові моделі ланцюгів постачання) рідко поєднуються з правовими й інституційними аналізами національного законодавства та міжнародних режимів відповідальності [3; 4; 10]. По-третє, ще недостатньо розроблені інтегровані підходи, які одночасно враховують природоорієнтовані рішення, еколого-економічну оцінку втрат і збитків, механізми фінансування відновлення та інструменти локальної участі.

Формулювання цілей статті

Метою даної роботи є формування науково обґрунтованої методології комплексного оцінювання та управління кліматичними ризиками з урахуванням екосистемних, соціально-економічних і просторових чинників у контексті сталого розвитку України.

Виклад основного матеріалу

Виходячи з наведених міркувань, запропоновано структуру ризику (рис. 1), побудовану на засадах концепцій зменшення ризику катастроф (DRR) та адаптації до зміни клімату (CCA). Ця структура розширює існуючі підходи, формуючи комплексну перспективу ризику, що враховує системну взаємопов'язаність природних, соціальних і техногенних чинників у контексті зміни клімату.

У центрі концепції розташовано ризик — потенційні несприятливі наслідки для людини або екологічних систем, спричинені кліматичними небезпеками у поєднанні з іншими загрозами. Ризик визначається взаємодією небезпек, впливу та вразливості, які постійно змінюються під впливом кліматичних і соціоекономічних чинників (рис. 1). У процесі комплексної оцінки ризику (CRA) аналізуються як поточні, так і потенційні майбутні стани систем, що дає змогу приймати рішення з урахуванням динамічності середовища та можливих сценаріїв розвитку подій. Чітке визначення цілей, критеріїв та цінностей, відносно яких оцінюється ризик, є основою для планування заходів зі зменшення ризику та підвищення стійкості систем.

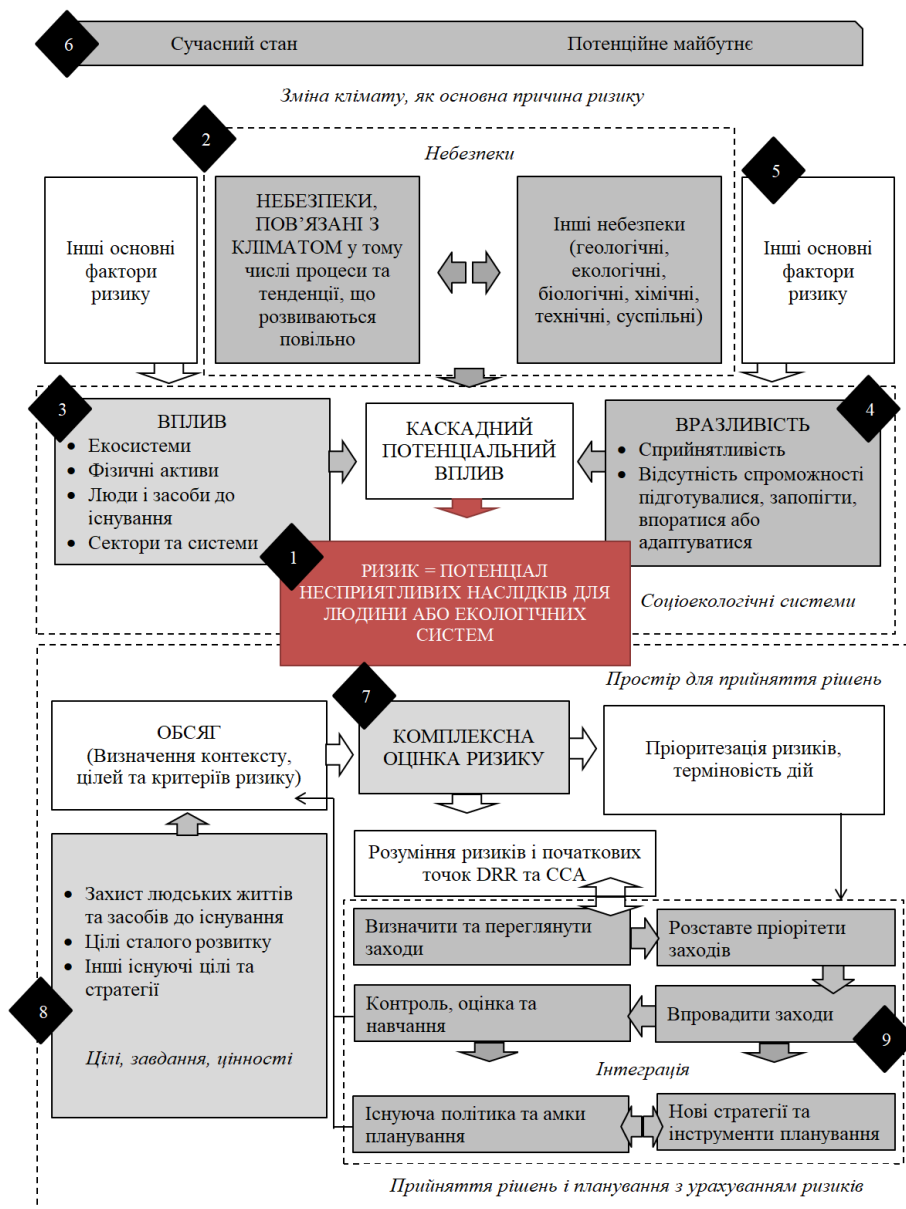


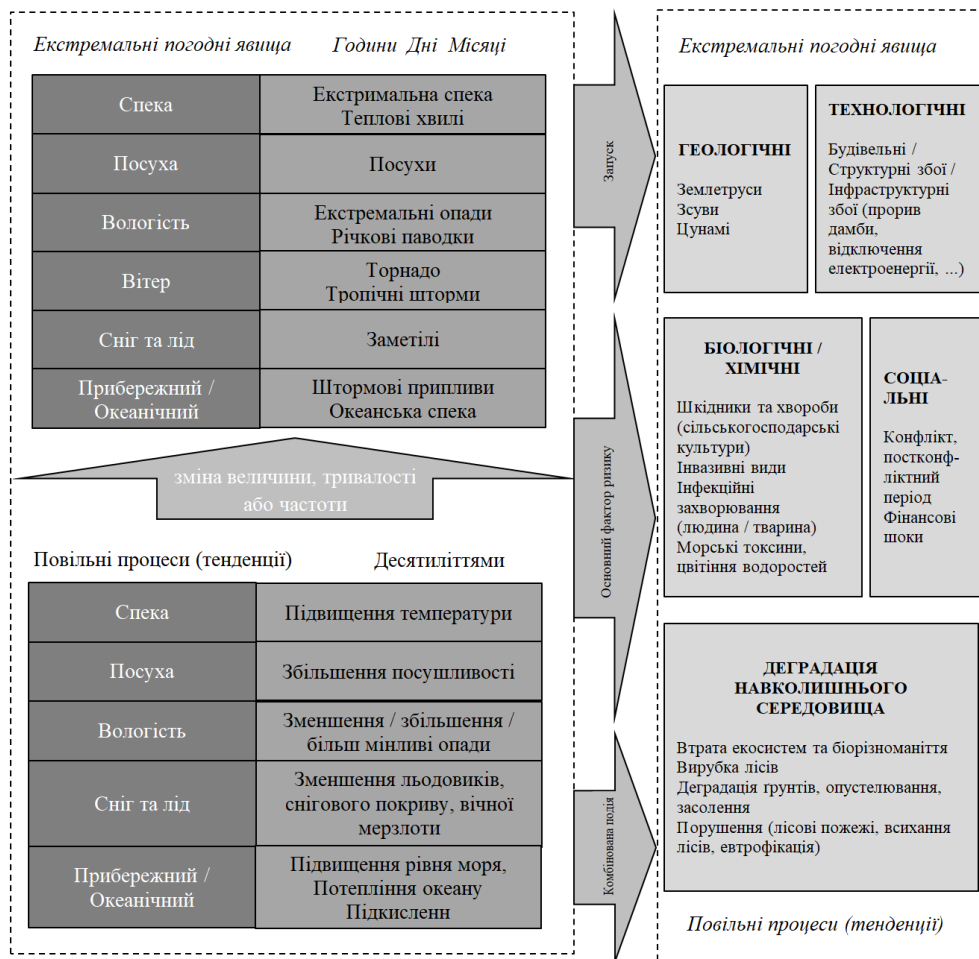
Рис. 1. Структура для CRA та планування в контексті зміни клімату: ризик та його першопричини (верхня частина) та оцінка ризику при прийнятті рішень, та адаптація на основі екосистем (нижня частина) [на основі літературних джерел з доопрацюванням авторів]

Концепція зосереджена навколо ризику (1). Ризик – це потенційні несприятливі наслідки для людини або екологічних систем, викликані небезпеками, пов'язаними з кліматом, у поєднанні з іншими небезпеками (2), що призводить до каскадного потенційного впливу. Ризик визначається факторами впливу (3) і вразливості (4) на додаток до небезпек. Зміна клімату та інші чинники ризику (5) вже змінюють небезпеки, вразливість і вплив. Ризик для поточного стану, а також для потенційних майбутніх станів (6) оцінюється в CRA (7). Чітко визначені цілі та цінності є цільовою системою, відносно якої оцінюються ризики (визначення контексту, цілей і критеріїв ризику для оцінки ризику) (8). Оцінка ризику спільно розроблена та реалізована в контексті прийняття рішень та планування з урахуванням ризиків і зосереджена на визначенні та інтеграції заходів зі зменшення ризику (9).

Запропонована перспектива узгоджується з підходами Глобальної структури оцінки ризиків (Global Risk Assessment Framework, GRAF), ініційованої UNDRR для підтримки країн у використанні даних про ризики, включно з кліматичними. Вона охоплює повний спектр кліматичних небезпек – від екстремальних подій до повільних процесів і тенденцій – та враховує їх взаємодію з некліматичними загрозами (рис. 2). Таким чином, ризик розглядається як багатовимірне явище, що формується унаслідок каскадних процесів і нелінійних взаємозв'язків між підсистемами.

Комплексна оцінка ризиків, орієнтована на підтримку прийняття рішень і планування в умовах зміни клімату, має базуватись на фактичних даних, аналітичних моделях і принципах управління ризиками. У цьому контексті вона виконує функцію управлінського інструменту, який дозволяє розробляти політики, стратегії й заходи для зменшення ймовірності або масштабів потенційних несприятливих наслідків [7]. Відповідно до стандартів ISO [8–11], це відповідає етапу «оброблення ризику», коли оцінка результатів переходить у практичні дії.

ПОВ'ЯЗАНІ З КЛІМАТОМ НЕБЕЗПЕКИ



ЗМІНА КЛІМАТУ ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР РИЗИКУ

Рис. 2. Ключові небезпеки та їх взаємозв'язок, які можна розглядати в рамках комплексного підходу до ризику [на основі літературних джерел з доопрацюванням авторів]

Ефективна оцінка ризику потребує зворотного підходу: замість зосередження лише на виявленні загроз слід визначати, якої інформації бракує для запобігання, мінімізації чи усунення ризиків, а також для забезпечення сталого розвитку без створення нових небезпек.

На етапі визначення обсягу формулюються мета, політика й тип оцінки ризику, релевантні до контексту зміни клімату. Далі, під час ідентифікації та аналізу ризиків, виявляються уразливі місця та ключові фактори впливу за участю фахівців із різних галузей. На етапі оцінки ризику визначаються “гарячі точки” небезпек, пріоритети дій та терміновість реагування, що забезпечує основу для планування адаптаційних і превентивних заходів.

Таким чином, процес оцінки, розроблення та впровадження заходів зі зменшення ризику є не лінійною послідовністю, а ітеративним, орієнтованим на цінності та комунікативним процесом, який інтегрує наявні практики управління ризиками у реальний контекст прийняття рішень і просторового планування. Комплексний підхід до ризику дозволяє врахувати взаємозалежність кліматичних і некліматичних чинників, підтримуючи формування стійких систем управління у глобально взаємопов'язаному світі.

Висновки з даного дослідження

і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Проведений аналіз сучасних теоретичних і методологічних підходів до оцінки та управління кліматичними ризиками показав, що міжнародна наукова спільнота перейшла від концепції ізольованого аналізу окремих небезпек до інтегрованих системних рамок (*Comprehensive Climate Risk Management, Climate-Resilient Development Pathways*). Такі підходи поєднують фізичні, соціально-економічні та інституційні виміри ризику, створюючи підґрунтя для політик, які одночасно спрямовані на адаптацію, пом'якшення та сталий розвиток [1; 3; 7; 9].

Отримані результати підтверджують, що ефективне управління кліматичними ризиками можливе лише за умови:

- міждисциплінарного поєднання екологічних, економічних, правових і соціальних підходів;

- інтеграції CRM у національні системи планування розвитку, просторового планування та екологічної політики;
- активного залучення місцевих громад, підприємств та органів влади у процеси оцінки ризиків і розроблення заходів адаптації;
- розвитку механізмів фінансування та страхування втрат і збитків, що базуються на принципах справедливості та «polluter pays» [4; 6; 10].

В умовах України ці положення набувають особливого значення. Поєднання наслідків воєнних дій, деградації екосистем і впливу глобальних кліматичних змін формує унікальний спектр ризиків, що вимагає створення адаптованої системи моніторингу, оцінки та управління кліматичними і екологічними ризиками. Запропонований у статті підхід дозволяє інтегрувати міжнародні рамки (CRM, CRDP, CRA) із національними нормативно-правовими актами, а також застосовувати природоорієнтовані рішення як інструмент зниження вразливості ландшафтних систем.

Новизна підходу полягає, зокрема, у поєднанні:

- системного аналізу ланцюгів впливу (від джерел небезпек до втрат і збитків);
- оцінки екосистемних послуг та потенціалу природоорієнтованих рішень;
- юридично-інституційного аналізу українського та міжнародного регулювання;
- акценту на повоєнному відновленні й кліматичній та екологічній справедливості.

Це дозволяє частково заповнити ідентифіковані в міжнародній літературі прогалини та сформулювати методичне підґрунтя для політик адаптації й відновлення, орієнтованих одночасно на стійкість, справедливість і трансформаційні зміни.

Перспективи подальших досліджень полягають у:

1. Розробленні просторових моделей взаємозв'язку кліматичних небезпек, деградаційних процесів та екосистемних послуг для українських регіонів.
2. Формуванні методик кількісної оцінки системного кліматичного ризику з урахуванням каскадних ефектів між секторами (енергетика, транспорт, продовольча безпека).
3. Дослідженні ефективності природоорієнтованих рішень (NbS) у зниженні акустичних, ерозійних та теплових ризиків у транспортно-промислових ландшафтах.
4. Створенні національної бази даних втрат і збитків (*Loss & Damage database*) як елемента державної системи моніторингу кліматичних ризиків.
5. Вивченні потенціалу включення індикаторів кліматостійкості до стандартів управління якістю ISO 9001:2015 та систем екологічного менеджменту ISO 14001.

Таким чином, запропонований науковий підхід формує методологічну основу для розроблення стратегій адаптації та відновлення, орієнтованих на стійкість, інклюзивність і справедливість, а також створює підґрунтя для подальшого впровадження інноваційних інструментів у національну кліматичну політику та практику екологічного управління.

References

1. Schipper, E.L.F., Revi, A., Preston, B.L. et al. (2022). *Chapter 18: Climate-Resilient Development Pathways*. In: IPCC, *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. (research-portal.uea.ac.uk)
2. IPCC (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policymakers and Selected Chapters*. Intergovernmental Panel on Climate Change. ([ResearchGate](https://www.researchgate.net/publication/360131111))
3. Mechler, R., Bouwer, L.M., Schinko, T., Surminski, S., Linnerooth-Bayer, J. (eds.) (2018). *Loss and Damage from Climate Change: Concepts, Methods and Policy Options*. Springer, Cham. ([SpringerLink](https://www.springer.com))
4. Boda, C.S. (2021). Loss and damage from climate change and implicit assumptions of sustainable development. *Climatic Change*, 167, 45. ([SpringerLink](https://www.springer.com))
5. Mechler, R. et al. (2019). *Climate Risk Management Framework for India: Addressing Loss & Damage*. GIZ / National Institute of Disaster Management (NIDM). (nidm.gov.in)
6. UNDRR (2022). *Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change*. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. ([undrr.org](https://www.undrr.org))
7. Zebisch, M., Renner, K., Pittore, M. et al. (2023). *Climate Risk Sourcebook (CR-SB): A Guide for Integrated Climate Risk Assessment*. GIZ / Eurac Research. (pure.iiasa.ac.at)
8. GIZ (2024). *Climate Risk Sourcebook – Conceptual Framework and Applications for Development Cooperation*. AdaptationCommunity.net. ([Adaptation Community](https://adaptationcommunity.net))
9. Menk, L., et al. (2022). What's at stake? A human well-being based proposal for defining and assessing climate risk. *Frontiers in Climate*, 4, 1032886. ([Frontiers](https://www.frontiersin.org))
10. Ciullo, A., Franzke, C.L.E., Scheffran, J., Sillmann, J. (2025). Climate-driven systemic risk to the sustainable development goals. *PLOS Climate*, 4(1), e0000564. ([PLOS](https://www.plos.org))
11. Hochrainer-Stigler, S., et al. (2024). Managing systemic risk through transformative change. *One Earth*, 7(4), 400–414. ([ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com))
12. Schipper, E.L.F. et al. (2022). *Climate-Resilient Development Pathways – Supplementary Material (Chapter 18SM), including Cross-Chapter Box GENDER*. In: IPCC AR6 WGII. ([ipcc.ch](https://www.ipcc.ch))