МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ

Н А К А З

_____ 20__ р. Київ № _____

Про затвердження Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату

Відповідно до підпункту 8 пункту 4 Положення про Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 25.06.2020 № 614, на виконання пункту 2 Операційного плану реалізації у 2022-2024 роках Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363,
н а к а з у ю:

1. Затвердити Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату, що додаються.

2. Департаменту цифрової трансформації та електронних публічних послуг (Євгенія ПОПОВИЧ) забезпечити оприлюднення цього наказу на офіційному вебсайті Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України.

3. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника Міністра Вікторію КИРЕЄВУ.

Міністр **Руслан СТРІЛЕЦЬ**

UB
Міндовкілля
№386 від 03.06.2023
КЕП: Стрілець Р. О. 03.06.2023 20:26
58E2D9E7F900307B0400000035892F0070AAA500
Сертифікат дійсний з 08.07.2022 18:37 до 08.07.2024 18:37

ЗАТВЕРДЖЕНО
Наказ Міністерства захисту довкілля
та природних ресурсів України
__ _____20__ року №_____

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату

І. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Сфера застосування

Методичні рекомендації для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату (далі – Методичні рекомендації) містять рекомендації та практичні поради для здійснення оцінки ризиків і вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату на національному, регіональному та локальному рівнях. Для кожного сектору та природної складової в цих методологічних рекомендаціях розкриті контекст і цілі оцінювання ризиків і вразливості до зміни клімату, основні впливи і ланцюжки впливів зміни клімату, рекомендовані приклади індикаторів ризиків і вразливості – індикатори кліматичних загроз, індикатори перебування сектору чи компоненти під дією кліматичних факторів, індикатори чутливості до зміни клімату та індикатори адаптаційної здатності сектору чи компоненти до зміни клімату. Переліки представлених індикаторів для кожного з секторів чи компонент не є вичерпними, і можуть доповнюватися в ході проведення оцінки ризиків і вразливості, а самі індикатори можуть бути скоригованими в залежності від поточних умов оцінюваної території та наявності вхідних даних.

Методичні рекомендації розроблено на виконання пункту 2 Операційного плану реалізації у 2022-2024 році Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату, схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20.10.2021 № 1363, за сприяння Програми розвитку ООН в рамках проєкту EU4Climate. Рекомендуються для використання центральним та місцевим органам виконавчої влади, органам місцевого самоврядування, спеціалістам і науковцям, представникам громадськості.

Методичні рекомендації не встановлюють норм права і не тлумачать їх, і носять рекомендаційний характер.

2. Перелік скорочень на термінів

ГО	-	Громадська організація
МГЕЗК	-	Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC)
ОРВЗК	-	оцінка ризиків і вразливості до зміни клімату
УкрНДІЛГА	-	Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького
AR4	-	4-а оціночна доповідь Міжурядової групи експертів зі зміни клімату 2007 року
AR5	-	5-а оціночна доповідь Міжурядової групи експертів зі зміни клімату 2014 року
AR6	-	6-а оціночна доповідь Міжурядової групи експертів зі зміни клімату 2022 року
FAO	-	Продовольча та сільськогосподарська організація ООН (Food and Agriculture Organization)
GIZ	-	Німецьке товариство міжнародного співробітництва (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH)
RCP	-	прогноз концентрації парникових газів (Representative Concentration Pathway)
UNDRR	-	Управління ООН зі зменшення ризику стихійних лих (United Nations Office for Disaster Risk Reduction)
WWF	-	Всесвітній фонд дикої природи (World Wild Fond)

3. Ключові терміни

Термін українською мовою	**Термін англійською мовою**	**Значення**	**Джерело**
Перебування під дією	**Exposure**	Наявність людей, засобів до існування, видів чи екосистем, екологічних функцій, послуг, ресурсів, інфраструктури чи економічних, соціальних чи культурних активів у місцях та обстановках, в яких вони можуть зазнати шкідливої дії (кліматичних явищ).	AR5 (IPCC, 2014), ISO 14091:2021
Вразливість	**Vulnerability**	Схильність до негативного впливу. Вразливість охоплює різноманітні поняття та елементи, включаючи чутливість або сприйнятливість до шкоди та відсутність здатності впоратися та адаптуватися.	AR5 (IPCC, 2014), ISO 14091:2021

Термін українською мовою	Термін англійською мовою	Значення	Джерело
Чутливість	**Sensitivity**	Ступінь, до якого система або об'єкт зазнає негативного чи сприятливого впливу зміни клімату.	AR5 (IPCC, 2014), ISO 14091:2021
Загроза	**Hazard**	Потенційне виникнення природної або спричиненої людиною фізичної події/тенденції/фізичного впливу, що можуть призвести до втрати життя, травмування чи інших негативних наслідків для здоров'я, а також пошкодження та втрати майна, інфраструктури, засобів існування, надання послуг, екосистем та ресурсів довкілля.	AR5 (IPCC, 2014)
		Потенційне джерело шкоди. Заподіяння шкоди може полягати у втраті життя, травмуванні або інших негативних впливах на здоров'я, а також у пошкодженні та втраті майна, інфраструктури, засобів існування, надання послуг, екосистем та ресурсів довкілля.	ISO 14091:2021
Ризик	**Risk**	Можливість прояву негативних наслідків впливу на щось цінне з певним ступенем невизначеності з урахуванням різноманітності цінностей. Ризик часто представляють як ймовірність або вірогідність виникнення небезпечних подій або тенденцій, помножену на вплив, якщо ці події або тенденції відбудуться.	AR5 (IPCC, 2014)
		Ризик супроводжується ефектом невизначеності – ефектом відхилення від очікуваного, що може бути позитивним, негативним або комплексним. Ефект може виникнути внаслідок відповіді або нездатності реагувати на можливість або загрозу, пов'язану з цілями. Невизначеність – це стан часткового дефіциту інформації, пов'язаної з подією, її наслідком чи ймовірністю, розумінням чи знанням про неї.	ISO 14091:2021
Вплив	**Impact**	Ефекти дії кліматичних явищ та зміни клімату на природні та людські системи.	AR5 (IPCC, 2014), ISO 14091:2021

Термін українською мовою	Термін англійською мовою	Значення	Джерело
Ланцюжок впливу	**Impact chain**	Аналітичний підхід, що дає змогу зрозуміти, як певні загрози породжують прямі та непрямі впливи, які поширюються на систему, що перебуває під ризиком.	ISO 14091:2021
Стійкість	**Resilience**	Здатність соціальних, економічних та екологічних систем впоратися з небезпечною подією, тенденцією чи втручанням, реагуючи або реорганізуючись таким чином, щоб зберегти свої основні функції, ідентичність та структуру, зберігаючи при цьому здатність до адаптації, навчання та перетворення.	AR5 (IPCC, 2014)
Здатність до адаптації	**Adaptive capacity**	Здатність систем, установ, людей та інших організмів пристосовуватися до потенційної шкоди, використовувати можливості або реагувати на наслідки.	AR5 (IPCC, 2014), ISO 14091:2021

ІІ. ОЦІНКИ РИЗИКІВ ТА ВРАЗЛИВОСТІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИХ СЕКТОРІВ ТА ПРИРОДНИХ СКЛАДОВИХ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

1. Загальна інформація про оцінку ризиків і вразливості до зміни клімату

1.1. Вступ

Впливи глобальної зміни клімату можуть виявлятися в усіх без винятку секторах економічної діяльності країни, змінювати соціально-економічні умови проживання, погіршувати здоров'я населення та призводити до деградації природних екосистем. Різні регіони та сектори в межах країни, завдяки особливостям свого функціонування та географічного розташування, відрізняються між собою вразливістю до зміни клімату. Певні кліматичні загрози, зокрема, зростання кількості спекотних днів, або збільшення частоти сильних злив, будуть створювати різні ризики для північних і південних, західних і східних регіонів України, зважаючи на помітні відмінності у ландшафтних та кліматичних умовах цих регіонів.

Звідси випливає необхідність оцінювати ризики та вразливість до зміни клімату для найбільш розвинутих економічних секторів країни, населення та природних екосистем для своєчасного розуміння можливих наслідків зміни клімату, визначення ступеню потенційних втрат і прийняття рішень, спрямованих на зниження або недопущення таких втрат. Для отримання достовірних та надійних результатів процедура оцінювання ризиків і вразливості до зміни клімату потребує науково обґрунтованих методологічних підходів.

Розуміння регіональних наслідків зміни клімату та оцінка вразливості різних секторів є першими кроками для ефективної підготовки до майбутніх ризиків, пов'язаних зі зміною клімату. В умовах глобальної зміни клімату ефективне планування розвитку територій і секторів економічної діяльності в країні неможливе без визначення ступеню вразливості до зміни клімату та пов'язаних з цим ризиків, що виникають для територій та секторів.

Оновлений національно визначений внесок України до Паризької Угоди[1], поданий до Секретаріату Рамкової конвенції ООН про зміну клімату у липні 2021 року, визначає, що Україна зобов'язується у 2030 році скоротити викиди парникових газів на 65% від рівня 1990 року (з урахуванням сектору «Землекористування, зміни в землекористуванні та лісове господарство»), що сприятиме стримуванню зростання середньої глобальної температури нижче 2°С. Для досягнення таких амбітних цілей у жовтні 2021 року урядом України було схвалено Стратегію екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року[2], яка, беручи до уваги поточні виклики в сфері кліматичних змін, має на меті підвищення рівня екологічної безпеки та зменшення впливу та наслідків зміни клімату в

[1] Updated Nationally Determined Contribution of Ukraine to the Paris Agreement, 2021

[2] Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату в Україні на період до 2030 року

Україні. Стратегія ставить близько 30 завдань, спрямованих на досягнення поставлених цілей, які передбачають конкретні заходи та дії у різних сферах діяльності - від охорони довкілля до фінансової сфери. На першому етапі реалізації Стратегії передбачається здійснення оцінки ризиків та вразливості ключових соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату:

біорізноманіття;
водні ресурси;
енергетика;
громадське здоров'я;
лісове господарство;
прибережні території;
рибне господарство;
сільське господарство та ґрунти;
територіальні громади;
транспорт та інфраструктура;
туризм.

Розробка цих Методологічних рекомендацій є частиною виконання поставлених у Стратегії завдань щодо досягнення цілей державної політики щодо екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату. Методичні рекомендації допоможуть здійснити оцінку ризиків та вразливості суспільно-економічних секторів та природних компонентів до наслідків зміни клімату та сформувати пріоритетні заходів з адаптації.

В умовах збройної агресії Російської Федерації проти України, довкілля України зазнає безпрецедентних, іноді безповоротних негативних впливів. Разом зі знищенням природних ландшафтів відбуваються істотні впливи на клімат та погіршення здатності територій до пом’якшення впливу на них глобальної зміни клімату й адаптації, особливо в східних та південних областях, які й раніше вважалися найбільш уразливими в контексті кліматичних змін.

Масштабні пожежі, що виникають внаслідок ракетних та артилерійських обстрілів території України російськими військами на нафтопереробних заводах та нафтобазах, об’єктах інфраструктури, промислових об’єктах, у житлових кварталах призводять до потужних викидів в атмосферу забруднюючих речовин, у тому числі парникових газів – двоокису вуглецю, метану та закису азоту. Потужними джерелами викидів цих же речовин, а також водяної пари, є детонація боєприпасів, пересування великої кількості військової та допоміжної техніки (вантажних машин), яка працює на дизельному паливі, активне застосування авіації. Пересування важкої техніки, будівництво фортифікаційних споруд, бойові дії значно пошкоджують ґрунтовий покрив, у тому числі знижується його здатність до накопичення (секвестрація) вуглецю з атмосферного повітря. Лісові пожежі внаслідок обстрілів, знищення дерев для будівництва фортифікаційних споруд, вигорання трав’янистої рослинності істотно знижують здатність рослинного покриву на території поглинати двоокис вуглецю.

Відновлення постраждалих територій має відбуватись з урахуванням кліматичних ризиків з метою зниження вразливості та підвищення стійкості всіх ключових соціально-економічних секторів та природних компонентів до зміни клімату. Це повинно бути «зелене» відновлення з обов'язковим урахуванням прогнозних тенденцій зміни клімату, оцінками ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату та включенням питання адаптації до зміни клімату до регіональних стратегій розвитку, стратегій розвитку територіальних громад та планів заходів з їх реалізації, а також до програм економічного і соціального розвитку областей, районів, міст.

1.2. Цілі проведення оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату

У загальному розумінні ОРВЗК проводиться з метою отримати відповіді на такі питання:

1) яким чином зміна клімату впливає або вплине у майбутньому на економічну діяльність сектору, здоров'я і добробут населення, стан природних екосистем;

2) які елементи оцінюваної системи (сектору, території, населення, екосистеми) найбільше постраждають від зміни клімату;

3) які заходи з адаптації до зміни клімату та пом'якшення негативних впливів є пріоритетними для впровадження.

Цілі кожної конкретної ОРВЗК залежать від потреб системи, яка оцінюється, а також від рівня проблем, спричинених зміною клімату на території функціонування системи, і можуть включати:

підвищення розуміння наслідків зміни клімату;

визначення факторів чутливості, впливів та адаптаційної здатності системи, що дозволяє встановити пріоритетні для усунення ризики;

встановлення складових системи, що першими потребують заходів із адаптації та визначення порядку їх застосування;

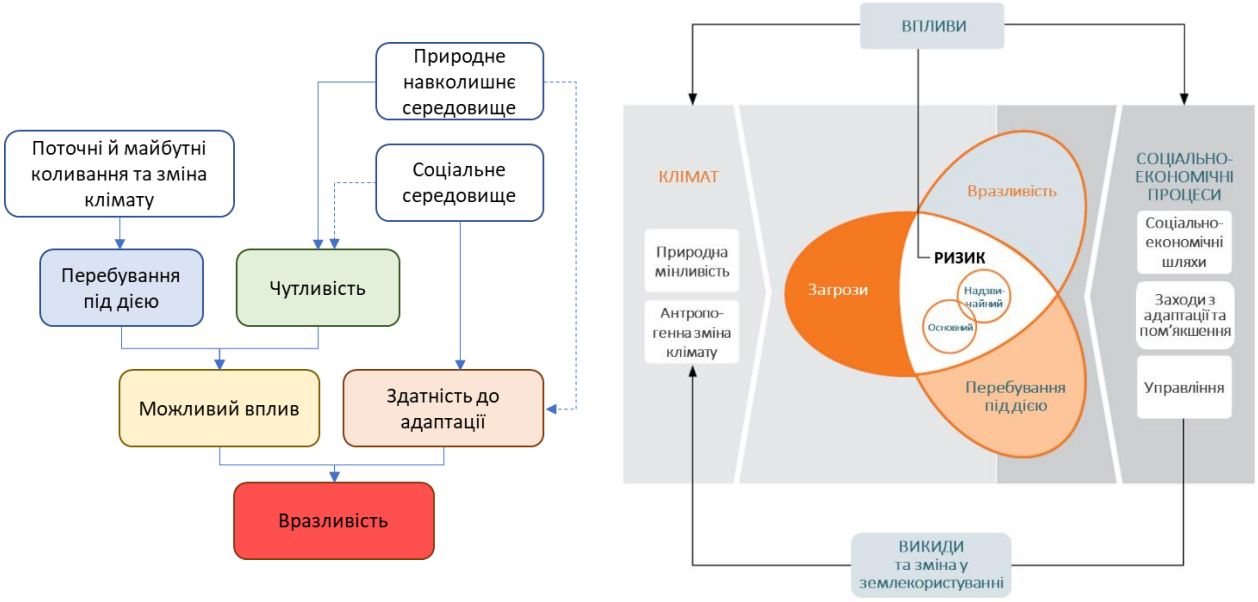
спостереження за змінами ризиків із часом та контроль ефективності впроваджених заходів з адаптації.

1.3. Еволюція концепції оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату

Виняткова важливість та актуальність проблем, пов'язаних зі зміною клімату, зумовила надзвичайну активність світової наукової спільноти з розробки методологічних підходів до оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату. Протягом останніх 20 років з'явилася величезна кількість публікацій та звітів із науково-дослідних проектів, у яких пропонуються різноманітні підходи до визначення впливів, ризиків і вразливості ключових соціально-економічних секторів і цінних природних екосистем у найрізноманітніших умовах по всьому світу. Запропоновані методики оцінювання істотно варіюють за своєю складністю, глибиною аналізу, переліками індикаторів, алгоритмами отримання кількісних оцінок у залежності від характеристик оцінюваних систем, особливостей території та поставлених в оцінці завдань.

Тим не менше, переважна більшість із них передбачають всебічний аналіз та оцінку причинно-наслідкових зв'язків між кліматичними явищами (сучасними та прогнозованими) та ризиками, які вони створюють (або створюватимуть у майбутньому) для діяльності людини, її здоров'я та стану природних екосистем. Аналіз літературних джерел свідчить, що більшість проведених оцінювань спираються на концепцію ризиків і вразливості, викладену в оціночних доповідях AR4[3] та AR5[4] МГЕЗК, яка вважається основоположною.

Один із найбільш структурованих та об'єктивних підходів до проведення оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату пропонує GIZ. Експерти GIZ представили у 2014 році відомі Настанови з оцінки вразливості (Vulnerability Sourcebook)[5] у яких узагальнили концепцію вразливості, представлену в AR4 та запропонували стандартизований підхід до її оцінювання. Згідно цього підходу основним результатом оцінювання виступає величина вразливості системи до зміни клімату. Вразливість при цьому є функцією характеру, величини та швидкості зміни та варіації клімату, під впливом яких перебуває система, її чутливості та здатності до адаптації (рис. 1.1а).



а б

Рисунок 1.1 – Концепції ризику і вразливості до зміни клімату згідно оціночних доповідей МГЕЗК AR4 (а) і AR5 (б)

Згідно концепції AR4 (див. рис. 1.1а) ключовими компонентами вразливості (Vulnerability) є дія кліматичних факторів (Exposure), чутливість системи (Sensitivity) та здатність системи до адаптації (Adaptative Capacity). Дія кліматичних факторів (Exposure) була тією змінною, що показувала характер, величину та рівень зміни або варіації кліматичних показників –

[3] Climate Change 2007: Synthesis Report. IPCC, 2007
[4] AR5 Synthesis Report: Climate Change. IPCC, 2014
[5] The Vulnerability Sourcebook – Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. GIZ, adelphi, EURAC. Eppelheim, 2014

температури, атмосферних опадів, евапотранспірації, водного балансу, а також небезпечних стихійних явищ (сильні зливи, посухи, повені тощо). Під чутливістю (Sensitivity) розуміли ступінь негативного чи сприятливого впливу, якого зазнає система від зміни клімату. Здатність до адаптації (Adaptative Capacity) – це здатність систем, установ, людей та інших організмів пристосовуватися до потенційної шкоди, використовувати можливості або реагувати на наслідки зміни клімату.

У наступному оціночному звіті AR5 концепція вразливості зазнала певної трансформації та еволюціонувала в напрямку визначення ризику впливів зміни клімату. Поняття ризику як ймовірності негативних наслідків для чогось цінного зайняла центральне місце в концепції оцінки з метою забезпечення кращої узгодженості з Паризькою угодою та механізмами відшкодування збитків і втрат. Величина ризику оцінюється як інтегральний показник, що складається з показників кліматичних загроз (Hazard), перебування цінних об'єктів під дією кліматичних загроз (Exposure) та вразливості цінних об'єктів (Vulnerability) (див. рис. 1.1б, рис. 1.2).

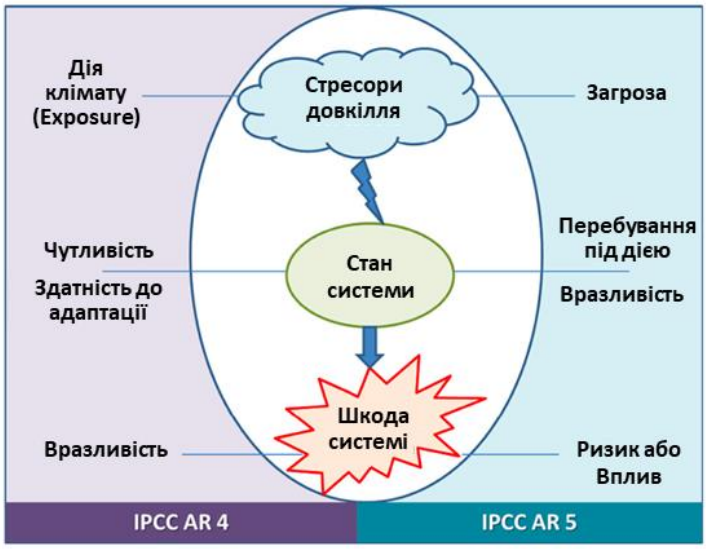


Рисунок 1.2 – Порівняння концепцій ризику і вразливості до зміни клімату згідно оціночних доповідей МГЕЗК AR4 і AR5

Поняття загрози (Hazard) в оновленій концепції є новим терміном, під яким розуміють потенційне виникнення природної або спричиненої людиною фізичної події чи тенденції чи фізичного впливу, що можуть спричинити втрату життя, травмування або інші наслідки для здоров'я людей, а також пошкодження й втрати майна, інфраструктури, засобів існування, надання послуг, екосистем та ресурсів довкілля. До загроз відносять не лише зміни або варіації кліматичних показників (температури, атмосферних опадів, небезпечних стихійних явищ тощо), але також їх прямі фізичні впливи на оцінювану систему.

В концепції ризику AR5 змінилося тлумачення терміну Exposure, який набув сенсу «перебування під дією», оскільки він став означати не величину або ступінь дії, а наявність людей, засобів до існування, видів чи екосистем,

екологічних функцій, послуг, ресурсів, інфраструктури чи економічних, соціальних чи культурних активів у місцях та обстановках, в яких вони можуть зазнати шкідливого впливу кліматичних явищ.

Зміст понять чутливості (Sensitivity) та здатності до адаптації (Adaptive capacity) не змінився в AR5, але вони разом стали представляти показник вразливості (Vulnerability). Фактори чутливості підвищують вразливість системи до зміни клімату (негативне значення), у той час як фактори здатності до адаптації, навпаки, її знижують (позитивне значення).

Основна увага в AR5 приділяється системі, яка перебуває під дією, а не впливам загроз на систему, і це вважається перевагою над концепцією AR4. Концепція вразливості в AR5 не залежить від дії та загроз. Структура AR5 допомагає визначити заходи з адаптації на основі наявних слабких сторін системи, а також показує кліматично стійкі шляхи, які можуть зменшити вплив зміни клімату, як поточний, так і майбутній. Разом з тим, слід також зазначити, що цей підхід отримав також і наукову критику, і не був одноголосно сприйнятий дослідниками вразливості, оскільки він обмежує окремі автономні оцінки вразливості до зміни клімату.

Згідно оновленої концепції AR5, експертами GIZ у 2017 році було розроблено та опубліковано Доповнення до Настанов із оцінки вразливості[6], яке містить покрокову інструкцію проведення оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату на основі концепції ризику. Завдяки своїй структурованості, відносній простоті та універсальності, методологія, що представлена GIZ, вважається однією з кращих, розроблених на даний момент.

На основі вищеозначених концепцій у 2021 році вийшов міжнародний європейський стандарт ISO 14091:2021 Adaptation to climate change — Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment[7]. Стандартизовані в ньому підходи до оцінки ризиків дозволяють отримати змістовне обґрунтування для визначення заходів з адаптації та їх пріоритетності, а також посилити планування заходів із зниження ризиків стихійних лих (Disaster Risk Reduction – DRR).

1.4. Трирівневий підхід до оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату

Формалізація та структурування ОРВЗК є важливим компонентом прийняття рішень з адаптації та пом’якшення впливів зміни клімату. Одним із ефективних способів такого структурування є трирівневий підхід (three-tier approach), за допомогою якого управлінці в секторах можуть систематизовано проводити оцінку вразливості та здійснювати управління ризиками.

Трирівневий підхід дозволяє організаціям ідентифікувати ризики, пов'язані зі зміною клімату, та інтегрувати їх в основний процес управління ризиками. Він оптимально використовує обмежені адаптаційні ресурси

[6] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook’s approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

[7] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

організації, оскільки передбачає починати ОРВЗК з невеликих наявних обсягів даних і мінімальних ресурсів, і лише за необхідності переходити до більш складних та ресурсомістких процесів оцінки ризиків. Крім того, трирівневий підхід запроваджує залежний від часу рейтинг вразливості, який визнає особливі характеристики ризиків, пов'язаних зі зміною клімату, які полягають у тому, що вони є довгостроковими і мають високий ступінь невизначеності.

Перший рівень оцінки ризиків – це відносно швидкий процес, який може бути проведений у формі якісної оцінки без залучення детальних локальних даних для формування попереднього стратегічного розуміння ризиків, пов'язаних зі зміною клімату, з якими стикається сектор або організація. Він відповідає завданням ОРВЗК, яке проводиться на національному та регіональному рівнях у секторі, розвинутому в країні як територіально, так і економічно. Для України такими секторами, перш за все, є сільське господарство, транспорт, водні ресурси, енергетика, а також громадське здоров’я і біорізноманіття, які мають суцільну територіальну розповсюдженість у країні. При застосуванні в локальному масштабі цей рівень підходить для організацій, які мають обмежені ресурси і дані, але бажають бути обізнаними про ризики, з якими вони стикаються через зміну клімату. Це важливий перший крок у плануванні адаптації до зміни клімату.

Другий рівень – це процес якісної та кількісної оцінки ризиків і вразливості на регіональному і локальному рівнях, який проводиться з метою ідентифікувати й оцінити конкретні ризики для сектору, встановити вразливість його основних компонентів та визначити наслідки зміни клімату. На основі встановленого переліку ризиків, вразливих територій або компонентів сектору визначають заходи й можливості з адаптації сектору або його окремих складових до зміни клімату. Цей рівень потребує помітно більші обсяги даних і ресурсів (інформаційних, людських, фінансових, часових) для проведення ОРВЗК.

На третьому рівні оцінка зосереджується на подальшому аналізі пріоритетних та специфічних ризиків і вразливостей, визначених на етапі оцінки другого рівня. Завдяки високій деталізації, ця оцінка є ресурсоємною і може застосовуватися в секторах у рамках довгострокових і дорогих проектів розвитку окремих територій, підприємств, інфраструктури, інженерних і будівельних проєктів. Проєкти, що потребують такої оцінки, вимагають детальної інформації про ризики, пов’язані зі зміною клімату (наприклад, темпи і масштаби змін, ймовірність втрати майна). Оцінка третього рівня має проводитися шляхом детального моделювання і дослідження ризиків перед тим, як прийматимутися відповідальні інвестиційні рішення щодо запуску проєктів.

Оцінка на кожному з трьох рівнів має свою мету, вимоги до даних, обсяги часу і ресурсів, потребу в знаннях розробників і певні обмеження. Ці особливості, а також приклади результатів оцінки за трьома рівнями, наведені у таблиці в Додатку 1.

1.5. Рекомендована концепція оцінювання ризиків і вразливості до зміни клімату

Для проведення ОРВЗК основних вразливих секторів на території України рекомендується застосовувати вищеозначену концепцію оцінки ризиків AR5 як найбільш розвинуту на даний момент. Представлена у даному звіті методологія ОРВЗК побудована на положеннях, викладених у Настановах GIZ (2014) з Доповненням щодо оцінки ризику (2017) та міжнародному стандарті ISO 14091:2021, які базуються на міжнародно визнаній концепції ризику, представленій в AR5. На подальших етапах повторного проведення оцінювань по секторах доцільно коригувати підходи відповідно оновлень, представлених у звіті AR6, який виходить у поточному 2022 році та перебуває на стадії затвердження[8].

Запропонована концепція ОРВЗК може бути застосована для всіх вразливих соціально-економічних секторів України й основана на:

1) виявленні та ретельному аналізі потенційних впливів зміни клімату на суспільство, економіку та довкілля;
2) встановленні вразливості оцінюваних систем до кліматичних впливів;
3) визначенні ступеню ризику для систем з метою впровадження обґрунтованих заходів із пом’якшення дії кліматичних факторів та адаптації систем до зміни клімату.

Системою, для якої проводять ОРВЗК, тобто об’єктом оцінювання, може бути регіон, громада, домогосподарство, ланцюжок постачання ресурсів, економічний сектор, бізнес, група або категорія населення, екосистема, інфраструктура та її компоненти.

Як правило, система може зазнавати негативних впливів від декількох кліматичних ризиків. На початковому етапі ОРВЗК необхідно ідентифікувати – на яких ризиках ОРВЗК буде сфокусовано. Необхідно встановити які типи кліматичних загроз і впливів можуть становити ризики, а також хто або що перебуває під ризиком. Наприклад, ризик нестачі води для малих фермерських господарств, ризик продовольчої небезпеки для сільського населення, ризик вимирання певних видів в екосистемі.

Поняття ризику передбачає існування певної невизначеності наслідків для системи. Прогнозувати наслідки кліматичних явищ із високим ступенем достовірності можливо лише для конкретних стихійних екстремальних подій, наприклад, ураганів, але навряд чи це можливо зробити достатньо достовірно для спектру майбутніх різноманітних потенційних змін у складних системах, таких як соціально-економічні сектори та природні екосистеми. Проте, в рамках проведення ОРВЗК, особливо під час вибору індикаторів загроз, необхідно по можливості завжди намагатися оцінювати ймовірність відбування того чи іншого явища, події чи впливу.

[8] AR6 Synthesis Report: Climate Change 2022

На вищеозначених поняттях загрози, вразливості, перебування під дією та впливів базується концептуальна схема визначення ризику як головного результату ОРВЗК (рис. 1.3).

Рисунок 1.3 – Концептуальна схема оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату (на основі підходу AR5 [9] і GIZ [10])

Згідно представленої схеми, ризик заподіяння втрат і шкоди від зміни клімату визначається шляхом встановлення й оцінювання наслідків прямих та непрямих впливів кліматичних загроз на систему, що перебуває під їхньою дією і має певний рівень вразливості до наявних або потенційних впливів через комбінацію власної чутливості та здатності впоратися й адаптуватися до зміни клімату.

2. Процес здійснення оцінки ризиків і вразливості до зміни клімату

2.1. Визначення контексту і цілей оцінювання

Кожне ОРВЗК має свій контекст, який залежить від оцінюваної системи та визначає масштаб, цілі та результати оцінювання. Встановлення контексту передбачає нижченаведені кроки.

1. **Вибрати систему**, яка зазнає потенційного або реального впливу зміни клімату і для якої планується проводити ОРВЗК. Такою системою, тобто об’єктом оцінювання, може виступити економічний сектор, регіон, громада, домогосподарство, ланцюжок постачання ресурсів, бізнес, група або категорія населення, екосистема, інфраструктура та її компоненти.

2. Представити **детальний опис системи**, для якої проводиться ОРВЗК: складові або компоненти системи, просторові масштаби, розташування, часові рамки функціонування. Від компонентів оцінюваної системи залежить типологія вразливості, яка буде оцінюватися – біофізична,

[9] AR5 Synthesis Report: Climate Change. IPCC, 2014
[10] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook’s approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

соціо-економічна (у тому числі інституційна), вразливість до кліматичних загроз, вразливість інфраструктури, комбінована.

3. Ідентифікувати ключові **проблеми та загрози**, що потенційно можуть вплинути на систему; вибрати, які саме загрози доцільно включити до оцінювання.

4. Ідентифікувати **поточні та заплановані процеси і види діяльності**, які можуть бути взаємопов'язані з запланованою процедурою ОРВЗК, наприклад, розробка національної стратегії адаптації або реалізація секторальних програм розвитку. Цей крок допоможе чіткіше сформулювати цілі ОРВЗК, знайти синергетичні ефекти та взаємні вигоди для всіх процесів.

5. Зібрати **наявні знання** щодо зміни клімату та її впливів на оцінюваній території, результати попередньо проведених оцінок впливу (наприклад, результати виконаних науково-дослідних проектів) або місцеві знання, а також встановити пробіли в наявних знаннях. Це дозволить побачити, на яких впливах зміни клімату варто зосередитися, визначити масштаб оцінювання, зрозуміти які дані будуть необхідні.

6. Ідентифікувати **зацікавлені сторони** (стейкхолдерів), встановити їхні потенційні інтереси, очікування та цілі. Це допоможе сформулювати цілі ОРВЗК та встановити можливі внески зацікавлених сторін у процес здійснення ОРВЗК. Зацікавлені сторони можуть бути згруповані за їхньою роллю оцінюванні: надання даних, консультаційна та наукова підтримка, політичний вплив тощо. Місцеві керівні органи, установи, експерти та громадськість мають бути залучені до процесу ОРВЗК на всіх його етапах, що дозволить підвищити надійність та прийнятність результатів оцінювання.

7. Встановити наявність і доступність фінансових, людських, технічних, часових **ресурсів і даних**, необхідних для проведення для оцінювання;

8. Встановити **зовнішні фактори**, які можуть вплинути на оцінювану систему (наприклад, конфлікти, міграція населення, демографічні тенденції, зміни в землекористуванні, технологічний розвиток, зміни в політичному та інституційному аспектах, ринкові зміни);

9. Ідентифікувати **регуляторні, нормативні, законодавчі або інші зобов'язання**, які можуть вплинути на цілі, процес та результати оцінювання.

Необхідність проведення ОРВЗК зазвичай виникає з причин практичної потреби або недостатності наявної інформації щодо впливу зміни клімату на конкретні системи. На цьому кроці розробник ОРВЗК вирішує такі завдання:

1) визначити цілі та очікувані результати ОРВЗК, включаючи конкретні безпосередні результати, які будуть отримані відразу, та довготривалі зміни у системі (секторі, суспільстві, екосистемі), до яких призведе проведене оцінювання;

2) з'ясувати, яким чином виглядатимуть конкретні результати ОРВЗК – карти з осередками підвищеного ризику, ранжування секторів або територій за рівнем вразливості, описовий аналіз ризику та його факторів тощо;

3) ідентифікувати наявні пробіли у знаннях, які можуть бути заповнені результатами запланованого ОРВЗК;

4) встановити, яким чином результати ОРВЗК можуть бути використані (наприклад, буде зроблений внесок до поточних зусиль із адаптації, або буде складено плани нових заходів з адаптації) та хто буде їх кінцевим споживачем – територіальні громади, органи виконавчої влади (міністерства, агентства), особи, що приймають рішення на різних адміністративних рівнях, представники бізнесу тощо;

5) узгодити цілі та очікувані результати з зацікавленими сторонами, враховуючи їх інтереси та очікування.

2.2. Планування оцінювання

Планування ОРВЗК передбачає визначення просторових масштабів, часових рамок, глибини та рівня деталізації оцінювання, і містить такі заходи:

1) конкретизувати системи або їх компоненти, для яких проводитиметься ОРВЗК (сектори, типи діяльності, групи населення та інші об’єкти, на яких буде сфокусовано оцінювання). На цьому кроці, можливо, нам вже будуть відомі ті очікувані кліматичні впливи або ризики, які доцільно оцінити. Вони можуть бути виявлені на попередньому кроці під час встановлення контексту ОРВЗК як результат проведеного літературного огляду;

2) визначити просторову роздільну здатність та географічний масштаб запланованого ОРВЗК – встановити які площі та території підлягають оцінюванню (адміністративні одиниці, земельні ділянки, природні об’єкти). Важливим є питання, чи буде оцінюватися окремо взята територія, чи планується порівняльний аналіз двох і більше територіальних одиниць. На вибір територій та їх масштабу може впливати наявність або доступність вхідних даних для цих територій (наприклад, певні демографічні дані можуть бути доступні лише у розрізі районів, але не населених пунктів);

3) встановити часову роздільну здатність – вибрати періоди часу, для яких будуть оцінюватися зміни кліматичних показників та тривалість впливів на оцінювану систему, у тому числі в майбутньому.

Для визначення часових рамок оцінювання необхідно врахувати:

а) тривалість існування системи, що зазнає впливу зміни клімату;

б) періоди часу, за які впливи від зміни клімату досягнуть порогових значень, які є критичними для оцінюваної системи;

в) час, необхідний для того, щоб запроваджені заходи з адаптації спрацювали на зниження впливів (це може тривалим процесом і співвідноситися з загальною тривалістю існування системи).

За рекомендаціями ВМО період у 30 років встановлюють як стандартний для оцінювання кліматичних змінних в умовах зміни клімату[11]. Періоди тривалістю менше 15 років вважаються нерепрезентативними. Вибір

[11] The role of climatological normals in a changing climate. WHO, 2007

часових рамок може залежати від доступності даних, у тому числі параметрів кліматичних проекцій, довгострокових невизначеностей у прогнозованих впливах зміни клімату, можливістю взаємодії між впливами, яка відбувається з часом. Доцільним є вибір декількох часових рамок для оцінювання. Наприклад, базовий період недавнього минулого (останні 30 років), період найближчого майбутнього (2030 – 2060 роки) та період віддаленого майбутнього (2070 – 2100 роки). Період найближчого майбутнього часто є більш важливим для прийняття рішень щодо заходів з адаптації, ніж період віддаленого майбутнього. Проте, використання періоду віддаленого майбутнього може бути ключовим для систем, які потребують тривалого часу адаптації, наприклад, лісових екосистем. Разом із кліматичними даними в ОРВЗК доцільно використовувати часові ряди інших даних – демографічні зміни, зміни у землекористуванні та інші, за наявності.

4) визначити методи, які ви збираєтеся використовувати в оцінюванні ризику і вразливості – кількісне моделювання, факторний аналіз, аналіз головних компонент, методи участі (participatory methods), оверлейний просторовий аналіз або їх комбінації. Вибір методів залежить від поставлених цілей, наявних вхідних даних та ресурсів для оцінювання. Оглядові ОРВЗК, націлені на поверхневий, але широкий якісний аналіз ризиків і вразливості, можуть використовувати методи участі – дискусії на семінарах із зацікавленими сторонами, інтерв'ювання фокус-груп. У більш глибоких, сфокусованих ОРВЗК використовують кількісні методи – кліматичні проекції, гідрологічне моделювання, водно-балансові моделі, експертні судження.

План реалізації ОРВЗК формується після проходження трьох попередніх кроків даного етапу та має включати такі пункти:

1) конкретні завдання (що має бути зроблено);

2) відповідальності (хто буде це робити);

3) планування часу (коли це станеться).

Під час складання плану реалізації розробник ОРВЗК може залучати зацікавлені сторони для формування завдань і зон відповідальності. Крім того, необхідно пам'ятати, що здійснення ОРВЗК є ітеративним процесом. Результати кожного конкретного етапу ОРВЗК можуть викликати необхідність повернутися на попередні етапи та розпочати оцінювання заново.

На всіх етапах проведення ОРВЗК важливо забезпечити прозорість процесу оцінювання. Це допоможе досягти належного розуміння процесів, забезпечить дотримання авторських прав, допоможе переконатися, що отримані результати будуть практичними та відповідатимуть очікуванням. Необхідно звернути увагу на такі питання:

чи добре ознайомлені з методологією всі залучені сторони, чи адекватно вона задокументована для того, щоб нові учасники процесу мали змогу зрозуміти кроки та рішення, що приймаються в процесі оцінювання;

яким чином приймаються рішення щодо ідентифікації впливів, вибору, нормалізації, зважування та агрегування індикаторів;

яким чином вирішуються складнощі з доступністю даних або інші проблематичні моменти;

яким чином документується процес оцінювання, та як відбувається комунікація між його учасниками;

яким чином планується знизити невизначеності, наскільки це можливо;

яким чином будуть враховані невизначеності, які неможливо уникнути;

чи визначені сильні та слабкі сторони підходу та методів, що вибрані для оцінювання;

яким чином обґрунтовується достовірність та придатність до використання обраного підходу.

Участь зацікавлених сторін допомагає забезпечити змістовність ОРВЗК шляхом залучення відповідних досвідчених експертів та підтримує високу якість прийняття рішень. Участь у процесі підвищує обізнаність та розвиває потенціал зацікавлених сторін, а також створює спільне розуміння процесів. Залучення зацікавлених сторін та їхня безпосередня участь має бути забезпечена якщо не на всіх, то принаймні на більшості етапів ОРВЗК.

2.3. Визначення компонентів оцінювання

2.3.1. Кліматичні загрози

При ідентифікації загроз, що існують у зв’язку зі зміною клімату, доцільно пов’язувати кожну загрозу з одним конкретним ризиком для конкретної соціально-економічної або екологічної системи (або її частини). Загрозою може бути безпосередньо кліматичне явище, наприклад, випадіння зливових опадів, або прямий фізичний вплив, пов’язаний з кліматичними явищами, наприклад, повені. Загрозою не обов’язково має бути екстремальна кліматична подія, наприклад, шторм або пилова буря, але нею може виступати повільна поступова тенденція зміни кліматичного показника, наприклад підвищення температури повітря, зменшення річкового стоку внаслідок танення льодовиків, підвищення рівня моря. У контексті ОРВЗК загроза означає зовнішній кліматичний сигнал, який не залежить від того, хто (або що) перебуває під його дією, не залежить від їх вразливості, і не може бути змінений адаптацією або іншими заходами, якими ми намагаємося зменшити втрати та шкоду від негативних впливів.

2.3.2. Кліматичні впливи

Наслідки дії кліматичних загроз, які призводять до ризику, ми описуємо через поняття впливу. Впливи можуть бути представлені широким спектром – від прямих фізичних впливів, створюваних кліматичними загрозами, до непрямих наслідків для суспільства. Впливи є базовими елементами побудови ланцюжків впливу – причинно-наслідкових зв’язків, які лежать в основі процедури ОРВЗК.

Визначення потенційних впливів зміни клімату на оцінювану систему є складним аналітичним завданням, яке потребує експертних знань. Доцільними питаннями, які необхідно поставити на початку цього етапу, є:

яким чином кліматичні показники, погодні явища та екстремальні кліматичні події впливали на оцінювану систему в минулому?

чи спостерігалися якісь нові тенденції або недавні прояви кліматичних явищ (наприклад, за останнє десятиліття)?

які соціально-економічні наслідки спостерігалися в минулому в результаті цих кліматичних явищ (наприклад, втрата врожаю, зростання захворюваності)?

Впливи зміни клімату можуть виявлятися у вигляді як поступових довготривалих змін кліматичних показників (наприклад, середньорічної температури або тривалості вегетаційного періоду), так і почастішання раптових стихійних погодних явищ (штормів, буревіїв, сильних злив). Під час ідентифікації впливів необхідно ураховувати, що впливи зміни клімату в інших регіонах світу можуть вплинути на оцінювану систему (територію) через взаємозалежності, ланцюги постачання ресурсів.

Стандарт ISO 14091:2021 рекомендує, що перелік потенційних впливів доцільно складати у вигляді матриці окремо для кожного оцінюваного сектору, якщо їх більше одного. Одну вісь матриці складатимуть загрози та їхні комбінації, а другу – чутливі компоненти системи, що піддаються впливу зміни клімату та можуть зазнавати шкоди від визначених загроз. Використовуючи експертні оцінки, доцільно визначити рівень ризику для окремих елементів системи у матриці за шкалою високий/середній/низький рівень, або застосовуючи числові або інші види шкал. Складена в результаті такого скринінгу таблиця містить попередній, але вже самодостатній результат ОРВЗК (табл. 2.1). Вона може слугувати для планування наступних кроків ОРВЗК або вже бути основою для планування адаптації, якщо більш глибока оцінка не потрібна.

Таблиця 2.1 – Приклад матриці впливів кліматичних загроз на компоненти системи[12]

Компоненти системи під ризиком	**Зростання інтенсивності стихійних явищ**	**Зміни у режимі випадіння опадів**	**Зміни температури**	**Зміни вітрового режиму**	**Підняття рівня моря**	**Середнє**
Компонент 1	3	2	2	1	3	2,2
Компонент 1	3	5	3	4	0	3,0

* 1 – відповідає низькому ризику, 5 – високому

Настанови GIZ пропонують набір визначених впливів кластеризувати у великі групи, об’єднані за близькими темами, наприклад, «ерозія і деградація земель», «дефіцит водних ресурсів», «продовольча небезпека». Далі, необхідно визначити, які з цих кластерів є пріоритетними для оцінюваної системи, тобто, які з них створюють найбільший вплив на неї. Крім того, необхідно уважно проаналізувати впливи всередині кластерів, щоби упевнитися, що саме кліматичні фактори є домінуючими у створенні виявлених ризиків і негативних ефектів. У підсумку формулювання ризику

[12] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

може містити такі складові: вплив (ризик чого), загроза (вплив від чого) та об'єкти під дією (хто або що перебуває під ризиком). Наприклад, існує ризик дефіциту води (вплив) внаслідок посухи (загроза) для малих фермерських господарств (перебування під дією)[13].

Як було зазначено вище, кліматична загроза, як компонент ризику, може бути представлена кліматичним явищем (кліматичний сигнал) або прямим фізичним впливом кліматичного явища. Для того, щоб визначити релевантні кліматичні сигнали, спочатку краще встановити який існує ризик, а потім у напрямку знизу-вверх визначати відповідні проміжні впливи, які призводять до цього ризику, поки не досягнемо загрози (прямі фізичні впливи чи кліматичні сигнали). Наприклад, якщо визначено, що є ризик дефіциту води для вирощування сільськогосподарських культур на території малих фермерських господарств, він може бути спричинений як мінімум двома факторами – недостатньою кількістю атмосферних опадів і недостатньою кількістю води в системі зрошення (що є проміжним впливом). Отже, ризик дефіциту води може визначатися як кліматичними явищами (висока температура, недостатня кількість опадів, підвищена евапотранспірація), так і властивостями самої оцінюваної сільськогосподарської системи. Фактори ризику, які визначаються одночасно і загрозою, і властивостями оцінюваної системи, мають розглядатися як проміжні впливи.

2.3.3. Вразливість

Вразливість до зміни клімату в тому контексті, який пропонується в даній методології, є характеристикою тих властивостей системи (або її елементів), які можуть послабити або посилити потенційні наслідки впливу конкретної кліматичної загрози. Фактори, які визначають вразливість, представляють у двох аспектах – чутливість та здатність системи впоратися зі впливом або адаптуватися до нього.

Чутливість визначається тими факторами, які прямим чином впливають на наслідки кліматичних загроз. Чутливість може включати фізичні властивості системи (наприклад, матеріал, з якого побудоване житло, тип ґрунту на сільськогосподарських угіддях), соціально-економічні або культурні властивості (наприклад, вікова структура населення, розподіл доходів).

Здатність впоратися або адаптуватися до наслідків кліматичних загроз означає можливості суспільства та спільнот бути готовими до поточних та майбутніх впливів та реагувати на них. Здатність впоратися передбачає здатність людей, установ, організацій та систем, використовуючи наявні вміння, цінності, переконання, ресурси та можливості, належно зустріти, керувати та подолати несприятливі умови в короткий чи середньотривалий строк (наприклад, застосувати системи раннього попередження та вчасну

[13] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

евакуацію населення). Здатність адаптуватися включає здатність систем, установ, людей або інших живих організмів пристосуватися до потенційної шкідливої дії, скористатися можливостями та відреагувати на наслідки (наприклад, мати достатньо знань для впровадження нових технік у землеробстві).

Фактори здатності включають ті аспекти, які характеризують спроможність системи (або її відсутність) впоратися з несприятливою ситуацією, а також ті аспекти, які визначають здатність (або її відсутність) адаптуватися до майбутніх ситуацій. Згідно настанов GIZ[14] здатність до адаптації може бути представлена у чотирьох вимірах:

1. Знання: чи достатньо наявних знань та досвіду, які б могли забезпечити адаптацію?

2. Технології: чи доступні технічні рішення для підвищення адаптації?

3. Установи: яким чином інституціональне середовище сприяє адаптації?

4. Економіка: які економічні та фінансові ресурси доступні для підвищення адаптації або впровадження заходів з адаптації?

Наприклад, в оцінюванні ризику дефіциту води для малих фермерських господарств фактор чутливості «неефективне землекористування» пов'язаний з таким фактором здатності до адаптації, як «неефективне управління земельними ресурсами». Низька ефективність систем зрошення (чутливість) може бути спричинена застосуванням неефективних технік зрошення (здатність до адаптації). Фактор чутливості щодо високої вологолюбності вирощуваних культур пов'язаний з низькою здатністю вирощувати культури більш стійкі до коливань вологозабезпечення. У цілому для системи можуть бути характерні слабкі інституціональні умови для ефективного управління водними ресурсами.

У стандарті ISO 14091:2021 оцінювання здатності до адаптації встановлюються у дещо інших вимірах[15]:

організаційні можливості;

технічний потенціал;

фінансовий потенціал;

екосистемний потенціал.

Організаційні можливості – це міра, до якої система може вбудувати адаптацію до зміни клімату в свої процеси прийняття рішень, ідентифікувати та представити значущі відповіді, а також відслідковувати, оновлювати та покращувати відповіді з часом. Організаційні можливості є продуктом низки взаємопов'язаних факторів:

1. Людські ресурси: ступінь, до якого система може мобілізувати людські ресурси, включаючи команди проектів та керівництво).

[14] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

[15] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

2. Обізнаність: ступінь, до якого система може ідентифікувати ситуацію, коли зміна клімату скоріше за все вплине на діяльність системи, включаючи історичні, поточні та майбутні рішення.

3. Знання: існуючі знання або досвід, всередині та ззовні системи, які підтримують адаптацію.

4. Взаємозалежність: ступінь, до якого система здатна розуміти та реагувати на зовнішні та внутрішні взаємозалежності, в яких вона може діяти (фактори, що діють як бар'єри та активатори дій).

5. Ролі та відповідальності: наскільки добре система формалізувала організаційну структуру, яка чітко визначає ролі та відповідальності та забезпечує ефективне виконання дій, залишаючись гнучкою до нових можливостей щодо удосконалення дій.

6. Лідерство: наскільки ефективно команда керівників заохочує роботу з адаптації до зміни клімату, відкрито залучає тих, хто забезпечує адаптацію, та є поінформованою щодо результатів.

7. Політики та процедури: міра, до якої інституційне середовище (процеси, політики) сприяє (або стримує) дії з адаптації;

8. Операційне управління: наскільки добре система може вбудувати заходи щодо зміни клімату в свої поточні (або розробити нові) системи операційного менеджменту та в свої робочі програми.

9. Навчання: наскільки ефективно система може навчатися з досвіду (внутрішнього та зовнішнього) та забезпечити застосування отриманих знань у реалізації заходів з адаптації.

10. Мотивація: ступінь, до якого система має чіткі та сталі верхньорівневі зобов'язання сприяти адаптації.

11. Зацікавлені сторони: ступінь, до якого інші зацікавлені сторони (включаючи політиків, спільноти, замовників, постачальників та суспільство в цілому) підтримують дії з адаптації.

12. Юридичні вимоги: наскільки ефективними є регуляторні та контрактні вимоги до початкових, усталених та провідних дій з адаптації.

Технічний потенціал – це міра, до якої існуючі або нові технології можуть сприяти підвищенню адаптації до зміни клімату в майбутньому. Технічний потенціал можна розглядати як компонент організаційних можливостей, проте, у ряді випадків краще його розглядати окремо. Технічний потенціал залежить від низки факторів:

1. Технологічна стійкість: ступінь, до якої технологія (або компонент технології) може справлятися зі зміною клімату протягом свого життєвого циклу (реального, не проектного строку).

2. Взаємозалежність: ступінь, до якої технологія є залежною від інших технологій, які з нею перетинаються, та які можуть зазнати впливу зміни клімату.

3. Доступність: ступінь, до якого технічні або структурні реагування, що можуть знизити ризик, є доступними та здійсненними в майбутньому.

Фінансовий потенціал – це міра, до якої фінансові ресурси можуть бути мобілізовані з метою забезпечити ідентифікацію, реалізацію та оновлення заходів з адаптації у часі. Фінансовий потенціал залежить від низки факторів:

1. Цінність: ступінь, до якого організація може оцінити вигоди від заходів з адаптації у протиставленні до витрат;

2. Доступність фондів: ступінь, до якого можливо виділити достатній бюджет для заходів з адаптації;

3. Мобілізаційність фондів: ступінь, до якого організація може забезпечити використання достатніх фондів для реалізації заходів з адаптації.

Екосистемний потенціал означає здатність природних та штучних екосистем адаптуватися до впливів зміни клімату. Дії людини можуть або далі посилити, або знизити екосистемний потенціал. Екосистемний потенціал особливо стосується організацій, задіяних в управлінні природними ресурсами, в таких секторах як сільське господарство, рибне господарство, туризм та лісове господарство. Екосистемний потенціал впливає на постачання ключових екосистемних послуг, від яких залежить людина – чиста вода, їжа, чисте повітря, медицина. Підвищений екосистемний потенціал може пом’якшити ризики зміни клімату для організації, наприклад через утримання води у водно-болотних угіддях, що можуть діяти як природний бар’єр від повеней. Адаптація може бути підвищена через менеджмент (наприклад, зміни у сортах сільськогосподарських культур) або може здійснюватися без втручання (наприклад, зміни в тривалості вегетаційного періоду або міграція водно-болотних угідь).

Екосистемний потенціал залежить від низки факторів:

1. Біологічні характеристики: здатність організмів відповідати на зміни клімату шляхом акліматизації або зміни поведінки, а також здатність організмів мігрувати до більш придатних оселищ.

2. Екологічна стійкість: здатність екосистеми підтримувати ключові функції та процеси в умовах зміни клімату (видове різноманіття, функціональна надмірність).

3. Екосистемний менеджмент: властивості, які можуть бути змінені керованим втручанням для покращення адаптаційної здатності екосистем (наприклад, агробіорізноманіття).

Здатність екосистем адаптуватися до зміни клімату обмежена переломними моментами, в яких екосистема переходить із одного стану до іншого. Ці зміни можуть бути незворотними або важкими та витратними для повернення до попереднього стану. Наприклад, здорові корали можуть виживати при невеликому ступені потепління, проте, підвищення температури лише на декілька градусів відносно багаторічних середніх значень призводять до їхньої загибелі.

Рівень здатності системи до адаптації визначається низкою факторів, властивих саме цій системі та кліматичних ризикам, з якими вона стикається. Адаптаційна здатність, яка має впоратися з впливами зміни клімату, є комбінацією двох факторів:

наскільки сильно вплив (або декілька впливів) може змінитися протягом дії заходу і, відповідно, рівень складності, потрібний для розуміння та ефективного управління цими змінами;

взаємозалежності, які є в системі та які впливають на її здатність здійснювати ефективні заходи у відповідь.

Фактори вразливості мають бути пов'язані по можливості з визначеними проміжними впливами. Наприклад, проміжний вплив «недостатня кількість води в системі зрошення» пов'язаний з фактором чутливості «низька ефективність систем зрошення». Чутливість, як правило, пов'язана з властивостями навколишнього середовища та соціально-економічними характеристиками системи, наприклад, стан ґрунтів, особливості системи зрошення або типи землекористування.

Іноді певні фактори або властивості системи неможливо однозначно віднести до чутливості або здатності до адаптації, але це не є проблемою, оскільки на наступних етапах оцінювання обидва субкомпоненти агрегуються в єдиний компонент вразливості. Під час оцінювання чутливості системи корисно подивитися на ті її властивості, які впливають на її сприйнятливість до можливих негативних впливів.

У разі проведення ОРВЗК на національному рівні або на значних за площею територіях, де діє висока багатофакторність впливів, доцільно типізувати вразливість та її компоненти (чутливість та здатність до адаптації) на категорії, наприклад:

біофізична вразливість (фізичні, ландшафтні та інші природні характеристики території);

соціально-економічна вразливість (економічні показники, умови проживання населення, демографічні характеристики);

вразливість до кліматичних загроз (чутливість до певних кліматичних явищ);

вразливість інфраструктури або інші типи вразливості.

Виділені типи вразливості оцінюються окремо за своїми наборами індикаторів, і далі інтегруються в комбінований показник вразливості. Це дозволяє деталізувати та уточнити оцінку, кластеризувавши різні характеристики оцінюваної системи за їх тематикою і змістом.

2.3.4. Перебування під дією

Поняття «перебування під дією» охоплює всі можливі цінні об'єкти, які перебувають під дією кліматичних загроз (перебувають під ризиком) і потенційно або реально зазнають негативних впливів. До об'єктів перебування під дією можна віднести людей, майно, активи, інфраструктуру, екосистеми тощо. Ступінь перебування під дією вимірюється в абсолютній кількості, щільності, площі або пропорціях тих елементів або об'єктів, які зазнають ризику, наприклад, щільність населення (осіб/км^2) на території прояву посухи. Зміна цих показників у часі, наприклад, міграція населення, може істотно знижувати або підвищувати ризики.

Фактор перебування під дією означає присутність людей або наявність цінних активів у системі під впливом зміни клімату. Він має бути виражений кількісно – наприклад, площі земель, зайнятих діяльністю певного типу, чисельність населення або кількість господарств на оцінюваній території. Фактори перебування під дією можна визначити, відповідаючи на такі запитання: «хто або що потенційно перебуває під загрозою та відповідними впливами?» та «які просторові фактори визначають ступінь впливу?». Зазвичай, факторів, що описують перебування під дією, помітно менше, ніж факторів, що описують загрози або чутливість компонентів системи. Іноді може бути достатньо виділити лише один фактор перебування під дією.

Наприклад, для оцінювання ризику дефіциту води для малих фермерських господарств можна виділити два фактори перебування під дією – площа земель, зайнятих малим фермерством, і кількість малих фермерських господарств на оцінюваній території.

2.4. ОРВЗК на практиці

2.4.1. Підходи до проведення ОРВЗК

На сьогоднішній день застосовуються різні підходи до проведення ОРВЗК. Вибір підходу, оптимального для конкретного ОРВЗК, визначається цілою низкою критеріїв, включаючи мету оцінювання, наявність та доступність вхідних даних, вартість, пріоритети оцінювання, часові рамки бажаного планування, а також необхідну детальність результатів для прийняття рішень. У практиці проведення ОРВЗК та планування адаптації застосовують два основні типи підходів – оцінювання «згори донизу» (top-down approach) та «знизу вгору» (bottom-up approach).

Оцінювання «згори донизу» (top-down) передбачає укрупнення масштабу (downscaling) кліматичних проекцій із глобальних циркуляційних моделей за різними сценаріями викидів парникових газів (RCP 4.5, RCP 8.5 та ін.) до масштабу територій, які оцінюються. Набори даних глобальних кліматичних моделей, як правило, створюються в растровому форматі з низькою просторовою просторою роздільною здатністю від 1° x 1° до 5° x 5°, тобто приблизно від 70 км x 100 км до 350 км x 500 км на широті України. Методи динамічного і статистичного укрупнення масштабу дозволяють підвищити роздільну здатність цих даних до 0,125° x 0,125°, тобто приблизно 9 x 12 км на широті України. Часова роздільна здатність глобальних наборів кліматичних даних може бути річна, місячна, добова, годинна та може охоплювати історичні періоди від 1850 року до майбутніх прогнозів до 2300 року в залежності від ансамблю кліматичних моделей[16].

Оцінювання вразливості «знизу вгору» (bottom-up) здійснюється з використанням методів, інструментів та місцевих кліматичних даних, що ґрунтуються на участі зацікавлених сторін, які безпосередньо можуть зазнавати впливу зміни клімату на досліджуваній території. Підходи «знизу вгору» більше зосереджені на місцевих аспектах уразливості певної

[16] Climate Data Store

соціальної групи (району, екосистеми тощо) у порівнянні з іншими. Вони вивчають, яким чином зміни у чутливості місцевих об'єктів можуть допомогти підвищити стійкість до змін клімату. Такі оцінювання можуть фокусуватися як на вразливості станом на сьогоднішній день, так і майбутньої вразливості[17].

Ці два типи оцінювання можуть використовуватися як окремо одне від одного, так і, наскільки це можливо, у взаємодоповнювальному поєднанні. При спільному використанні підходи «згори-донизу» і «знизу-вгору» інформують один одного концептуально і практично, генеруючи гібридні методи і інформацію, що, ймовірно, будуть більш корисними в короткостроковій і довгостроковій перспективі[18].

За концептуальною структурою підхід «згори-донизу» в більшій мірі відповідає першому рівню оцінювання у трирівневому підході до ОРВЗК (див. розділ 1.4), у той час як підхід «знизу вгору» відповідно до мети і наявного/залученого інформаційного забезпечення може бути застосований на другому і третьому рівнях. Разом з тим, обидва підходи можуть бути раціонально наскрізно застосовані для усіх складових трирівневого оцінювання (як єдиної системи ОРВЗК) для забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень.

Також, серед наявних підходів оцінювання ризиків та вразливості до зміни клімату узагальнено можна виділити два основних напрями – методології кількісного та якісного аналізу. Методології кількісного аналізу передбачають розроблення системи індикаторів, агрегованих критеріїв, інтегральних індексів. Методології якісного аналізу, як правило, носять описовий характер та спираються на узагальнення показників різних баз даних, результати опитування зацікавлених сторін, підтвердження припущень, розробку гіпотез тощо.

2.4.2. Ланцюжки впливу

Ланцюжки впливу є основою структури ОРВЗК. Вони є аналітичним інструментом, який допомагає краще зрозуміти, візуалізувати, систематизувати та визначити пріоритетність факторів, що створюють ризики для оцінюваної системи.

Відповідно до визначень AR5, основними «будівельними блоками» причинно-наслідкових ланцюжків від загроз до ризику є впливи (рис. 2.1). Наприклад, сильні зливові дощі (кліматичний сигнал) можуть призвести до повені (прямий фізичний вплив), що в свою чергу викликає послідовність проміжних впливів, які зрештою створюють ризик.

---

[17] Climate change vulnerability assessments. Climate Change Adaptation Technologies for Water

[18] Conway D. et al. The need for bottom-up assessments of climate risks and adaptation in climate-sensitive regions. Nature Climate Change. 2019. Vol. 9. P. 503–511

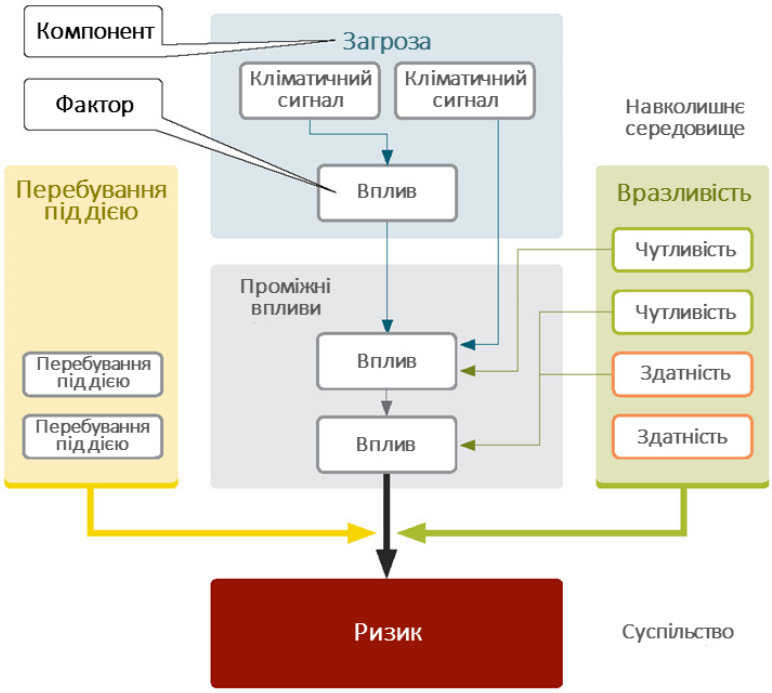


Рисунок 2.1 – Структура ланцюжка впливу згідно підходу AR5[19]

Ланцюжок впливу складається з компонентів ризику (загроза, вразливість, перебування під дією) і основних факторів (білі прямокутники на рис. 2.1). Компонент загрози включає фактори, пов'язані з кліматичними сигналами (явищами) та їх прямим фізичним впливом. Компонент вразливості складається з факторів чутливості та здатності протидіяти та/або адаптуватися. Компонент перебування під дією складається з одного або кількох факторів.

Допоміжним інструментом для повного розуміння причинно-наслідкового ланцюжка, що веде до ризику, є проміжні впливи. Вони є функцією як факторів загрози, так і факторів уразливості. До проміжних впливів слід віднести всі визначені впливи, які залежать не лише від кліматичного сигналу, але й від одного або кількох факторів уразливості.

Кожен фактор має бути віднесений лише до одного компонента ризику, щоб уникнути подвійного врахування. Фактори, віднесені до одного компонента (загроза, вразливість або перебування під дією), повинні бути – принаймні переважно – незалежними від факторів інших компонентів. Фактори, на які впливають інші фактори, що належать до принаймні двох різних компонентів, слід розглядати як проміжні впливи. Наприклад, у системі виділено незалежні фактори, які віднесені до різних компонентів ризику: зменшення кількості атмосферних опадів (загроза), низька ефективність систем зрошення (вразливість), кількість малих фермерських господарств (перебування під дією). Однак, такий фактор як «нестача води для зрошення сільськогосподарських культур» визначається впливом

[19] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

факторів із двох різних компонентів (загроза і вразливість), тому він має розглядатися як проміжний вплив.

Фактори, що представляють потенційно небезпечні події, можна або віднести до компонента загрози, або класифікувати як проміжні впливи. Це рішення повинно ґрунтуватися на питанні, чи можна вплинути на конкретний фактор заходами або діями, вжитими в оцінюваній системі. Наприклад, під час здійснення ОРВЗК для сільського господарства, фактором ризику розвитку ерозії ґрунтів може виступати частота сильних повеней. Якщо територія, яку ви розглядаєте, розташована на рівнині у низов'ях басейну, де формується повінь – ми не можемо безпосередньо вплинути на події повені. Таким чином, ми віднесемо цей фактор до компонента загрози. Якщо ця територія розташована у верхів'ях басейну в гірській місцевості, можна запровадити заходи щодо затримання поверхневого стоку, наприклад лісонасадження на схилах. У цій ситуації головну роль відіграє вже вразливість системи, і тому фактор повені ми класифікуємо як проміжний вплив.

В організаційному плані розробка ланцюжків впливу може бути здійснена у такі кроки:

1) підготовка процесу в проектній команді за допомогою зовнішніх експертів (аналіз відомих впливів і причинно-наслідкових зв'язків);

2) використання методів участі, такі як семінари із залученням ключових установ та експертів, а також представників зачеплених секторів або спільнот з метою розширити знання та створити спільну концепцію (мозковий штурм щодо додаткових впливів, визначення пріоритетів впливів, складання чернеток ланцюжків впливу);

3) завершення процесу в проектній команді за допомогою зовнішніх експертів, де це необхідно («тонке» налаштування та завершення формування ланцюжків впливу).

Проведення семінарів із розробки ланцюжків впливу доцільно поєднувати з польовими виїздами, організованими як спільні заходи із залученням місцевих експертів та інших зацікавлених сторін. Такий підхід дозволяє виявити критичні елементи системи (фактори вразливості та/або впливу), які не можуть бути виявлені дистанційним шляхом або моделюванням, наприклад, недостатній рівень технічного стану інфраструктури захисту від повеней або наявність неформальних поселень у потенційних зонах затоплення[20].

Методологічно процес розробки ланцюжків впливу складається з таких кроків:

1) встановити кліматичні впливи та ризики, що чинять дію на оцінювану систему;

2) визначити загрози та проміжні впливи;

[20] Zebisch M. et al. Climate Impact Chains – A Conceptual Modelling Approach for Climate Risk Assessment in the Context of Adaptation Planning. Climate Adaptation Modelling. Springer Climate. Springer, Cham. 2022. P. 217-224.

3) визначити вразливість, тобто параметри або властивості системи, які підвищують ризики;

4) встановити, які фактори зумовлюють перебування вразливих об'єктів під дією;

5) визначити, які заходи з адаптації змогли б знизити вразливість та/або перебування під дією.

Ланцюжки впливу забезпечують не лише розуміння ризику, але також надають підґрунтя для визначення потенційних заходів з адаптації. Фактори вразливості, які були визначені на попередніх етапах, можуть слугувати відправною точкою для мозкового штурму щодо заходів з адаптації, сприяючи постановці такого запитання: якими ефективними способами можна усунути фактори чутливості та посилити здатність пом’якшувати вплив?

Це крок є особливо корисним, якщо оцінка ризику має на меті закласти основу для адаптаційних заходів, він може слугувати перевіркою, наскільки визначені до цього фактори вразливості відповідають реальності. Під час вироблення заходів із адаптації ви можете виявити, що розуміння причинно-наслідкових зв’язків компонентів уразливості є неповним, і що ланцюжок впливу вимагає додаткових елементів[21].

Ступінь, до якого впливи зміни клімату можуть змінюватись протягом дії передбаченого заходу з адаптації залежать від того, якими можуть бути довгострокові наслідки цього заходу. Зокрема, це виражається у таких положеннях:

рішення, що діють до 15 років (тобто відносно короткострокові рішення, наприклад, як використовувати офісний простір), скоріше за все чинитимуть вплив, для виявлення та усунення якого будуть потрібні фахівці середнього рівня кваліфікації;

рішення, що діють від 15 до 30 років (тобто середньострокові дії, як то вибір типу дорожнього покриття), скоріше за все чинитимуть вплив, для виявлення якого та здійснення ефективних заходів у відповідь будуть потрібні фахівці високого рівня кваліфікації;

рішення, що діють довше 30 років (тобто, довгострокові дії, як спорудження та розміщення будівель), вірогідно, вимагатимуть здатності керувати значними рівнями невизначеності та здатності розробляти складні рівні управління для їх вирішення.

Приклад ланцюжків впливу, розроблених у рамках оцінювання ризику дефіциту води для малих фермерських господарств наведений на (рис. 2.2). Блакитним кольором на рисунку показані кліматичні загрози, сірим – проміжні впливи, зеленим – фактори вразливості системи, жовтим – фактори перебування під дією, у сірих виносках – можливі заходи з адаптації.

[21] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

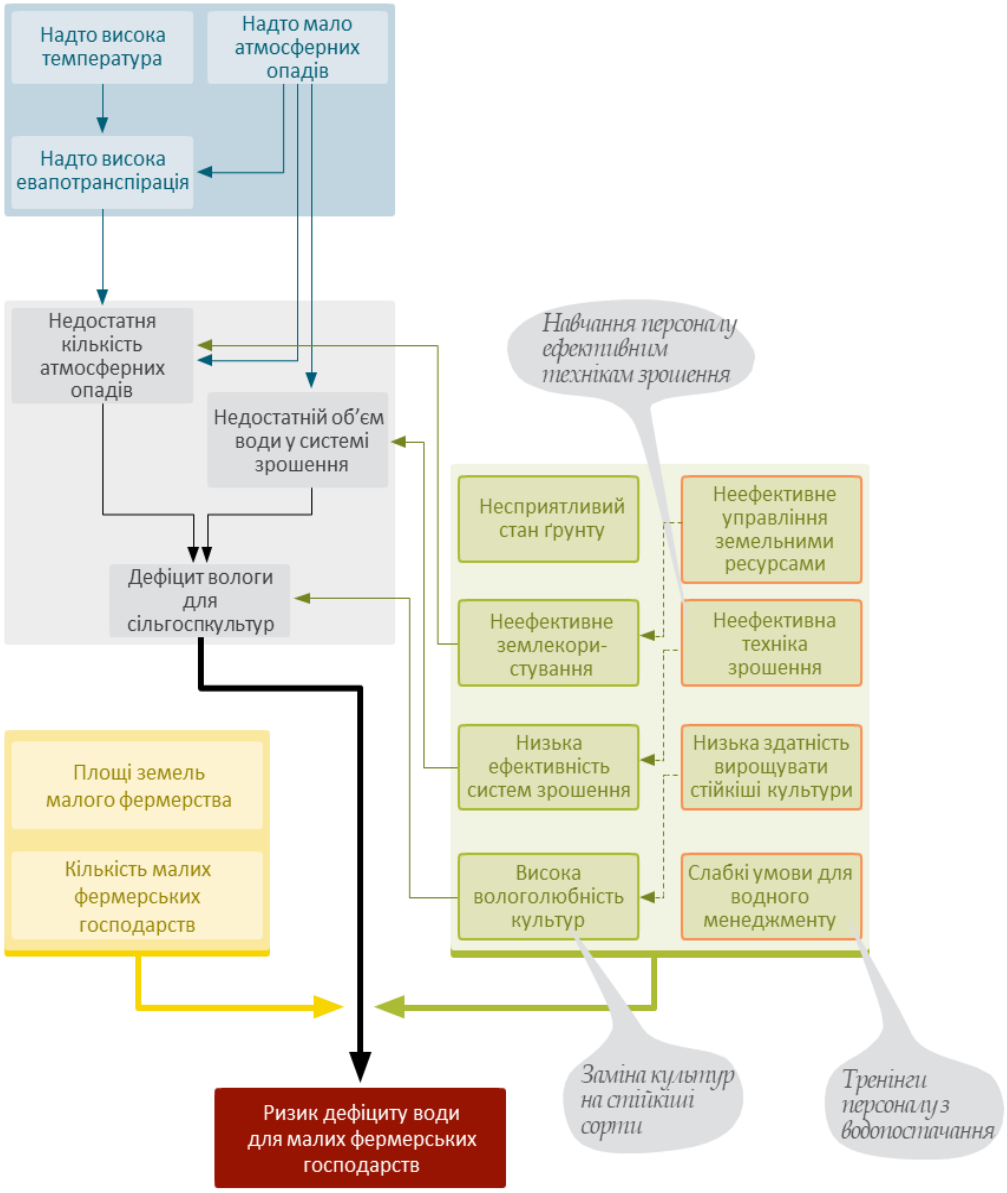


Рисунок 2.2 – Заходи з адаптації в оцінюванні ризику дефіциту води для малих фермерських господарств[22]

Ще один приклад простого ланцюжка впливів наведений на рис. 2.3. Зменшення кількості атмосферних опадів (фактор загрози) зумовлює зменшення об'ємів доступних водних ресурсів (проміжний вплив) на певній території. Під дією такого впливу перебувають дрібні землевласники (фактор перебування під дією), які зазнають ризику зниження продуктивності сільськогосподарського виробництва за умов, якщо не впровадять жодних заходів з адаптації до зміни клімату. Певні сорти сільськогосподарських культур є чутливими до забезпечення вологою (фактор чутливості), тому для усунення або зниження ризику шкоди, землевласники можуть переглянути перелік сортів вирощуваних культур та замінити їх на більш посухостійкі в даних умовах (фактор здатності), тобто мають здатність адаптуватися до змін клімату.

[22] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

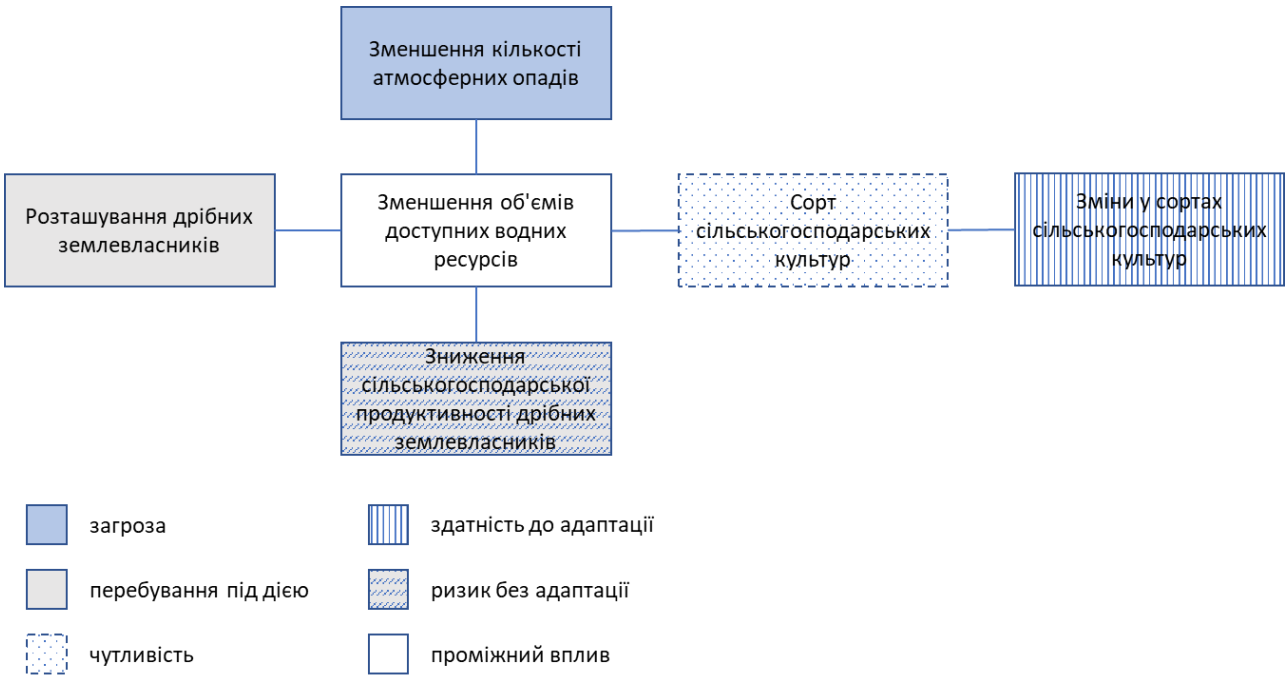


Рисунок 2.3 – Приклад простого ланцюжка впливу[23]

Під час розробки ланцюжків впливу необхідно застосовувати такі загальні підходи:

намагатися створити реалістичну картину системи, що оцінюється;

першими ідентифікувати прямі впливи та відповідні фактори ризику;

сконцентруватися на найважливіших зв'язках між факторам ризику;

чітко розрізняти компоненти ризику (загрози, перебування під дією, чутливість, здатність до адаптації);

робити припущення на основі наукових публікацій та експертних думок;

не намагатися врахувати абсолютно всі аспекти реальності в усіх можливих деталях та взаємозв'язках;

не пробувати візуалізувати всі можливі зв'язки між факторами ризику, натомість розділяти прямі та непрямі зв'язки;

не обмежувати ланцюги впливу, якщо є обмеження в доступі до даних.

2.4.3. Індикатори кліматичних ризиків і вразливості

Індикаторами є параметри, які характеризують певний стан або умови, в яких перебуває оцінювана система. Найбільш достовірними та об'єктивними індикаторами є кількісні показники, які вимірюються прямим чином за стандартними загальноприйнятими методиками. У разі якщо стан системи або умови неможливо оцінити шляхом прямих вимірювань, використовують непрямі індикатори (проксі-індикатори).

Метою застосування індикаторів в ОРВЗК є використання кількісної, напівкількісної або якісної інформації для оцінювання впливів зміни клімату. При цьому здійснюється порівняння значень індикатору з критичними

[23] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

пороговими значеннями або результатами попередніх вимірювань. Якщо кількісних даних немає, і порогові значення не визначені, тоді доцільно використовувати лише якісну інформації, а оцінка індикаторів залежатиме від суджень експертів.

Там, де це можливо, має бути встановлений принаймні один індикатор для кожного відповідного фактору ризику. Значення індикаторів можуть бути агреговані відповідно до компонентів ризику (загрози, перебування під дією, чутливість та здатність до адаптації) кількісно, напівкількісно або якісно, та на наступних етапах можуть бути об'єднані в інтегральний бал ризику.

Індикатори мають бути конкретними та специфічними. Під час вибору індикаторів необхідно враховувати такі критерії:

1. Просторове покриття та роздільна здатність.
2. Часові рамки.
3. Репрезентативність.
4. Відтворюваність (для послідовного повторення ОРВЗК).
5. Доцільність.

За можливості, необхідно включати такі індикатори, які надають інформацію щодо критичних порогових значень.

Вибір індикаторів – це ітеративний процес. Під час вибору належних індикаторів для кожного фактору ризику доцільно залучати галузевих експертів. На практиці, кількість обраних індикаторів може бути обмежена наявністю, доступністю та якістю вхідних даних, а також обмеженими можливостями розробника ОРВЗК в ресурсах (часових або фінансових).

Індикатори необхідно розділити на групи за компонентами ризику: загрози, вразливість (чутливість, здатність), перебування під дією (табл. 2.2). Індикатори повинні нести кількісну інформацію про кожен компонент ланцюжка впливу зміни клімату. Доцільно вибирати невелику кількість індикаторів, які представляють певний компонент системи, але необхідно переконатися, що вибрані індикатори є найбільш репрезентативними та інформативними.

Таблиця 2.2 – Приклади індикаторів для різних факторів і компонентів ризику

Компонент ризику	**Фактор ризику**	**Можливий індикатор**
Загроза (кліматичний сигнал)	Зливові атмосферні опади	Кількість днів на рік з сумарною добовою кількістю опадів більше 10 мм
Загроза (прямий фізичний вплив)	Повені	Кількість катастрофічних повеней на рік
Вразливість (чутливість)	Схильність земель до ерозії	Частка (%) площі типів земель із високим ризиком розвитку ерозії
	Крутизна схилів	Частка (%) земель із ухилом земної поверхні більше 30%

Компонент ризику	Фактор ризику	Можливий індикатор
	Стійкість сільськогосподарських культур	Відсоток площі, на якій вирощують культури, вразливі до засушливих умов
Вразливість (здатність)	Рівень доходів населення	Частка (%) населення із рівнем добового доходу менше 2$
	Індекс людського розвитку	Інтегральний показник (0–1), що об'єднує показники тривалості життя, рівня освіти та прибутку населення певної території
	Підвищення стійкості вирощуваних культур	Частка (%) прибутку, доступна для інвестицій в нові сорти культур
Перебування під дією	Наявність дрібних землевласників	Кількість дрібних землевласників на одиницю площі території
	Щільність населення	Чисельність населення (осіб) на 1 км^2
	Розповсюдженість богарного землеробства	Частка (%) площі богарних земель на території або у районі

Індикатори загроз в основному включають кліматичні параметри, як виміряні прямим способом у ході метеорологічних спостережень, так і змодельовані, наприклад, максимальна добова температура повітря або місячна сума кількості атмосферних опадів. Для індикаторів перебування під дією та вразливості в ідеалі необхідно використовувати фізико-географічні або соціо-економічні дані (виміряні або змодельовані), наприклад, демографічні, гідрологічні, сільськогосподарські моделі. Але, частіше визначення таких індикаторів спирається на доступні дані національної статистики, результати попередніх спостережень, судження експертів (як основу для числових даних) або на комбінацію цих варіантів. Крім того, дуже важливим моментом є визначення напряму зв’язку кожного індикатору з ризиком, тобто відповідь на запитання – підвищення значень індикатору призводять до зниження ризику або його підвищення?

Наприклад, в оцінюванні ризику дефіциту води для малих фермерських господарств кліматичні загрози «надто висока температура» та «надто мало атмосферних опадів» можуть бути представлені відповідно такими конкретними індикаторами – кількість днів із максимальною добовою температурою більше 30°С за період вегетації, кількість місяців на рік із сумарною кількістю опадів менше 50 мм за період вегетації. Ці та інші можливі індикатори, які характеризують вразливість і перебування під дією у даному прикладі, наведені на рис. 2.4 (індикатори вказані в темніших прямокутниках).

Перелік вибраних індикаторів доцільно скласти у вигляді таблиці, в яку необхідно внести відповідні метадані:

короткий опис індикатора;

компонент ризику, який представляє індикатор (наприклад, загроза), та фактор ризику (наприклад, атмосферні опади);

коротке обґрунтування, чому саме цей індикатор було обрано;

просторове покриття;
одиниці вимірювання;
просторова роздільна здатність;
часове покриття (діапазон, частота вимірювань);
напрям зв'язку індикатору з ризиком, тобто пояснення чи високий або низький рівень значення індикатору підвищує чи знижує ризик;
існуючі або потенційні джерела отримання даних.

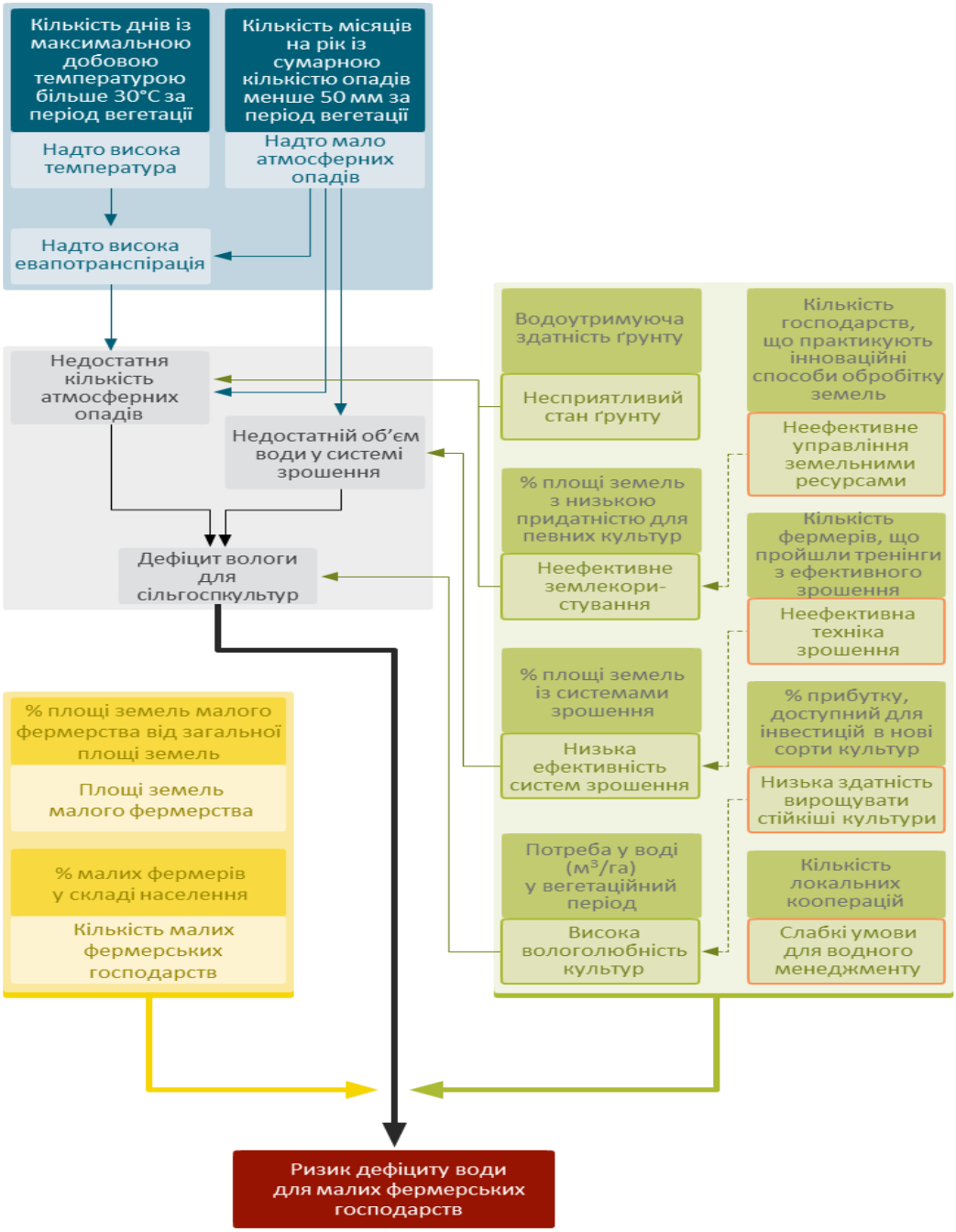


Рисунок 2.4– Приклад індикаторів компонентів ризику в оцінюванні ризику дефіциту води для малих фермерських господарств[24]

[24] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

2.4.4. Збирання, впорядкування та нормалізація даних

Для проведення ОРВЗК використовують дані за базовий (історичний) період та майбутній період. У більшості випадків для минулого і теперішнього часу доступні дані прямих вимірювань. Для отримання даних майбутнього періоду використовуються сценарії та прогнози, які описують очікувані ризики, чутливість та перебування під дією. Для збирання кількісних даних щодо стану довкілля можна керуватися стандартом ISO 14003:2019 Environmental management – Quantitative environmental information – Guidelines and examples.

Для збирання даних можна використовувати різні методології:

1. Вимірювання: для таких індикаторів, як вологість повітря, рівень води, ґрунтова вологість, проводять прямі фізичні вимірювання. Вимірювання можуть також здійснювати методами дистанційного зондування Землі, наприклад, використання супутникових даних для визначення вегетаційного індексу NDVI.

2. Опитування та анкетування: шляхом опитувань та анкетувань, зазвичай, збирають соціально-економічну інформацію, наприклад щодо величини прибутку домогосподарств, рівня освіти, застосовуваних технік зрошення тощо. Такі дані часто агрегують (наприклад, від рівня громади до області), інтерполюють або екстраполюють перед залученням до ОРВЗК.

3. Моделювання: моделі в ОРВЗК використовують для оцінювання поточних і майбутніх кліматичних загроз (наприклад, зміна температури повітря або атмосферних опадів), чутливості або факторів перебування під дією, а також поточних і можливих майбутніх впливів зміни клімату (наприклад, зміна річкового стоку за умов зміни кількості атмосферних опадів, зміна в продуктивності сільськогосподарських культур при зміні температури повітря).

4. Судження експертів: знання експертів та, особливо, місцеві знання є важливими джерелами інформації в ОРВЗК. Думки експертів необхідно використовувати, доповнюючи їх кількісними даними, за можливості.

Для отримання даних щодо майбутніх періодів часу доцільно використовувати такі джерела:

1. Кліматичні проекції: результати моделей, які симулюють зміну клімату, часто використовують для визначення можливих кліматичних параметрів у майбутньому. Глобальні кліматичні моделі використовують припущення щодо майбутніх викидів парникових газів (сценарії викидів) або їхню майбутню концентрацію в атмосфері (сценарії концентрацій) та на виході видають кліматичні проекції. Для багатьох завдань, наприклад, моделювання використання сільськогосподарських культур, необхідно застосовувати проекції з пониженим масштабом (тобто проекції з більш високою просторовою роздільною здатністю), придатні для території розташування системи, що оцінюється. Всі кліматичні проекції за своєю суттю мають певний ступінь невизначеності. Одним із шляхів зниження невизначеності є використання ансамблю кліматичних проекцій. Для

кращого розуміння невизначеності сценаріїв та підходів до пониження масштабу необхідно передбачити консультації з відповідними експертами.

2. Сценарії чутливості та сценарії перебування під дією: ці сценарії, там, де це можливо, мають узгоджуватися з кліматичними проекціями. Оскільки перебування під дією тісно пов'язане з розвитком чутливості (зокрема, соціально-економічної), їх сценарії мають розроблятися разом із урахуванням невизначеностей.

3. Комбінації сценаріїв: кліматичні проекції, сценарії чутливості та сценарії перебування під дією необхідно поєднувати для аналізу можливих впливів зміни клімату в майбутньому.

Зібрані дані мають пройти верифікацію та перевірку якості. Для кількісних даних перевірка якості має охоплювати:

якість і формат даних, а також структурованість файлів;

часове та просторове покриття;

повнота даних;

аномальні значення в наборах даних та, за можливостю, їхнє походження.

Для якісної інформації перевірці підлягають:

репрезентативність точок зору зацікавлених сторін;

коректне трактування слів і термінів (може варіювати у різних мовах та регіонах).

Вхідні дані, так само як і результати ОРВЗК, і якісні, і кількісні завжди мають певний ступінь невизначеності. В оцінках впливів зміни клімату невизначеність виникає як в кліматичних моделях і сценаріях, так і в даних обраних індикаторів. Тому, для кожного впливу зміни клімату необхідно провести оцінку рівня впевненості результатів, як мінімум виділяючи категорії «низький», «середній», «високий» рівень, з відповідним обґрунтуванням цих категорій.

Зібрані дані мають бути детально описані та задокументовані. Недостатня обізнаність щодо змісту та структури наявних даних або недостатнє їх розуміння може призвести до небажаного дублювання зусиль у збиранні даних. Набори даних мають зберігатися таким чином, аби уникнути втрати даних. Необхідно систематично документувати метадані з описом змісту, характеристик наборів даних та вказівками до їх інтерпретації.

Після збирання та верифікації дані підлягають процесу нормалізації. Процес нормалізації означає перетворення значень індикаторів, виміряних за різними шкалами та в різних одиницях, у безрозмірні значення за загальною єдиною шкалою.

В оцінках завжди використовують різні форми кількісних даних – від величини прибутку на домогосподарство в грошових одиницях до кількості лікарів, величини температури і типів сільськогосподарських культур. Усі ці різноманітні показники вимірюються в різних шкалах та одиницях, отже, задля коректного порівняння вони мають бути стандартизовані в єдину, вимірювану шкалу. Нормалізацію рекомендується робити шляхом встановлення стандартного діапазону значень від 0 до 1 для всіх даних, і визначення оптимального та критичного рівнів. Значення «0» приймають за

оптимальний рівень, який означає, що система працює добре без проблем, а значення «1» означає критичний рівень, який відповідає стану системи, в якому вона не функціонує[25]. Наприклад, річна норма опадів у 600 мм/рік, яка є оптимальною для даної території, отримує оцінку 0, тоді як норма опадів у 200 мм/рік може бути прийнята як критична та отримати оцінку 1.

Індикатори, які мають додатні значення у метричній системі вимірів (наприклад, температура в °C, кількість опадів в мм), можуть бути нормалізовані за такою формулою:

$$X_{i\,0-1} = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}$$

де X_i – індивідуальне значення, яке підлягає нормалізації

X_{min} – мінімальне значення індикатору

X_{max} – максимальне значення індикатору

$X_{i\,0-1}$ – нормалізоване значення, тобто індивідуальне значення, виражене числом у діапазоні від 0 до 1

Наприклад, якщо оптимальна кількість атмосферних опадів за певний період часу визначена на рівні 60 мм, а критична – 25 мм, то виміряне значення у 52 мм за вищенаведеною формулою нормалізується таким чином: (52 – 25) / (52 – 60) = 0,77.

Проте, вищенаведена формула не може застосовуватися для величин, які мають від'ємні значення. Для таких величин можна застосувати рейтингові значення за шкалою категорій, зокрема, від 1 до 5, де 1 відповідає оптимальному значенню, найближчому до норми, а 5 – критичному, найбільш віддаленому від норми (наприклад, від середніх значень величини, характерних для регіону). Індикатори, які не вимірюються у метричних шкалах (наприклад, тип ґрунтів або наявність/відсутність доступу до води) також оцінюють за допомогою шкали категорій від 1 до 5. Рішення щодо присвоєння категорій таким індикаторам виносяться шляхом експертних обговорень та суджень. Рекомендована шкала оцінювання за категоріями представлена у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Категорії шкали оцінювання індикаторів

Числове значення	**Бал**	**Опис**
0 – 0,2	1	Оптимальне значення (покращення не потрібне або неможливе)
> 0,2 – 0,4	2	Скоріше позитивне значення
> 0,4 – 0,6	3	Нейтральне значення
> 0,6 – 0,8	4	Скоріше негативне
> 0,8 – 1	5	Критичне значення (система не функціонує або зазнає істотних негативних порушень)

Для таких індикаторів, як, наприклад, ступінь ефективності управління водними ресурсами, п'ятибальна шкала може містити такі категорії: 1 –

[25] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

високий, 2 – скоріше високий, 3 – скоріше слабкий, 4 – слабкий, 5 – відсутній.

Під час оцінювання важливо слідкувати, щоби значення індикатору зростали у правильному напрямку у відповідності до його зв'язку з ризиком та вразливістю. Тобто, найнижчі значення мають відповідати позитивним умовам у контексті вразливості, а найвищі – негативним. Якщо зростання величини індикатору призводить до зниження вразливості, шкалу його оцінювання необхідно інвертувати.

Встановлення порогових мінімальних (оптимальних) і максимальних (критичних) значень індикаторів може істотно впливати на результати оцінювання. Тому, цей крок потрібно здійснювати обережно, базуючись на надійних літературних джерелах та знаннях експертів з обов'язковим узгодженням із зацікавленими сторонами.

2.4.5. Зважування та об'єднання індикаторів

Фактори ризику зазвичай мають неоднаковий вплив на компоненти системи. Тому, до індикаторів застосовують різні значення ваги, які кількісно характеризують фактори ризику. Чим вищим є ваговий коефіцієнт, тим більш значущим є індикатор у підсумку. Далі зважені індикатори агрегують у зведені показники компонентів ризику (перебування під дією, чутливість, здатність до адаптації тощо). У ряді випадків можуть бути обґрунтовані причини використовувати еквівалентні ваги для всіх індикаторів (наприклад, у разі нестачі інформації, відсутності консенсусу в думках експертів або недостатності ресурсів для присвоєння різних ваг).

Існує багато методів присвоєння вагових коефіцієнтів – від складних статистичних процедур, таких як факторний аналіз та аналіз головних компонент, до методів участі (participatory methods), таких як процес розподілу бюджету. Останній метод передбачає безпосереднє залучення зацікавлених сторін, коли представники сторін на спільній зустрічі в індивідуальному порядку впорядковують набір індикаторів за рейтингом, керуючись власним розумінням, після чого результати рейтингування усереднюють. Настанови GIZ рекомендують метод участі як один із найбільш практичних, оскільки застосування статистичних методів потребує більших ресурсів та знань. Крім того, процедура рейтингування індикаторів за важливістю та присвоєння вагових коефіцієнтів шляхом спільних рішень за круглим столом є більш прозорою та сприяє прийняттю результатів оцінювання зацікавленими сторонами.

Після того, як для всіх індикаторів встановлені вагові коефіцієнти, застосовують зважене арифметичне агрегування. Для цього окремі індикатори помножуються на присвоєні їм вагові коефіцієнти, підсумовуються, а потім діляться на суму їхніх ваг для обчислення зведеного показника компонента ризику (CI – composite indicator)[26]:

[26] The Vulnerability Sourcebook – Concept and guidelines for standardised vulnerability assessments. GIZ, adelphi, EURAC. Eppelheim, 2014

$$CI = \frac{(I_1 \cdot w_1 + I_2 \cdot w_2 + \ldots + I_n \cdot w_n)}{\sum_1^n w}$$

де CI – зведений показник компонента ризику,

I_i – окремий індикатор компонента ризику,

w_i – ваговий коефіцієнт, присвоєний індикатору.

Арифметичне зважене агрегування здійснюють для всіх компонентів ризику – загроз, перебування під дією та вразливості як комбінації чутливості та здатності до адаптації (рис. 2.5).

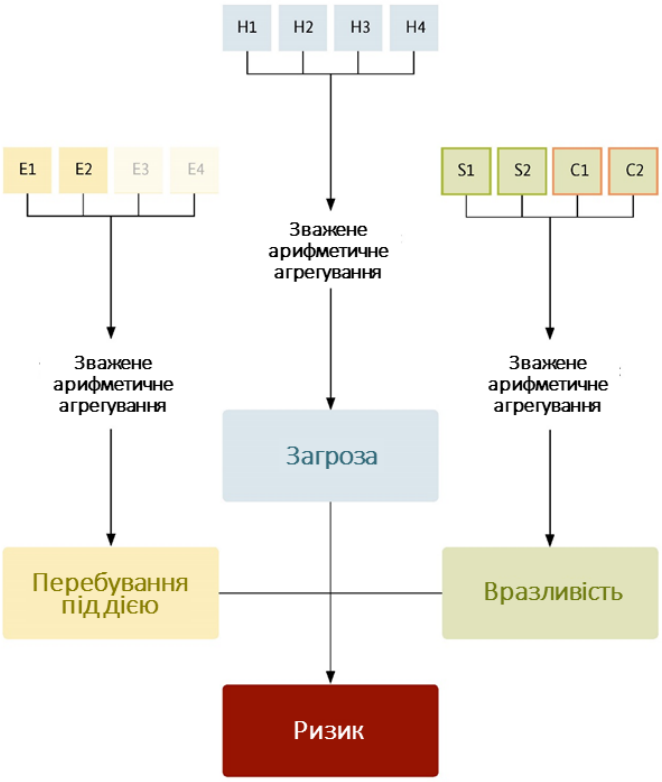


Рисунок 2.5 – Агрегування окремих факторів у компоненти ризику[27]

В ОРВЗК об’єднання (агрегування) індикаторів та компонентів ризику є необов’язковим завданням. Індикатори можуть бути агреговані для формування однієї оцінки кожного впливу зміни клімату, а також можуть далі бути агреговані для складових оцінюваної системи, наприклад для секторів. Розробник ОРВЗК вирішує, наскільки агрегування є доцільним, корисним та обґрунтованим. У ряді випадків доцільно отримати набір якісних та змістовних результатів індивідуально по окремих компонентах ризику. Агрегування може бути особливо корисним для комплексних, крос-секторальних оцінювань. Разом з тим, воно не має маскувати окремі результати ОРВЗК[28].

Під час агрегування компонентів ризику необхідно враховувати такі моменти:

[27] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook’s approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

[28] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

1. Висока здатність до адаптації може означати потенціал протистояти сильному впливу. Відповідно, в загальному результаті оцінки рівень ризику вийде низьким, незважаючи на можливий сильний вплив.

2. Зважаючи на фокус оцінки, не завжди потрібно отримувати агреговане значення ризику. Іноді, виявлення площ із високим впливом зміни клімату та низькою адаптаційною здатністю (так звані осередки або «гарячі точки») може бути достатнім для досягнення цілей ОРВЗК. Візуальне накладання впливу зміни клімату та адаптаційної здатності на карту в межах певної площі може бути доцільним і достатнім варіантом.

3. Для демонстрації того, яким чином компоненти ризику впливають на загальну величину ризику, необхідно використовувати наочні способи зображення. Наприклад, можна використовувати кругові діаграми для ілюстрації впливу окремих індикаторів на компоненти ризику.

Різні ризики можна агрегувати покроково в єдине підсумкове значення ризику у випадку, коли ОРВЗК проводиться для декількох секторів або регіонів. При цьому важливо пам’ятати, що таке узагальнене значення ризику представляє сильно агреговану інформацію та не надає чіткого уявлення щодо впливу окремих індикаторів та компонентів ризику, які брали участь в оцінюванні. Можливим способом показати внутрішнє співвідношення по різним компонентам агрегування є, наприклад, використання пелюсткової діаграми (аналогічно розі вітрів).

Результати агрегування декількох впливів зміни клімату можна представити в якості порівняльних діаграм або карт (з накладанням або без) та текстових описів осередків високого ризику («гарячих точок»). Для кращого розуміння результатів необхідно у фінальному звіті до агрегованих результатів обов’язково додавати опис окремих компонентів оцінки[29].

2.4.6. Визначення інтегрального значення ризику

На даному етапі відбувається об’єднання (агрегування) визначених величин компонентів ризику (загрози, вразливість та перебування під дією) в зведену величину ризику.

Найпростішим, але дієвим методом об’єднання компонентів ризику в один інтегральний показник ризику є розрахунок середньозваженого арифметичного значення[30]:

$$R = \frac{(HI \cdot w_H) + (VI \cdot w_V) + (EI \cdot w_E)}{w_H + w_V + w_E}$$

де R – інтегральний показник ризику

HI – зведений показник загрози

VI – зведений показник вразливості

EI – зведений показник перебування під дією

[29] ISO 14091:2021 – Adaptation to climate change – Guidelines on vulnerability, impacts and risk assessment

[30] Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook – Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook’s approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. GIZ, 2017

Перевагою цього методу розрахунку є, безумовно, його простота й доступність, але до недоліків належать недостатність контролю об'єднаних ефектів, а також ймовірність того, що один компонент може певним чином компенсувати інший.

Результати об'єднання компонентів загального ризику, аналогічно процедурі агрегування окремих індикаторів на попередньому етапі, можуть бути класифіковані за шкалою від 0 до 1 або від 1 до 5 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Категорії шкали оцінювання ризику

Числове значення	**Клас ризику**	**Опис**
0 – 0,2	1	Дуже низький
> 0,2 – 0,4	2	Низький
> 0,4 – 0,6	3	Помірний
> 0,6 – 0,8	4	Високий
> 0,8 – 1	5	Дуже високий

Для агрегування компонентів ризику можна використовувати й інші загальноприйняті методи, які застосовуються в оцінках ризиків, наприклад, складання оцінювальної матриці. Основною перевагою матричного підходу є відносно більший контроль над результатами агрегування. У поточній концепції ризику матриця повинна об'єднати три компоненти – загрози, вразливість і перебування під дією (рис. 2.6). За такого підходу ризик оцінюється шляхом поєднання ступеня загрози (вісь y), вразливості (нижня x-вісь) і перебування під дією (верхня вісь x) до класу ризику (від 1 = дуже низький до 5 = дуже високий).

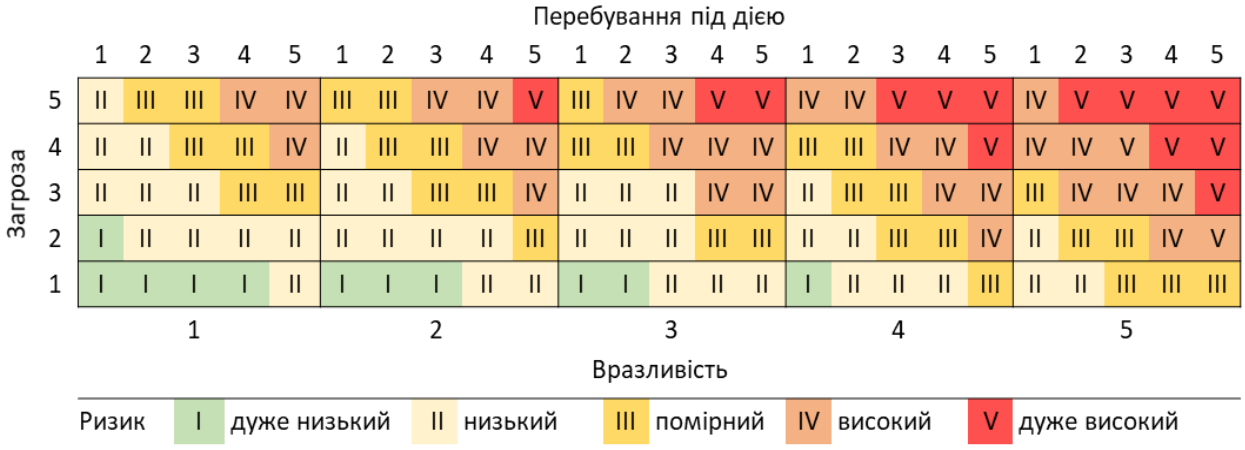


Рисунок 2.6 – Приклад матричного підходу до об'єднання компонентів ризику

Якщо індикатори представлені просторовими даними (геоданими) у векторному та/або растровому форматах, агрегування компонентів ризику часто здійснюють шляхом оверлейного аналізу в геоінформаційні системі, тобто накладання шарів із даними індикаторів один поверх іншого та напівавтоматичного розрахунку зведеного ризику, використовуючи зважені значення індикаторів, розміщених в атрибутивних даних кожного шару.

2.4.7. Представлення результатів ОРВЗК

Звіт, який складають в результаті проведення ОРВЗК, має містити:

опис цілей оцінювання;

методи оцінювання, які були застосовані;

основні результати;

висновки з поясненням та інтерпретуванням результатів.

Структура звіту може включати:

1. Контекст та цілі:

контекст, в якому здійснюється ОРВЗК (наприклад, чи є оцінювання частиною спеціальної програми, хто є замовником та кінцевим користувачем результатів);

цілі та підходи оцінювання;

організації та зацікавлені сторони, які були залучені;

масштаби та обсяги оцінювання, включаючи опис оцінюваної системи та впливів, а також географічний масштаб та часові рамки;

2. Методологія та хід реалізації:

причинно-наслідкові зв'язки, які були взяті за основу в оцінюванні – ланцюжки впливу;

обрані фактори ризику, їх індикатори та методи їхнього визначення;

будь-які пробіли та недоліки в даних, заходи їх подолання;

критерії вибору зацікавлених сторін;

інформація щодо залучених експертів, включаючи сектори/регіони та професіональний досвід, який вони представляли;

методика зважування індикаторів (якщо воно здійснювалося) та процеси, якими воно визначалося (процеси участі залучених сторін);

підхід до агрегування компонентів ризику (якщо воно використовувалося);

інформація щодо джерел даних та методики розрахунків.

3. Результати:

кількісні дані з загального ризику, а також значення окремих та агрегованих індикаторів для компонентів ризику – загроз, перебування під дією, чутливості та здатності до адаптації;

якісні дані щодо загального ризику, а також інша інформація якісного характеру щодо компонентів ризику – загроз, перебування під дією, чутливості та здатності до адаптації;

проблеми та можливості, виявлені на різних стадіях ОРВЗК;

невизначеності результатів;

отримані нові знання;

ілюстрації (карти, діаграми, графіки тощо), які допомагають наочно пояснити отримані результати.

4. Висновки та рекомендації:

висновки стосовно цілей ОРВЗК (встановлення пріоритетів у впливах зміни клімату, ідентифікація ділянок з найвищим ризиком і вразливістю тощо);

висновки щодо поточних або запланованих процесів реалізації політик, таких як впровадження стратегій з адаптації;

пропозиції з планування адаптації, моніторингу та оцінки;

рекомендації щодо подальших оцінювань (методологія та зміст).

Незалежно від поставлених цілей ОРВЗК, результати визначення ризиків і вразливості носять просторовий характер, тому їх доцільно аналізувати та візуалізувати шляхом застосування геоінформаційних технологій (геоінформаційних систем – ГІС). Методи просторового аналізу можуть бути застосовані на всіх етапах оцінювання – від збирання та статистичного опрацювання часових рядів метеорологічних даних у форматі багатоканальних растрів до агрегування компонентів ризику шляхом оверлейного аналізу наборів векторних даних. Складання цифрового картографічного матеріалу (у тому числі онлайн-карт із відкритим доступом) є винятково важливим інструментом для наочної візуалізації та аналізу просторового розподілу визначених величин ризику й вразливості до зміни клімату на території проведення ОРВЗК.

Результати ОРВЗК можуть бути представлені зацікавленим сторонам до обговорення в різноманітні способи – оприлюднення звітів, відеоматеріалів, інформаційно-просвітницькі заходи, вебінари, веб-карти, наукові статті, стендові доповіді на конференціях. Методи обговорення необхідно вибирати такі, щоб донести результати до цільової аудиторії, яка в свою чергу може охоплювати широкий спектр учасників різного спрямування – урядові установи, приватне підприємництво, громадськість, наукова спільнота тощо.

2.5. Використання та моніторинг результатів оцінювання

2.5.1. Результати оцінки як основа для планування адаптації

Результати ОРВЗК використовують для планування, актуалізації та реалізації стратегій та заходів із адаптації до зміни клімату. Представлення результатів має бути наочним та містити висновки й рекомендації з урахуванням наступних питань:

сторони, що залучені до планування адаптації, мають розуміти результати ОРВЗК, навіть якщо вони не були задіяні в її підготовці. Звіт має надавати можливість повторити зроблені кроки та прийняті рішення, коректним чином інтерпретувати графічні матеріали та усвідомити ключові сильні й слабкі сторони отриманих результатів;

результати мають надати обґрунтоване розуміння щодо пріоритетів адаптації та рекомендації щодо усунення виявлених недоліків у процесах адаптації та планування.

У випадках, коли за результатами проведеної ОРВЗК планується розробити політики з адаптації, інформація у звіті має охоплювати часові рамки ризиків та надавати уявлення щодо можливих адаптаційних дій та пріоритетів.

2.5.2. Моніторинг та оцінка

ОРВЗК є дієвим інструментом для визначення регіонів, секторів економіки та сегментів населення, які є уразливими до кліматичних впливів, базисом для розробки заходів з адаптації та подальшого моніторингу вразливості і адаптації. Рішення щодо адаптаційних заходів, як правило, приймаються в умовах невизначеності, тому регулярний моніторинг ефективності впроваджених адаптаційних заходів із подальшим внесенням відповідних змін до стратегій/планів/програм, що включають адаптаційні заходи, дозволяє місцевим органам влади оцінювати прогрес в адаптації та вживати своєчасних коригувальних заходів у разі їх необхідності, а оцінки ризиків після реалізації адаптаційних заходів інформують про загальну зміну ризику на певній території або у певному секторі [31] [32].

Періодичне повторення оцінок вразливості дозволяє відстежувати та оцінювати зміни рівня вразливості з плином часу на різних рівнях: як відповідно до трирівневого підходу (загальної обізнаності на першому рівні оцінки та більш детальної оцінки на другому та третьому рівнях), так і відповідно окремих складових кожного з рівнів трирівневого підходу (їх компонентів та окремих індикаторів).

Повторне проведення оцінки вразливості через певний проміжок часу на першому рівні оцінки ризиків дозволяє відстежувати загальні закономірності змін вразливості в секторі, регіоні чи соціальному сегменті на національному та/або регіональному рівні залежно від мети оцінки вразливості. Це забезпечує органи управління актуальною інформацією про потребу нагального прийняття рішень у тих секторах, регіонах чи соціальних сегментах, де зміни відбуваються найбільш швидко і ризики розглядаються як «гарячі точки». Такий моніторинг дозволяє також оцінити ефективність програм або методів адаптації, спрямованих на зниження вразливості до зміни клімату. Недоліком таких оцінок є їх узагальненість і неврахування змін у складових (в компонентах вразливості та окремих індикаторах), що може впливати на об’єктивність прийняття управлінських рішень та їх подальшу ефективність [33].

Моніторинг на другому та третьому рівнях більш детально висвітлює зміни в компонентах вразливості та індикаторах оцінки, сприяє розумінню мінливості клімату (у короткостроковий) та зміни клімату (в довгостроковій перспективі), а також показує адаптаційний потенціал щодо зміни здатності системи справлятися з негативними наслідками зміни клімату або використовувати його переваги. Загалом моніторинг на цьому рівні слід розглядати як інструмент, який допомагає розробити найбільш дієві цільові заходи.

---

[31] European Environment Agency Monitoring and evaluation of national adaptation policies throughout the policy cycle. 2020. 101 pp.

[32] Climate Risk and Vulnerability Assessment (CRVA) Tool for Screening Climate Change Risks of Development Project

[33] National climate change vulnerability and risk assessments in Europe, 2018

За допомогою ланцюжків впливу можна здійснювати моніторинг та оцінювати вплив адаптаційних заходів або програм відповідно до такого логічного підходу:

ланцюжок впливу описує вразливість оцінюваної системи та її причинно-наслідкові взаємозв'язки (гіпотеза вразливості);

цей опис можна використати для визначення відповідних адаптаційних заходів для зменшення чутливості системи або підвищення її адаптаційної здатності, а також для опису бажаного результату (гіпотеза адаптації);

після впровадження заходів повторні оцінки вразливості можуть виявити, чи дійсно бажаний результат був досягнутий і в якій мірі.

Повторні оцінки компонентів вразливості та їх індикаторів допомагають у прийнятті цільових управлінських рішень щодо визначення пріоритетних напрямків у плануванні адаптації. Повторення декількох оцінок вразливості на регіональному і локальному рівнях надає важливу інформацію для планування адаптації на національному рівні, оскільки дозволяє виявити, в якій частині країни змінюється вразливість. При об'єднанні інформації з декількох (субнаціональних) оцінок вразливості, застосування стандартного підходу полегшує їх порівнянність.

Процедури моніторингу й оцінки передбачають не тільки оцінку динаміки ризиків, а й взаємодію із зацікавленими сторонами з метою отримання зворотного зв'язку, оскільки на результат оцінки можуть впливати інші фактори (наприклад загальні зміни в соціо-екологічній, системі від яких може залежати впровадження та ефективність адаптаційних заходів). Повторні оцінки ризиків можуть інформувати про загальний прогрес у зниженні кліматичних ризиків на національному, регіональному, локальному рівнях.

Повторні оцінки вразливості вимагають значно менше зусиль, ніж базова оцінка вразливості, оскільки вони спираються на попередньо розроблену структуру та підходи: розроблені ланцюги впливу, визначені джерела даних, встановлені контакти з установами, що мають дані, визначені процедури зважування індикаторів тощо.

Періодичність моніторингу результатів оцінок вразливості може визначатися різними аспектами, що можуть бути використані в якості орієнтирів. Це може бути тривалість проекту або програми, або терміни їх перегляду, очікуваний час до впровадження адаптаційних заходів, період у процесі реалізації адаптаційних заходів або після їх реалізації і т. ін. Згідно рекомендацій GIZ на стадії розробки проектів з адаптації моніторинг і оцінка може здійснюватися кожні 3-5 років, а на стадії реалізації адаптаційних програм чи стратегій – кожні 5-10 років[34]. Міжнародний досвід інших проектів також показує, що терміни моніторингу можуть варіювати. Так, наприклад, у Пакистані оцінка вразливості повинна повторюватися в кінці життєвого циклу проекту (від 3 до 5 років), у Норвегії оцінка вразливості та

[34] GIZ, EURAC & UNU-EHS: Climate Risk Assessment for Ecosystem-based Adaptation – A guidebook for planners and practitioners. Bonn, 2018

адаптації на національному рівні повторюється кожні 5-8 років і пов'язана з термінами виходу глобальних оціночних звітів МГЕЗК, у той час як у Великобританії зміни вразливості до зміни клімату підлягають оцінці двічі на рік. Визначення періодичності моніторингу оцінки ризиків вразливості до зміни клімату має проводитися за участі галузевих експертів на основі попередньо проведеної базової оцінки ризиків другого і третього рівнів [35] [36].

3. Особливості проведення ОРВЗК для секторів

3.1. Кліматичні загрози та індикатори

Як зазначалося вище, в контексті ОРВЗК під загрозою ми розуміємо потенційне джерело шкоди, яке може призвести до втрати життя і здоров'я людей, деградації екосистем, втрати ресурсів довкілля, пошкодження майна та інфраструктури, погіршення умов існування та надання послуг.

В умовах зміни клімату основні загрози виникають як результат дії кліматичних чинників, процесів і явищ. Особливості прояву та ступінь небезпеки загроз залежать від кліматичних характеристик території. Для території України кліматичні загрози, що пов'язані зі зміною клімату, можуть бути представлені таким узагальненим переліком:

підвищення температури повітря;

зміни у режимі випадіння атмосферних опадів (частота, інтенсивність та сезонність);

прояви стихійних погодних явищ (повені, буревії, урагани, пожежі, зливи тощо);

підвищення рівня моря.

Перелічені загрози у тій чи іншій мірі діють на всі компоненти довкілля та соціально-економічні сектори на будь-якій території України, за винятком підвищення рівня моря, дія якого безпосередньо розповсюджується на прибережні території південних областей та Автономної Республіки Крим.

Для кількісного оцінювання кліматичних загроз необхідно використовувати індикатори (кількісні параметри), які характеризують ступінь прояву, багаторічні зміни та інтенсивність відповідних кліматичних факторів і явищ. Більшість таких індикаторів можуть бути застосовані для оцінювання впливу відразу на декілька секторів, тому, з метою уникнути їхнього повторення у наступних підрозділах по секторах, вони зведені окремо в Додатку 2.

3.2. Біорізноманіття

3.2.1. Контекст і цілі оцінювання

За даними Всесвітнього фонду охорони дикої природи (WWF), зміна клімату є одним із п'яти головних чинників, які спричиняють глобальне

[35] Watkiss, P. and Betts, R.A. Method. In: The Third UK Climate Change Risk Assessment Technical Report [Betts, R.A., Haward, A.B. and Pearson, K.V. (eds.)]. Prepared for the Climate Change Committee, London, 2021

[36] GIZ and EURAC 2017: Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook. Guidance on how to apply the Vulnerability Sourcebook's approach with the new IPCC AR5 concept of climate risk. 2017

збіднення біорізноманіття, разом із деградацією середовищ існування, надмірною експлуатацією видів, забрудненням та розповсюдженням чужорідних видів. Зміна клімату може спричиняти як прямий вплив (переміщення видів у райони з більш сприятливими умовами), так і опосередкований, впливаючи на перебіг життєвих циклів видів[37].

Оцінювання вразливості біорізноманіття до зміни клімату є необхідною передумовою для розроблення ефективних стратегій його збереження. Разом з тим, згідно з Стратегією біорізноманіття Європейського Союзу до 2030 року, одним із головних завдань збереження біорізноманіття є збереження значних площ зональних природних комплексів, які найбільш ефективно здійснюють поглинання і депонування вуглецю, і таким чином сприяють боротьбі зі зміною клімату. Звідси випливають основні цілі оцінювання ризиків і вразливості біорізноманіття до зміни клімату, які полягають не лише у запобіганні втрат біорізноманіття, але й у підтриманні та посиленні екосистемних функцій щодо пом'якшення зміни клімату[38].

Загальним завданням проведення оцінки ризиків і вразливості біорізноманіття до зміни клімату на національному або секторальному рівнях є визначення пріоритетних ділянок для збереження біо- і ландшафтного різноманіття, зменшення втрат біорізноманіття, підтримання екосистемних функцій екосистем, у тому числі механізмів депонування вуглецю. Питання, на які має відповісти оцінка ризиків і вразливості біорізноманіття до зміни клімату, можуть бути поставлені таким чином[39]:

які кліматичні стресори визначають вплив на біорізноманіття на оцінюваній території?

які види, оселища, екосистеми та інші об'єкти біорізноманіття є найбільш вразливими до зміни клімату?

чому вони є вразливими або перебувають під ризиком?

де саме вони є вразливими на оцінюваній території?

коли вони можуть зазнати впливу?

Оцінка ризиків і вразливості біорізноманіття до зміни клімату може бути сфокусована на окремих компонентах – види, оселища, ландшафти, екосистеми, екосистемні послуги, і в залежності від цього, можуть відрізнятися цілі та підходи оцінювання.

Зацікавлені сторони, які мають бути залучені до ОРВЗК у секторі біорізноманіття: Міндовкілля, Держлісагентство, Держводагентство, Держрибагентство, адміністрації установ природно-заповідного фонду (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки), лісництва, мисливські господарства, природоохоронні громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

---

[37] Living Planet Report 2016 – Risk and resilience in new era. WWF, 2016

[38] Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату в Україні на період до 2030 року

[39] Gross, John E., Woodley, Stephen, Welling, Leigh A., and Watson, James E.M. (eds.) Adapting to Climate Change: Guidance for protected area managers and planners. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 24, Gland, Switzerland: IUCN, 2016

3.2.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Загрози, що виникають внаслідок зміни клімату, можуть призводити до впливу як безпосередньо на самі види рослинного і тваринного світу так і на їхні оселища. Потенційний вплив на види виявляється у фізіологічних змінах (процесах фотосинтезу, дихання тварин, евапотранспірації), фенологічних змінах (тривалості життєвих циклів в екосистемах), змінах у географічному розподілі видів (змінах меж ареалів існування), зростання коливань у чисельності видів, генетичних змінах (мікроеволюційних адаптацій). Потенційний вплив на оселища відбувається у вигляді проявів посух, підтоплення, змін рівнів води у водоймах, зміни водних і ґрунтових умов (евтрофікація, закислення), скорочення часу формування снігового покриву, танення льодовиків, зростання частоти й інтенсивності прояву повеней, ураганів та пожеж, зростання солоності водойм (морів, лиманів), інтенсифікація берегової ерозії.

Ці потенційні впливи ускладнюються взаємодією з існуючими антропогенними навантаженнями – фрагментацією оселищ, забрудненням водойм, скиданням стічних вод у поверхневі водні об'єкти, трансформацією берегів та річищ водотоків (випрямлення, закріплення). Із цього в підсумку складається вплив на функціонування екосистем та надання ними екосистемних послуг, завдяки змінам у видовому складі та процесах взаємодії між видами в екосистемах (рис. 3.1).

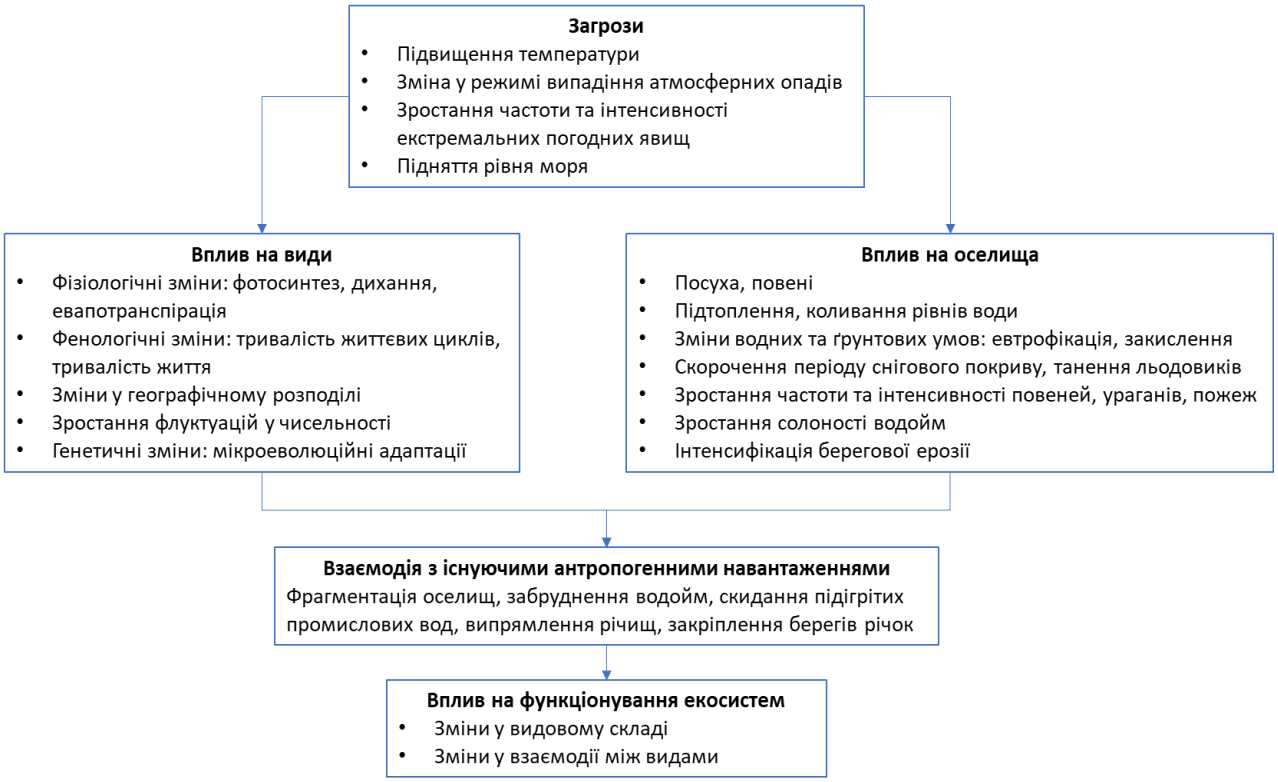


Рисунок 3.1 – Основні види впливу та загроз для біорізноманіття[40]

[40] Guidelines on climate change and Natura 2000 : dealing with the impact of climate change, on the management of the Natura 2000 network of areas of high biodiversity value. European Commission, Directorate-General for Environment, Publications Office, 2014

Для території України одним із найтиповіших факторів, що ускладнює впливи зміни клімату є фрагментація оселищ, яка особливо проявлена для лісостепової та степової зон унаслідок високому ступеню їхнього розорювання. Фрагментація оселищ обмежує здатність видів розширювати ареали свого існування у відповідь на зсування придатних для них кліматичних зон.

Ще одним розповсюдженим на території України фактором ускладнення впливів на водні екосистеми виступає евтрофікація поверхневих водних об'єктів, спричинена надмірним надходженням антропогенних поживних речовин у водойми та посилена підвищенням температури та коливаннями рівнів води внаслідок зміни клімату.

Перелік основних ризиків для біорізноманіття, що виникають унаслідок зміни клімату, включає[41]:

зниження придатності умов проживання видів унаслідок гідрологічних змін (засуха у літній період, значні піки опадів узимку), зміни вологості повітря, температури повітря, інтенсивності й напрямку вітру;

зниження чисельності, втрата видів і оселищ (особливо вразливих);

переміщення видів на нові території;

розповсюдження нових видів, у тому числі шкідників, у напрямку переважно із півдня на північ;

покращення умов існування інтродукованих видів;

зміни у фізіології, фенології та взаємодіях між видами, що може призвести до зниження біорізноманіття;

ізольованість природних екосистем, що перешкоджає міграції видів;

локальні вимирання видів, спричинені погодними стихійними явищами;

зміна екологічних фонових показників, що ставить під ризик захист біорізноманіття у разі використання екологічних норм, заснованих на цих фонових показниках.

Окремі приклади індикаторів, які можна використовувати для визначення впливу кліматичних загроз на компоненти біорізноманіття, наведені у табл. 3.13.1.

Таблиця 3.1 – Можливі індикатори впливу зміни клімату на біорізноманіття

Фактор ризику	**Можливі індикатори**
Фенологічні ефекти	Зсування строків гніздування птахів. Зсування строків прильоту та відльоту птахів на зимування. Зміна шляхів сезонної міграції птахів.
Зміни у географічному розподілі	Зсування меж ареалів автохтонних та інвазійних видів.
Зростання флуктуацій у чисельності	Чисельність окремих видів на території. Співвідношення чисельності автохтонних та інвазійних видів.

[41] Climate change adaptation indicators for biodiversity. ETC/ACM Technical Paper 2011/14. The European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, 2011

Деградація оселищ	Площі пошкодження оселищ пожежами, повенями.
Зміни у солоності водойм	Мінералізація води. Вміст основних розчинених солей у воді.
Евтрофікація водойм	Температура води. Вміст розчиненого кисню у воді. Ступінь розвитку фіто- і зоопланктону в воді.

Завдяки складності та різноспрямованості взаємозв'язків між компонентами екосистем, ланцюги впливу зміни клімату на біорізноманіття можуть бути багатоступеневими, багаторівневими та неочевидними для виявлення, як у просторі, так і в часі.

Нижче наведені деякі приклади елементів ланцюжків впливу, які можуть бути в тій чи іншій мірі проявлені на території України[42] [43]:

витіснення аборигенних видів інвазійними → розрив коеволюційних зв'язків → порушення міграційної рівноваги;

витіснення багаторічних рослин однорічними → скорочення запасів енергії в біомасі екосистем → порушення енергетичної піраміди;

зникнення водно-болотних екосистем → зниження депонування вуглецю → порушення балансу вуглекислого газу в атмосфері;

Для зон Полісся та Лісостепу: посушливість → опустелювання → збіднення екосистем → поширення посухостійких видів та/або заміщення степових рослинних угруповань малопродуктивними, утвореними інвазійними видами → зростання частоти та інтенсивності лісових пожеж.

Для степової зони: підйом рівня ґрунтових вод → заболочування, засолення зони аерації → скорочення площі піщаних дюн, які є осередком багатьох ендемічних видів.

Зміна у режимі випадіння атмосферних опадів → зниження стійкості та деградація посухостійких видів рослинного покрову у посушливих (арідних) умовах → зменшення депонування вуглекислого газу → втрата рослинного покрову → пилiння від грунту в атмосферу.

Оцінювання впливу зміни клімату на біорізноманіття вирізняється певною складністю виділення індикаторів та ще більшою складністю отримання їх кількісних значень. На відміну від інших секторів, кількісне оцінювання змін у біорізноманітті потребує проведення багаторічних польових досліджень і спостережень із залученням вузькопрофільних фахівців-біологів (ботаніків, зоологів, ентомологів, орнітологів, мікологів тощо).

[42] Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. НІСД, 2020

[43] Muluneh, M.G. Impact of climate change on biodiversity and food security: a global perspective – a review article. Agric & Food Secur 10, 36. 2021

3.2.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.2.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Тваринний і рослинний світ та екосистеми в цілому, на відміну від соціальних, економічних та інших антропогенних систем, найкритичнішим чином пов'язані з кліматичними умовами та їх зміною у часі та просторі. Ураховуючи високу різноманітність ландшафтно-кліматичних умов України, можна констатувати, що об'єкти біорізноманіття на території країни можуть зазнавати впливу всіх без винятку видів кліматичних загроз, як екстремального характеру, так і у вигляді повільних поступових тенденцій зміни кліматичних показників.

У зв'язку з цим, індикаторами кліматичних загроз для біорізноманіття можуть виступати практично всі показники, що якісно та кількісно характеризують прояви основних загроз, типових для нашої території – підвищення температури, зміна режиму та кількості випадіння атмосферних опадів, екстремальні стихійні явища та підняття рівня моря. Серед екстремальних стихійних явищ особливо актуальними для біорізноманіття індикаторами загроз є частота та інтенсивність лісових пожеж, аномальної спеки, сильних злив, ураганів та інших явищ, які несуть загрозу фізичної шкоди та ризики пошкодження оселищ. Проте, найбільшу тривогу викликають поступові та спрямовані тенденції зміни кліматичних показників, які прямим чином визначають умови середовищ проживання – підвищення середньорічних температур повітря, збільшення тривалості вегетаційного періоду, зростання кількості безперервних посушливих днів на рік, зсування режиму випадіння атмосферних опадів у сезонах тощо. Швидкості цих змін випереджують можливості природної адаптації видів та спричинюють географічні зміни ареалів, зміни міграційних шляхів, фенологічні зміни, інвазії, порушення екологічного балансу в різних його проявах.

3.2.3.2. Індикатори перебування під дією

Основні об'єкти біорізноманіття, що перебувають під потенційними впливами зміни клімату на території України, включають:

території та об'єкти природно-заповідного фонду (ПЗФ) України;

території Смарагдової мережі;

фрагментовані ділянки природних та природно-антропогенних ландшафтів, що не мають природоохоронного статусу.

Станом на початок 2023 року у складі ПЗФ України налічувалося 8889 території та об'єкти загальною площею 4,556 млн га, що становило 6,91% території країни. Об'єкти ПЗФ існують у кожній адміністративній області України, а їхня кількість варіює по областях від 84 у Херсонській області до 679 у Чернігівській області[44]. Офіційним джерелом актуальних даних щодо переліку та характеристик об'єктів і територій ПЗФ виступає Міндовкілля.

[44] Природно-заповідний фонд України. Портал Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України

Межі об’єктів і територій ПЗФ України доступні для перегляду на Публічній кадастровій карті[45].

Території Смарагдової мережі (Emerald) охороняють види та оселища на виконання положень Бернської конвенції про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ[46] існування в Європі аналогічно до мережі Natura 2000,[47] яка функціонує в країнах Європейського Союзу. Смарагдова мережа охоплює чинні об’єкти та території ПЗФ України, але до неї також включені природні ландшафти, які є цінними оселищами та осередками біорізноманіття, проте не мають природоохоронного статусу як заповідні території – долини річок, комплекси степових балок, боліт, природних каньйонів. Станом на березень 2021 року перелік території Смарагдової мережі України становив 377 територій площею близько 8 млн га, що становить 13% загальної площі країни. Межі та характеристики визнаних території Смарагдової мережі окремим шаром доступні на Публічній кадастровій карті України. Розташування затверджених та номінованих територій Смарагдової мережі також доступне для перегляду на вебкартах WWF та ГО «Українська природоохоронна група».

Окрему важливу категорію природоохоронних територій України становлять водно-болотні угіддя міжнародного значення, які охороняються Рамсарською конвенцією[48]. Станом на 2021 рік у межах України затверджено 50 Рамсарських угідь загальною площею 951,5 тис. га.

Індикаторами перебування під дією зміни клімату на біорізноманіття можуть виступати типи природних комплексів та екосистем, місця розташування оселищ, площі ареалів, видовий склад, чисельність видів рослинного і тваринного світу, наявність і протяжність міграційних коридорів і шляхів тощо.

3.2.3.3. Індикатори чутливості

Чутливість біорізноманіття зумовлена складністю взаємозв’язків в екосистемах, яка властива всім рівням взаємовідносин між живими та неживими компонентами екосистем. Тому чутливість визначається багатьма факторами, серед яких один із найважливіших – це ступінь власне самого біорізноманіття. Чим вище рівень різноманітності видів та оселищ на всіх рівнях трофічних зв’язків в екосистемі, тим нижче її чутливість до зміни клімату та інших зовнішніх загроз, і тим вище її стійкість та здатність до адаптації.

Чутливість видів визначається такими факторами:

специфічні вимоги до середовищ та умов існування: види, які менш тісно пов’язані з конкретними вимогами, ймовірно, будуть більш стійкими до

[45] Публічна кадастрова карта України
[46] Бернська конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ
[47] Natura 2000, European Environment Agency
[48] Конвенція про водно-болотні угіддя, що мають міжнародне значення, головним чином як середовище існування водоплавних птахів

змін середовища, пов’язаних зі зміною клімату, оскільки вони матимуть ширший спектр варіантів середовищ і умов існування;

екологічна толерантність на будь-якому етапі життєвого циклу: види, більшість популяцій яких живуть в умовах, близьких до їхніх фізіологічних порогів (наприклад, температурних режимів або режимів опадів, pH води або рівнів кисню), ймовірно, піддаються більшому ризику зміни клімату;

залежність від тригерів навколишнього природного середовища: багато видів покладаються на тригери або сигнали навколишнього природного середовища, щоб розпочати життєві етапи (наприклад, міграція, розмноження, відкладання яєць, проростання насіння, зимова сплячка та поява навесні), які можуть змінюватися внаслідок кліматичних та сезонних змін;

залежність від міжвидових взаємодій: особливо чутливими до зміни клімату будуть види, які сильно залежать від корисної взаємодії з одним або кількома іншими видами (здобич, запилювачі, господарі, симбіонти тощо) і не будуть здатні знайти альтернативу цим видам;

рідкісність видів: невеликі популяції рідкісних видів мають підвищену вразливість згідно ефекту Оллі, знижену здатність швидко відновлюватися після локальних подій вимирання;

Генетичні фактори: особливості життєвого циклу, такі як довга тривалість покоління та повільний ріст, пов’язані з підвищеним ризиком вимирання в умовах зміни клімату, натомість, види, що зустрічаються в кліматичних умовах з історично високою мінливістю, можуть володіти життєвими характеристиками, які зменшують чутливість до зміни клімату.

Високий вплив інших загроз: види, кількість яких вже скорочується внаслідок факторів, не пов’язаних зі зміною клімату (розширення сільського господарства, фрагментація оселищ тощо), ймовірно, будуть більш чутливими до зміни клімату[49].

Чутливими є види з тривалим циклом розвитку (багаторічні рослини), оскільки клімат змінюється швидше за еволюційні можливості адаптації видів. Тому, зокрема, перевагу та розповсюдження отримують однорічні бур’яни[50]. Ступінь фрагментації оселищ також є істотним фактором підвищення вразливості біорізноманіття. Види та екосистеми, які більш залежні від «північніших» кліматичних умов, є чутливими до зміни клімату на південних ділянках своїх ареалів[51]. Можливі індикатори чутливості біорізноманіття до зміни клімату наведені у таблиці 3.2.

[49] Foden W. et al. Climate change vulnerability assessment of species. WIREs Clim Change, 2018. e551

[50] Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. НІСД, 2020

[51] Climate change adaptation indicators for biodiversity. ETC/ACM Technical Paper 2011/14. The European Topic Centre on Air Pollution and Climate Change Mitigation, 2011

Таблиця 3.2 – Можливі індикатори чутливості біорізноманіття до зміни клімату

Індикатор	Опис індикатору	Взаємозв'язок з уразливістю
Специфічність вимог умов проживання	Чисельність, частка (%) ендемічних видів у видовому складі на території. Площі розповсюдження таких видів.	+
Види з тривалим циклом розвитку (багаторічні рослини)	Частка видів з тривалим циклом розвитку у видовому складі на території, %. Площі розповсюдження таких видів.	–
Болотні екосистеми	Площі болотних екосистем на території. Кількість рідкісних і зникаючих видів у наявних болотних екосистемах.	+
Видове різноманіття трав'янистого покриву	Ступінь видового різноманіття.	–
Однорідність рослинного покриву	Ступінь різноманітності типів рослинного покриву – співвідношення трав'янистих видів, кущів, дерев.	–
Залежність від типу ґрунтів	Площі розповсюдження видів, залежних від субстрату (ґрунтів) певного типу, наприклад крейдова флора в Лісостеповій зоні.	+

Наряду з переліком окремих показників, можна використовувати комплексні показники, наприклад, індекси вразливості видів та екосистем до зміни клімату, розроблені фахівцями мережі експертів з охорони природи NatureServe. Показник вразливості видів до зміни клімату (The NatureServe Climate Change Vulnerability Index) визначає види рослин і тварин, які в даних умовах особливо чутливі до впливів зміни клімату. Розрахунок показника здійснюється в середовищі Excel та включає до 23 факторів чутливості видів, вхідні дані по яких необхідно занести в заготовлену форму. Показник вразливості екосистем до зміни клімату (The Habitat Climate Change Vulnerability Index) визначає наскільки природні угруповання або типи оселищ вразливі до зміни клімату. Він враховує набори факторів чутливості, адаптаційної здатності та перебування під дією кліматичних загроз для отримання інтегрального балу вразливості.

Згідно Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України найуразливішими до зміни клімату екосистемами на території України є:

екосистеми та біорізноманіття річкових долин, прибережних захисних смуг з різкою зміною гідрорежиму;

екосистеми та види, що розташовані на межі ареалу або в екстремальних щодо кліматичних показників умовах, особливо гірські екосистеми Карпат;

лісові екосистеми, які внаслідок зміни гідрорежиму втрачають стійкість, пошкоджуються через поширення шкідників та хвороб, буреломи тощо;

природоохоронні території через неможливість забезпечення збереження видів флори і фауни та типів природних оселищ, для збереження яких створені такі території.

3.2.3.4. Індикатори здатності до адаптації

Здатність видів до адаптації обумовлюється такими характеристиками:

Фенотипова гнучкість: зміни у фенотипі, виражені особиною з певним генотипом, в результаті епігенетичних процесів, які змінюють експресію генів, можуть забезпечити адаптацію до змінених кліматичних умов.

Поведінкова гнучкість: зміни ареалів визначають фактори еміграції (багато рухливих видів, наприклад, сезонні мігруючі птахи демонструють сильну прив'язаність до місць розмноження), здатності до пересування (види з низькою швидкістю або низьким потенціалом розповсюдження на великі відстані мають низьку здатність до адаптації, оскільки вони навряд чи зможуть встигати за зміною кліматичних умов); здатності приживатися на новому місці (еврибіонти мають більшу здатність приживатися на нових місцях і в нових умовах, на відміну від видів, що потребують особливих умов); розмноження (види, які повільно досягають репродуктивного віку, які дають менше потомства, які розмножуються статевим шляхом на відміну від гермафродитів, мають знижену адаптаційну здатність).

Еволюційність: види з низьким генетичним різноманіттям зазвичай демонструють нижчі діапазони як фенотипової, так і генотипової варіацій, та у результаті такі види, як правило, мають менше нових характеристик, які могли б полегшити адаптацію до змінених кліматичних умов[52].

3.3. Лісове господарство

3.3.1. Контекст і цілі оцінювання

Ліси України за своїм призначенням і розташуванням виконують переважно водоохоронні, захисні, санітарно-гігієнічні, оздоровчі та інші функції та забезпечують потреби суспільства в лісових ресурсах. За даними Держлісагентства загальна площа лісового фонду України становить 10,4 млн га, з яких вкрито лісовою рослинністю 9,6 млн га, що становить близько 16% площі країни. Лісовий Кодекс України встановлює, що лісовий фонд охоплює всі ліси на території України, незалежно від того, на землях яких категорій за основним цільовим призначенням вони зростають, та незалежно від права власності на них. Більше половини лісового фонду України становлять природні змінені або штучно створені лісові ділянки, включаючи захисні насадження лінійного типу.

З точки зору екосистемних послуг найбільшу цінність становлять природні незмінені або слабкозмінені лісові екосистеми:

праліси (пралісові екосистеми) – споконвічний, стародавній ліс (природні лісові екосистеми), що сформувався природним шляхом і в ході розвитку не зазнав безпосереднього антропогенного впливу;

[52] Foden W. et al. Climate change vulnerability assessment of species. WIREs Clim Change, 2018. e551

квазіпраліси – умовно пралісові екосистеми, в яких відбувся незначний тимчасовий антропогенний вплив, що не змінив природної структури лісостанів і при припиненні якого натуральний стан екосистем повністю відтворюється протягом короткого періоду;

природні ліси (природні лісові екосистеми) – ліси (лісові екосистеми), в яких локально і тимчасово проявився антропогенний вплив, але він не змінив ценотичної структури фітоценозів і тому природні лісові екосистеми здатні протягом короткого часу регенеруватися (відновитися) природним шляхом до стану пралісових екосистем.

Як зазначено у Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату України до 2030 року, економічний стан української лісової галузі та екологічний стан українських лісів є незадовільним. Матеріальна база лісового господарства потребує суттєвого оновлення. У багатьох регіонах України збільшилася частка ослаблених і всихаючих лісів, зокрема похідних ялинників Карпат. Вимагають невідкладного вирішення питання підвищення адаптаційної здатності лісових екосистем до зміни клімату та антропогенного впливу. Тому ліси потребують посиленого догляду та здійснення заходів у них на засадах екологічно орієнтованого та наближеного до природи лісівництва.

Цілі проведення оцінки ризиків і вразливості лісового господарства до зміни клімату, як правило, поєднують два аспекти:

1) збереження екосистемних функцій і біорізноманіття лісових екосистем

2) збереження ресурсної цінності лісів як джерела деревини[53].

Ключові зацікавлені сторони, які мають бути залучені до ОРВЗК у секторі лісового господарства: Міндовкілля, Держлісагентство, Науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім.

Г.М. Висоцького, адміністрації установ природно-заповідного фонду (природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки), лісництва, мисливські господарства, природоохоронні громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

3.3.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Лісові масиви зазнають істотних комплексних впливів як від підвищення температури, змін режиму випадіння атмосферних опадів, так і небезпечних стихійних явищ, особливо лісових пожеж[54]. Основні потенційні впливи пов’язані зі скороченням лісового біорізноманіття та зниженням продуктивності лісових екосистем і господарств:

пересихання лісових боліт, заболочених та зволожених ділянок лісу, спричинене тривалими посухами, і як наслідок – зникнення низки лісових біотопів;

---

[53] Climate Change Vulnerability Assessments of Forests and Forest Dependent People – Framework Methodology. FAO, 2019

[54] Ліси України в контексті зміни клімату: значні проблеми і великі можливості. ЕПЛ, 2019

збільшення ймовірності масового поширення інвазійних видів, комах-шкідників та хвороб деревних і недеревних рослин;

виникнення лісових та торфових пожеж, збільшення їх частоти та інтенсивності;

збільшення ймовірності вітровалів через частіші бурі;

зміна ареалів зростання деяких порід через зміни меж природних зон, в деяких випадках до повного зникнення окремих продуктивних видів;

зміни в балансі поживних елементів;

погіршення стабільності і життєвості лісових екосистем;

зміна ефективності екологічного функціонування лісових екосистем, зокрема їх вплив на біогеохімічні цикли, біорізноманіття, зниження обсягів депонування вуглецю;

зміна циклів репродуктивності лісових порід, динаміка сукцесій;

зміна екологічних і соціальних функцій лісів;

зменшення рівня біорізноманіття, особливо видів з вузьким кліматичним діапазоном (стенотопних), видів на межі ареалів та ендемічних видів;

загальне зменшення продуктивності лісів, а отже і поглинання ними вуглецю;

збільшення площ всихання лісу, особливо монокультур у невластивих кліматичних та лісорослинних умовах.

Приклади окремих ланцюжків впливу зміни клімату на стан лісових ресурсів:

Зростання літніх екстремальних температур → зникнення окремих видів, поява нових (в тому числі інвазійних) видів → скорочення площ лісів.

Зростання зимових температур, пом’якшення клімату → розширення ареалу існування окремих видів шкідників (зокрема верхівкового короїду, що спричиняє масову загибель соснових лісів) та збудників рослинних захворювань.

Зміна режиму, інтенсивності та частоти опадів → погіршення санітарного стану лісів, послаблення та масове всихання деревостанів та підвищення пожежної небезпеки.

У територіальному відношенні у межах України найуразливішими є лісостани на південній межі поширення лісів: у степу і в південному лісостепу, де існує висока ймовірність деградації і загибелі лісових екосистем на великих територіях[55].

3.3.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.3.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Ключовими індикаторами кліматичних загроз для лісів виступають зростання частоти та величини екстремальних температур (як мінімальних, так і максимальних), зменшення кількості атмосферних опадів і, відповідно,

[55] Методичні рекомендації щодо оцінювання впливу зміни клімату на ліси, аналізу фіторізноманіття та екологічних режимів за даними моніторингу лісів. УкрНДІЛГА, 2019

зниження зволоженості території, збільшення частоти та інтенсивності стихійних явищ (лісових пожеж, ураганів, буревіїв).

Згідно з оцінками фахівців УкрНДІЛГА, релевантними індикаторами для оцінки вразливості лісів України до зміни клімату є інтегральні показники континентальності клімату, вологості клімату, а також показники середньої температури найхолодніших місяців (кріоклімат або суворість зим) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Можливі індикатори кліматичних загроз для лісового господарства

Індикатор	Опис індикатору
Індекс континентальності	Розрахунковий індекс (за формулою Іванова), який враховує річну амплітуду температури повітря (різниця між найтеплішим і найхолоднішим місяцями), денну амплітуду температури повітря (різниця між середньою річною максимальною і мінімальною температурами), середньорічний дефіцит відносної вологості повітря, географічну широту
Індекс вологості	Розрахунковий індекс (за формулою Іванова), який визначається як різниця між річною кількістю опадів і випаровуванням
Суворість зим	Температура повітря найхолодніших місяців року (січень-лютий)

Методичні рекомендації[56] передбачають використання фітоіндикаційних шкал для кожного з індикаторів кліматичних загроз (індекс континентальності, індекс вологості, суворість зим), у межах яких виділяють градації екологічних амплітуд для головних лісотворних порід (нижня і верхня критичні межі та інтервал між ними – зона екологічної толерантності або амплітуди).

3.3.3.2. Індикатори перебування під дією

Об’єктом (системою) для оцінювання ризиків і вразливості лісового господарства до зміни клімату можуть виступати адміністративно-територіальні одиниці або території, підпорядковані територіальним органам Держлісагентства.

Можливі індикатори перебування під дією, які характеризують наявність на оцінюваній території об’єктів лісового господарства, що можуть зазнавати впливу зміни клімату, включають: площі лісів різних типів (частка площі лісів від загальної площі оцінюваної території), запаси насаджень (млн. $м^3$).

3.3.3.3. Індикатори чутливості

Ступінь впливу зміни клімату на лісове господарство безпосередньо залежить від чутливості лісів до кліматичних змін. Серед найбільш вагомих факторів чутливості є ступінь біорізноманіття лісових екосистем, яке знижує

[56] Методичні рекомендації щодо оцінювання впливу зміни клімату на ліси, аналізу фіторізноманіття та екологічних режимів за даними моніторингу лісів. УкрНДІЛГА, 2019

чутливість, (наприклад, штучні ліси з монокультурою дерев не є дуже стійкими до посухи) та толерантність видів до екологічних умов зростання (температура повітря, вологість). Перелік можливих індикаторів чутливості лісового господарства до зміни клімату наведений у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Можливі індикатори чутливості лісового господарства до зміни клімату

Індикатор	**Опис індикатору**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Вікова структура лісового фонду	Частка стиглих і перестиглих дерев у віковій структурі лісового фонду (%)	+
Породний склад лісів	Частка вразливих (до пересихання, пошкодження) деревних порід у породному складі лісів (%)	+
Площа деревостанів окремих порід	Частка площі деревостанів вразливих деревних порід від загальної площі лісів (%)	+
Різноманіття породного складу	Ступінь різноманіття породного складу лісів	–
Обсяги рубок	Обсяги головних і санітарних рубок (%)	+
Заповідність лісів	Частка площі лісів, що мають природоохоронний заповідний статус (%)	–
Задовільність умов середовища	Розрахунковий коефіцієнт, який враховує відстань від значення режиму екологічних факторів (наприклад, вологості) до найближчої межі амплітуди толерантності виду дерев[57]	+
Толерантність видів	Частка популяцій видів з стенотопними типами амплітуд толерантності, які пристосовані до існування у відносно вузькому діапазоні екологічних умов[58]	+
Раритетні види рослин	Наявність популяцій та рясність-покриття рідкісних і зникаючих видів рослин	+
Адвентивні види рослин	Індекс адвентизації (% адвентивних видів у загальній кількості видів)	+
Фрагментованість лісів	Ступінь фрагментованості лісового покриву	+
Ризик пожеж	Віддаленість від населених пунктів (км) Сумарна протяжність доріг, що перетинають або межують з лісовими ділянками (км)	+
Ухил поверхні	Крутизна ухилу поверхні (%), яка визначає ризик розвитку ерозії ґрунту та зсувів під час проявів екстремальних атмосферних опадів	+

[57] Букша І. Ф. та ін. Методологія моделювання та оцінювання впливу зміни клімату на лісові фітоценози України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 266. 2017. С. 26–38

[58] Методичні рекомендації щодо оцінювання впливу зміни клімату на ліси, аналізу фіторізноманіття та екологічних режимів за даними моніторингу лісів. УкрНДІЛГА, 2019

3.3.3.4. Індикатори здатності до адаптації

Адаптаційна здатність лісового господарства до зміни клімату може бути розбудована за всіма напрямами: організаційна, технічна, фінансова та екосистемна. Організаційна можливість, технічний та фінансовий потенціал адаптації лісового господарства залежать від ступеня забезпеченості території ресурсами, рівня економічного розвитку, частки лісогосподарської діяльності в економічній сфері.

Важливим аспектом для адаптації сектору лісового господарства є наявність екосистемного потенціалу, яким лісові масиви володіють як екосистеми, у тому числі штучно створені. Такий потенціал до адаптації може бути розвинений та скерований завдяки системам управління лісовими угіддями, яке здійснюється на території ведення лісового господарства.

Таблиця 3.5 – Можливі індикатори здатності лісового господарства до адаптації до зміни клімату

Індикатор	Опис індикатору	Взаємозв'язок з уразливістю
Толерантність видів	Частка популяцій видів з евритопними типами амплітуд толерантності, які пристосовані до існування у широкому діапазоні екологічних умов[59]	–
Площі лісорозведення	Площі лісорозведення (%)	–
Залежність місцевої економіки від лісового господарства	Частка лісового господарства в економіці території та використання лісових ресурсів для місцевих потреб (опалення, будівництво та ін.) (%)	–

Пріоритетами в адаптації лісового господарства України до зміни клімату за оцінками FAO є розвиток сертифікації лісів, збільшення лісистості, перегляд термінів посадки, формування мішаних і складних за структурою лісостанів, мінімізація площ вирощування лісових монокультур.

3.4. Водні ресурси

3.4.1. Контекст і цілі оцінювання

Водні ресурси України включають місцевий і транзитний стік річок, водні запаси озер, штучних водойм, підземних водоносних горизонтів та морських вод. Вони характеризуються нерівномірним розподілом по території країни.

Згідно Національної доповіді про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні на 2020 рік, прогнозні ресурси підземних вод країни становлять 22,2 км^3/рік, у тому числі затверджених балансових запасів – 5,8 км^3/рік. Видобуток із прогнозних ресурсів за 2020 рік становив 0,82 км^3 (4%), у тому числі видобуток із балансових запасів – 0,5 км^3/добу (9%), що

[59] Методичні рекомендації щодо оцінювання впливу зміни клімату на ліси, аналізу фіторізноманіття та екологічних режимів за даними моніторингу лісів. УкрНДІЛГА, 2019

свідчить про значний резерв підземних вод для водопостачання країни. За даними глобальної інформаційної системи FAO внутрішній річковий стік на території України становить – 50,1 км^3/рік, приплив із суміжних територій – 120,2 км^3/рік, доступні запаси підземних вод – 5,0 км^3/рік. Відповідно, внутрішні відновні водні ресурси становлять 55,1 км^3/рік, загальні відновні водні ресурси – 175,3 км^3.

За показником загальних відновних водних ресурсів на 1 людину (3964 м^3/рік/людину) Україна належить до країн за межами водної вразливості[60], але, враховуючи нерівномірність територіального розподілу водних ресурсів, проблема дефіциту води в умовах зміни клімату постає актуальною особливо для південних і південно-східних областей.

Централізованим водопостачанням забезпечено 99% міст (402 з 406), 91,2% селищ міського типу (625 з 685) та 26,8% сільських населених пунктів (6995 з 26061). У маловодній місцевості перебувають 7,7% населених пунктів переважно на території Донецької, Одеської, Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей. Частка забезпечення валових потреб у воді за даними державного обліку водокористування становить для підземних вод на рівні 10%, поверхневих вод – 85%, морської води – до 5% від загальних об'ємів.

Розподіл використання води по областях з підземних і поверхневих джерел також значно варіює. У Дніпропетровській, Донецькій, Запорізькій, Івано-Франківській, Миколаївській, Херсонській областях та м. Київ більше 90% обсягу водопостачання здійснюється з поверхневих джерел. Проте, підземні води відіграють значну роль у водопостачанні Волинської (81%), Полтавської (63%), Тернопільської (50%), Сумської (48%), Закарпатської (48%), Луганської (46%) та інших областей України[61].

Виходячи з вищенаведених статистичних даних щодо водопостачання в Україні, випливають такі важливі особливості, які необхідно врахувати в контексті проведення ОРВЗК для водних ресурсів для будь-якої території України:

залежність систем водопостачання від поверхневих або підземних джерел значно відрізняється по регіонам країни, є регіони, які майже повністю залежать від поверхневих джерел, а є такі, що на більшу частку використовують підземні;

міста та селища міського типу залежать як від поверхневих, так і підземних джерел водопостачання, у той час як переважна більшість сільських населених пунктів використовує виняткова підземні води;

південні та південно-східні області України перебувають у зоні водної вразливості з огляду на дефіцит водних ресурсів.

---

[60] Хільчевський В.К. Характеристика водних ресурсів України на основі бази даних глобальної інформаційної системи FAO-AQUASTAT. Hydrology, Hydrochemistry and Hydroecology. 2021. № 1 (59). С. 6–16.

[61] Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні на 2020 рік

З позицій об’єктів оцінювання, ОРВЗК водних ресурсів може бути сфокусована на двох окремих аспектах[62]:

природні водні об’єкти, які є джерелом водних ресурсів – річки, озера, водосховища, водоносні горизонти, джерела тощо;

інфраструктура водопостачання, яка охоплює всі комплекси споруд із водозабору, водопідготовки та водовідведення – водозабори, свердловини, трубопроводи, насосні станції тощо.

Іншим важливим аспектом, який має бути врахований під час встановлення контексту ОРВЗК, є визначення співвідношення поточних і майбутніх обсягів постачання водних ресурсів і потреби у воді на певній території.

Загальними цілями оцінювання ризиків і вразливості водних ресурсів до зміни клімату є визначення ступеню можливого впливу зміни клімату на кількісні та якісні показники водних ресурсів на оцінюваній території, визначення об’ємів доступної води та можливостей задоволення потреб у воді як для питних цілей, так і для використання у різних галузях господарства. Оцінювання вразливості водних екосистем на поверхневих водних об’єктах зазвичай проводиться у рамках оцінки сектору біорізноманіття.

Ключові зацікавлені сторони, які мають бути залучені до проведення ОРВЗК у секторі водних ресурсів: Міндовкілля, Держводагентство, Держгеонадра (у питаннях підземних вод), Інститут водних проблем і меліорації Національної академії наук України, комунальні підприємства водопостачання та водовідведення, представники бізнес-компаній із видобування та реалізації питної води, природоохоронні громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

3.4.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

У глобальному масштабі зміна клімату призводить до інтенсифікації гідрологічного циклу, що впливає на безпеку водних ресурсів, посилюючи водну вразливість, викликану соціально-економічними факторами. Основні наслідки зміни клімату для водних ресурсів пов’язані з підвищенням температури, зсувами в режимі випадіння атмосферних опадів та формування снігового покриву, а також зростанням частоти та інтенсивності повеней і посух[63].

Загрози, що виникають внаслідок зміни клімату, можуть спричинювати такі узагальнені види впливу на водні ресурси:

зміна гідрологічного режиму водойм і водотоків, що може включати зміну водності, зсування та зміну тривалості періодів водопілля та межені, підвищення частоти паводків, пересихання у меженний період;

погіршення якості води, що може включати зміну хімічного складу, мінералізації (солоності) води, зменшення розчиненого кисню;

---

[62] Tools for Climate Change Vulnerability Assessments for Watersheds. ESSA Technologies Ltd, Canadian Council of Ministers of the Environment, 2013

[63] AR6 Synthesis Report: Climate Change 2022

евтрофікація – збагачення водойм поживними речовинами у надлишковій кількості, що призводить до бурхливого розвитку водоростей і бактерій, зменшення концентрації вільного кисню в воді та зниження продуктивності водойм;

затоплення прибережних зон під час паводків та повеней;

руйнування берегів водотоків і водойм унаслідок активізації берегової ерозії та хвиле-прибійної діяльності.

Фактори, які обумовлюють виникнення перелічених негативних впливів на водні об'єкти, майже завжди комплексні та включають не лише кліматичні чинники, але й антропогенні, що має враховуватися під час аналізу ланцюжків впливу. Зокрема, інтенсивність паводкових явищ може залежати від ступеню деградації рослинного покриву у водозбірному басейні та ступеню зарегульованості русел. Погіршення якості води пов'язане зі скидами недоочищених стічних вод, винесенням забруднювальних речовин із поверхневих стоком з забудованих територій і сільськогосподарських земель. Процеси евтрофікації прямо пов'язані не лише з підвищенням температури повітря, але й з трансформованістю русел та потраплянням у водойми поживних речовин із забрудненим поверхневим стоком.

Приклади ланцюжків впливу зміни клімату на водні ресурси:

зменшення кількості атмосферних опадів та підвищення температури повітря в літні місяці → зниження рівнів води у меженний період → дефіцит водних ресурсів;

збільшення інтенсивності випадінь екстремальних опадів → активізація ерозії на ділянках ґрунту з деградованим рослинним покривом → збільшення надходження завислих речовин із поверхневим стоком у водотоки → замулення русел та зниження швидкості потоку малих річок;

зменшення кількості снігових опадів → зниження частки води, що активно інфільтрується в період низького випаровування (рання весна) → зниження живлення підземних вод першого від поверхні водоносного горизонту → зниження рівнів води у колодязях у сільській місцевості → дефіцит водних ресурсів.

Приклади індикаторів впливу, які доцільно використовувати під час розробки ланцюжків вплив на водні ресурси, наведені у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Індикатори впливу зміни клімату на водні ресурси

Фактор ризику	**Можливі індикатори**
Стрімкий раптовий підйом рівня води із затопленням прибережних територій (паводки)	Відносний рівень води у водному об'єкті, м Середньодобова витрата води у водотоку, $м^3/с$ Площі потенційного затоплення при піднятті рівня на певну величину (0,5.. 1.. м)
Зміна режимів водопілля та межені	Дати початку та завершення водопілля Тривалість водопілля, діб Величина пікових витрати води під час водопілля, $м^3/с$ Площі затоплених територій, га Витрата води водотоку в меженний період, $м^3/с$

Фактор ризику	Можливі індикатори
Погіршення якості води	Вміст основних іонів, другорядних компонентів та мікрокомпонентів у складі води, мг/м^3 Об'єми скидання стічних вод у водні об'єкти, м^3/рік Об'єми виносу поживних біогенних речовин у водні об'єкти з поверхневим стоком, т/рік
Інтенсифікація осадонакопичення та замулення річищ	Частка розораних площ із крутизною схилів >3° у межах водозбірного басейна Розподіл генетичних типів ґрунтів у басейні Відносна частка довжини наявних прибережних захисних смуг у загальній довжині берегових ліній Вміст завислих речовин у складі води, мг/м^3 Товщина шару донних відкладів, см

3.4.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.4.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Кількісні та якісні показники водних ресурсів більшою мірою визначаються гідрологічним режимом водних об'єктів, який у свою чергу напряму залежить від температурного режиму та характеру випадіння атмосферних опадів. Відповідно, індикаторами кліматичних загроз можуть виступати будь-які показники за даними метеорологічних спостережень, що кількісно визначають зміни коливання температури та випадіння опадів, особливо екстремального характеру (табл. 3.7).

Таблиця 3.7 – Можливі індикатори кліматичних загроз для водних ресурсів

Категорія	Фактор загрози	Індикатор
Атмосферні опади	Кількість атмосферних опадів	Сумарна кількість опадів за місяць/сезон/рік, мм. Мінливість атмосферних опадів протягом року.
	Екстремальні атмосферні опади	Максимальна кількість послідовних днів на рік із опадами ≥ 1 мм (5 мм, 10 мм…). Максимальна місячна кількість опадів, мм. Максимальна кількість опадів протягом 5 діб за рік, мм.
	Зміна у режимі формування снігового покриву	Тривалість зберігання снігового покриву (діб на сезон року або на зимовий місяць). Висота снігового покриву, см. Швидкість сходження снігового покриву.
	Посухи	Максимальна кількість послідовних посушливих днів (без опадів) на місяць або рік. Стандартизований індекс опадів (SPI). Стандартизований індекс опадів-евапотранспірації (SPEI).
Температура повітря	Екстремальні температури	Максимальна добова температура за окремий місяць/сезон/рік, °С. Мінімальна добова температура за окремий місяць/сезон/рік, °С. Кількість днів із середньодобовою температурою вище 90 процентиля.

Категорія	Фактор загрози	Індикатор
	Зміна знаку температури	Річна та помісячна кількість разів зміни знаку температури у зимові місяці.

Вищенаведений перелік індикаторів далеко не є вичерпним, оскільки залежно від місцевих гідрометеорологічних умов та наявності вхідних даних можна застосовувати різні модифікації наведених показників. Наприклад, Довідник показників посухи WMO містить перелік у 50 різноманітних індикаторів посухи, які базуються на метеорологічних, гідрологічних, ґрунтових та супутникових даних [64].

3.4.3.2. Індикатори перебування під дією

Водні ресурси на території України, які перебувають під дією зміни клімату, представлені поверхневими водними об'єктами (моря, лимани, річки, струмки, озера, водосховища, ставки, канали) та підземними водами (водоносні горизонти, джерела – місця природних виходів підземних вод на поверхню землі).

Враховуючи, що режим живлення поверхневих водних об'єктів безпосередньо пов'язаний із кліматичними та метеорологічними показниками території, оцінювання впливу зміни клімату на водні ресурси доцільно здійснювати для водозбірних басейнах або їх частин (суббасейнів). Для території України при цьому необхідно користуватися офіційним розподілом річкових басейнів та масивів поверхневих вод, встановленим Держводагентством в Державному водному кадастрі. Межі суббасейнів у складі річкових басейнів, встановлених у кадастрі, визначають шляхом застосування геоінформаційних технологій на основі цифрових моделей рельєфу.

Площі розповсюдження та межі підземних водоносних горизонтів обумовлені геологічною будовою території. Відомості щодо глибин та площ залягання родовищ підземних вод зберігаються у складі матеріалів регіональних геологічних зйомок перебувають у віданні Держгеонадр.

Індикаторами перебування під дією для водних ресурсів виступатимуть об'єми води, кількісні просторові геометричні параметри водних об'єктів (кількість, довжина, площа, глибина, щільність, розгалуженість тощо) та розподіл водних об'єктів за різними типами (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – Можливі індикатори перебування водних об'єктів під дією зміни клімату

Фактор	Індикатор
Об'єми води	Ресурси або запаси поверхневих і підземних вод у басейні, доступних та придатних для використання, $м^3$/добу, $км^3$/рік
Витрата води	Витрата води у водотоці або джерелі, $м^3$/добу, $м^3$/с

[64] Handbook of Drought Indicators and Indices. WMO, GWP, 2016

Фактор	Індикатор
Кількість об’єктів	Кількість водних об’єктів (водойм / водотоків / джерел) на одиницю площі території
Довжина водотоків	Довжина водотоків, м
Розгалуженість водотоків	Сумарна довжина водотоків на одиницю площі території, м/км^2
Площа водної поверхні	Сумарна площа водного дзеркала водойм, м^2
Типи водних об’єктів	Розподіл водних об’єктів за типами (поверхневі, підземні)
Типи водокористування	Розподіл водних об’єктів за типами водокористування (централізоване / децентралізоване, питне / технічне тощо)
	Розподіл джерел водокористування за типами вод – поверхневі, підземні
Типи водних об’єктів за площею водозбору	Розподіл річок і струмків за площею водозбору – малі, середні, великі (за Водним кодексом України)
	Розподіл водойм за площею водного дзеркала
Умови залягання та використання підземних вод	Глибина залягання водоносних горизонтів, які експлуатуються на території, м
	Площа розповсюдження водоносних горизонтів на території, км^2
	Глибина залягання статичних та п’єзометричних рівнів підземних вод від поверхні землі, м
	Величина напору підземних вод (для напірних горизонтів)
	Кількість облаштованих самопливних джерел

3.4.3.3. Індикатори чутливості

Головна чутливість водних ресурсів до зміни клімату полягає у найтіснішому зв’язку режиму їхнього живлення з кліматичними факторами. Поверхневі води у цьому контексті є помітно більш чутливими у порівнянні з підземними водами, особливо, глибокими артезіанськими водоносними горизонтами.

Факторами чутливості поверхневих водних об’єктів до зміни клімату є розміри водозбірних площ, стабільність водного режиму та ступінь антропогенного навантаження на водозбірний басейн. Зокрема, підвищеною чутливістю характеризуються такі водні об’єкти або системи:

малі річки з площею водозбору до 2 тис. км^2 та невеликі водойми площею менше 3 га (ставки, заплавні озера, болота) за рахунок своєї невисокої буферної здатності;

ділянки водотоків або водойм із відсутніми або значно фрагментованими прибережними захисними смугами, що призводить до активного винесення завислих частинок у водні об’єкти та їхнього забруднення;

ділянки річкових долин із штучно спрямленими річищами;

заплавні ділянки річкових басейнів із високим ступенем антропогенної трансформованості (осушення, витоптування худобою, розорювання, забудова);

ділянки скидання у водні об’єкти підігрітих стічних вод від теплоелектростанцій, очисних споруд;

річкові басейни з високим ступенем розораності водозбірних площ.

Приклади індикаторів для кількісного оцінювання вищеозначених факторів чутливості наведені у таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Можливі індикатори чутливості водних об’єктів та водозбірних басейнів до зміни клімату

Фактор чутливості	**Індикатор**	**Взаємозв’язок з уразливістю**
Розмір водозбірного басейну	Площа водозбору, км^2	–
Винесення завислих частинок із поверхневим стоком у водотоки	Довжина та фрагментованість прибережних захисних смуг по берегах водного об’єкту, км	–
	Ступінь розораності водозбірного басейну	+
	Ступінь прояву ерозії грунтів	+
Порушення умов формування поверхневого стоку	Частка територій, вкритих природною рослинністю, від загальної площі водозбірного басейну	–
	Площі земель у водозбірному басейні з порушеним балансом поверхневого стоку та інфільтрації (розорані, забудовані, вирубка лісів)	+
Штучна спрямленість річищ	Довжина спрямлених ділянок річища, м	+
Трансформованість заплави	Площі антропогенно трансформованих земель на річковій заплаві (оранка, сіножаті, пасовища, забудова)	+
Буферна здатність заплави знижувати витрату води під час паводків та водопілля	Ступінь заболоченості заплави	–
	Площі рослинного покриву в прибережних зонах	–
Скидання підігрітих вод з об’єктів теплоенергетики або очисних споруд	Різниця температури води у водотоку вище і нижче скиду підігрітих вод, °С	+
Швидкість водообміну	Швидкість водообміну в водному об’єкті	+
Особливості водокористування	Частка забору поверхневих і підземних вод для питних і промислових потреб у загальному водному балансі водозбірного басейну, %	+
	Частка використання поверхневих вод для водопостачання, %	+

Фактор чутливості	Індикатор	Взаємозв'язок з уразливістю
	Частка використання підземних артезіанських вод для водопостачання, %	–
Умови живлення підземних вод	Частка слабкопроникних та непроникних поверхонь у зоні живлення підземних вод	+
	Ступінь розчленованості рельєфу	–

3.4.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

У секторі водних ресурсів можуть бути задіяні всі види здатності до адаптації – організаційні можливості, технічний потенціал, фінансовий потенціал та екосистемний потенціал.

Оскільки основною просторовою одиницею в ОРВЗК для водних ресурсів виступає водозбірний басейн (річковий басейн), то ключовими розробниками і виконавцями заходів із адаптації є Держводагентство на національному рівні та басейнові управління на регіональному. Відповідно, організаційні можливості, технічний та фінансовий потенціал адаптації до зміни клімату зосереджені більшою мірою в руках цих установ та залежать від їх компетентності та рівня забезпеченості територій ресурсами. Другим важливим агентом, який визначає здатність басейну до адаптації, є система водокористування, яка включає водокористувачів усіх категорій і муніципальні підприємства водопостачання та водовідведення.

Разом з тим, будь-який водозбірний басейн як гідрологічна та екологічна система в певній мірі здатний до самопідтримування та самовідновлення, тобто має екосистемний потенціал адаптації. У цьому контексті для оцінювання здатності басейну до адаптації необхідно оцінити екологічну стійкість водних екосистем, представлених у басейні.

Можливі індикатори здатності водозбірних басейнів до адаптації до зміни клімату наведені у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Індикатори адаптаційної здатності водозбірних басейнів

Аспекти адаптаційної здатності	Можливі індикатори
Організаційна здатність	Ступінь обізнаності водокористувачів щодо необхідності ефективного водокористування. Ступінь готовності водокористувачів змінювати схеми та порядок водокористування. Ступінь диверсифікованості систем водопостачання. Залежність об'ємів водозабору від сезонів року. Підготовленість планів управління річковим басейном.
Технічний потенціал	Ступінь зношеності систем водопостачання та водовідведення. Ступінь охоплення населення централізованим водопостачанням та водовідведенням. Наявність водоємних виробництв. Наявність та технічний стан систем зрошення. Кількість гребель і дамб на одиницю довжини водотоку.

Аспекти адаптаційної здатності	Можливі індикатори
Фінансовий потенціал	Структура місцевих та обласних бюджетів. Наявність резервних фондів для управління водними ресурсами.
Екосистемний потенціал	Ступінь різноманітності ландшафтів. Ступінь розораності та залісненості площі водозбірного басейну. Ступінь антропогенної перетвореності заплавних ділянок і річищ.

3.5. Прибережні території

3.5.1. Контекст і цілі оцінювання

Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року ставить важливе завдання щодо необхідності адаптації прибережних територій у зв'язку з очікуваним підвищенням рівня моря, зростанням температури прибережних водойм, забрудненням вод і зростанням кількості та інтенсивності штормових і паводкових явищ. За оцінками експертів через підняття рівня Чорного моря до кінця століття прогнозується затоплення близько 650 тис. га суходолу, а враховуючи нагони (штормові припливи) – до 1 млн. гектарів. У прибережних районах 590 населених пунктів в Україні можуть зазнати повного або часткового затоплення. Найбільшого впливу зазнають території Автономної Республіки Крим, Херсонська та Одеська області[65].

Суттєвих негативних змін можуть зазнати об'єкти природно-заповідного фонду, створені на прибережних територіях – Чорноморський та Дунайський біосферні заповідники, національні природні парки: «Нижньодніпровський», «Джарилгацький», «Білобережжя Святослава», «Меотида», «Приазовський», «Азово-Сиваський», «Тузловські лимани» та інші. Підвищення рівня моря може поглибити наявні екологічні проблеми внаслідок підтоплення промислових підприємств, звалищ відходів, кладовищ, земель сільськогосподарського призначення та інших об'єктів.

Ключові зацікавлені сторони, які мають бути залучені до проведення ОРВЗК у секторі прибережних територій: Міндовкілля, Мінкультури, Мінінфраструктури, ДСНС, ДАРТ, адміністрації та органи самоврядування громад прибережних територій, представники організацій та підприємств у портових та берегових зонах, туристичні компанії та оператори, громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

3.5.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Серед кліматичних загроз для прибережних зон потенційні впливи виникають унаслідок підвищення рівня моря для морського узбережжя та

[65] Вода близько: підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату. Екодія, 2020

лиманів, розташованих у гирлах великих річок – Дніпро, Південний Буг, Дністер.

Згідно моделювань, здійснених за різними кліматичними сценаріями, на 2100 рік очікується підняття рівня Чорного та Азовського морів на 0,36 м та 0,46 м згідно сценаріїв RCP 4.5 та 8.5 відповідно. Максимальний прогнозний показник глобального підняття рівня моря становить 0,82 м. Також варто враховувати, що разом із кліматичними причинами підняття рівня моря, існують геологічні – за оцінками сучасних неотектонічних рухів у Причорноморській западині відбувається занурення північного узбережжя Чорного моря зі швидкістю 0,1 – 0,36 см/рік[66].

Потенційні загрози, що виникають унаслідок зміни клімату, можуть вплинути на прибережні території різними способами. До основних таких впливів можна віднести[67]:

прогресування ерозійних процесів берегової лінії, особливо внаслідок штормових явищ;

прибережні повені і затоплення частини суходолу як результат підйому рівня моря;

погіршення якості води у прибережних зонах;

проникнення морської води до підземних прісних водоносних горизонтів;

значне скорочення землекористування та зміни у рослинному покриві прибережних екосистем;

втрати в сільському господарстві та аквакультурі через погіршення якості ґрунтів та води;

пошкодження інфраструктури, майна;

знищення середовищ існування тварин і рослин, зокрема, прибережних заповідних територій.

Приклади індикаторів впливу зміни клімату на прибережні території наведені у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Індикатори впливу зміни клімату на прибережні території

Фактори ризику	**Можливі індикатори**
Ерозія узбережжя	швидкість підвищення рівня моря, мм/рік геоморфологія узбережжя стійкість берегів ширина берега, м висота хвиль під час штормів, м ухил узбережжя, % частота й інтенсивність екстремальних випадінь атмосферних опадів баланс винесення та накопичення осадів (седиментації) діапазон приливів та відливів, м

[66] Вода близько: підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату. Екодія, 2020

[67] Methods for assessing coastal vulnerability to climate change. ETC CCA Technical Paper 1/2011. EEA, 2011

Фактори ризику	Можливі індикатори
Повені	швидкість підвищення рівня моря, мм/рік діапазон приливів та відливів, м висота хвиль під час штормів, м частота й інтенсивність екстремальних випадінь атмосферних опадів ухил узбережжя, %
Затоплення території	швидкість підвищення рівня моря, мм/рік діапазон приливів та відливів, м ухил узбережжя, %
Проникнення морської води до прісних водоносних горизонтів	швидкість підвищення рівня моря, мм/рік; близькість до берега, м; тип водоносного горизонту; глибина залягання прісних підземних вод, м; коефіцієнт фільтрації водовмісних порід, м/добу; висота над рівнем моря, м
Проникнення морської води до річок чи естуарій	швидкість підвищення рівня моря, мм/рік; діапазон приливів та відливів, м напрямок та інтенсивність нагонних вітрових явищ, глибина лиману (естуарію), м; витрата води, $м^3/с$

Процеси та площі затоплення прибережних територій унаслідок підвищення рівня моря, водосховища або водотоку визначають шляхом гідрологічного моделювання з використанням відповідних геоінформаційних технологій та програмних продуктів.

3.5.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.5.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Основним фактором кліматичних загроз для прибережних територій є підвищення рівня моря внаслідок глобального потепління. Для проведення оцінки ризику і вразливості певної прибережної території доцільно залучити результати моделювання підняття рівня моря за різними кліматичними сценаріями, виконані групами визнаних міжнародних експертів та наукових установ. Успішним прикладом таких даних є сервіс Coastal Risk Screening Tool, який надає змодельовані дані щодо підняття рівня моря на основі поєднання уточненої глобальної моделі висот узбережжя з сучасними прогнозами майбутніх рівнів моря і затоплення прибережних територій. Для отримання більш точних результатів, які враховують місцеві особливості будови узбережжя, в рамках запланованої ОРВЗК доцільно проводити локальне моделювання зон ризику затоплення для прогнозованих рівнів моря на основі доступних цифрових моделей рельєфу з використанням геоінформаційних технологій. Кількісними показниками, які використовують в аналізі підняття рівня моря, є швидкість підйому рівня Світового океану (см/рік), швидкість підйому рівня моря на оцінюваній території (см/рік), висота прибережних територій над рівнем моря (м), площі затоплення суходолу внаслідок підняття рівня моря за різними сценаріями (га, $км^2$).

Індикаторами загроз, пов’язаних із проявом нагонних штормових явищ на прибережних територіях, є частота й інтенсивність штормів, переважні напрямки та сила вітру. Загрози, пов’язані з абразією та переробкою берегів унаслідок посилення хвиле-прибійної діяльності, можуть бути описані індикаторами інтенсивності абразійних процесів (швидкості руйнування берегів, см/рік), інтенсивності переміщення та перевідкладення уламкового осадового матеріалу вздовж берегової лінії зі змінами її контурів та площ пляжів.

3.5.3.2. Індикатори перебування під дією

Прибережні території – це частини суходолу, що розташовані по обидва боки від берегової лінії моря, великих річок, озер та водосховищ. У соціально-економічному відношенні прибережні території є широкими смугами суші уздовж берегів, на яких розташовані населені пункти, інфраструктура, ведуться деякі види господарської діяльності, пов’язані з безпосереднім використанням водного об’єкту – водний транспорт, рибне господарство, туризм і рекреація.

Прибережні території України включають північне та західне узбережжя Чорного та Азовського морів на території південних областей та Автономної Республіки Крим, а також узбережжя великих річок (Дніпро, Південний Буг, Дністер, Сіверський Донець та ін.), водосховищ та озер.

Індикаторами перебування прибережних територій під дією зміни клімату є загальні площі прибережних зон (га, км^2), площі пляжів, площі забудованих територій різних типів (житлова, рекреаційна, промислова, транспортна тощо) у прибережних зонах (га, км^2), висота територій над рівнем моря (м). Останній показник доцільно використовувати у форматі растрових даних у вигляді цифрової моделі рельєфу з високою роздільною здатністю.

3.5.3.3. Індикатори чутливості

Основними об’єктами чутливості прибережних територіє є місцеві прибережні громади та вразливе населення. Взагалі особливою чутливістю відзначаються такі фактори:

місцеві громади, які розташовані близько до узбережжя;

території, що знаходяться на висоті нижче 5 м над рівнем моря;

узбережжя, що піддаються значним ерозійним процесам, зазвичай це зсувні береги на скелях з глинистих порід.

Приклади індикаторів для оцінювання факторів чутливості прибережних територій до зміни клімату наведені у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Можливі індикатори чутливості прибережних територій до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Податливість гірських порід узбережжя до руйнування	Літологічний склад гірських порід узбережжя (присутність глинистих порід, схильних до зсування)	+
	Щільність гірських порід	–
	Ступінь гетерогенності геологічного розрізу	+
	Характер залягання осадових товщ (напрямки падіння пластів відносно берега)	+/–
	Ступінь задернованості та заростання схилів берегів	–
Крутизна берегових схилів	Кут нахилу обривистих берегів, %	+
	Відносна висота берегів, м	+
Населення у зоні узбережжя	Площі житлової забудови на узбережжі, км^2	+
	Кількість населення, що проживає на узбережжі, або економічно залежить від прибережних територій, осіб	+
	Кількість населення на території нижче 5 м над рівнем моря, осіб	+
	Туристична привабливість та відвідуваність узбережжя	+
Вразливість водних екосистем	Площі заповідних прибережних водно-болотних екосистем	+
	Наявність місць гніздування перелітних птахів	+

3.5.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Адаптаційна здатність прибережних територій до змін клімату може бути представлена всіма видами здатності до адаптації – організаційні можливості, технічний, фінансовий та екосистемний потенціали. Це досягається впровадженням на таких територіях інтегрованого управління, зокрема, комплексного адаптивного підходу до управління прибережною зоною під впливом загроз від зміни клімату. У цьому випадку відбувається вертикальна та горизонтальна інтеграція між національними, регіональними та місцевими видами влади, у яких і зосереджені організаційні можливості та технічні і фінансові потенціали. Інтегроване управління узбережжям охоплює повний цикл збору інформації, планування, прийняття рішень, управління та моніторингу виконання. Окрім цього, прибережні території як природні екосистеми у разі впливів від змін клімату мають власну здатність до відновлення, підтримання на сталому рівні та стійкості.

Можливі індикатори здатності прибережних територій до адаптації до зміни клімату наведені у табл. 3.13.

Таблиця 3.13 – Можливі індикатори адаптаційної здатності прибережних територій

Аспекти адаптаційної здатності	Можливі індикатори
Організаційні	Картування зон затоплення при піднятті рівня моря для різних кліматичних сценаріїв. Картування зон із високим ризиком повеней. Обізнаність населення щодо уникнення та підготування до надзвичайних ситуацій. Покращення захисту систем питної води. Впровадження заходів щодо зменшення ерозійних процесів узбережжя, обмеження видобування піску. Створення лісозахисних смуг. Заходи спрямовані на посилення поясу дюн.
Технічні	Наявність системи берегоукріплення та протиабразійного захисту. Наявність дренажної інфраструктури. Наявність конструкцій щодо захисту від повеней. Наявність очисних споруд. Наявність хвилерізних конструкцій для зменшення енергії прибою та захоплення осадового матеріалу.
Фінансові	Наявність резерву в національних, регіональних та місцевих бюджетах для впровадження заходів з адаптації. Ступінь диверсифікованості джерел економічного прибутку населення та підприємств на прибережних територіях.
Екосистемний потенціал	Ступінь антропогенної перетвореності прибережних територій. Ступінь еродованості берегової лінії. Ступінь задернованості та заростання схилів берегів. Управління природоохоронними територіями на прибережних зонах.

3.6. Сільське господарство

3.6.1. Контекст і цілі оцінювання

Сільське господарство – один зі стратегічних бюджетоутворювальних та експортоорієнтованих секторів національної економіки України, який об’єднує різні види економічної діяльності щодо виробництва сільськогосподарської продукції, харчових продуктів, а також доставки їх до кінцевого споживача. У цій галузі задіяно 18,5% усього зайнятого населення[68], формується близько 10,8% валової доданої вартості й майже 9,3 % від усього ВВП. Сільське господарство забезпечує понад 40% доходу від експорту[69]. Основними сільськогосподарськими культурами, що роблять Україну одним із світових лідерів виробництва сільськогосподарської продукції є пшениця, кукурудза, ячмінь, соняшник, цукровий буряк, тютюн, бобові, фрукти та овочі. За даними Держстату середня врожайність зернових у 2020 році становила близько 50 ц/га.

[68] Сільське господарство України: статистичний збірник. Держстат України, 2019
[69] Українське сільське господарство може «витягти з кризи» всю економіку – експерти. Радіо Свобода, 2021

За експертними оцінками одним з недоліків ефективності нинішньої моделі розвитку сільськогосподарського сектору економіки є незбалансована структура спеціалізації галузі, коли сегмент (відповідно і валова продукція) рослинництва суттєво переважає тваринництво[70]. Це створює істотні ризики для усіх складових галузі, продовольчої безпеки України і імпортозалежних країн світу та економіки держави в умовах поточних кліматичних змін.

Площа сільськогосподарських земель в Україні становить 42,7 млн. гектарів (70 % площі загального земельного фонду країни), 78,9 % сільськогосподарських угідь – орні землі та багаторічні насадження, 13,0 % – пасовища, 8,4 % – сіножаті. Показник площі сільськогосподарських угідь у розрахунку на одну особу є найвищим серед європейських країн і становить 0,9 га, у тому числі 0,7 га ріллі (середній показник європейських країн – 0,44 і 0,25 га відповідно). Найвища частка орних земель – у степових районах (70–80 %) та лісостеповій зоні країни. Значні порушення екологічно збалансованого співвідношення між сільськогосподарськими угіддями, зменшення території унікальних степових ділянок та інших цінних природних екосистем, надмірна розораність території та порушення природного процесу ґрунтоутворення, використання недосконалих технологій в сільському господарстві, орієнтація на досягнення коротко- та середньострокових економічних вигод, що має негативні наслідки для навколишнього природного середовища у довгостроковій перспективі вже зумовили поширення деградаційних процесів ґрунтів на площі 1,1 млн. га. Проблеми деградації земель та опустелювання загострюються через швидкі темпи зміни клімату, що супроводжується підвищенням середньорічних температур, повторюваності та інтенсивності екстремальних погодних явищ, у тому числі посух, які охоплюють раз у два-три роки від 10 до 30 % території країни, а раз у 10-12 років – від 50 до 70 % її загальної площі. Деградація земель та опустелювання є одними з найбільш серйозних викликів для сталого розвитку країни, які спричиняють істотні проблеми для функціонування сільськогосподарського сектору та проблеми екологічного і соціально-економічного характеру[71].

Тваринництво в Україні представлено скотарством (розведення великої рогатої худоби), свинарством, вівчарством, птахівництвом, бджільництвом тощо. В умовах зміни клімату вихідною ланкою ризиків галузі є кормовиробництво, яке складається з польового виробництва кормів – вирощування кормових і зернофуражних культур, а також використання відходів і побічної продукції зернових, технічних та інших культур та лучно-пасовищного виробництва кормів (пов'язане з використанням природних кормових угідь – сіножатей та пасовищ). Галузь тваринництва є відносно мало привабливою для сільгоспвиробників, тому відзначаються низькі темпи її розвитку. Це зумовлено низкою чинників, серед яких низька рентабельність, демографічні чинники (загальне зменшення сільського

[70] Агросектор 1991–2021 — у цифрах і фактах. Агробізнес сьогодні, 2022
[71] Концепція боротьби з деградацією земель та опустелюванням, 2014

населення за рахунок переміщення його у міста), низький рівень оновлення основних засобів виробництва галузі та переходу на інноваційні технології[72] [73] [74].

Сільське господарство, яке перебуває під дією зміни клімату, одночасно є джерелом викидів парникових газів, а отже однією із причин цієї зміни. Майже половина світового обсягу викидів оксиду азоту і метану припадає на сільське господарство. Оксид азоту утворюється при мікробіологічних і хімічних перетвореннях органічної речовини, як в окислювальних умовах (нітрифікації), так і відновлювальних реакціях (денітрифікації). Обсяг викидів залежить від типу ґрунтів, вологості, температури і системи обробітку ґрунту. Метан утворюється в результаті переробки мікробами в анаеробних умовах органічної речовини в травному тракті жуйних та інших тварин (кишкова ферментація), при зберіганні органічних добрив, а також при всіх перетворювальних процесах в умовах браку кисню у повітрі. Сільське господарство також значно впливає на зв'язування (накопичення) вуглецю в ґрунті та викиди вуглекислого газу в результаті зміни землекористування. За різними оцінками на сектор припадає 10 – 15% від світового обсягу викидів парникових газів[75] [76] [77] [78]. Частка сільського господарства в світовому ВВП становить близько 4%, а це свідчить, що вуглецева інтенсивність сільського господарства (обсяг викидів на одиницю виробленої продукції) істотна.

Ефективність функціонування сільськогосподарської галузі в Україні в умовах зміни клімату безпосередньо залежить від поточних агрокліматичних умов та інвестицій агробізнесу в адаптаційні заходи. Для підтримання галузі на відповідних рівнях необхідно детально оцінювати ризики та пришвидшити впровадження підходів кліматоорієнтованого сільського господарства[79].

За рекомендаціями експертів FAO[80] перелік ключових запитань, які доцільно поставити у рамках підготовки оцінки ризиків і вразливості аграрного сектору до зміни клімату, може бути сформульований так:

яким чином цілі продовольчої безпеки вразливі до зміни клімату (перебувають під загрозою) на національному та регіональному рівнях?

наскільки плани розвитку сільськогосподарського сектору вразливі до зміни клімату на місцевому рівні?

наскільки певні сільськогосподарські культури, види чи системи виробництва вразливі до зміни клімату?

---

[72] Скотарство України: реалії сьогодення. Агробізнес сьогодні, 2012
[73] Кухар О. Сучасні тенденції розвитку тваринництва в Україні. Ефективна економіка. №8. 2013
[74] Замлинський В. А. Структурні перетворення галузі тваринництва в контексті глобальної продовольчої безпеки. Економіка агропромислового виробництва. №4. 2019. С. 22–28.
[75] Agriculture and rural development: Tackling climate change. European Commission, 2022
[76] Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам?. АПД, 2019
[77] Climate change and food security: risks and responses. FAO, 2015
[78] Агровиробництво vs зміна клімату – хто кого?!. Екодія, 2020
[79] Climate smart agriculture – Sourcebook. FAO, 2013
[80] Key principles for designing and conducting assessments of risk and vulnerability of agricultural systems to different climate change scenarios. FAO, 2015

яким чином громади, залежні від сільськогосподарського сектору, вразливі до зміни клімату?

Головною метою проведення оцінки ризиків і вразливості сільськогосподарського сектору до зміни клімату є гарантоване стабільне виробництво сільськогосподарської продукції для забезпечення продовольчої безпеки (країн світу, держави, регіонів, громад) в умовах зміни клімату і проявів екстремальних погодних явищ та за одночасного впливу різних техногенних, управлінських, соціально-економічних та зовнішньополітичних факторів.

Очікуваний результат оцінки – стійкість до поточних кліматичних змін та їх наслідків, ефективна система функціонування агропромислового виробництва, стабільність і прибутковість функціонування для забезпечення сталого розвитку регіонів і держави в цілому, забезпечення продовольчої безпеки в Україні і світі та подолання голоду.

Об'єктами ОРВЗК в аграрному секторі може виступати вся країна (національний рівень); території ландшафтно-кліматичних зон (Полісся, Лісостеп, Степ, гірська місцевість) або адміністративно-територіальні одиниці обласного рівня (регіональний рівень); території діяльності окремих аграрних підприємств, територіальних громад або фермерських господарств (локальний рівень).

Перелік зацікавлених сторін для залучення в ОРВЗК в аграрному секторі може включати: Мінагрополітики, Міндовкілля, Мінінфраструктури, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», гідрогеолого-меліоративні служби, представники великих, середніх та малих агровиробників та фермерських господарств, професійні об'єднання, громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

3.6.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Зміна клімату глибоко трансформує умови, за яких ведеться сільськогосподарська діяльність. Можна виділити такі основні напрями цієї трансформації[81]:

зміна клімату впливає на врожайність основних сільськогосподарських культур;

зміна клімату впливає на продуктивність тваринництва різноманітними шляхами;

сприятливі умови для всіх типів сільськогосподарської діяльності зміщуються географічно.

На різних рівнях впливи зміни клімату в аграрному секторі виявляються різним чином. На рівні ферми або окремого домогосподарства основним наслідком зміни клімату може виступати зниження рівня прибутку та стабільності господарства. На національному рівні відбувається зниження сільськогосподарського виробництва та забезпеченості продовольством із

[81] Climate change and food security: risks and responses. FAO, 2015

подальшими негативними макроекономічними ефектами для країн, у яких сільське господарство становить істотну частину ВВП, та країн, продовольча безпека яких залежить від імпорту сільськогосподарської продукції.

На території Україні впливи зміни клімату на сільське господарство матимуть як фізичні, так і соціально-економічні наслідки різного характеру і масштабу в різних частинах країни. На рівні ферми або окремого домогосподарства основним наслідком зміни клімату може виступати зниження рівня прибутку та стабільності господарства. На національному рівні відбувається зниження сільськогосподарського виробництва та забезпеченості продовольством із подальшими негативними макроекономічними ефектами для країн, у яких сільське господарство становить істотну частину ВВП, та країн, продовольча безпека яких залежить від імпорту сільськогосподарської продукції.

Зміна клімату може чинити як прямий і опосередкований вплив на системи сільськогосподарського виробництва. До прямих впливів належать ті, що безпосередньо викликані зміною таких кліматичних характеристик як температура і опади, особливо екстремальні їх прояви. Наприклад, аномальні опади можуть зумовлювати небезпечні явища (селі, зсуви, підтоплення, розмивання ярів і схилів, посилення проявів ерозії), град – пошкодження урожаю і територій його вирощування, заморозки у фазу цвітіння – пошкодження зав’язків, аномальна спека – опіки генеративних органів сільськогосподарських рослин, аномальні зниження температури взимку – вимерзання посівів і т.д. Непрямі впливи – це ті, що впливають на виробництво через зміни інших видів, наприклад – доступність і достатність води для різних галузей сільського господарства і окремих сільськогосподарських виробників залежить від інтенсивності опадів та стоку, вологості ґрунту залежить від рівномірності випадання опадів, а формування запасів продуктивної вологи від наявності і кількості опадів саме у зимовий період. Поширення запилювачів, шкідників, переносників хвороб, інвазійні види зумовлені створенням оптимальних температур їх розмноження і поширення. Прямі впливи в цілому легше передбачити, оскільки їх можна відносно легко імітувати та/або змоделювати[82].

Південні регіони України, що відрізнялися сухим і теплим кліматом, в умовах зростання температур потеплішають ще більше, ніж решта країни, і вже зазнали значних змін у сезонній мінливості опадів зі збільшенням загальної кількості опадів узимку та зменшенням влітку. Зміни в сезонній мінливості опадів у поєднанні з підвищенням температури спричиняють зростання випаровування та створюють дефіцит води, що ускладнює землеробство, яке залежить від зрошення, у районах, де спостерігається мала кількість опадів і часті екстремальні високі температури влітку, що спричиняють водний і тепловий стрес.

[82] Zebisch et al. Climate Impact Chains – a conceptual modelling approach for Climate Risk Assessment in the context of Adaptation Planning. High-level Expert Workshop on Climate Adaptation Modelling, 2020

Зрошення може задовольнити підвищений попит на воду для землеробства, пов'язаний зі зростанням температурних показників і збільшенням випаровування, однак це значною мірою залежить від наявності, достатності і якості водних ресурсів. Високі температури зумовлюватимуть підвищене випаровування, через що змінюватиметься мінералізація води і концентрація забруднюючих речовин. Ці два показника є визначальними при оцінюванні придатності води для зрошення за агрономічними і екологічними критеріями. Підвищені параметри показників оцінки якості води для зрошення знижуватимуть клас її придатності, що обмежуватиме можливість їх використання для зрошення та потребуватиме застосування меліоративних заходів для поліпшення якості ґрунтів і/або зрошувальних вод[83].

Родючість зрошуваних ґрунтів зумовлюються змінами у спрямованості та швидкості ґрунтових процесів, які, у свою чергу, залежать від якості поливних вод, обсягів подачі води на поля, кліматичних і гідрогеологічних умов регіонів розвитку зрошення, техніки і технологій зрошення, адаптаційних технологій тощо. В цілому зрошення ускладнює структуру ґрунтового покриву в усіх зонах і підзонах, що призводить до проявів деградаційних процесів і появи іригаційно гідроморфних, засолених, осолонцьованих і поверхнево оглеєних ґрунтів, раціональне використання яких потребує диференційованого підходу як до розвитку зрошення, так і до проведення агромеліоративних адаптаційних заходів.

В умовах теплішого клімату зростатиме частота випадків екстремальної спеки, а особливо проблема загострюватиметься у періоди посух, що позначиться на ефективності ґрунтообробних агротехнологій, сприйнятливості рослинництва до шкідників і хвороб, ступені засвоюваності рослинами елементів живлення і впливатиме на формування величини врожаю.

Більше 90% світового продовольчого виробництва безпосередньо залежить від ґрунту та його властивостей[84]. Ґрунт відіграє центральну роль у стабілізації клімату (уловлювання і зв'язування CO_2), а клімат зумовлює низку процесів в ґрунтах, що є визначними для його формування, розвитку, властивостей та родючості. Підвищення температури повітря за одночасної недостачі вологи погіршує умови мінералізації органічної речовини. Одним з негативних наслідків цього процесу є надходження CO_2 в атмосферне повітря. Зменшується частка уловлювання і зберігання вуглецю у ґрунті, що впливає на гумусний стан та зумовлює зниження стійкості ґрунту до проявів усіх видів деградації (фізична, хімічна, фізико-хімічна)[85]. Раціональне використання ґрунтів зробить їх більш стійкими до кліматичних умов. Наразі невідкладних адаптаційних заходів вже деградовані ґрунти, оскільки прояви ступеня різних видів деградації можуть мати високий ступінь і підвищувати

---

[83] Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія [за ред. С.А.Балюка, М.І. Ромащенка, Р.С. Трускавецького]. Херсон: Грінь Д.С. 2015. 668 с.

[84] Climate smart agriculture – Sourcebook. FAO, 2013

[85] Status of the World's Soil Resources: Main Report. FAO, 2015

небезпеку опустелювання. Решта ґрунтів країни потребують моніторингу, визначення сучасного грунтово-меліоративного і агрохімічного стану, удосконалення агротехнологій і систем землекористування для можливості детальної оцінки ризиків кліматичних зміні розробки дієвих адаптаційних на різних рівнях - від політики національного рівня до окремих домогосподарств[86].

Зменшення середньої загальної кількості опадів, спричинене значним скороченням кількості опадів улітку, а також зменшенням снігового покриву, змінить строки та об’єм стоку з гірських районів і може зменшити ризик річкових повеней[87] . Очікується, що стік і поповнення підземних вод також зменшаться за більшості сценаріїв концентрації парникових газів, що пов'язано зі зменшенням річної кількості опадів та випаровуванням, яке, за прогнозами, зростатиме з підвищенням температури . Це знову ж таки, призведе до зменшення вмісту вологи у ґрунті та подальшої деградації земель і степів по всій Україні, а також потенційно до триваліших і більш суворих умов посухи.

Очікується, що в теплішому кліматі зміниться сезонний стік річок по всій Україні[88], зокрема він зменшиться порівняно з теперішнім навесні та збільшиться восени і влітку. Наприклад, моделювання стоку в басейні Південного Бугу в умовах майбутнього потепління свідчить про скорочення весняного стоку до 50–66% пов’язано зі зменшенням кількості снігу в тепліші зимові місяці та кількості опадів протягом літньої половини року, натомість у басейні Сіверського Дінця навпаки, прогнозують збільшення стоку, передусім за рахунок збільшення стихійних опадів весняного періоду, о збільшуватиме ризики ерозії.

На півдні зрошувані сільськогосподарські угіддя Херсонської області дедалі більше наражаються на потенційне збільшення посушливості (зменшення кількості опадів, підвищення температури, збільшення випаровування), а у північній частині такі впливи в комплексі зі стихійними явищами знижуватимуть дефляційну стійкість.

За експертними оцінками прогнозоване підвищення температури збільшуватиме тривалість вегетаційного періоду[89], що впливатиме на спеціалізацію та зміну структури виробництва продукції рослинництва, зокрема на півночі країни. Це створює умови для більш ранньої сівби ярих культур. Прогнозується, що вегетаційний період для вирощування сільськогосподарських культур буде наставати раніше і триватиме довше. Це створюватиме додаткові можливості для вирощування усіх видів теплолюбних сільськогосподарських культур. Підвищення температури та подовження вегетаційного періоду дозволять виробникам вирощувати по два врожаї деяких культур, особливо в умовах зрошення. Триваліший

[86] Балюк С.А., Кучер А.В., Максименко Н.В. Ґрунтові ресурси України: стан, проблеми і стратегія сталого управління. Укр. геогр. журнал. 2 (114). 2021. С. 3–11.
[87] Вплив зміни клімату в Україні. Met Office, 2021
[88] Аналіз впливу кліматичних змін на водні ресурси України. Екодія, 2021
[89] Agriculture and climate change. European Environmental Agency, 2015

вегетаційний період дозволяє поліпшити розподіл окремих видів та покращить можливості для вирощування нових, більш теплолюбних видів або вторинних культур. Однак у таких умовах може спостерігатися скорочення міжфазних періодів від цвітіння до дозрівання, що негативно впливатиме на врожайність. Разом з тим, підвищення температури може призводити до перевищення адаптаційного потенціалу до теплового стресу для окремих культур в південних регіонах країни. Теплозабезпеченість вегетаційного періоду значною мірою зумовлює структуру посівних площ та можливість вирощування більш продуктивних пізньостиглих культур, які тривалий час можуть використовувати сонячну енергію на формування врожаю або проводити повторні посіви після ранніх культур. Чутливість окремих видів культур до кліматичних змін істотно відрізняється. За експертними оцінками озима пшениця найближчими роками залишатиметься найбільш урожайною (ріст на 20-30%). До 2030 року можна очікувати сприятливих кліматичних умов для вирощування ріпаку в більшості областей Полісся, несприятливих - в областях Південного Степу. Можливе підвищення урожайності ярового ячменю в середньому. Однак, у південних та південно-східних областях його урожай може зменшитись (на 15-25%). Максимальний рівень ризику для кукурудзи (недоотриманий урожай може досягати 20-30%) ймовірний в областях Південного Степу, Харківській, Луганській, Донецькій та Дніпропетровській областях. До 2030 року навіть в Північному Поліссі зможуть повноцінно визрівати ранньо- та середньостиглі сорти соняшника, можна очікувати високу урожайність. Сприятливі умови для вирощування сої збережуться до 2030 року в усіх ґрунтово-кліматичних зонах країни, крім північних і західних районів Полісся. В Степу ризик ймовірного недобору урожаю становитиме 20-30%. До 2030 р. для підгалузі плодів та ягід існує ризик зменшення урожайності, через витрати ресурсів рослин на пристосування до перепадів температури та відновлення після стресу; збільшення частоти пошкодження заморозками, від градів та зливи. До 2030 р. можна очікувати зміни структури посівних площ овочевих, перехід до пізньостиглих більш урожайних сортів традиційних овочів. Надалі можна очікувати розширення зони, сприятливої для баклажанів, солодкого перцю та томатів. Дослідники обґрунтовують необхідність перегляду традиційного агрокліматичного районування і структури рослинництва для збільшення їх продуктивності.

Підвищення температури є несприятливою умовою вирощування кукурудзи та створює ризики її вирощування. Збільшення дефіциту вологи чинить негативний вплив на врожаї картоплі та цукрового буряку. Підвищення температури викликає передчасне дозрівання ярих сільськогосподарських культур і знижує їх урожайність. У зв’язку з традиційною для останніх років посухою в східних регіонах України значно зменшується вирощування овочевих, зокрема картоплі, буряку, огірків, капусти, що впливає на продовольче забезпечення населення. Аномально тепла зима сприяє виживанню значної кількості комах та шкідників сільськогосподарських культур. Виникає потреба вносити більше засобів

захисту рослин, гербіцидів, використовувати інші сорти, більш стійкі до шкідників та хвороб, що впливає на собівартість.

Вважається, що очікувані погодні умови будуть сприятливіші для вирощування озимої пшениці ячменя, соняшника, сої, рису в Україні оскільки ці культури є особливо чутливими до збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері. Це дозволить отримувати достатню кількість зерна для забезпечення країни хлібопекарською продукцією та гарантії її експортних можливостей. Однак, аномально низька температура восени або сильна спека навесні – можуть призвести до значних втрат врожаю пшениці. Крім того, екстремальні перепади температури взимку за відсутності снігового покриву створюють умови для пошкодження й загибель посівів. Сформуються умови для збільшення посівів ячменю, вівса, зернобобових, а також для істотного збільшення обсягів вирощування фуражного зерна, розширення посівів багаторічних трав.

За оцінками фахівців, щорічні втрати урожаю через несприятливі погодні умови в Україні можуть складати від 10 до 70%, й основна причина цих втрат екстремальні кліматичні події, зокрема посухи. Під час сильних засух негативне відхилення врожайності зернових культур від лінії тренду становить загалом по Україні до 5 ц/га, в степових областях – до 10–15 ц/га, можливі випадки повної загибелі врожаю. Якщо втрати врожаю будуть систематичними, то це матиме серйозні наслідки для глобальної продовольчої безпеки.

Рослини можуть змінити чутливість до норм, доз, видів добрив. Науковими дослідженнями встановлено, що для засвоєння амонійного азоту прийнятна більш низька температура, ніж для нітратного азоту. Здебільшого оптимальною температурою для надходження азоту та фосфору в зернові є 23-25°С. При цьому зменшення поглинання солей за температури 40-50°С зумовлюється інактивацією ферментних систем[90].

Очікується, також, що погодні умови, що можуть спричинити загоряння та тривалі пожежі, почастішають зі збільшенням частини року, коли умови найбільше сприяють виникненню пожеж через підвищення температури та висихання ландшафту. Прогнозоване зростання кількості спекотних днів разом з очікуваними змінами в режимі опадів в Україні може значно збільшити ризик пожеж у майбутньому. За результатами останніх досліджень було виявлено кілька регіонів України, зокрема Херсонська, Луганська, Київська, Донецька, Запорізька та Дніпропетровська області, які є вразливими до лісових пожеж[91]. Це істотно збільшує ризики ведення сільського господарства, а отже і впливатиме на економічну стабільність і розвиток регіонів.

В умовах зміни клімату постають питання адаптації галузі виноградарстві і виноробства[92] [93], а також садівництва до таких змін, що

---

[90] Тимчук В. М., Тимчук С. М. Вплив кліматичних змін на ведення агробізнесу. Агробізнес сьогодні, 2016

[91] Вплив зміни клімату в Україні. Met Office, 2021

[92] Ковальова І.А., Ляшенко Г.В., Герус Л.В. Вплив зміни клімату на вирощування винограду в Україні. Журнал «Напої. Технології Та Інновації», 2022

полягають у розробці нової системи її ведення. Це, передусім, зміна в регіональному та локальному розміщенні сільськогосподарських культур, селекції нових сортів і гібридів культур, розробці інших агротехнічних заходів при їхньому вирощуванні. Виноград, як багаторічна культура, особливо чутливий до несприятливих погодних умов, які можуть завдати значних збитків галузі. Тому стратегія розвитку виноградарської галузі у країні взагалі і в окремих районах зокрема, в тому числі вибір сортименту винограду, повинна базуватися на всебічному аналізі режимів температур і вологи впродовж багатьох років як у ретроспективі, так і в майбутньому. Очікується, що зміщення традиційних агрокліматичних зон дозволить поширювати промислове виноградарство, садівництво і ягідництво у північніші регіони у найближчій перспективі.

Чимало господарств, щоб мінімізувати втрати від природних катаклізмів, переорієнтовуються на технічні культури, які є стійкішими до негоди. Зокрема, активно зростає вирощування ріпаку, соняшника та кукурудзи (замість пшениці). Проте екстенсивні системи землеробства, відсутність наукового супроводу та ефективних клімат орієнтованих заходів знову повертає до проблеми ризику подальшої деградації і опустелювання ґрунтів – основного ресурсу виробництва галузі[94].

Одним з найбільш доступних адаптаційних заходів є дотримання сівозмін. Чергувати культури можливо за умови розвитку тваринництва (посіву кормових культур, що не так виснажують ґрунт)[95]. Це зумовлює нагальну необхідність підтримки цієї галузі на рівні держави на якісно новому рівні на основі підходів кліматоорієнтованого сільського господарства.

Ланцюжки впливу зміни клімату на землеробство вирізняються, як правило, складністю та багатоступеневістю. Приклади ланцюжків впливу, які можуть виникати внаслідок дії кліматичних загроз:

потепління до 2-2,5 °С → збільшення урожайності сільськогосподарських культур (наприклад пшениці) → зміщення ареалів поширення зонованих культур;

потепління вище 2-2,5 °С → зниження вологозабезпеченості сільськогосподарських культур → зниження продуктивності сільськогосподарських культур → прояви деградації ґрунтів → потреба у зрошенні;

гідроморфні умови формування ґрунтів → підйом рівня підґрунтових вод → заболочування → зменшення територій пасовищ → зменшення кормовиробництва для тваринництва;

напівгідроморфні умови формування ґрунтів → підйом рівня підґрунтових вод → прояви різних видів деградації ґрунтів → погіршення

---

[93] Нові адаптивні сорти українського винограду витримали жорсткі кліматичні зміни. Інститут виноградарства і виноробства ім. Таїрова, 2021

[94] Мовчан М. М. Окремі аспекти інституціоналізації боротьби з деградацією земель та опустелюванням в Україні. Екологічні науки. 1/2 2016 (14-15). С. 182–188.

[95] Маслак О. Скотарство України: реалії сьогодення. Агробізнес сьогодні, 2012

умов розвитку і росту рослин → зниження продуктивності сільськогосподарських культур;

збільшення температури → продовження тривалості вегетаційного періоду → зміщення зон агрокліматичного районування → адаптація сільськогосподарських рослин до нових грунтово-кліматичних умов → скорочення міжфазних періодів цвітіння і дозрівання → поширення шкідників, хвороб → урожайність культур → якість урожаю;

підвищення температури → погіршення кормової бази тварин → зниження продукційних якостей → зниження поголів'я → переорієнтація виробництва.

Унаслідок впливу зміни клімату обсяги продукції тваринництва скорочуватимуться через зменшення продуктивності багатьох порід худоби, поширення хвороб, зменшення площ земель, придатних для випасання худоби, та нестачу води для задоволення потреби у напуванні. Внаслідок високих температур повітря у літні місяці вже збільшилися потреби тварин у питній воді, доступності, кількості та якості кормів. Відповідно зростають витрати на утримання тварин, збільшується собівартість продукції. З великою ймовірністю підвищення температури призведе до зниження темпів приросту живої маси тварин, зменшення надоїв молока та зменшення вмісту в молоці жирів та білків. Погіршення пасовищних угідь може негативно впливати на кормову базу, особливо у невеликих сільськогосподарських господарствах. У птахівництві можливі зниження рівня прояву господарсько-корисних ознак, зниження виробництва традиційних кормових культур, потреби у нових системах мікроклімату в пташниках, збільшення стресу, поширення хвороб та смерті птиці. Унаслідок впливу зміни клімату, за даними FAO, тваринництво в Україні скорочуватиметься через зменшення продуктивності багатьох порід худоби, поширення хвороб, зменшення площ земель, придатних для випасу худоби та нестачу води для задоволення потреби у напуванні.

Зміна клімату вносить корективи вздовж усього ланцюга виробництва сільськогосподарської продукції: від полів до експортних ринків. Оскільки сучасне сільськогосподарське виробництво ґрунтується на більш передових системах, воно також більшою мірою схильне до непрямого впливу зміни клімату, включаючи більш високі витрати на доступ до палива, добрив, насіння, засоби зниження наслідків ентеральної ферментації (процес травлення, в результаті якого виділяється метан від худоби). Подорожчання всіх складових виробництва, від пального до насіння впливає на перспективи збуту вирощеної продукції за конкурентною ціною.

3.6.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.6.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Зміна клімату в Україні призвела до низки змін кліматичних показників, з яких однією з основних є зростання температури повітря майже на 1,5°C за останні 30 років. По сезонах потепління розподіляється

нерівномірно – міжрічна мінливість температури невелика, але найбільшою вона є впродовж зими. Натомість міжрічна мінливість опадів є набагато більш вираженою, з великими відмінностями в сумах за місяці. Частота екстремально високих температур підвищується, у той час як частота екстремальних холодів зменшується. Це призводить до збільшення тривалості періодів спеки, кількості випадків нестачі води, пов'язаних із погодою, а також зростання частоти затоплень, що має наслідки для сільського господарства. Підвищення температур зменшує кількість весняних заморозків, що позитивно позначається на врожайності зернових культур в аграрному секторі. Збільшення впродовж останнього десятиліття кількості посушливих днів у поєднанні зі зростанням температури підвищило ризик виникнення пожеж в Україні.

На сьогоднішній день накопичена вагома доказова база для розуміння майбутньої зміни клімату в Україні, яка розроблена за допомогою послідовних етапів досліджень із застосуванням моделювання, включених до звітів про оцінку МГЕЗК. Температура повітря буде продовжувати зростати, як і частота зумовлених ними екстремальних подій. Існує ймовірність значного зменшення літніх опадів на півдні та південному сході України та збільшення зимових опадів на півночі України. Екстремальні опади в усі пори року можуть стати інтенсивнішими, що спричинюватиме збільшення поверхневого стоку і дощових паводків[96] [97].

Таким чином, до потенційних кліматичних загроз для аграрного сектору, що властиві території України, доцільно віднести:

зростання середньої річної температури повітря;

зростання кількості днів з аномально високими температурами, що впливає на стан рослин і тварин;

збільшення повторюваності та суворості посух у вегетаційний період;

збільшення повторюваності посушливих явищ, у тому числі в комбінації з екстремально високими температурами;

різкі температурні коливання між сезонами та впродовж окремих місяців, які призводять до зниження стійкості рослинництва;

збільшення повторюваності стихійних погодних явищ у теплий період року (сильні дощі, грози, смерчі, шквали, град);

зменшення частоти випадання та збільшення інтенсивності опадів, що перешкоджає накопиченню ґрунтової вологи та погіршує умови збирання врожаю, зумовлює ризики повеней та підтоплення;

зростання нерівномірності випадіння атмосферних опадів за окремі періоди року, що впливає на водозабезпеченість;

відсутність стійкого снігового покриву, що при значному зниженні температури збільшує ризик вимерзання озимих культур;

---

[96] Вплив зміни клімату в Україні. Met Office, 2021

[97] Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовахзміни клімату: монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового.Одеський державний екологічний університет. Одеса: ТЕС, 2018. 548 с.

просторове розширення умов температури та вологості, придатних для розповсюдження шкідників, хвороб та інвазійних видів рослин, що може знизити продуктивність вирощування основних зернових культур на 20-30%;

збільшення небезпеки пожеж, що впливає на стійкість агроекосистем, втрати врожаїв, подальші зміни адаптаційного потенціалу до кліматичних змін.

Перелік можливих індикаторів кліматичних загроз для сільського господарства наведений у табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Можливі індикатори кліматичних загроз для сільського господарства

Фактор загрози	**Індикатор**
Спека	Кількість днів з температурою повітря від +30°С до +34°С
	Кількість днів з температурою повітря від +35°С і вище
	Послідовна кількість днів що характеризується температурами повітря від +32°С і відносною вологістю повітря менше 24%
Хвилі тепла	Послідовна кількість днів (період) протяжністю п’ять і більше днів поспіль, коли денна температура вище середньомісячної на 5°С і більше
Посухи	Кількість послідовних днів з величиною SPI (стандартизований індекс опадів) від -1 до 0
	Кількість днів для тижневих та двотижневих періодів в які індекс аридності (AI) має позитивні значення
	Характеристика посухи (слабка, помірна, сильна) основана на кількості днів відхилень від норми
	Стандартизований індекс опадів і евапотранспірації (SPEI)
	Стандартизований індекс опадів (SPI)
Тепловий стрес сільськогосподарських рослин	Індекс інтенсивності посухи Палмера
	Індекс посушливості, що враховує особливості сільськогосподарських культур (CSDI)
Вегетаційний період	Тривалість періоду з середньодобовими температурами 5°С і вище (відхилення від багаторічних даних)
	Зростання середньої температури вегетаційного періоду
	Середній діапазон добових температур протягом вегетаційного періоду
	Частота морозних днів – середня частота морозних днів протягом вегетаційного періоду
	Максимальна та мінімальна температура протягом вегетаційного періоду, °С
	Частота теплих днів – відсоток днів протягом вегетаційного періоду з максимальною добовою температурою вище 90-го процентиля
	Частота холодних ночей – відсоток днів протягом вегетаційного періоду з мінімальною денною температурою нижче 10-го процентиля
	Максимальна 5-денна інтенсивність опадів - максимальна 5-денна інтенсивність опадів протягом вегетаційного періоду
	Середнє значення SPI-6 (стандартний індекс опадів для 6-місячного інтервалу часу) протягом вегетаційного періоду

Фактор загрози	Індикатор
Небезпека виникнення пожеж	Значення індексу посушливості Кетча-Бирама (KBDI) відповідають категорії – високий, дуже високий, екстремальний
	Максимальна тривалість періоду з максимальною температурою більше 25°С
	Кількість днів з максимальною температурою більше 30°С
	Максимальна температура за літній період, °С
	Середня температура за літній період, °С
	Кількість днів з атмосферною посухою (максимальна температура більше 25 °С і відносна вологість повітря менше 50%)
Буревії	Кількість днів з максимальною швидкістю вітру більше 30 км/год
Сильні опади	Загальна річна кількість опадів за дні, коли добова кількість опадів перевищує 95-й процентиль
Надзвичайно сильні опади	Загальна річна кількість опадів за дні, коли добова кількість опадів перевищує 99-й процентиль
Відхилення від норми опадів	Кількість днів з відхиленнями від середньомісячної норми опадів
Повені	Кількість зафіксованих явищ повеней
	Площі затоплення
Гідротермічний коефіцієнт	Сума опадів за період, коли середньодобова температура вище + 10° С поділена на суму активних температур за той же період, коли температури перевищували +10° С, зменшена в 10 разів
Міжрічна/ сезонна/ добова мінливість швидкості і напряму вітру	Динаміка днів/годин зміни швидкості і напряму вітру за багаторічний період спостережень
Суховії	Динаміка середньої повторюваності послідовних днів з вітрами швидкості більше 5 м/с, з високою температурою (понад 25 градусів) та низькою відносною вологістю повітря
Частота стихійних погодних явищ (буревії, урагани тощо)	Кількість зафіксованих стихійних погодних явищ на рік

3.6.3.2. Індикатори перебування під дією

Головна особливість природно-кліматичних умов України полягає в тому, що близько 75 % її території розташовано в недостатньо зволожених (більша частина Лісостепу) та посушливих (Північний, Південний і Сухий Степ) умовах. Основними об’єктами сільського господарства, що перебувають під дією зміни клімату на території України, є об’єкти землеробства (рілля, тепличні господарства) і тваринництва (ферми, пасовища, сіножаті).

Практично всі посівні площі сільськогосподарських культур в Україні перебувають у зоні ризикованого землеробства, де є постійний ризик втрати обсягів урожаю у надто посушливий рік або втрати якості урожаю у надмірно дощовий рік. Фактор глобальної зміни клімату посилює такі ризики. Відповідно, всі сільськогосподарські виробники, основним напрямом діяльності яких є рослинництво (незалежно від форми власності та розміру

земельного фонду) перебувають під дією зміни клімату. Разом з тим, ступінь їх вразливості різний, оскільки залежить від профілюючої спеціалізації, різноманітності культур і їх сприйнятливості до зміни кліматичних показників, можливості швидкого реагування на зміни клімату шляхом переорієнтування пріоритетних напрямів рослинництва. Те ж саме стосується вузької спеціалізації тваринництва, яка істотно знижує адаптаційний потенціал в умовах кліматичних змін.

Виробники тепличної продукції менше чутливі до зміни клімату, оскільки кліматичні умови теплиць є контрольованими і керованими, так само як і боротьба зі шкідниками і хворобами, що зменшує непередбачувані втрати врожаїв. Проте, розширення можливостей вегетаційного сезону створює конкурентні ризики раннього вирощування (подвійних урожаїв) овочевих культур і відповідно може знижувати попит на тепличну продукцію у певні періоди року. Органічне виробництво є об'єктом впливу, оскільки окремі прояви зміни клімату впливають на структуру виробництва, технологій переробки, навіть структуру споживання продуктів харчування (попит, ціни на продукцію). Діяльність підприємств, які займаються виробництвом, переробкою, реалізацією сільськогосподарської продукції та техніки, підготовкою фахівців для забезпечення ефективності галузі перебувають під дією зміни клімату, бо їх функціонування залежить від попиту на продукцію і послуги. При цьому порушення логістичних зв'язків між цими суб'єктами посилює вплив.

Загальна економічна ефективність аграрного сектору безпосередньо перебуває під дією зміни клімату, оскільки залежить від ефективності функціонування усіх її складових. Можливі індикатори перебування об'єктів сільського господарства під дією зміни клімату наведені у табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Можливі індикатори перебування об'єктів сільського господарства під дією зміни клімату

Фактор	**Індикатор**
Площі, зайняті сільськогосподарським виробництвом	Співвідношення основних категорій сільськогосподарського землекористування (рілля, багаторічні насадження, перелоги, сіножаті і пасовища). Частка переважаючого виду сільськогосподарського землекористування в загальній структурі землекористування
	Співвідношення площі ріллі до загальної площі досліджуваної території (залежно від масштабу дослідження)
	Загальна площа і динаміка площі землекористування землевласника, га
Структура та спеціалізація виробництва	Частка видів вирощуваних культур у загальній структурі функціонування секторів рослинництва, %
	Частка переважаючого виду вирощуваних культур, %
	Чисельність поголів'я переважаючого виду тварин (великої рогатої худоби, свиней, вівець та кіз, птиці, кількість бджолосімей), голів/км^2
	Співвідношення поголів'я великої рогатої худоби, корів, свиней, вівць та кіз, птиці, кількість бджолосімей тощо

Кількість господарств і населення	Кількість діючих фермерських господарств на оцінюваній території
	Кількість постійного населення на одиницю площі оцінюваної території, осіб/км^2
	Кількість населення, зайнятого в сільському господарстві, осіб
Рівень розвитку фермерських господарств	Рівень прибутковості виробництва
	Кількість виробленої продукції
	Попит на продукцію
Економічна ефективність сектору	Частка сільськогосподарського виробництва у ВВП, %
	Частка задіяного населення, %
	Частка доходу від експорту (виду/групи) товарів, %

3.6.3.3. Індикатори чутливості

Чутливість агроекосистем (рослинництво) та екосистем (тваринництво) до впливів зміни клімату зумовлює різну функціональність, потенціал стійкості, відновлення та адаптаційні можливості, що в подальшому визначає функціонування відповідних сегментів сільськогосподарського сектору та ефективність його в цілому.

В орному землеробстві низка кліматичних показників впливають на швидкість та спрямованість ґрунтових процесів, що в свою чергу зумовлюють стан та родючість ґрунту агроекосистеми. Вміст ґрунтового органічного вуглецю разом з іншими показниками впливає на стійкість ґрунту до проявів усіх видів деградації (фізична, хімічна, фізико-хімічна)[98]. Недостатність продуктивних опадів (особливо у зимово-весняний період) впливає на водні властивості ґрунту, може зумовлювати нестачу ґрунтової вологи. Це визначає швидкість фізико-хімічних процесів (засолення-розсолення, розчинення мінеральних речовин і т.і.), вологозабезпеченість рослин в основні фази розвитку, що в подальшому впливає на величину врожаю та його якість.

Спека, затяжні періоди посухи, зумовлюють пересушування ґрунту, що збільшує його чутливість до вітрової ерозії (особливо ґрунтів легкого гранулометричного складу). Часті суховії та буревії посилюватимуть цю чутливість. Сильні дощі підвищують чутливість до водної ерозії, абразії берегів. Утворюваний седиментаційний матеріал у місцях сповільненого потоку води накопичується у заплавах річок, руслах водотоків, що збільшує ризики замулення.

Стан зрошувальних ґрунтів залежить від комплексу показників (вихідні умови утворення, технології зрошення, якість зрошувальних вод, норми і способи поливу тощо). Одним із показників його оцінки є інтегральний показник еколого агромеліоративного стану. Еколого-агромеліоративний стан (ЕАМС) зрошуваних земель – стан земель, який оцінюється за гідрогеологічними (рівень, гідрохімічний склад і мінералізація підґрунтових вод), інженерно-геологічними (коефіцієнт пористості, ступінь прояву екзогенних геологічних процесів), ґрунтово-меліоративними (ступінь засолення, підлуження та солонцюватості ґрунтів, їх водно-сольовий та

[98] Status of the World's Soil Resources: Main Report. FAO, 2015

поживний режими, якість зрошувальних вод за агрономічними критеріями), еколого-токсикологічними (вміст важких металів і пестицидів у ґрунтах, забруднення вод) та агрономічними (якість урожаю, продуктивність культур) критеріями[99]. Оскільки це комплексний показник, то кожна з його складових чутлива до кліматичних загроз, що істотно впливає на підсумкову оцінку.

Продуктивність північних регіонів України є менш залежною від додаткового зволоження, але більш чутливою до зміни середньорічних температур, що може зумовити зниження урожайності районованих культур та добрі врожаї не типових для цієї зони культур. Теплозабезпеченістю вегетаційного періоду значною мірою зумовлюється структура посівних площ. Чутливість рослин до кліматичних змін проявлятиметься різними фенологічними ефектами (недозрівання, вимерзання, низька посухостійкість і т.і.), що зумовлюватиме необхідність вчасного коригування агротехнологій, необхідних для досягнення планованого рівня їх врожайності, які можуть виявитися менш ефективними в умовах поточних кліматичних змін. Якість отримуваної продукції також є чутливою і може як покращуватися так і погіршуватися відносно встановлених параметрів для вирощуваних сортів. Неоптимальне співвідношення температури і вологості може змінити чутливість різних видів рослин до добрив[100]. Дослідники обґрунтовують необхідність перегляду традиційного агрокліматичного районування і структури рослинництва для збільшення його продуктивності. Шкідники і хвороби сільськогосподарських культур можуть виявитися стійкими до засобів захисту рослин, тому може спостерігатися поширення їх ареалу, збільшення їхньої чисельності та кількості генерацій, видів хвороб, карантинних об'єктів[101]. Отже, набір культур та технологій є динамічно змінним. Багатопрофільність рослинництва на одній території чи в межах одного господарства зменшує залежність від кліматичних змін, як і поєднання рослинництва і тваринництва в межах функціонування виробництва, оскільки існує можливість швидкої диверсифікації виробництва.

Через емісії парникових газів тваринництва (поводження з гноєм, кишкову ферментацію великої рогатої худоби та використання викопного палива) воно є однією із причин зміни клімату, проте з іншого боку – чутливе до зміни клімату і тому повинне адаптуватися до них.

Посилення впливу підвищених температур повітря, вологості, швидкості вітру тощо впливають на стан умови утримання, здоров’я, збереження поголів’я, приріст живої маси, прояв продуктивності, відтворювальну здатність тваринництва. Вплив клімату може зумовлювати погіршення пасовищ (доступність, кількість, різноманітність та якість), а отже кормову базу, особливо в малих сільськогосподарських господарствах. За даними FAO малі сільськогосподарські підприємства використовують 34,7% зелених кормів у загальній структурі годівлі великі підприємства –

[99] Інструкція з проведення грунтово-сольової зйомки на зрошуваних землях України. ВНД 33-5.5-11-2002
[100] Тимчук В. М., Тимчук С. М. Вплив кліматичних змін на ведення агробізнесу. Агробізнес сьогодні, 2016
[101] Вплив зміни клімату в Україні. Met Office, 2021

15,5%[102]. Доступність і якість питної води також є чутливими. У птахівництві можливі зниження рівня прояву господарсько-корисних ознак, зниження виробництва традиційних кормових культур, потреби у нових системах мікроклімату в пташниках, збільшення стресу та смерті птахів.

Перелік можливих індикаторів чутливості сільського господарства до зміни клімату наведено в табл. 3.16.

Таблиця 3.16 – Можливі індикатори чутливості сільського господарства до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Якість ґрунту		
Вміст органічного вуглецю в ґрунті	Частка земель із вмістом ґрунтового органічного вуглецю нижче оптимального, %	+
	Ступінь зниження вмісту органічного вуглецю у ґрунтах для переважаючих типів ґрунтів досліджуваної території	+
Вологоутримуюча здатність ґрунту (мм/м)	Вологоємність ґрунту і потенціал ґрунтової вологи нижче оптимальних значень	+
	Запаси ґрунтової вологи(SWS) нижче оптимальних значень	+
	Аномалії ґрунтової вологи (SMA) нижче оптимальних значень	+
	– Індекс дефіциту ґрунтової вологи(SMDI) нижче оптимальних значень	+
Ґрунтові властивості (зони ризикового землеробства, прояви опустелювання)	Фактичні параметри агрофізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей ґрунту нижче нормативних величин показників (ДСТУ 7872:2015 Показники і параметри фізичної і хімічної деградації ґрунтів згідно, ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів)	+
	– Фактичні параметри агрофізичних, фізико-хімічних, хімічних властивостей ґрунту нижче встановлених в агрохімічному паспорті земельної ділянки або нижче встановлених у попередньому турі моніторингових досліджень	+
Меліоративний стан зрошуваних земель	– % земель з незадовільним еколого-агромеліоративним станом за інтегральним показник еколого-агромеліоративного стану земель	+
	% збільшення земель з задовільним еколого-агромеліоративним станом за інтегральним показник еколого-агромеліоративного стану земель	–
	Зміна рівня залягання підґрунтових вод відносно критичних меж	+

[102] Як впливає зміна клімату на ведення сільського господарства в Україні. Українська зернова асоціація, 2018

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
	Рівень мінералізації підґрунтових вод	+
	Ступінь засолення верхнього метрового шару ґрунтів і зони аерації	+
	Ступінь підлужування ґрунтів	+
	Ступінь солонцюватості ґрунтів	+
	Глибина залягання першого від поверхні сольового горизонту, м	–
	Глибина залягання солонцевого горизонту, м	–
	Частка води 2-3 класу якості в загальному об'ємі води, доступної для зрошення	+
Стійкість ґрунтового покриву до ерозії	Частка земель з високою ерозійною небезпекою	+
	Частка земель з низькою протидефляційною стійкістю	+
	Частка еродованих ґрунтів	+
Ступінь деградації ґрунту	Частка земель з сильним ступенем фізичної/хімічної/ фізико-хімічної/ біологічної деградації та/або прояву геоекоаномалій	+
	Частка збільшення земель з середнім ступенем фізичної/хімічної/ фізико-хімічної/ біологічної деградації та/або прояву геоекоаномалій	+
Агрокліматичне районування	Зміни відношення характеристик метеорологічного режиму до показників потреби рослин у теплі, волозі тощо в межах від біологічного мінімуму до біологічного максимуму	+
Рослинництво		
Урожайність зернових або районованих культур (т/га)	Біокліматичний потенціал (БКП) — розрахунковий показник, що характеризує сільськогосподарську продуктивність в умовах даного клімату	–
	Економічна ефективність – прибуток грн/т	–
	Частка зниження врожайності відносно запланованої (технологічно обґрунтованої) для конкретного виду/сорту культур)	+
Водний стрес для сільськогосподарських рослин	Індекс зволоження посівів (CMI) – різниця між потенційною евапотранспірацією і вологою для визначення дефіциту	–
	Індекс дефіциту евапотранспірації (ETDI)	+
Фенологічні ефекти	Тривалість основних фаз розвитку рослин	+
	Вибагливість рослин до умов середовища на різних стадіях фаз розвитку і в міжфазні періоди	+
	Частка вимерзання у зимовий період	+
	Реакція пригнічення на застосування добрив	+
	Посухостійкість культур (частка виживаємості)	–
	Стійкість до хвороб і шкідників	–

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Ефективність добрив	Агрономічна ефективність застосування елементів живлення (кількість одиниць отриманого урожаю на одиницю витраченої діючої речовини з урахуванням рівня врожаю культури на полі без застосування добрив)	–
	Середня ефективність доз за фазами розвитку рослини (частка зниження відносно середніх багаторічних даних)	–
	Економічна ефективність застосування елементів живлення	–
Частка природних/ ренатуралізованих ландшафтів	Нормалізований диференційний вегетаційний індекс (NDVI)	–
Ентомологічна небезпека при вирощуванні основних зернових культур	Динаміка ареалу поширення окремих видів шкідників	+
	Динаміка структури видового різноманіття шкідників	+
	Стійкість видів шкідників до засобів нейтралізації їх дії	+
	Динаміка популяції - сума факторів середовищних і популяційних, які безпосередньо чи опосередковано впливають на динаміку її щільності і чисельності.	+
Ефективність існуючих агротехнологій	Зниження врожайності сільськогосподарських культур (ц/га) відносно запланованих показників	+
	Прибуток грн/га	–
	Втрати грн/га	+
Структура рільництва	Ступінь різноманітності вирощуваних культур за співвідношенням площ (зернові/пропашні тощо) (ступінь впровадження змішаного землеробства)	–
Тваринництво		
Розміри господарства/ виробництва	Розміри тваринницьких комплексів	+
Видова структура	Різноманітність видової структури тваринницьких господарств (у тому числі в складі порід)	–
Виживаємість і хвороби	Частка смертності	+
	Частка захворюваності	+
	Частка одужання (відновлення	–
Репродукційна здатність	Частка зниження репродукційних властивостей відносно максимальної продуктивності та відтворної здатності породи	+
Кормова база	Якість і поживність кормів (відповідність фактичної якості номінальним характеристикам)	–
	Частка природних пасовищ у співвідношенні природні/штучні	–

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Умови утримання тварин	Відповідність ветеринарних і санітарних умов нормативам (температура повітря, вологість повітря, температура питної води тощо)	–
Тепловий стрес у тварин	Відхилення від середнього тижневого навантаження за індексом вологості і температури (THI) (збільшення показника навантаження THI відповідає підвищенню теплового стресу у тварин)	+
Розвиток територій		
Ємність ринку	Ємність споживчого ринку	+
Зайнятість населення у сільському господарстві	Частка зайнятого населення, %	+

3.6.3.4. Індикатори здатності до адаптації

Адаптація сільського господарства – важливий захід на місцевому та глобальному рівнях. Адаптаційні заходи у секторі повинні враховувати регіональну специфіку, тому мають відрізнятися в усіх аграрних регіонах України і бути стратегічно спланованими окремо для кожного із них. Органічне сільськогосподарське виробництво має потенціал для того, щоб зменшити негативний вплив кліматичних змін шляхом зв'язування атмосферного вуглецю в ґрунті. У середньому, ґрунти, що використовуються під органічним землеробством, мають на 10% вищий вміст органічного вуглецю і більш високу щорічну швидкість його поглинання. Окрім того, в органічному виробництві, за даними досліджень Інституту Тюнена, викиди закису азоту в середньому на 24% нижчі в порівняння з традиційними сільськогосподарськими практиками. За даними FAO викиди CO_2 в органічному сільському господарстві на 48-66% менші (з розрахунку на га) в порівнянні з традиційним. Органічне сільське господарство розглядається як механізм адаптації і як механізм зменшення впливу на зміну клімату. Окрім того, не слід забувати роль органічного сільського господарства у збереженні та відновленні ґрунтів[103].

Нарощування площ зрошуваних ґрунтів підвищуватиме адаптаційний потенціал рільництва, так само і наявність альтернативних джерел водокористування на випадок нестачі, недоступності чи низької якості води основних ресурсів. Екологічна збалансованість співвідношення між сільськогосподарськими угіддями, зменшення частки розораних територій, збільшення частки ренатуралізованих ландшафтів, сіножатей, пасовищ, зон ведення органічного виробництва тощо сприятиме урівноважуванню системи, поліпшенню якості ґрунтів, зменшенню викидів парникових газів (покращення умов для секвестрації ґрунтового органічного вуглецю). Різнопланова структура землекористування створює можливості розвитку

[103] Organic food and farming – A system approach to meet the sustainability challenge. IFOAM EU GROUP, 2010

багатопрофільного сільського господарства та знижує ризики кліматичних впливів.

Під час процесу адаптації варто залучати фермерів, науковців, експертів, створювати робочі групи, нові кооперації, обмінюватися досвідом, вчитися у спеціалістів. Варто враховувати світовий досвід. Адаптація сільського господарства до кліматичних змін в Україні потребує нових знань та актуальної інформації у відкритому доступі, що зможуть використовувати фермери. Це є особливо актуальним для дрібних сільгоспвиробників[104]. Важливим є використання інноваційних розробок діагностики, систем раннього оповіщення, автоматичного контролю і автоматизованого реагування адже вони дозволяють вчасно дізнаватися про стан системи і коригувати поточні технологічні рішення, що не лише забезпечує продовольчу безпеку, але спрямовано на сталий розвиток взаємопов'язаних екосистем.

Система кліматично оптимізованого сільського господарства (CSA) дозволяє підвищити його стійкість і ефективність в умовах існуючих кліматичних викликів. Це підхід спрямований на вирішення трьох основних задач: стійке підвищення виробництва і прибутковості сільського господарства, адаптація і підвищення стійкості до кліматичних змін і зниження/або усунення викидів парникових газів. CSA націлений на використання нових можливостей фінансування для підвищення інвестицій[105].

Окремі індикатори адаптаційної здатності, що відповідають загальній методології кліматично оптимізованого сільського господарства та можуть бути впроваджені у сільськогосподарському секторі України наведено у табл. 3.17.

Таблиця 3.17 – Можливі індикатори адаптаційної здатності сільського господарства

Фактор	**Індикатор**
Площі зрошуваних земель	% площі зрошуваних земель до загальної площі сільськогосподарських земель території
Органічне землеробство	Частка органічного землеробства у системі землекористування, %
	Урожайність культур, ц/га
	Економічна ефективність, грн/га
Альтернативне водокористування	Можливість залучення джерел альтернативного водокористування (зворотні, джерельні, дощові, стічні води тощо), що за показниками якості відповідають 1-2 класу безпеки для зрошення
Інтенсивність сільського господарства	% зниження територій інтенсивного сільського господарства за рахунок впровадження технологій органічного землеробства
	Ступінь впровадження точного землеробства та/ або кліматоорієнтовних еколого-економічно обгрунтованих технологічних рішень ведення землеробства, впровадження практик сталого землеробства

[104] FAO Mitigation of Climate Change in Agriculture Programme, 2016
[105] Climate-Smart Agriculture. FAO, 2022

Фактор	Індикатор
Структура землекористування	Частка еколого-стабілізуючих угідь (сінокоси, пасовища, багаторічні насадження, залежі і перелоги) в структурі землекористування
	Частка ренатуралізованих земель в структурі землекористування, %
	Частка території, на яких можлива ренатуралізація
	Частка тепличного виробництва в системі землекористування, %
	Частка органічного виробництва в системі землекористування,%
Структура виробництва	Можливість запровадження багатогалузевого виробництва та переробки
Структура землевласників	Наявність рівних можливостей для великих, середні та малих господарств щодо інвестицій в адаптаційні заходи, технологій climate-smart agriculture
Оптимізація застосування добрив і ротація культур	Частка зменшення рівня забруднення N_2O (земельні і водні ресурси)
Строки висіву ярих і озимих культур	Можливості отримувати декілька врожаїв за сезон
Технології Climate-Smart Agriculture	Ступінь впровадження цифрових технологій у сільськогосподарський сектор (використання дронів в землеробстві, GPS-контроль роботи агротехніки; цифрові програми для моніторингу погодних умов, планування технологічних операцій в агровиробництві і моделювання ризиків виникнення захворювань рослин; цифрові комплексні системи контролю й управління процесом годування тварин на м’ясо-молочних фермах; додатки з системою контролю і раннього попередження зараження с-г рослин шкідниками/хворобами тощо)
Диверсифікація рослинництва	Перегляд структури рослинництва з урахуванням сучасного агрокліматичного районування територій
	Можливість розширення посівних площ для видів і сортів сільськогосподарських культур із коротким періодом вегетації, що дасть можливість отримувати по два-три урожаї окремих культур
Запаси ресурсів	Кількість стратегічних запасів кормів на випадок посух кг/од. поголів’я
Селекція	Розробка/ впровадження посухостійких високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур
Агролісівництво	Можливість розширення частки територій, де впроваджено технології агролісомеріорації
	Ефективність технологій агролісомеліорації, грн/га
Технології біоенергетики	Частка вирощуваних технічних енергоємних культур
	Ступінь впровадження біогазових технологій у тваринництві
Страхування ризиків сільського господарства	Частка можливих відшкодувань (від поточних вкладень)
Індекс людського розвитку (0-1)	Інтегральний показник, що об'єднує показники тривалості життя, рівня освіти та прибутку населення певної території

3.7. Рибне господарство

3.7.1. Контекст і цілі оцінювання

Викиди парникових газів, зміна клімату та пов'язані з цим наслідки у вигляді підвищення рівня моря, закислення океану, зміни солоності вод, кількості опадів, витрати підземних вод та річок, зростання дефіциту води та активізації екстремальних погодних явищ змінюють продуктивність водних середовищ існування як морських, так і прісноводних гідробіонтів[106].

Водні екосистеми зазнають істотного впливу через зміну циркуляції вод Світового океану, підвищення температури води морських і прісних водойм, зниження рівня розчиненого кисню у воді. На фоні зміни клімату прісноводні екосистеми зазнають істотного антропогенного навантаження – фрагментація, забруднення, зміна гідрологічних режимів – унаслідок роботи гідроелектростанцій, використання води для зрошення, скидання стічних вод та інших видів господарської діяльності[107].

Рибне господарство України – галузь економіки, завданнями якої є вивчення, охорона, відтворення, вирощування, використання, добування, реалізація та переробка водних біоресурсів. Рибогосподарська діяльність включає рибальство (добування водних біоресурсів у рибогосподарських прісноводних і морських водних об'єктах), аквакультуру або рибництво (штучне розведення і вирощування водних біоресурсів у контрольованих умовах), молюсківництво. У зв’язку з тенденцією погіршення загального стану природних водних об’єктів унаслідок забруднення та зміни клімату, галузь аквакультури набуває перспективного значення для економіки України та активно розвивається.

Серед річок України основне рибогосподарське значення мають рр. Дніпро (з його притоками Прип'ять і Десна), нижній Дунай, в меншому ступеню Дністер, Південний Буг і Сіверський Донець. Крупні рибні господарства діють на каскаді шести Дніпровських водосховищ (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Кам'янське, Дніпровське, Каховське), а також на менших водосховищах на рр. Дністер, Південний Буг та Сіверський Донець. Озерне господарство зосереджене переважно на Поліссі й у заплаві нижньої течії р. Дунай. Інтенсивною формою рибного господарства також є ставкове. Ставковий фонд України налічує близько 22 тис. ставків загальною водною площею близько 170 тис. га. За даними Держрибагентства перелік найбільш потужних підприємств аквакультури, які винесено на онлайн-карту, налічує більше 275 об’єктів. Морське рибальство охоплює чорноморський та азовський регіони, з яких найбільше промислове значення має азовський, завдяки меншій солоності води, кращими умовами харчування, наявністю придатних для розмноження місць (гирла великих річок).

---

[106] Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture. Available methodologies and their relevance for the sector. FAO, 2015

[107] Impacts of climate change on fisheries and aquaculture – Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO, 2018

Об’єктами ОРВЗК у секторі рибного господарства можуть виступати окремі рибальські господарства і природні водні об’єкти, де здійснюється вилов риби; окремі рибницькі господарства (аквакультурні ферми, штучні водойми), де здійснюється контрольоване вирощування гідробіонтів; громади або території, які економічно залежать від рибогосподарської діяльності.

Перелік зацікавлених сторін для залучення в ОРВЗК в аграрному секторі може включати: Мінагрополітики, Міндовкілля, Держводагентство, Держрибагентство, представники господарств аквакультури, професійні об’єднання рибалок, громадські організації, громадськість, наукова спільнота та інші.

3.7.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

З кліматичних та метеорологічних умов, які впливають на формування природної кормової бази, розвиток та ріст риб, одним із найважливіших факторів є температурний режим. Підвищення температури води може негативно вплинути на розмноження і розвиток багатьох видів риб, особливо рідкісних та холодолюбних (наприклад, чорноморського лосося у Дністрі). Разом з тим, можна очікувати появу теплолюбних інвазійних видів. З обмілінням і скороченням площ плавневих озер у посушливі періоди відбувається зниження чисельності фітофільних видів – коропа, карася та деяких інших[108].

Зміни якості води в рибогосподарських водоймах призводять до виникнення або інтенсифікації небезпечних інфекційних та інвазійних хвороб риби (краснуха, віспа коропа, зяберний некроз тощо). Підвищення температури водойм є однією з причин активізації розповсюдження захворювань риби та зниження продуктивності водойм[109].

Дослідження свідчать, що на роки з жарким літом припадають спалахи інфекційної захворюваності риб, переважно бактеріальної природи. Відсутність різких коливань температури вдень та вночі є додатковим сприятливим фактором. Спостерігається також певна залежність між температурою повітря та інтенсивністю інвазійних паразитарних захворювань. Крім того, спостерігається проблема розширення видового спектра інвазійних хвороб, які раніше зустрічалися лише у країнах з теплим кліматом[110].

Відомою проблемою, пов’язаною зі зміною клімату, є інвазії морських і тропічних видів риб у річних екосистемах крупних річок, зокрема Дніпра.

---

[108] Бобель І.Ю., Півторак Я.І. Вплив мінливості клімату на рибогосподарський сектор. Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти». м. Київ, 2018. С. 587–590.

[109] Божик В. Й. Вплив змін природно-кліматичних умов на стан захворювань та профілактично-лікувальних заходів у рибництві західного регіону України. *Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. м. Київ, 2018. С. 749–755.

[110] Матвієнко Н.М. Роль температурного режиму у розвитку захворювань риби. *Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. м. Київ, 2018. С. 60–64.

Іхтіологічні дані свідчать, що у басейні р. Дніпро скорочується чисельність місцевих видів (лящ, судак, линь, сом), екологічні ніші яких займають інвазійні морські види (колючка дев'ятиголкова, тюлька, риба-голка, бичок та інші) та інтродуковані людиною, яких необдумано випустили в природні водойми (азіатський змієголов, плекостомус, анциструс, сонячний окунь, червоний паку та інші). Підвищення температури водойм сприяє пристосовуванню цих видів та розповсюдженню в суміжні басейні, наприклад, через канал Дніпро-Донбас[111].

Зменшення річкового стоку і надмірне його зарегулювання призводить до погіршення умов нересту водної іхтіофауни практично в усіх лиманно-гирлових комплексах півдня України. Підвищення температури вод, зменшення річкового і материкового стоку сприяє також зростанню солоності приморських водойм, стратифікації водної товщі, зменшення розчиненого кисню у воді та інтенсифікації евтрофікації, що супроводжується погіршенням умов нагулу гідробіонтів. Зміна сольового і температурного режимів лиманних екосистем впливає на метаболічні реакції риб, тягне за собою глибокі фізіологічні зміни, пов'язані з умовами статевого дозрівання, відтворення і харчування[112].

З підвищенням температури повітря можна очікувати підвищення солоності Азовського моря, що в свою чергу призводить до перерозподілу видового складу іхтіофауни. Зростання солоності призводить до збагачення азовських іхтіоценозів чорноморскими видами, що іммігрують з північно-східної частини Чорного моря. Зниження температурного фону зим сприяє підвищенню рибопродуктивності Азовського моря завдяки зменшенню хижаків і паразитів. Кількісні показники стоку річок мають пряму кореляцію з запасами прохідних і напівпрохідних риб[113].

3.7.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.7.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Виходячи з відомих та очікуваних впливів зміни клімату на рибне господарство, найбільш важливими індикаторами кліматичних загроз є підвищення середньорічної температури повітря, екстремальні значення температури повітря, зсування часових меж періоду вегетації та збільшення його тривалості, екстремальні опади та посухи, які впливають на режим живлення і гідрологічний стан водних об'єктів, частота проявів штормових

---

[111] Коваленко В. Ф., Злацький І. А., Осмалений М. С. Вплив змін клімату і течії на інвазії морських і тропічних видів риб у річних екосистемах Дніпра. *Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. м. Київ, 2018. С. 64–66.

[112] Шекк П. В., Лобода Н.С. Вплив змін клімату на структуру та функції водних екосистем, стан природних іхтіоценозів і перспективи розвитку аквакультури. *Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. м. Київ, 2018. С. 318–323.

[113] Демченко В. О. Роль гідрометеорологічних показників у формуванні іхтіоценозів та рибопродуктивності Азовського моря. *Збірник тез міжнар. наук.-практ. конф-ї за участю ФАО «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*. м. Київ, 2018. С. 333–337.

нагонних явищ, які спричинюють вклинювання морської води в гирлах річок, підвищення рівня моря.

3.7.3.2. Індикатори перебування під дією

Об'єктами перебування під дією зміни клімату в секторі рибного господарства є рибогосподарські водойми та річки, акваторія моря, штучні водойми для аквакультури. Відповідно, індикаторами перебування під дією є площа водного фонду озер і ставків (га, $м^2$, $км^2$), довжина водотоків або їх частин (км), рибопродуктивність водойм (кг/га), запаси (т) і види водних біоресурсів, частка рибного господарства в економіці району / регіону.

3.7.3.3. Індикатори чутливості

Приклади індикаторів для оцінювання факторів чутливості рибного господарства до зміни клімату наведені у таблиці 3.18.

Таблиця 3.18 – Можливі індикатори чутливості рибного господарства до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Загальні умови розмноження і розвитку	Температура води приповерхнева (оптимальні межі, залежать від виду гідробіонтів), °С	+
	Температура води придонна (оптимальні межі, залежать від виду гідробіонтів), °С	+
	Солоність води, ‰	+
	Вміст розчиненого кисню, %	–
	Водневий показник pH, од.	+
	Каламутність води, од.	+
	Величина поверхневого та річкового стоку, $км^3$/рік	–
	Площі ареалу виловлюваних видів, $км^2$	–
	Часові діапазони, локації та відстані міграції риб	+/–
Умови нересту	Дати встановлення температури води >10°С	–
	Сума днів з активними температурами води, градусо-дні	–
	Загальна тривалість вегетаційного періоду	–
	Специфічність умов розвитку ікри	+
	Вузькість діапазону дат нересту	+
	Фонд нерестових площ, %	–
Антропогенний вплив	Обсяги надходження біогенних речовин з поверхневим та річковим стоком, т/рік	+
	Зарегульованість водних об'єктів	+
	Одночасне використання водойм для рибогосподарських, рекреаційних, транспортних та інших цілей	+
Забезпеченість кормовими ресурсами	Вибірковість видів гідробіонтів щодо кормової бази	+
	Показники біомаси фітопланктону, зоопланктону, зообентосу як кормової бази (г/$м^3$, г/$м^2$)	–

3.7.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

За оцінками експертів FAO, загальними пріоритетами в адаптації рибного господарства України до зміни клімату є меліоративні роботи з очистки водойм, відновлення нерестилищ, селекція видів, розширення переліків культивованих видів, використання водоощадливих технологій[114]. Рекомендованими заходами з адаптації рибного господарства України до зміни клімату є:

покращення систем моніторингу іхтіофауни в усіх секторах рибного господарства;

підвищення ефективності використання та моніторингу водних ресурсів, особливо малих річок;

підвищення стійкості рибницьких господарств до стихійних кліматичних явищ;

розвиток системи страхування та пільгового кредитування підприємств рибного господарства;

вивчення, моніторинг та розробка планів із лікування та попередження захворювань риб;

переорієнтування рибного промислу та аквакультури на види, схильні до розширення ареалу та невибагливості до умов середовища або чиї запаси перебувають у задовільному стані;

щорічне зариблення водойм загальнодержавного значення (водосховища Дніпра, лагуни та лимани) рослиноїдними та хижими аборигенними видами риб;

удосконалення правил експлуатації великих і малих водойм (у тому числі ставків), зокрема у весняний (відтворювальний) період;

впровадження провідних екологічних практик управління інвазійними видами (включаючи контроль скидання баластних вод);

впровадження водоощадливих технологій: створення повної або часткової системи оборотного водокористування в аквакультурі;

підвищення стійкості гідробіонтів шляхом поліпшення умов вирощування (повноцінне годування, затінення сітками тощо).

Найперспективнішим напрямком впровадження заходів з адаптації вважається розвиток аквакультури, завдяки можливості керувати процесами вирощування гідробіонтів та змінювати параметри середовища їхнього утримання. У штучних водоймах встановлюють необхідний режим годування та якість корму, режим контролю води (температура, вміст кисню, pH тощо), ветеринарний супровід та інші заходи, які дозволяють оперативно адаптуватися до зміни кліматичних та інших зовнішніх умов.

Індикаторами адаптаційної здатності для рибницьких господарств (аквакультури) можна вважати ступінь підготовки та кваліфікації персоналу, ступінь технічної та лабораторної оснащеності господарств, спроможність переорієнтуватися на інші види вирощуваних гідробіонтів або розширити їх перелік, пристосованість штучних водойм та супутньої інфраструктури до

[114] Climate Change and Fisheries: Ukraine. FAO, 2020

екстремальних кліматичних явищ (зливових опадів, паводків). Високий рівень цих індикаторів дозволить підприємству адекватно та оперативно реагувати на кліматичні зміни, коригуючи умови утримання та види вирощуваних гідробіонтів без зниження показників власного прибутку.

Для господарств, які здійснюють вилов риби (рибальство) у природних (моря, річки, озера) та напівприродних водоймах (водосховища), індикаторами адаптаційної здатності виступають технічний рівень та ефективність використання обладнання для вилову, спроможність вести моніторинг запасів риби у водоймах та прогнозувати його коливання протягом року, можливість переорієнтування на інші види виловлюваних риб, ефективність контролю браконьєрських виловів[115].

3.8. Енергетика

3.8.1. Контекст і цілі оцінювання

Енергетичний сектор, за визначенням МГЕЗК, включає процеси виробництва, перетворення, зберігання, передачі та розподілу енергії, крім використання енергії у секторах кінцевого споживання (промисловість, транспорт, будівництво, сільське господарство, лісове господарство тощо).

У цілому вважається, що три явища, пов'язані зі зміною клімату, вплинуть на енергетичний сектор: глобальне потепління, зміна регіональних погодних умов (включаючи гідрологічні) і зростання частоти екстремальних погодних явищ. Ці явища можуть вплинути як на попит на енергію, так і на весь спектр виробництва та передачі енергії, особливо в деяких регіонах. Хоча більшість наслідків зміни клімату, швидше за все, будуть негативними, можливі й позитивні наслідки, наприклад, зниження попиту на енергію у холодний період року на фоні глобального потепління.

Енергетика є одним із секторів, для якого зміна клімату створює значні ризики, але водночас експлуатація енергетичних систем є одним із основних факторів, що сприяють зміні клімату. Очікується, що в найближчі десятиліття енергетичний сектор зазнає не лише впливу глобального потепління на різних рівнях, але також і впливу політичних заходів, що вживаються як реагування на зміну клімату. За відсутності рішучих заходів щодо пом'якшення наслідків зміни клімату економічний розвиток та зростання чисельності населення планети продовжуватимуть збільшувати попит на енергію, а отже, зростатимуть і викиди парникових газів. Сама зміна клімату також може призвести до збільшення енергоспоживання через зростання попиту на охолодження.

Зміна клімату негативно позначиться на засобах та інфраструктурі виробництва енергії, а також її транспортування. Нафтогазова промисловість, швидше за все, постраждає від збільшення кількості збоїв та зупинок виробництва через екстремальні погодні явища, що впливають як на морські, так і на об'єкти на суші. Електростанції, особливо у прибережних районах,

[115] Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture. Available methodologies and their relevance for the sector. FAO, 2015

зазнають підвищеного ризику впливів екстремальних погодних явищ та підвищення рівня моря. Електричні мережі зазнаватимуть впливу сильних вітрів, а підвищення глобальної температури може вплинути на виробництво електроенергії, включаючи теплові та гідроелектростанції. Погодні зміни також можуть вплинути на біоенергетичні культури. За експертними оцінками, загалом в енергетичні галузі є варіанти адаптації до кліматичних змін, але, швидше за все, будуть втрати[116].

Об'єднана енергетична система України (ОЕС) – це сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, що працюють в загальному режимі виробництва, передачі і розподілу електричної і теплової енергії. В ОЕС України паралельно працюють атомні (АЕС), теплові (ТЕС) та гідроелектростанції (ГЕС), теплоелектроцентралі (ТЕЦ), а також електростанції, які працюють на альтернативних (відновлювальних) джерелах електроенергії (ВДЕ) (сонячні, вітрові, біо та інші). Всі вони об'єднані магістральними електричними мережами.

У загальній структурі виробництва електроенергії в Україні переважає атомна енергетика – 55%, теплова енергетика становить 29%, відновлювані джерела енергії – 8%, гідроенергетика – близько 7%, інші види енергетики – 1% [117].

Атомна енергетика становить 55% у загальному виробництва, атомні електростанції (АЕС) працюють рівномірним графіком і створюють енергетичну базу цілодобово. АЕС дуже повільно нарощують або зменшують потужність, тому для них різкі маневри та коливання є небезпечними. Унаслідок цього АЕС не можуть збільшувати виробництво під час вечірніх піків і зменшувати його вночі, коли настає "нічний провал" у споживанні електроенергії.

Теплоелектростанції (ТЕС) виробляють 29,2% енергії. Найчастіше це маневрові потужності зі швидким реагуванням на зміни споживання, найчастіше такі станції працюють на спалюванні вугілля, газу або мазуту. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) виробляють не тільки електричну енергію, а й теплову. Найчастіше вона використовується у містах для гарячого водопостачання та опалення.

Гідроелектростанції та гідроакумулюючі електростанції (ГЕС/ГАЕС) виробляють 6,7% енергії, станції такого типу найчастіше використовуються для покривання пікового споживання в енергосистемі країни. Зазвичай ГАЕС закачують воду вночі, коли споживання мінімальне та є надлишок електроенергії, а скидають в години пікового попиту – в ранкові та вечірні години. Вони також є резервом, який може швидко компенсувати раптовий дефіцит потужності в енергосистемі.

Відновлювані джерела енергії становлять близько 8%. Сонячні електростанції (СЕС) – 5%, екологічно чиста генерація електроенергії із сонячній радіації. Вітрові електростанції (ВЕС) – 2%, також екологічно чиста

[116] Climate Change: Implications for the Energy Sector. World Energy Council, 2014
[117] ЕнергоВсесвіт: Динаміка і структура виробництва електроенергії в Україні

генерація, яка використовує енергію вітру. Біостанції – 1%, для генерації електричної енергії використовують біологічні відходи та біогаз. Особливістю «зеленої» генерації є повна залежність від погодних умов та сезонність її генерування.

Виробники електроенергії в Україні представлені таким переліком: 4 атомні електростанції; 15 теплоелектростанцій; 43 ТЕЦ; основу гідроенергетики України становить каскад з 6 великих ГЕС на Дніпрі, а також Ташлицька ГАЕС на річці Південний Буг. Всього функціонує 8 ГЕС та 3 ГАЕС. Найбільша українська СЕС встановлена в Нікопольському районі Дніпропетровської області і вона є другою за потужністю СЕС в Європі, а найбільша українська ВЕС розташована в Запорізькій області.

На сьогодні в Україні найдешевшою електроенергією є атомна та гідро, найдорожчою – «зелена» – з сонця, вітру. Наприкінці 2008 року для стимулювання розвитку відновлювальної енергетики з боку держави був прийнятий «зелений тариф». Згідно з ним електроенергія, отримана з альтернативних джерел, купується державою за тарифами, на порядок вищими за ринкову вартість. Така програма розрахована до 2030 року з поетапним зниженням вартості 1 кВт, а по її закінченню вартість зеленої електроенергії має бути стандартною. Очікувалося, що у 2030 році частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (включаючи великі гідроелектростанції) становитиме близько 25-30%.

Головна мета проведення оцінки ризиків і вразливості енергетичного сектору до зміни клімату – гарантоване стабільне електропостачання та теплопостачання країни (регіонів, громад) в умовах поточних кліматичних змін та проявів екстремальних погодних явищ та за одночасного впливу різних техногенних, управлінських, соціально-економічних та зовнішньополітичних факторів. Очікуваний результат – стійкість до поточних кліматичних змін, ефективне співвідношення джерел генерації та збалансованість енергосистеми для забезпечення енергетичної безпеки держави.

Ключові зацікавлені сторони, які мають бути залучені до процесу проведення ОРВЗК у секторі енергетики: Міненерго, Держенергоефективності, НКРЕКП, НЕК «Укренерго», інші компанії-виробники енергії та підприємства електропостачання, комунальні підприємства, громадські організації та інші.

3.8.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Зміна клімату може впливати на такі складові функціонування енергетичного сектору в Україні:

забезпеченість ресурсами для вироблення енергії та виготовлення обладнання енергетичних установок;

безпечність, ефективність та продуктивність технологічних процесів вироблення енергії (на об’єктах атомної енергетики, гідроенергетики, теплоенергетики, альтернативних джерел енергії – вітрова, сонячна, біоенергетика);

передавання й розподіл енергії;

споживання енергії.

Основні кліматичні загрози, що можуть впливати на ефективність роботи енергетичного сектору, включають підвищення температури, зміна кількості та режиму випадіння атмосферних опадів, екстремальні кліматичні явища (повені, сильні зливи, урагани, буревії, пилові бурі, грози), підвищення рівня моря. Характер та інтенсивність впливів залежать від виду енергетики та особливостей його функціонування. Приклади можливих впливів кліматичних загроз на різні складові енергетичного сектору наведені у таблиці 3.19[118] [119] [120] [121].

Таблиця 3.19 – Можливі впливи кліматичних загроз на складові енергетичного сектору

Кліматична загроза	**Об'єкти, що перебувають під дією**	**Потенційні впливи**
Видобуток і транспортування викопного палива		
Зростання загальної кількості атмосферні опадів, повені	Видобуток вугілля, складування вугілля, транспортування вугілля	Зниження якості вугілля за рахунок підвищення вологості (при відкритому видобутку). Підвищення доступності вугілля внаслідок зниження ризику пожеж. Зниження обсягів видобутку (якщо повені впливають на споруди шахт або кар'єрів) або доступності (якщо повені впливають на транспорт).
Посухи, зменшення кількості опадів	Вугільні шахти і кар'єри, підприємства з видобутку нафти і газу, бурове обладнання	Збільшення витрат на видобування вугілля за рахунок зменшення об'ємів води, доступної для кондиціювання та роботи шахти або кар'єру. Більш висока ймовірність займання вугільних пластів, пожеж на нафтогазовидобувних об'єктах. Збільшення витрат на видобування нафти чи газу за рахунок потреб у значних об'ємах води для буріння та приготування бурового розчину.
Атомна енергетика		
Зміна режиму випадіння опадів, зміна рівня води у водоймах, підвищення температури повітря	Система охолодження, турбіни/генератори, система зберігання відпрацьованого палива	Недостатня кількість доступної води для охолодження внаслідок посухи, високої температури. Зниження ефективності вироблення електроенергії внаслідок підвищення температури. Втрата електроенергії на місці, що призводить до істотних збоїв у безпеці.
Повені, екстремальні метеорологічні	Система охолодження, турбіна/генератор,	Затоплення об'єктів інфраструктури від сильних опадів і повеней. Фізичне пошкодження обладнання з ризиком

[118] Climate Risk and Adaptation in the Electric Power Sector. ADB, 2012

[119] Climate Change: Implications for the Energy Sector. IPCC, 2015

[120] Adapting the Energy Sector to Climate Change. IAEA, 2019

[121] Yalew S. et al. Global trends in climate change impacts on the energy sector and the need for multi-model assessments.

Кліматична загроза	Об’єкти, що перебувають під дією	Потенційні впливи
явища (урагани, буревії, грози, сильні зливи)	система зберігання відпрацьованого палива, система контролю викидів	катастрофічних радіоактивних витоків і масовою евакуацією населення.
Гідроенергетика		
Зміна режиму випадіння атмосферних опадів, посухи	Гідротехнічні споруди (греблі та їх елементи, трубопроводи), електростанція (турбіни і генератори)	Зміна річного чи сезонного режиму річкового стоку, рівня води на греблях, що призводить до зменшення або збільшення виробітку електроенергії. Підвищений винос завислих частинок із поверхневим стоком внаслідок сильних дощів призводить до замулення та зменшення корисного об’єму водосховищ. Підвищення нерівномірності річкового стоку може вплинути на стабільність вироблення електроенергії та призвести до додаткових витрат.
Підвищення температури повітря, швидкості вітру та зменшення вологості повітря	Водосховища	Збільшення випаровування води з поверхні водойм, зменшення об’ємів накопичення води та потужності виробітку енергії.
Теплоенергетика		
Зміни у кількості атмосферних опадів	Зберігання палива (вугілля), котел/піч, турбіна/ генератор, система охолодження	Збільшення кількості опадів може призвести до зменшення якості вугілля (та ефективності згоряння) внаслідок підвищеної вологості вугілля. Зменшення кількості опадів може вплинути на об’єми доступної прісної води для всього виробничого процесу (виготовлення пари, охолодження та промивання обладнання, видалення золи і шлаків).
Підвищення температури повітря	Котел/піч, турбіна/ генератор	Зниження ефективності системи спалювання. Зниження коефіцієнту корисної дії. Зниження продуктивності вироблення енергії.
Збільшення швидкості вітру	Будівлі, зберігання, генеруюча установка, контроль системи забруднення повітря	Пошкодження інфраструктури. Більш широке розсіювання забруднювальних речовин.
Сонячна енергетика		
Підвищення температури	Сонячна фотоелектрична батарея, система управління, інвертори, кабелі	Зниження ефективності панелей і виходу енергії. Зниження пропускної здатності провідників. Збільшення обсягів вироблення енергії в зимовий період за рахунок зменшення накопичення снігу на панелі.
Збільшення кількості дощових опадів	Сонячна фотоелектрична батарея, система	Змивання дощем пилу з поверхні панелей (короткочасно), але зниження ефективності вироблення енергії за рахунок зменшення

Кліматична загроза	Об’єкти, що перебувають під дією	Потенційні впливи
	управління, інвертори, кабелі, монтажна конструкція	кількості сонячної радіації та підвищення хмарності).
Швидкість вітру, запилення атмосфери	Сонячна фотоелектрична батарея, система управління, інвертори, кабелі, монтажна конструкція	Підвищення ефективності та продуктивності завдяки охолоджуючому ефекту вітру. Ризики пошкодження поверхні панелей та зниження продуктивності, якщо повітря запилене.
Хмарність	Сонячна фотоелектрична батарея, система управління, інвертори, кабелі, монтажна конструкція	Збільшення хмарності знижує ефективність та продуктивність вироблення енергії. Швидкі коливання хмарності можуть дестабілізувати мережу.
Екстремальні кліматичні події (урагани, буревії, повінь, блискавки)	Сонячна фотоелектрична батарея, система управління, інвертори, кабелі, монтажна конструкція	Можливе фізичне пошкодження конструкцій.
Вітроенергетика		
Зміна швидкості вітру	Лопаті ротора, вал, вежа, основа, генератор	Турбіни не можуть працювати за дуже сильного або дуже слабкого вітру (вихід із робочого діапазону). Зміни режиму та тривалості вітру знижують стабільність вироблення енергії та можливість прогнозування продуктивності.
Коливання температури повітря	Лопаті ротора, вал, вежа, основа, генератор	Різкі перепади температури в холодні періоди можуть впливати на потужність через обледеніння лопатей турбіни.
Екстремальні кліматичні події (урагани, буревії, штормові вітри, блискавки)	Лопаті ротора, вал, вежа, основа, генератор	Фізичне пошкодження інфраструктури. Ускладнення доступу до віддалених місць розташування, наприклад, для обслуговування.
Біоенергетика		
Повені, сильні опади	Вироблення біомаси, турбіна, генератор	Деградація/ерозія земель із можливим зниженням об’ємів вихідної сировини і виробництва енергії.

Кліматична загроза	Об'єкти, що перебувають під дією	Потенційні впливи
Зміна режиму опадів або температури	Вироблення біомаси, турбіна/ генератор, котел і система подачі води, система подачі сировини для палива, система обробки золи, система контролю забруднення повітря, система охолодження	Зміни температури та кількості опадів можуть збільшити чи зменшити виробництво електроенергії залежно від продуктивності сировини. Підвищення кількості опадів може збільшити вміст вологи в сировині. Зміна характеру випадіння опадів може вплинути на доступність прісної води для охолодження.
Мережі передачі та розподілу електроенергії		
Зміна швидкості і розподілу вітру, коливання температури	Повітряні лінії, опори	Підвищення ризику обриву від сильного вітру або обледеніння.
Підвищення температури	Трансформатори	Зниження характеристик продуктивності.
Повені, екстремальні кліматичні події (урагани, буревії, штормові вітри, блискавки)	Повітряні лінії, опори, трансформатори	Можливе фізичне пошкодження конструкцій, затоплення.

3.8.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.8.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Існуючі кліматичні загрози для енергетичного сектору можна умовно поділити на дві великі групи – очікувані, спричинені довготривалою зміною клімату, та екстремальні, що є різкими проявами очікуваних. Деякі загрози можуть мати системний характер (наприклад, зміни в гідрологічному режимі вплинуть на виробництво енергії всієї гідроенергетичної системи на великій території), а інші можуть бути локальними (наприклад, вплив екстремальних погодних явищ на енергетичну інфраструктуру в окремому населеному пункті).

Для переважної більшості кліматичних загроз, які створюють ризики для енергетичного сектору – підвищення температури, зміна кількості і режиму випадіння атмосферних опадів, збільшення частоти проявів екстремальних погодних явищ – доцільно застосовувати загальні індикатори, які використовують для оцінки в інших секторах. Водночас, особливості деяких видів енергетики вимагають задіяння специфічних індикаторів, пов'язаних із тривалістю хмарних та сонячних днів, кількістю сонячної радіації, амплітудою добових перепадів температур, швидкістю та частотою сильних поривів вітру та інших[122] [123]. Приклади індикаторів, які дозволять

[122] Ebinger J., Vergara W. Climate Impacts on Energy Systems : Key Issues for Energy Sector Adaptation. World Bank, 2011

кількісно охарактеризувати кліматичні загрози для сектору енергетики, наведені у таблиці 3.20.

Таблиця 3.20 – Можливі індикатори кліматичних загроз для енергетичного сектору

Кліматична загроза	**Можливий індикатор**
Зміна глобальної середньорічної температури	Підвищення середніх значень температури за багаторічний (30-50 років) період спостережень. Прогнозоване підвищення (на наступні 50-100 років за різними сценаріями кліматичних змін) відносно середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Зміна середньорічної кількості опадів	Підвищення/зниження середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень. Прогнозоване підвищення/зниження (на наступні 50-100 років за різними сценаріями кліматичних змін) відносно середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Зміна розподілу кількості опадів за сезонами опадів	Підвищення/ зниження середніх значень за сезонами року у багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Середньорічні зміни зональних вітрів (напрям)	Зміни зональних вітрів за (за різними сценаріями кліматичних змін) відносно багаторічних даних спостережень. Прогнозована зміна середньорічного зонального вітру у тропічній стратосфері (на наступні 50-100 років за різними сценаріями кліматичних змін) відносно середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Середньорічна зміна хмарності	Середньорічна зміна частки хмарності (у %) (на наступні 50-100 років за різними сценаріями кліматичних змін) відносно середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Глобальне підвищення середнього рівня моря	Глобальне підвищення середнього рівня моря (м) до 2100 року за різними сценаріями зміни клімату відносно середніх значень за багаторічний (30-50 років) період спостережень.
Зміни кількості сонячної радіації	Динаміка загального середньорічного сонячного випромінювання від 1070 кВт·год/м^2 в північних районах України до 1400 кВт·год/м^2 на півдні країни.
Спека	Кількість днів з температурою повітря від +30°С до +34°С Відсоток днів з максимальною температурою (> 30°С), %.
Сильна спека	Кількість днів з температурою повітря від +35 °С і вище. Частка теплих днів, коли найвища температура перевищує 90-й процентиль (розрахована за базовий 30-50 річний період спостережень).
Сильний холод	Частка холодних днів, коли температура залишається нижче 10-го процентиля (розрахована за базовий 30-50 річний період спостережень).
Аномальна спека	Послідовна кількість днів, що характеризується температурами повітря від +32°С і відносною вологістю повітря менше 24%.
Теплова хвиля	Послідовна кількість днів (період) протяжністю п’ять і більше днів поспіль, коли денна температура вище середньомісячної на 5°С і більше.

[123] Cronin, J., Anandarajah, G. & Dessens, O. Climate change impacts on the energy system: a review of trends and gaps. Climatic Change 151, 2018. 79–93.

Посухи	Кількість послідовних днів з величиною SPI (стандартизований індекс опадів) від -1 до 0. Кількість днів для тижневих та двотижневих періодів, в які індекс аридності (AI) має позитивні значення . Стандартизований індекс опадів і евапотранспірації (SPEI).
Небезпека виникнення пожеж	Значення індексу посушливості Кетча-Бирама (KBDI) за категоріями – високий, дуже високий, екстремальний.
Буревії	Кількість днів із максимальною швидкістю вітру більше 30 км/год.
Міжрічна/ сезонна/ добова мінливість швидкості і напряму вітру	Динаміка днів/годин зміни швидкості і напряму вітру за багаторічний період спостережень.
Суховії	Динаміка середньої повторюваності послідовних днів з вітрами швидкості більше 5 м/с, з високою температурою (понад 25 градусів) та низькою відносною вологістю повітря.
Сильні опади	Загальна річна кількість опадів за дні, коли добова кількість опадів перевищує 95-й процентиль. Частка днів з опадами понад 10 мм.
Надзвичайно сильні опади	Загальна річна кількість опадів за дні, коли добова кількість опадів перевищує 99-й процентиль.
Відхилення від норми опадів	Кількість днів з відхиленнями від середньомісячної норми опадів.
Середня інтенсивність вологого дня	Відсоток днів з опадами вище 95% процентиля добової кількості опадів у вологий день для цього дня року, розрахований за базовий період 1961–1990 рр.
Повені	Послідовна кількість днів, для яких властива фаза водного режиму річки в період весняного сніготанення, що характеризується високою водністю.
Частота стихійних погодних явищ (буревії, урагани, блискавки, зледеніння тощо)	Статистика кількості зафіксованих стихійних погодних явищ на рік (динаміка за багаторічний період у 30-50 років).

3.8.3.2. Індикатори перебування під дією

Під дією кліматичних загроз можуть перебувати об’єкти видобутку й виробництва енергетичних ресурсів або сировини, системи виробництва енергії (електричної та теплової), системи трансформації та розподілу енергії (лінії передач) та кінцеві споживачі. Зміна клімату визначить новий набір умов для проектування, експлуатації та технічного обслуговування існуючої та планованої інфраструктури енергосистем. Забезпечення балансу між доступністю енергоресурсів та попиту з боку різних секторів буде ставати дедалі більш визначним, оскільки зростаючий попит і розвиток нових технологій можуть вимагати більше енергії в тих районах, де на даний час обсяги споживання відносно невеликі або енергоресурси менш доступні.

Індикаторами, які характеризують перебування об’єктів енергетики під дією кліматичних загроз, можуть виступати: наявність та географічне розташування об’єктів енергетики (електростанції, лінії електропередачі, кабелі, трансформатори, споживачі тощо), типи виробництва енергії та їх співвідношення, потужність виробництва та передачі енергії, протяжність

ліній електропередачі, енергоємність споживачів (промислових підприємств, населення), розподіл попиту на електроенергію по сезонах протягом року (табл. 3.21).

Таблиця 3.21 – Можливі індикатори перебування об’єктів енергетики під дією зміни клімату

Фактор перебування під дією	**Індикатор**
Співвідношення джерел генерації енергії	Співвідношення основних видів виробників енергії (атомна, теплова, гідроенергетика, альтернативні види енергетики), їх динаміка та частка переважаючого виду у загальній структурі енергозабезпечення
Забезпеченість ресурсами	Частка від проектованої (номінальної) забезпеченості для умов штатної роботи виробництва
Виробнича потужність підприємств енергетики	Здатність підприємства забезпечити максимально можливий випуск продукції за певний період (рік, квартал, місяць) при повному використанні устаткування та виробничих площ на даному підприємстві Номінальна потужність котлоагрегатів, турбоагрегатів, генераторів, трансформаторів – максимальна потужність, з якою може працювати устаткування протягом тривалого часу (за максимальних значень коефіцієнта корисної дії Економічна потужність – режим роботи устаткування, при якому втрати й питомі витрати енергоресурсу (первинної енергії) є мінімальними, а коефіцієнт корисної дії досягає максимального значення Максимальна потужність – перевантажувальна здатністю устаткування за умов нагрівання електроустаткування та форсування режимів тепломеханічного устаткування теплоелектростанцій Мінімальна потужність – визначається найменшим навантаженням, при якому агрегат ще здатний працювати в стабільному режимі
Економічна ефективність функціонування енергопідприємства / енергоблоків	Співвідношення корисних кінцевих результатів функціонування виробництва (складової виробництва) до витрачених ресурсів
Екологічна безпека функціонування виробництва	Ступінь забруднення атмосферного повітря, водних та ґрунтових ресурсів відносно встановлених нормативів оцінювання їх якості
Міжсекторальні взаємини	Рівень конкуренції за водні та земельні ресурси між енергетичним сектором та іншими галузями водо- та землекористування

3.8.3.3. Індикатори чутливості

Практично усі типи підприємств енергетичного сектору є об’єктами підвищеної небезпеки, тому їх проектування та експлуатація здійснюються з підвищеними вимогами щодо надійності конструкцій та роботи обладнання, вибору місця розташування об’єкту, максимально можливого урахування

всіх факторів потенційної небезпеки, у тому числі кліматичних. Це сприяє загальному зниженню вразливості об’єктів енергетичної інфраструктури в контексті їх технічного стану та стійкості до зовнішніх фізичних впливів.

Разом з тим, окремі типи енергетики, особливо відновлювані – сонячна, вітрова, а також гідроенергетика, найтіснішим чином залежать від кліматичних характеристик території їх розташування. Такий зв’язок зумовлює високу чутливість цих видів енергетики до зміни показників кількості сонячної радіації, вологості повітря, хмарності, режиму випадіння атмосферних опадів, сили вітру та інших кліматичних показників. Продуктивність і стабільність роботи більш автономних джерел енергії – атомної, теплової – також сильно залежать від впливу кліматичних факторів на видобування та виробництво ресурсів (палива, води), необхідних для роботи підприємств із виробництва енергії.

Перелік можливих індикаторів чутливості різних секторів енергетики до зміни клімату наведені у табл. 3.22..

Таблиця 3.22 – Можливі індикатори чутливості енергетики до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв’язок з уразливістю**
Атомна енергетика		
Ефективність роботи системи охолодження активної зони реактора та герметичної оболонки	Залишкова теплова потужність, що підлягає відводу від герметичної оболонки, становить не менше 4 МВт	–
Радіаційна безпека	Рівень радіаційної безпеки – стан радіаційно-ядерних об'єктів та навколишнього середовища, що забезпечує неперевищення лімітів доз, виключення будь-якого невиправданого опромінення та зменшення доз опромінення персоналу і населення нижче встановлених лімітів доз настільки, наскільки це може бути досягнуте і економічно обґрунтоване[124]	–
Цілісність системи зберігання радіоактивних відходів	Забезпечення інженерних, геологічних, фізичних та інших бар'єрів, які перешкоджають міграції радіонуклідів у навколишнє середовище в кількостях, що перевищують установлені для даного сховища допустимі скиди і викиди радіоактивності	–
Гідроенергетика		
Водність ріки	Середній багаторічний об'єм річкового стоку або середня багаторічна витрата води (км^3/рік)	–
	Витрата води – кількість (об’єм) води, що протікає через поперечний (водний) переріз річки за одиницю часу (за добу, декаду, місяць, сезон, рік)	–

[124] Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України. Затвердж. 02.02.2005 наказом МОЗ України № 54

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Величина поверхневого стоку в водозбірному басейні	Коефіцієнт стоку – відношення величини об'єму стоку (або шару стоку) до суми опадів за будь-який період, які випали на площу водозбору і зумовили виникнення стоку за той самий період	–
	Об'єм стоку – кількість води, що протекла через даний переріз річки за даний проміжок часу (рік, сезон, місяць, декаду, добу)	–
	Модуль стоку – кількість води в літрах, що стікає за одну секунду з одиниці площі водозбору (л/с з 1 га; $м^3$/с з 1$км^2$)	–
	Висота шару стоку (шар стоку) – висота шару води у міліметрах, яка рівномірно розподілена по площі водозбору і стікає з нього за певний проміжок часу	–
	Норма стоку – середня величина стоку за тривалий період (багаторічний)	–
	Модульний коефіцієнт – відношення величини стоку за будь-який період до середнього багаторічного його значення за той же період	–
Рівень води у водоймі	Амплітуда коливань (добова, сезонна, річна, багаторічна) висот вільної водної поверхні водоймищ і водотоків відносно якої-небудь умовної горизонтальної поверхні (відносний рівень води) чи рівня моря (абсолютний рівень води)	+
Потужність водного потоку	Енергія водотоку на виділеній ділянці – різниця енергії потоку за час t на виділеній ділянці ріки між перетинами	–
	Середня потужність водотоку за час t на виділеній ділянці, кВт	–
	Напір на виділеній ділянці – різниця рівнів (падіння рівня) вільної поверхні водотоку на виділеній ділянці ріки	–
	Перепад між рівнями води двох суміжних річок у місцях їх порівняно невеликого віддалення	–
Гідроенергетичний потенціал	Технічний гідроенергетичний потенціал – частина водної енергії, яку можна використати технічно з урахуванням всіх втрат, пов'язаних з виробництвом електроенергії, включаючи неможливість повного використання стоку, що викликана недостатньою ємністю водоймищ і обмеженням потужності ГЕС, у зв'язку з обмеженим використанням верхових і низових ділянок річок з малою потенційною потужністю, втратами на випаровування з поверхні водоймищ та на фільтрацію з водоймищ, втратами напору й потужності в проточному тракті й енергетичному устаткуванні ГЕС	–
	Економічно ефективний гідроенергетичний потенціал – частина технічного потенціалу, яку	–

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
	в цей час економічно доцільно використовувати	
Динаміка сезонних змін поверхневого стоку	Коливання утворюваного поверхневого стоку у різні сезони року у багаторічній динаміці (30-50 років)	+
Стійкість ґрунтового покриву прибережних територій до ерозії	Ступінь ерозійної небезпеки	+
	Коефіцієнт реалізації ерозійної небезпеки (КРЕН) – співвідношення фактичних середньорічних втрат ґрунту до ймовірних ерозійних втрат ґрунту 10 %-вої забезпеченості	+
Замулення русла/дна водойм	Зменшення глибини водосховищ, озер, ставків через накопичення наносів, які надходять з водозбору під час повеней і паводків, а також внаслідок ерозії ґрунтів та абразії берегів	+
	Зменшення глибини, водності та швидкості течії водотоків унаслідок осідання завислих наносів та заповнення відкладами річищ	+
Теплоенергетика		
Ефективність теплового перетворення	Коефіцієнт перетворення теплоти –відношення кількості енергії, що генерується тепловим насосом, до кількості енергії, що витрачається на процес перенесення тепла Коефіцієнт корисної дії перетворення	–
Температура води для охолодження	Температура води вище заданої за технологічними умовами	+
Доступність води для охолодження	Об'єми води достатні заданим за технологічними умовами	–
Ефективність згоряння палива	Ефективність згоряння – частка спалювання певного виду палива, %	–
	Питома теплота згоряння палива —кількості теплоти, що виділяється під час повного згоряння 1 кг палива	–
	Коефіцієнт корисної дії нагрівника — відношення корисно спожитої теплоти до всієї теплоти, яка може бути виділена під час повного згоряння палива	–
Розсіювання забруднюючих речовин	Відстань розсіювання забруднювальних речовин у приземному шарі атмосфери з урахуванням фонової концентрації	–
Сонячна енергетика		
Ефективність роботи сонячних фотоелектричних батарей	Частка енергії у вигляді сонячного світла, яку можна перетворити через фотоелектричні панелі в електроенергію	–
	Частка відхилення відповідності фактичної потужності номінальним значенням за заданих природно-кліматичних умов	+
	Відсутність ризику повного відключення або перебоїв в подачі електроенергії	–
	Кількість енергії, що виробляється фотоелектричним модулем протягом дня, Вт·год	–
Запиленість повітря	Концентрація пилу в повітрі	+

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Вітрова енергетика		
Продуктивність	Ширина робочого діапазону швидкості вітру	–
Цілісність обладнання	Термостійкість елементів конструкцій	–
	Стійкість конструкцій до сильних поривів вітру, блискавки та стихійних погодних явищ	–
	Віддаленість від центрів технічного обслуговування	+
Біоенергетика		
Ефективність згоряння палива	Частка спалювання певного виду палива, %	–
	Питома теплота згоряння палива –кількість теплоти, що виділяється під час повного згоряння 1 кг палива	–
	Коефіцієнт корисної дії нагрівника — відношення корисно спожитої теплоти до всієї теплоти, яка може бути виділена під час повного згоряння палива	–
Вироблення сировини (біомаси)	Продуктивність (урожайність) енергетичних культур, ц/га	–
Якість сировини	Коефіцієнт вологості сировини	+
	Коефіцієнт енергоефективності сировини	–
Показники якості ґрунтів	Відповідність параметрів показників ґрунту після вирощування енергетичних культур нормативним значенням, що встановлені у агрохімічному паспорті ґрунтів даної земельної ділянки, сертифікаті якості ґрунтів або нормативам оцінювання якості ґрунтів	–
	Ступінь прояву фізичної/ хімічної/ фізико-хімічної/ біологічної деградації ґрунту	+
Ерозійна небезпека територій	Ступінь ерозійної небезпеки	+
	Коефіцієнт реалізації ерозійної небезпеки співвідношення фактичних середньорічних втрат ґрунту до ймовірних ерозійних втрат ґрунту 10 %-вої забезпеченості	+
Попит на енергоносії		
Попит на охолодження приміщень	Частка попиту на електроенергію для охолодження приміщення в загальній структурі використання енергії	+
Попит на обігрів приміщень	Частка попиту на електроенергію для обігріву приміщення в загальній структурі використання енергії	+
Динаміка співвідношення використання енергії на різні потреби	Сезонні / річні / багаторічні зміни співвідношення використання енергії на різні потреби	+
Тривалість опалювального сезону	Тривалість періоду з послідовними днями, коли середньодобова температура атмосферного повітря не піднімається вище 8°С	+
Попит на електроенергію в	Частка використання електроенергії в якості ресурсу живлення автомобільного транспорту	+

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
якості ресурсу живлення автомобільного транспорту		
Передача, розподіл, трансфер енергії		
Стійкість кабелів і електропроводів	Відповідність фактичних характеристик номінальним значенням	–
Механічні пошкодження опор, ліній електропередач	Відповідність фактичних характеристик номінальним значенням	–
	Частка втрат обладнання	+
	Частка заміни обладнання	+
Навантаження на мережу транспортування енергії	Частота коротких замикань мережі	+
	Частота аварійних відключень енергопостачання	+
	Зміни надійності енергозабезпечення споживача	+
	Зміни пікових значень попиту на енергосистему	+
Усі елементи енергетичної інфраструктури		
Стійкість інфраструктури	Здатність забезпечувати потреби споживачів у послугах (електроенергії) за будь-яких обставин, тобто її спроможність надійно функціонувати у штатному режимі, протистояти загрозам, адаптуватися до умов, що постійно змінюються, та швидко відновлюватися після реалізації загроз будь-якого виду[125]	–
	Відповідність фактичних контрольованих показників номінальним	–

3.8.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Основної метою адаптації енергетичних систем до зміни клімату є забезпечення сталого енергопостачання та збалансованості виробництва та споживання у часі та просторі.

Адаптаційні заходи в секторі енергетики можуть бути вжиті як самостійна відповідь на зміну клімату, як частина більш широкого набору міжсекторальних адаптаційних ініціатив, або як доповнення до капітальних інвестицій з метою підвищення стійкості. Практично всі енергетичні системи вже враховують деякі кліматичні ризики на етапі проектування і планування роботи. Адаптаційні заходи можуть ще більше знизити їхню вразливість до зміни клімату шляхом нарощування потенціалу та покращення інформації для прийняття рішень, а також інтеграції кліматичних ризиків до управлінських та оперативних рішень. Адаптаційні заходи, що стосуються цього аспекту, включають удосконалення систем збору інформації про погоду й клімат; використання кліматичних даних для підвищення ефективності експлуатації енергетичної системи; вирішення поточних

[125] Оцінка стійкості енергетичної інфраструктури України: аналітичний звіт. ГО «Діксі Груп», 2022

проблем неефективного використання наявних ресурсів; диверсифікацію виробництва енергії, передачу технологій тощо.

Найважливішим кроком у забезпеченні стійкості енергетичної системи є створення адаптаційного потенціалу, що визначається як здатність або потенціал системи успішно реагувати на мінливість та зміну клімату. Заходи з адаптації в енергетичному секторі залежать від надійних і своєчасних метеорологічних та гідрометеорологічних спостережень у поєднанні з моделями прогнозування (наприклад, Numerical Weather Prediction models) та інструментів оцінки, спеціально призначених для енергетичного сектора.

Технічний потенціал адаптації полягає в розвитку захисної інфраструктури для забезпечення фізичного захисту від шкоди та втрати функцій, які можуть бути викликані екстремальними кліматичними подіями. Вдосконалення стандартів проектування може підвищити стійкість енергетичної інфраструктури.

Приклади можливих індикаторів здатності до адаптації у секторі енергетики наведені у табл. 3.23.

Таблиця 3.23 – Можливі індикатори здатності сектору енергетики до адаптації до зміни клімату

Фактор здатності до адаптації	**Індикатор**
Атомна енергетика	
Комбінація різних систем охолодження	Ефективність роботи системи охолодження.
	Коефіцієнт корисної дії.
	Залишкова теплова потужність після роботи системи охолодження.
	Частка використання сухих або гібридних систем охолодження з меншими потребами у воді.
Повторне використання води в системах охолодження	Частка повторного використання води у системах охолодження.
Відновлення випарuваної води в рециркуляційних системах	Частка води, яку можна замінити відновлюваною випаровуваною водою у рециркуляційних системах (min/max) та економічне обґрунтування доцільності.
Зниження виробництва енергії	Технічна можливість зниження виробництва енергії до мінімальних рівнів для запобігання аварійних ситуацій.
Гідроенергетика	
Система зберігання запасів води для створення її надлишку	Коригування графіку подачі води для збільшення генерації. Збільшення об’ємів зберігання води.
Експлуатаційний зв'язок з іншими джерелами (наприклад природним газом)	Техніко-економічне і технологічне обґрунтування можливості переключання на інші джерела вироблення енергії у разі нестачі основного ресурсу.
Система очищення русла/дна водойм	Наявність системи регулярного очищення русла/дна водойм. Зменшення частки замулення для збільшення швидкості потоку.

Фактор здатності до адаптації	Індикатор
	Наявність керованих затворів водоскидів для прочищення замулених водосховищ.
Регулювання висоти дамб	Можливість збільшення висоти гребель. Можливість побудувати невеликі греблі вище за течією (якщо очікується збільшення витрати води).
Теплоенергетика	
Повторне використання технологічної води	Частка повторного використання технологічної води.
Використання нетрадиційних джерел води (за наявності)	Частка використання нетрадиційних джерел води (шахтні води, джерельні води, зібрані дощові воді, очищені стічні води, відновлені після випаровування води і т.і.).
Попереднє просушування/охолоджування вугілля	Ступінь захищеності вугілля від атмосферної вологи в місцях зберігання.
Альтернативні технології охолодження (сухе охолодження)	Наявність та ефективність роботи системи охолодження. Коефіцієнт корисної дії.
Ефективність систем очищення викидів забруднювальних речовин у довкілля	Ступінь ефективності роботи систем очищення викидів в атмосферне повітря, стічних вод.
	Ступінь забруднення атмосферного повітря, водних та ґрунтових ресурсів відносно встановлених нормативів оцінювання їх якості.
Сонячна енергетика	
Підвищення продуктивності систем вироблення енергії	Наявність засобів охолодження панелей для зменшення втрат ефективності.
	Ступінь термостійкості фотоелементів та компонентів модуля, що призначені для витримування коротких піків дуже високих температур.
	Можливість регулювання кута фіксації кріплення для нахилу панелей та покращення використання розсіяного світла та інших дифузних світлових умов.
	Можливість використання в холодні періоди року теплообмінників і застосовування антифризу.
	Використання мікроінверторів для кожної панелі для покращення стабільності і збільшення потужності в умовах хмарності.
Стійкість до фізичного пошкодження	Ступінь посилення кріплень і опорних конструкцій, зміцнення чутливості поверхні колектору.
	Наявність системи стеження за поворотом панелі від сильного вітру.
	Ступінь зміцнення поверхні (армоване скло, трубчасті колектори).
Вітрова енергетика	
Ефективність роботи	Застосування конструкцій турбін, здатних працювати в широкому діапазоні швидкості вітру, витримувати пориви та зміни напрямку вітру.

Фактор здатності до адаптації	Індикатор
	Можливість збільшення висоти вежі для захоплення сильніших вітрів на великій висоті.
Стійкість до температури та фізичних пошкоджень	Міцність конструкції турбін і покриття лопатей, опор.
	Ступінь термостійкості турбіни, лопатей та інших елементів конструкції.
	Можливість забезпечити швидкий екстрений приїзд ремонтних бригад.
Біоенергетика	
Управління родючістю ґрунтів	Ступінь ефективності системи управління ґрунтом та поживними речовинами.
Оптимізація системи водозабезпечення	Можливість розширення або підвищення ефективності систем зрошення.
	Розширення системи збору дощової води та/або запровадження системи зрошення.
Гнучкість у переліку вирощуваних сортів енергетичних культур	Можливість запровадження нових сортів енергетичних культур та агротехніки вирощування.
Попит на енергоносії	
Інвестування у нові технології	Величина прибутку.
	Енергоефективність.
	Частка нових технологій у структурі енергетичного сектору.
Інвестування у децентралізоване виробництво енергії	Стимулювання / дотації запровадження децентралізованого виробництва енергії.
	Частка децентралізованого виробництва енергії у структурі енергетичного сектору.
Тарифікація	Пільгові тарифи.
	Зниження вартості енергоносіїв.
	Дотації на розвиток альтернативної енергетика та/або впровадження енергоефективних заходів.
Передача, розподіл, трансфер енергії	
Укріплення опор	Коефіцієнт стійкості від помірного до високого.
Збільшення провідної спроможності ліній електропередавання	Збільшення потужності до 20% на збільшенням швидкості вітру на кожні 1 м/с.
Трансформатори з понижуючими характеристиками	Безперервне навантаження 1% на підвищення температури на кожен 1°C.
Зниження провідної здатності (повітряні ЛЕП, підземні кабелі)	Можливість збільшення величини постійного опору. Можливість збільшення величини навантажувальної здатності лінії при підвищенні температури.
Обмеження провисання ЛЕП	Можливість зменшити провисання ЛЕП при підвищенні температури.
Відповідність характеристик підземних кабелів умовам зміни вологості	Т >55°C на поверхні кабелю зменшує ємність кабелю на 29%.

Фактор здатності до адаптації	Індикатор
Управлінські рішення для усіх галузей сектора	
Системи раннього сповіщення	Наявність та ефективність систем раннього оповіщення енерговиробників та енергоспоживачів щодо проявів кліматичних загроз.
Моніторинг уразливості інфраструктури	Частка пошкоджень / реагування і заміни пошкоджених елементів обладнання за визначений період/після екстремальних подій/для попередження уразливості в разі екстремальних подій.
Аварійне планування	Наявність альтернативних планів діяльності у разі виникнення імовірних загроз/подій.
Переміщення підприємств альтернативної енергетики	Можливість використання альтернативних територій (наявність техніко-економічного обґрунтуванням для територій і відповідного виду діяльності) з меншими ризиками впливу стихійних явищ і еколого-економічними перевагами перспективного виробництва.

3.9. Громадське здоров'я

3.9.1. Контекст і цілі оцінювання

Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату в Україні на період до 2030 року приділяє особливу увагу впливу зміни клімату на громадське здоров’я. Зазначається, що зміна клімату як багатофакторний процес, який впливає на параметри навколишнього середовища (температура повітря), на стан і якість води у джерелах питного водопостачання, на виникнення метеорологічних надзвичайних ситуацій, через ці різноманітні фактори створює значні ризики для здоров’я населення будь-якої країни.

На етапі встановлення контексту ОРВЗК в секторі здоров’я населення необхідно встановити загальні ризики для здоров’я, які виникають у зв’язку зі зміною клімату; географічні території та вразливі групи (категорії) населення, для яких буде проводитися оцінка; наявність та зміст програм і політик з охорони здоров’я, які діють на оцінюваній території. Оцінка може бути сфокусована як на всіх можливих кліматозалежних впливах на здоров’я населення, так і на окремих, наприклад, розвитку інфекційних захворювань або впливах стихійних погодних явищ.

Цілі ОРВЗК в секторі громадського здоров’я можуть бути сформульовані у вигляді переліку таких питань, на які має відповісти запланована оцінка[126]:

які ризики та наслідки для здоров’я є чутливими до зміни клімату?

які впливи на здоров’я, пов’язані з кліматичними факторам, спостерігаються в поточний час?

які райони та населення країни є найбільш вразливими до мінливості та зміни клімату?

[126] Climate Change and Health: Vulnerability and Adaptation Assessment. WHO, 2021

які інші фактори, крім кліматичних, визначають вразливість населення та систем охорони здоров'я?

наскільки ефективними є поточні політики, програми та заходи в управлінні наслідками впливів зміни клімату на здоров’я?

які можна очікувати наслідки зміни клімату для здоров'я протягом наступних кількох десятиліть і в довгостроковій перспективі?

як зміна клімату зараз впливає на систему охорони здоров’я?

наскільки добре система охорони здоров'я підготовлена до зростання навантаження на неї, враховуючи можливі зміни у географічному розподілі, рівні або тривалості впливів зміни клімату на здоров'я?

яка додаткові заходи з охорони здоров'я можуть знадобитися для ефективного управління ризиками для здоров'я в умовах зміни клімату?

які витрати та вигоди можна передбачити від запропонованих заходів з адаптації?

що може коштувати бездіяльність у сфері захисту громадського здоров’я в умовах зміни клімату?

які заходи необхідно впровадити в інших секторах для захисту здоров'я людей?

Зміна клімату може посилювати нерівність доступу різних груп населення до медичних послуг та систем охорони здоров’я, тому оцінка має враховувати особливу вразливість, наприклад, груп корінного населення територій, вагітних жінок та людей із низьким рівнем доходів.

Результатами ОРВЗК у секторі громадського здоров’я має бути отримання інформації, необхідної особам, які приймають рішення, для ефективного управління ризиками для здоров’я, пов’язаними зі зміною клімату, зокрема:

величина та склад ймовірних ризиків для здоров'я, пов'язаних зі зміною клімату в короткостроковій та довгостроковій перспективі;

потенційно серйозні або катастрофічні наслідки для здоров'я громадян та систем охорони здоров'я в умовах перевантаження систем охорони здоров’я;

можливості співпраці з особами, які приймають рішення в інших секторах діяльності, для досягнення додаткових супутніх вигід щодо охорони громадського здоров’я в рамках впровадження заходів з адаптації;

потенційна економія коштів та інші можливі вигоди від реалізації політики та програм із охорони здоров’я.

Зацікавлені сторони, яких доцільно включати в процес організації та проведення ОРВЗК у секторі громадського здоров’я: МОЗ, Міндовкілля, ДСНС, НСЗУ, Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України», Державна установа «Центр громадського здоров’я Міністерства охорони здоров’я України», медичні заклади на території проведення оцінки (лікарні, поліклініки, амбулаторії тощо), Держстат, служби соціального захисту, громадські організації, наукова спільнота (науково-дослідні інститути, університети) та інші.

3.9.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Мінливість і зміна клімату впливають на здоров'я людини та системи охорони здоров'я, збільшуючи розвиток чутливих до клімату захворювань та наслідків для здоров'я, а також завдаючи шкоди закладам охорони здоров'я через підвищення температури повітря та хвилі тепла, екстремальні погодні явища (шторми, повені, посухи) та підвищення рівня моря[127].

Шляхи впливу кліматичних загроз на громадське здоров'я є комплексними і складними. Існують прямі безпосередні впливи, коли під час спекотних днів різко зростають ризики серцево-судинних захворювань або ризики дорожньо-транспортних аварій під час стихійних погодних явищ. Разом з тим, зміна локальних кліматичних показників призводить до зміни екологічних умов, які сприяють розвитку переносників збудників трансмісивних хвороб і, як результат, призводять до зростання кількості інфекційних захворювань[128].

Підвищення температури навколишнього середовища і тривала спека впливають на процеси виробництва, постачання продовольчих товарів та погіршення якості питної води, що може стати причиною виникнення випадків харчових токсикоінфекцій. Довготривале підвищення температури призводить до збільшення кількості токсичних водоростей у водних об'єктах, як рекреаційного, так і господарсько-побутового та питного призначення. Також очікується збільшення ймовірності виникнення та поширеності алергічних захворювань унаслідок змін періоду вегетації рослин-алергенів та збільшення концентрації пилку в атмосферному повітрі. Екстремальні погодні явища і стихійні лиха (сильні зливи, шторми, буревії, повені) можуть вплинути на збільшення травматизації населення та смертності внаслідок отриманих фізичних травм, а також зростання кількості випадків та тривалості тимчасової втрати працездатності. Негативні наслідки для здоров'я можуть бути також пов'язані з погіршенням якості атмосферного повітря, викликаного кліматичними чинниками, – підвищення концентрації озону, пилу, сажі від лісових пожеж та інших забруднювальних речовин.

Опосередковані впливи можуть бути пов'язані з руйнуванням критично важливої для здоров'я інфраструктури (медичних установ), майна та засобів до існування громадян.

На території щільної міської забудови впливи зміни клімату, зокрема підвищення температури повітря, посилюються за рахунок дії «островів тепла» – зростання температури на територіях міст у порівнянні з сільськими територіями внаслідок більш активного поглинання сонячного тепла дахами будівель та дорожнім покриттям, відсутності рослинного покриву.

---

[127] Climate Change and Health: Vulnerability and Adaptation Assessment. WHO, 2021

[128] Assessing Health Vulnerability to Climate Change – A Guide for Health Departments. CDC, 2014

3.9.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.9.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Найважливішим кліматичним фактором, який створює загрози для здоров'я населення є температура повітря. Найбільші ризики для здоров'я виникають в умовах хвиль тепла – періодів із постійно високою температурою понад 30°С, сухістю повітря, відсутністю опадів. Іншими обов'язковими факторами, які враховують в ОРВЗК для сектору здоров'я, є частота й інтенсивність стихійних погодних явищ (сильні зливи, повені, шторми, буревії, селеві потоки та зсуви у гірській місцевості), які створюють ризики фізичного травмування та загибелі. Можливі індикатори кліматичних загроз у секторі громадського здоров'я наведені у таблиці 3.24.

Таблиця 3.24 – Можливі індикатори кліматичних загроз для громадського здоров'я

Категорія	Фактор загрози	Індикатор
Температура	Спека	Сумарна кількість днів на рік із максимальною температурою вище 30°С
		Кількість днів із середньодобовою температурою вище 90 процентиля
	Хвилі тепла	Кількість періодів тривалістю два і більше послідовних днів, коли максимальна температура сягає 30°С і вище
Атмосферні опади	Посухи	Максимальна кількість послідовних посушливих днів (без опадів) на місяць або рік
	Екстремальні атмосферні опади	Максимальна добова кількість опадів, мм
Стихійні погодні явища	Фізичні впливи та руйнування	Частота стихійних погодних явищ (шторми, повені, буревії, сильні зливи)

3.9.3.2. Індикатори перебування під дією

Індикаторами перебування під дією в секторі громадського здоров'я виступають загальна кількість населення по адміністративно-територіальних одиницях, щільність населення (осіб/км^2), площі житлової забудови міського та сільського типу, наявність та кількісні показники медичного обслуговування (заклади медичного обслуговування – лікарні, поліклініки, сімейні лікарі, аптеки).

3.9.3.3. Індикатори чутливості

Чутливість населення до зміни клімату головним чином залежить від віку, стану здоров'я, умов проживання та праці. Найбільш вразливими до зміни клімату групами населення вважаються немовлята і діти, вагітні жінки, люди похилого віку, люди з хронічними захворюваннями та ослабленим імунітетом, люди з низьким рівнем соціально-економічних умов проживання

та працівники на відкритому повітрі[129]. Приклади індикаторів для оцінювання факторів чутливості громадського здоров'я до зміни клімату наведені у таблиці 3.25.

Таблиця 3.25 – Можливі індикатори чутливості громадського здоров'я до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Стать і вік населення	Частка населення похилого віку (старше 60 років), %	+
	Частка жінок, %	+
	Частка дітей віком до 7 років, %	+
Стан здоров'я населення	Частка населення з вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ)/синдромом набутого імунодефіциту (СНІД) та населення з ослабленим імунітетом, %	+
	Частка хворих на туберкульоз, %	+
	Рівень інфекційних захворювань	+
	Рівень серцево-судинних захворювань	+
	Рівень алергічних захворювань	+
	Рівень захворювань на діабет	+
	Частка населення з хронічними респіраторними захворюваннями, %	+
	Наявність природних осередків інфекційних захворювань та паразитарних захворювань	+
	Частка населення з розумовими або фізичними вадами, %	+
Соціальний статус	Частка безхатніх, %	+
	Рівень зайнятості населення	–
	Частка населення з доходами на рівні прожиткового мінімуму, %	+
	Рівень доходів населення	–
	Частка одиноких громадян, %	+
	Частка одиноких громадян похилого віку (старше 60 років), %	
	Частка населення, яке працює на відкритому повітрі (водії, дорожні робочі, будівельники, фермери, пастухи, спортсмени, охоронці тощо), %	+
Доступ до послуг та ресурсів	Частка населення, що проживає в зоні ризику повеней, %	+
	Частка населення, що проживає в зоні військових конфліктів, %	+
	Частка населення, що проживає в зоні дефіциту водних ресурсів, %	+
	Частка населення, що проживає у віддалених, важкодоступних районах, %	+
	Частка населення, забезпеченого централізованим водопостачанням, %	–
	Віддаленість сільської житлової забудови від найближчого медичного закладу, км	+

[129] Protecting Health from Climate Change – Vulnerability and Adaptation Assessment. WHO, 2013

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
	Мінімальний час прибуття швидкої допомоги до місця проживання, хвилини	+
	Частка якісних доріг із твердим покриттям у сільській місцевості, %	–
Умови проживання	Ступінь прояву ефекту міського острову тепла – різниця температур у місті в порівнянні з передмістям, °С	+
	Щільність житлової забудови (кількість домогосподарств на одиницю площі)	+
	Площі непроникних поверхонь у житловій забудові, $м^2$	+
	Озелененість територій житлової забудови (частка площі зелених насаджень і газонів), %	–

3.9.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Адаптаційна здатність населення в значні мірі залежить від ступеню соціально-економічного розвитку території, рівня доходів та освіти населення, забезпеченості життєво важливими ресурсами (якісні їжа й вода у достатній кількості), ступеню розвитку системи охорони здоров'я та медичного обслуговування. Відповідно, індикаторами здатності до адаптації у секторі громадського здоров'я виступають ті показники, що кількісно або якісно характеризують ці умови на певній території (табл. 3.26).

Таблиця 3.26 – Можливі індикатори здатності сектору громадського здоров'я до адаптації до зміни клімату

Фактор	Індикатор
Рівень розвитку	Індекс людського розвитку (Human Development Index)
Рівень освіти та обізнаності	Рівень освіти населення
	Рівень обізнаності населення щодо негативного впливу кліматичних факторів
	Рівень підготовки фахівців з охорони безпеки життєдіяльності та праці на підприємствах щодо питань впливу кліматичних факторів на здоров'я працівників
Можливість оповіщення під час надзвичайних ситуацій	Наявність систем оперативного оповіщення населення щодо надзвичайних ситуацій, пов'язаних з небезпечними погодних явищами та хвиль тепла
Охолодження приміщень	Частка житлових приміщень, обладнаних системами кондиціювання повітря
	Фінансова та технічна доступність для населення встановлення систем кондиціювання повітря в житлових приміщеннях
Охолодження забудованих територій	Ступінь впровадження елементів охолодження та зеленої інфраструктури на забудованих територіях (рамки з водяним пилом на вулицях, громадські бювети з питною водою, зелені дахи, вертикальне озеленення, зелені зупинки тощо)
	Можливість розширення площ зелених насаджень та водних поверхонь на забудованих територіях або безпосередньо на їх межах

Фактор	Індикатор
Медичне обслуговування та ведення статистики	Забезпеченість територій медичними закладами із розрахунку на кількість населення
	Приймальна здатність медичних закладів по відношенню до загальної кількості населення (кількість лікарняних ліжок із розрахунку на 10 тис. населення)
	Наявність ефективних систем збору медичної статистики по захворюваннях, пов'язаних з кліматичними умовами

3.10. Територіальні громади

3.10.1. Контекст і цілі оцінювання

Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року в Україні акцентує увагу на недостатнє урахування питань адаптації до зміни клімату та сталого природокористування під час розвитку процесу децентралізації та розширення прав громад на природні ресурси. У цьому контексті виникає необхідність визначити особливості впливу зміни клімату та потенціалу адаптації територіальних громад – жителів, об'єднаних постійним проживанням у межах села, селища або міста в Україні, або їх добровільних об'єднань.

Умови проживання жителів міських і сільських територій об'єктивно відрізняються соціальними, економічними, екологічними, культурними аспектами, які визначають особливості характеру та ступеню впливів зміни клімату на громади, а також їхню здатність до адаптації. Історично, міста мали і мають ширший спектр можливостей розвитку в порівнянні з сільськими територіями завдяки концентрації робочих місць, компактності розташування, створення більшої частини внутрішнього валового продукту. Тенденції устремління сільського населення у міста в пошуках кращої роботи та комфортності життя спостерігалися протягом всього періоду незалежного існування країни. Це продовжує призводити до економічного та соціального занепаду сільських населених пунктів і зниження їх потенціалу до розвитку в багатьох аспектах, у тому числі в контексті адаптації до зміни клімату.

Разом з тим, із 2015 року в Україні працює реформа децентралізації, завдяки якій сільські населені пункти почали об'єднуватися в територіальні громади, які отримали значно більші фінансові та організаційні можливості для розвитку й створення більш комфортного середовища для проживання в селах і селищах, що увійшли до складу таких громад. Серед міського населення, особливо зайнятих у сфері, яка дозволяє дистанційну роботу, все частіше виникає розуміння привабливості сільської місцевості для проживання завдяки кращим екологічним умовам (чисте повітря, менше шуму, екологічні продукти, доступність до відпочинку на природі).

Оцінка ризиків і вразливості територіальних громад до зміни клімату має на меті встановити вразливість населення громад та їх потенціал до адаптації, враховуючи особливості міських та сільських територій. Об'єктами оцінки виступає як населення міст, сіл і селищ, об'єднаних у територіальні громади, так і умови їх нього проживання, роботи, дозвілля та

інших соціальних, економічних і екологічних аспектів життя. Таким чином, ОРВЗК для окремо взятої територіальної громади має спиратися на підходи та індикатори, розроблені для оцінки всіх інших секторів економічної діяльності (водні ресурси, енергетика, сільське господарство, лісові ресурси тощо), але в локальному масштабі та стосовно певної території, яку займає територіальна громада. Якщо ОРВЗК в окремому секторі призначена для надання інформації управлінцям, які приймають рішення у секторі та відповідають за успішність його розвитку, то для територіальної громади кінцевим споживачем результатів оцінки виступає адміністрація громади та її населення, які на локальному рівні з урахуванням специфіки своєї місцевості отримують інформацію, необхідну для сталого розвитку громади та її адаптації до зміни клімату.

Зацікавленими сторонами під час проведення ОРВЗК для територіальних громад виступають: Мінінфраструктури, МОЗ, Міндовкілля, ДСНС, органи місцевого самоврядування, департаменти обласних і районних адміністрацій, регіональні підрозділи центральних органів виконавчої влади (міністерств, державних служб, агентств, інспекцій), громадські організації, представники громади (місцеві мешканці), представники бізнесу та виробничої діяльності на території громади, представники наукової спільноти (науковці, експерти).

3.10.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Головним об’єктом оцінки потенційного впливу зміни клімату на територіальні громади є, безумовно, населення, тобто його здоров’я і безпека. Але не менш важливими компонентами для оцінки виступають й умови проживання людей та середовище їхнього існування, включаючи всі аспекти життєдіяльності. Тому, на етапі розробки ланцюжків впливу зміни клімату на територіальні громади виникає потреба оцінити впливи на всі сектори діяльності, які розвинені в громаді, та від яких залежить її економічна стабільність та розвиток. Перелік секторів для оцінки необхідно складати, виходячи з специфіки самої громади, включаючи до нього як розвинуті сектори, які забезпечують основу функціонування цієї громади, так і нерозвинуті, але перспективні для розвитку. Отже, цей перелік може включати сільське господарство, промислове виробництво, видобування корисних копалин, енергетику, водні ресурси, лісові ресурси, збереження біорізноманіття, рибне господарство, транспорт та інфраструктуру, туризм та інші види діяльності, що здійснюються або можуть здійснюватися на території громади.

Таким чином, формування ланцюжків впливу зміни клімату на територіальні громади можна здійснювати аналогічним шляхом, як це запропоновано в рекомендаціях до кожного окремого сектору, однак, глибина цього аналізу залежатиме від ступеню розвинутості та характеру діяльності в оцінюваних секторах на території громади.

Підвищення середньорічної температури повітря, тепловий стрес (хвилі тепла та аномальна спека), посилення сезонних коливань температури й

кількості опадів, збільшення тривалості та інтенсивності посухи, зростання частоти проявів стихійних кліматичних явищ (сильних злив, ураганів, буревіїв, повеней), підвищення рівня моря – всі ці кліматичні загрози чинитимуть потенційні негативні впливи для міських і сільських територіальних громад із різним ступенем прояву залежно від географічного розташування громади на території України. Для будь-якої громади пріоритетними для оцінки видами впливу кліматичних загроз виступають прямі впливи на здоров'я людей та системи забезпечення життєво важливих ресурсів і послуг (харчування, водопостачання, енергопостачання, транспортні системи). Прямі та непрямі впливи на економічні сектори (промисловість, виробництво, сільське господарство, рибне господарство) оцінюють у тому ступені та розрізі, в якому вони представлені на території громади. Сфера збереження біорізноманіття в контексті оцінки вразливості також є актуальною, адже збереження біорізноманіття в даному випадку означає пом'якшення зміни клімату, створення чистого природного довкілля на території проживання мешканців громади, а також примноження рекреаційно-туристичного потенціалу територіальних громад. Підвищення температури та вологості повітря на забудованих територіях можуть сприяти зростанню кількості інфекційних, алергійних та інших видів захворювань, пов'язаних з кліматичними чинниками.

Важливо, що міські та сільські території мають свою специфіку прояву та дії впливів, яку необхідно проаналізувати та врахувати під час будування ланцюжків впливу. Наприклад, у великих містах проявляється відомий ефект «острову тепла», коли температура повітря, особливо вночі, на 1-3°С відрізняється в бік підвищення у порівнянні з приміськими та сільськими територіями навколо міста. Підвищення температури та випаровування за рахунок значних площ непроникних поверхонь (дахи будівель, дороги, тротуари, площі) істотно посилюють негативний ефект хвиль тепла у спекотні періоди на території міст. На це накладається недостатній рівень озеленення та впровадження зеленої інфраструктури (зелені дахи, вертикальне озеленення будівель тощо), що призводить до високих ризиків для здоров'я вразливих груп міського населення (діти, люди похилого віку, люди з хронічними захворюваннями). Крім формування «острову тепла», на території міст відбувається зміна вітрового режиму за рахунок багатоповерхової забудови, зниження відносної вологості повітря, формування особливого режиму хмарності над окремими частинами міста, зростання кількості опадів і туманів, зменшення тривалості залягання снігового покриву[130].

Для сільської місцевості актуальними впливами кліматичних факторів є, наприклад, падіння рівнів підземних вод першого від поверхні водоносного горизонту, який повсюдно децентралізовано експлуатується колодязями та приватними неглибокими свердловинами як для питних, так і

[130] Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна / Шевченко О. та ін. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). Київ, 2014

господарсько-побутових потреб. Зниження рівнів безнапірних підземних вод, як правило, пов’язане не лише з загальним зменшенням кількості атмосферних опадів і підвищенням температури, але й зі змінами у режимі випадіння опадів. Основне живлення неглибоких підземних вод, особливо на вододільних просторах, відбувається повільно протягом переважно ранньої весни та пізньої осені, коли тане сніг або випадають дрібні дощі, випаровування невисоке, і вода встигає інфільтруватися та поповнити водоносні горизонти. У разі зміни характеру випадіння опадів і температурного режиму, наприклад, зменшення кількості снігових опадів, швидке танення й сходження снігу, випадіння переважно у вигляді сильних дощів, які швидко стікають із поверхневим стоком – живлення підземних вод буде порушуватися, і рівні в колодязях падати.

3.10.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.10.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Завдяки різноманітності географічних і ландшафтних умов території України, кліматичні загрози для її територіальних громад можуть бути представлені всім своїм спектром. Фактично, перелік індикаторів кліматичних загроз для територіальних громад може бути складений з усіх індикаторів, запропонованих для різних економічних секторів, і вони всі будуть доцільні. Приклади найбільш значимих індикаторів кліматичних загроз, які доцільно використовувати в ОРВЗК для територіальних громад, зведені у Додатку 2.

За даними Держстату станом на початок 2022 року в Україні налічувалося 29711 населених пунктів, з яких міських поселень – 1342, сільських – 28369. Загальна кількість створених територіальних громад становить 1469, з яких 409 міських, 435 селищних і 625 сільських. У міських поселеннях проживає близько 70% населення України, у сільських – близько 30%.

3.10.3.2. Індикатори перебування під дією

Під дією зміни клімату перебувають такі складові територіальних громад, як населення, забудова, централізовані й децентралізовані системи водопостачання, системи енергопостачання, сільськогосподарські угіддя (включно з приватними присадибними ділянками городів і садів), транспортні системи та інфраструктура, об’єкти біорізноманіття (штучні зелені зони і ділянки природних ландшафтів), об’єкти соціального й культурного значення, об’єкти торгівельної сфери та сфери послуг, промислові об’єкти. Індикаторами перебування цих об’єктів під дією зміни клімату є їх фізична наявність на території громади та будь-які кількісні характеристики – кількість, площа, об’єм виробництва, охопленість населення певними видами послуг, частка сектору в економіці громади тощо.

3.10.3.3. Індикатори чутливості

Чутливість територіальних громад до зміни клімату зумовлюється їх розташуванням у зонах дії небезпечних кліматичних факторів, демографічними характеристиками, ступенем антропогенного навантаження на навколишнє середовище, ступенем перетворення природних ландшафтів, спеціалізацією економічної діяльності, соціально-економічними умовами проживання населення та рівнем забезпечення громади ресурсами. Для сільських і міських територіальних громад чутливість до зміни клімату відрізняється та має свій характер завдяки особливостям забудови та інфраструктури, укладу життя та рівня економічного розвитку.

Специфічною рисою сільських громад є, як правило, їх економічна залежність від розвитку аграрного сектору та ведення сільського господарства. Це зумовлює чутливість сільських громад до тих кліматичних загроз, які погіршують стан ґрунтів, змінюють тривалість вегетаційного періоду та негативно впливають на продуктивність рослинництва, тваринництва та інших галузей сільського господарства. Оскільки переважним типом водокористування в селах є децентралізоване користування колодязями та каптажами джерел, існує чутливість сільських громад до змін живлення неглибоких підземних вод унаслідок зміни режиму випадіння атмосферних опадів. Просторова розосередженість та відносна віддаленість сільських населених пунктів робить їх чутливими до хвиль тепла та аномальної спеки, адже можливість оперативного надання медичної допомоги мешканцям віддалених сіл є обмеженою.

Переважання багатоквартирної забудови та висока щільність населення у міських громадах зумовлює, наприклад, підвищену потребу в водних та енергетичних ресурсах, що формує вразливість міських громад до кліматичних загроз, які створюють ризики для систем централізованого водопостачання та енергопостачання. Високий відсоток непроникних поверхонь та обмеженість площ зелених зон в урбанізованому просторі зумовлюють його чутливість до спеки й теплового стресу. Висока забрудненість атмосферного повітря на території міст посилює ризики зростання захворюваності населення на фоні дії кліматичних факторів, що погіршують якість повітря та сприяють розповсюдженню рослин-алергенів.

Приклади індикаторів для оцінювання факторів чутливості територіальних громад до зміни клімату наведені у таблиці 3.27.

Таблиця 3.27 – Можливі індикатори чутливості територіальних громад до зміни клімату

Фактор чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Всі територіальні громади		
Стать і вік населення	Чисельність постійного населення, осіб	+
	Частка населення похилого віку (старше 60 років), %	+
	Частка жінок, %	+
	Частка дітей віком до 7 років, %	+

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Стан здоров'я населення	Частка населення з вірусом імунодефіциту людини (ВІЛ) / синдромом набутого імунодефіциту (СНІД) та населення з ослабленим імунітетом, %	+
	Захворюваність (інфекційні, серцево-судинні, алергічні, діабет, хронічні респіраторні, астма)	+
	Наявність природних осередків інфекційних захворювань та паразитарних захворювань	+
	Частка населення з розумовими або фізичними вадами, %	+
Соціальний статус населення	Частка безхатніх, %	+
	Рівень зайнятості населення, %	–
	Частка населення з доходами на рівні прожиткового мінімуму, %	+
	Рівень доходів населення	+
	Частка одиноких громадян, %	+
	Частка одиноких громадян похилого віку (старше 60 років), %	+
	Частка населення, яке працює на відкритому повітрі (водії, дорожні робочі, будівельники, фермери, пастухи, спортсмени, охоронці тощо), %	+
Споживання ресурсів та послуг	Рівень водозабезпеченості населення	–
	Частка населення, забезпеченого централізованим водопостачанням із поверхневих водних джерел, %	+
	Частка населення, забезпеченого централізованим водопостачанням із артезіанських свердловин, %	–
	Частка населення, що використовує децентралізоване водокористування (з колодязів, приватних неглибоких свердловин, каптажів джерел), %	+
	Зношеність та застарілість систем водопостачання	+
	Рівень споживання електроенергії	+
	Рівень споживання сонячної енергії	–
	Водоємність виробництв	+
	Об'єми скидання стічних вод у водні об'єкти	+
Умови проживання	Щільність населення, осіб/км^2	+
	Розповсюдженість інвазійних та алергійних видів рослин у зелених зонах забудованих територій	+
	Щільність багатоквартирної та малоповерхової приватної житлової забудови (кількість домогосподарств на одиницю площі)	+
	Частка площі забудови та кількості населення, що перебувають у зоні ризику проявів небезпечних явищ, пов'язаних з кліматичними загрозами – повені, зсув, селеві потоки, %	+
	Частка населення, що проживає на узбережжі моря, водойм і водотоків, %	+
Землекористування	Забудованість територій, %	+
	Розораність території, %	+
	Лісистість території, %	–

Фактор чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
	Заповідність території, %	–
Міські території		
Особливості міських територій	Ступінь прояву ефекту міського острову тепла – різниця температур у місті в порівнянні з передмістям, °С	+
	Загальний рівень озеленення територій забудови (частка площі зелених насаджень, газонів), %	–
	Рівень озеленення територій забудови з розрахунку на кількість населення ($м^2$ зелених насаджень на одного мешканця)	–
	Ступінь розвитку інвазійних видів у міських зелених зонах	+
	Частка площі непроникних штучних поверхонь у житловій забудові (дахи будівель, дороги, тротуари, площі), $м^2$	+
	Площа водних поверхонь на території міста, %	–
	Рівень підтоплення забудованих територій (високе залягання рівня підземних вод)	+
	Потужність викидів в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел	+
	Рівень забруднення атмосферного повітря	+
Сільські території		
Особливості сільських територій	Бал бонітету ґрунтів сільськогосподарських угідь	–
	Зміни тривалості або зсування меж вегетаційного періоду	+
	Віддаленість домогосподарств від найближчого медичного закладу, км	+
	Частка доріг із твердим покриттям, %	–
	Забезпеченість громадським транспортом	+
	Частка населення, що проживає у віддалених, важкодоступних районах, %	+
	Мінімальний час прибуття швидкої допомоги до місця проживання, хвилини	+
	Частка населення, що використовує твердопаливні котли для опалення взимку	+
	Частка населення, що використовує газ для опалення взимку	–
	Частка житлової забудови з централізованим водовідведенням, %	–
	Продуктивність першого від поверхні водоносного горизонту, який використовується для децентралізованого водокористування, $м^3$/добу	–

3.10.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Здатність територіальних громад до адаптації до зміни клімату здебільшого залежать від рівня їх економічного та технічного розвитку. Із низки об'єктивних причин територіальні громади, створені навколо міст або великих селищ міського типу володіють більшим арсеналом фінансових,

організаційних та технічних можливостей адаптації, завдяки зосередженню в них більшого капіталу, розвиненості інфраструктури та іншим чинникам[131]. Проте, сільські територіальні громади, які характеризуються великими площами природних територій із мінімальним рівнем господарського навантаження, мають переваги у високому екосистемному потенціалі адаптації. Заходи з адаптації місць проживання мають базуватися на кліматостійких та природоорієнтованих рішеннях, здатних не тільки забезпечити пом'якшення впливів кліматичних змін, але й зберегти природні ресурси та покращити якість довкілля[132].

Нижче наведено приклади індикаторів, які допоможуть визначити здатність територіальних громад до адаптації до зміни клімату (табл. 3.28).

Таблиця 3.28 – Можливі індикатори здатності територіальних громад до адаптації до зміни клімату

Фактор	**Індикатор**
Загальний рівень розвитку громади	Індекс людського розвитку (Human Development Index)
	Доходи загального фонду громади на одного мешканця
	Видатки загального фонду громади на одного мешканця
Рівень освіти та інформованості населення	Рівень освіти населення
	Рівень обізнаності населення щодо негативного впливу кліматичних факторів
	Рівень підготовки фахівців з охорони безпеки життєдіяльності та праці на підприємствах щодо питань впливу кліматичних факторів на здоров'я працівників
	Налагодженість систем інформування мешканців громади щодо ризиків для здоров'я та адаптації до зміни клімату
	Наявність систем оперативного оповіщення населення щодо надзвичайних ситуацій, пов'язаних з небезпечними погодних явищами та спекою
Охолодження приміщень та забудованих територій	Частка житлових приміщень, обладнаних системами кондиціювання повітря
	Фінансова та технічна доступність для населення встановлення систем кондиціювання повітря в житлових приміщеннях
	Ступінь впровадження елементів охолодження та зеленої інфраструктури на забудованих територіях (затінення, рамки з водяним пилом на вулицях, громадські бювети з питною водою, зелені дахи, вертикальне озеленення, зелені зупинки тощо)
	Можливість розширення площ зелених насаджень та водних поверхонь на забудованих територіях або на їх межах
Медичне обслуговування	Забезпеченість територій медичними закладами із розрахунку на кількість населення
	Приймальна здатність медичних закладів по відношенню до загальної кількості населення (кількість лікарняних ліжок із розрахунку на 10 тис. населення)

[131] Підсумковий звіт соціально-економічного аналізу Бужанської, Витвицької, Вовковинецької, Лосинівської, Новослобідської та Шумської об'єднаних територіальних громад у рамках міжнародного проєкту «Перспективи сталого розвитку для сільських територій». ГО Екодія, 2020

[132] Defining vulnerable communities in the context of climate adaptation. Governor's Office of Planning and Research. USA, 2018

Фактор	Індикатор
	Наявність ефективних систем збору медичної статистики по захворюваннях, пов'язаних з кліматичними умовами
Технічні можливості	Технічний стан і стійкість ліній електропередачі до обривів унаслідок сильного вітру та обледеніння
	Запас потужності енергосистем для випадків підвищеного навантаження для водопостачання та кондиціювання приміщень у періоди спеки
	Наявність та технічна спроможність систем відведення дощового стоку на забудованих територіях
	Наявність очисних споруд та ефективність очищення побутових і промислових стічних вод
	Наявність систем і засобів ліквідування лісових пожеж
	Впровадженість технологій термоізоляції будинків
	Технічний стан систем водопостачання й ефективність водокористування
Впровадження кліматоорієнтованих видів діяльності та технологій	Рівень розвитку сімейного фермерства
	Потенціал розвитку джерел альтернативної енергії
	Наявність та частка використання систем альтернативної енергетики (сонячні панелі, вітрові електростанції, теплові насоси тощо)
	Ступінь розширення багаторічних насаджень і пасовищ для зниження розораності території
	Ступінь використання у сівозмінах посухостійких культур
	Ступінь впровадження вологозберігаючих технологій обробітку ґрунту
	Ступінь впровадження технологій збереження та використання дощової води для побутових і аграрних цілей у домогосподарствах
	Ступінь впровадження водоощадних технологій
	Озелененість берегів річок, каналів і водойм

3.11. Транспорт та інфраструктура

3.11.1. Контекст і цілі оцінювання

Транспорт і транспортна інфраструктура є критично важливою частиною економіки країни, на яку спираються практично всі інші галузі соціальної та економічної діяльності. Кліматичні зміни можуть створювати фізичні загрози для транспортної інфраструктури (наприклад, деформація або руйнування дорожнього полотна, опор мостів тощо), або впливати безпосередньо на умови дорожнього руху (наприклад, під час сильного дощу, снігопадів або туману), що в обох випадках істотно порушує ефективність надання транспортних послуг та призводить до значних економічних втрат. Для пасажирських перевезень оцінка кліматичних ризиків здійснюється в контексті безпеки, ефективності надання транспортних послуг і забезпечення комфорту[133].

Для тих транспортних систем та інфраструктури, які мають довготривалі проектні строки експлуатації (50 років і більше), оцінка ризиків,

[133] ROADAPT – Roads for today, adapted for tomorrow – Guidelines. CEDR Transnational Road Research Programme, 2015

пов’язаних зі зміною клімату набуває особливо важливого значення в контексті вибору придатних ділянок для будівництва. Для об’єктів з меншим строком експлуатації впливи зміни клімату мають враховуватися під час оновлення інфраструктури. Завчасне технічне обслуговування об’єктів транспорту та інфраструктури знижує їх вразливість до негативних впливів зміни клімату. Системам інженерної та технічної підтримки об’єктів транспорту необхідно бути готовими до частіших та неочікуваних аварійних ситуацій, які можуть проявлятися каскадним шляхом. Завдяки проявам екстремальних погодних явищ можуть частіше виникати ситуації, коли об’єкти транспортної інфраструктури можуть становитися недоступними на певний час, залишаючись при цьому відносно неушкодженими, наприклад, тимчасове затоплення доріг під час паводків. Оцінки вразливості мають визначити пріоритетність зусиль, які необхідно витратити на подолання наслідків негативних впливів, а також доцільність планування резервних шляхів сполучення на випадок недоступності або пошкодження основних[134].

Транспортні системи України представлені автомобільним, залізничним, повітряним, водним (морським, річковим) і трубопровідним транспортом. Головними видами вантажних і пасажирських перевезень в країні виступають автомобільний і залізничний транспорт. Транспортний сектор економіки України задовольняє базові потреби країни у перевезеннях, але існує значний потенціал для його розвитку, враховуючи вигідне географічне положення України.

Ключові зацікавлені сторони, яких необхідно залучати до процесу проведення ОРВЗК у секторі транспорту та інфраструктури: Мінінфраструктури, Міндовкілля, ДСНС, транспортні компанії, логістичні компанії, Патрульна поліція України, Асоціація автомобілістів України та інші громадські організації, університети (Харківський національний автомобільно-дорожній університет) та інші.

3.11.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Транспортні системи, інфраструктура, мережі та служби перебувають під ризиком пошкодження від підвищення температури повітря, проявів екстремальних погодних явищ (сильні зливи, шторми, буревії, повені, паводки) та підняття рівня моря.

Середня температура повітря є важливим кліматичним фактором, який визначає конструкції, матеріали та режими експлуатації об’єктів транспорту та інфраструктури. Глобальне підвищення температури призводить до збільшення вмісту вологи, а це в комбінації з температурними варіаціями у просторі, є головним чинником процесів утворення хмарності, туманів, опадів, ожеледиці та інших метеорологічних явищ, які можуть впливати на роботу транспорту.

---

[134] Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers. ITF Research Reports, OECD Publishing, Paris, 2016

Екстремальні температури, і високі, і низькі, чинять негативний вплив на фізичні властивості матеріалів конструкцій транспортної інфраструктури, а також впливають на потреби у перевезеннях, на здійснення управління та підтримки транспортних систем. Екстремально високі температури спричинюють розм'якшення та деформацію дорожніх покриттів, прогину залізничних рейок, а також створюють ризики виникнення пожеж. Під впливом високих температур відбувається термічне розширення матеріалів мостів та елементів з'єднань. Екстремальні температури можуть спричинювати деформацію злітно-посадкових смуг, а також зменшують підйомну силу літаків і збільшують час, необхідний для зльоту.

Підвищення рівня моря, яке спричинюється глобальним підвищенням температури повітря та світового океану, загрожує інфраструктурі морських портів, що актуально для південних областей України. Штормові нагони і сильні хвилі можуть також руйнувати будівлі та обладнання морських портів, а також викликати пошкодження конструкцій через посилення корозії від впливу солоної води.

Середньорічна кількість атмосферних опадів має значення для транспорту та інфраструктури з тих позицій, що вона визначає загальну вологість повітря та ґрунту, величину навантаження дощового стоку на дорожні покриття, дренажні системи та інші об'єкти, а також інтенсивність процесів корозії металевих конструкцій. Крім того, від кількості опадів також залежать об'єми поверхневого і річкового стоку в водозбірних басейнах, що особливо важливо для місць перетинання водотоків і транспортних мереж. У посушливі періоди року під час літньої межені рівень води у водотоках може знижуватися нижче відміток, мінімальних для річкового судноплавства.

Екстремальні атмосферні опади (сильні зливи, снігопади) призводять до різкого підвищення поверхневого та річкового стоку, утворення повеней, руйнування дорожнього полотна, підмивання опор мостів, затоплення доріг та будівель. Тривалі випадіння сильних опадів спричинюють втрату стійкості ґрунтового покриву та утворення небезпечних геологічних явищ – зсувів і селевих потоків. Останні є одними з найнебезпечніших для транспортної інфраструктури, оскільки супроводжуються значними руйнуваннями.

Стихійні погодні явища (урагани, шторми, повені, буревії, грози, сильні вітри, високі хвилі на морі), частота яких збільшується, створюють високі ризики пошкодження транспорту та інфраструктури, виведення їх із ладу та затримки експлуатації на довгий час. У зоні ризику негативної дії повеней перебувають споруди та обладнання річкових портів.

Сильні пориви вітру під час штормів та ураганів є загрозою для стійкості та цілісності високих конструкцій – мостів, контактних ліній електропередачі, портових кранів. Високі хвилі на морі та крупних водоймах (озера, водосховища), викликані сильними вітрами, створюють ризики перекидання суден і пошкодження портової інфраструктури[135].

[135] Climate Risk and Vulnerability Assessment Framework for Caribbean Coastal Transport Infrastructure. UNCTAD, 2018

Зміни у сніговому та льодовому покриві також мають велике значення для сектору транспорту та інфраструктури. Тенденції глобального потепління, особливо в зимній період, сприяють прискоренню танення снігу та льоду, відтавання замерзлого ґрунту. Скорочення періоду утримання снігового та льодового покриву може призвести до зменшення витрат на видалення снігу і льоду з доріг, а також до зменшення аварійності на слизьких дорогах. Зменшення площ льодового покриву на річках та скорочення періоду льодоставу сприяє розширенню можливостей застосування річкового водного транспорту.

Разом з іншими парниковими газами, підвищений вміст CO_2 в атмосферному повітрі, який неухильно збільшується, може виступати чинником корозії бетонних матеріалів. У ході хімічних реакцій знижуються показники зчеплення та міцності цементу в складі бетону в уразливих елементах дорожньої інфраструктури[136].

3.11.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.11.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Основні кліматичні загрози для сектору транспорту та інфраструктури включають спеку, збільшення частоти випадіння екстремальних атмосферних опадів, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ та підняття рівня моря (табл. 3.29).

Таблиця 3.29 – Можливі індикатори кліматичних загроз для транспорту та інфраструктури

Фактор загрози	Індикатор
Підвищення температури	Середньорічна температура повітря, °С
	Максимальна добова температура повітря за місяць/сезон/рік, °С
	Максимальна температура на поверхні землі за місяць/сезон/рік, °С
	Сумарна кількість днів на рік із максимальною температурою вище 30°С
	Кількість днів із середньодобовою температурою вище 90 процентиля
	Кількість періодів тривалістю два і більше послідовних днів, коли максимальна температура сягає 30°С і вище
	Річна та помісячна кількість разів зміни знаку температури у зимові місяці
Збільшення випадіння атмосферних опадів	Сумарна річна кількість опадів, мм
	Максимальна добова кількість опадів, мм
	Кількість днів із добовою сумою опадів вище 90 процентиля
	Кількість днів із добовою сумою опадів вище 1 мм
Зміна снігового і льодового режимів	Тривалість утримання снігового та льодового покриву, діб
	Висота снігового покриву за місяць / сезон / рік, см
	Швидкість накопичення снігових опадів під час снігопадів, см/годину
	Частота проявів ожеледиць

[136] Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers. ITF Research Reports, OECD Publishing, Paris, 2016

Фактор загрози	Індикатор
Небезпечні явища	Частота й інтенсивність туманів
	Частота стихійних погодних явищ (шторми, повені, буревії, сильні зливи, грози, сильні вітри, високі хвилі)
	Частота проявів небезпечних геологічних явищ (зсуви, селеві потоки)
Вітер	Переважаючі напрямки вітру
	Максимальна добова швидкість вітру, м/с
	Максимальна швидкість вітру під час поривів, м/с
Вміст CO_2	Вміст CO_2 в атмосферному повітрі, ppm
Підвищення рівня моря	Підвищення рівня моря відносно відміток попередніх спостережень, м

3.11.3.2. Індикатори перебування під дією

Індикаторами перебування об’єктів транспорту та інфраструктури під дією зміни клімату можуть виступати наявність елементів інфраструктури (дороги різних типів, мости, віадуки, шляхопроводи, огороджувальні споруди, дренажні системи відведення зливового стоку, автозаправні станції, майданчики для зупинки та паркування, портові споруди, причали, допоміжні обслуговуючі споруди тощо), їхні площі та довжина, завантаженість транспортними потоками, показники обмеження по масі та висоті транспортних засобів.

3.11.3.3. Індикатори чутливості

Визначення вразливості транспортних систем рекомендується засновувати на проактивному пошуку ділянок у транспортних мережах, які можуть бути найбільш схильні до аварій, та визначенні, які з цих аварій можуть призвести до найтяжчих наслідків.

Кожен з видів транспорту характеризується специфічними видами впливу та вразливості, обумовленими будовою та конструкцією транспортних шляхів та засобів. Наприклад, викривлення залізничних рейок унаслідок дії високих температур більше виявляється у суцільно зварених безшовних рейках, ніж секційних, з’єднаних на стиках. Дерев’яні шпали на залізничному полотні більше схильні до втрати міцності під час затоплення, ніж бетонні. Електрифіковані ділянки залізниці більше вразливі до високих температур та стихійних погодних явищ, ніж неелектрифіковані, оскільки є ризики провисання та обриву контактного проводу. Такі особливості обов’язково необхідно виявляти та враховувати під час проведення оцінки по кожному з видів транспорту.

Приклади індикаторів для оцінювання факторів чутливості транспорту та інфраструктури до зміни клімату наведені у таблиці 3.30.

Таблиця 3.30 – Можливі індикатори чутливості транспорту та інфраструктури до зміни клімату

Тип транспорту	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Автомобільний	Частка доріг з твердим покриттям, %	–
	Температура розм'якшення матеріалу дорожнього покриття, °С	–
	Ступінь оснащеності дренажними системами для відведення зливового стоку	–
	Доступність вузла або ділянки дорожньої мережі (з'єднаність з іншими вузлами)	–
	Протяжність тунелів, мостів, шляхопроводів, віадуків	+
	Ступінь зношеності елементів інфраструктури	+
	Наявність ділянок гірських доріг уздовж крутих схилів	+
	Розташування відрізків доріг на понижених ділянках рельєфу, схильних до затоплення під час паводків і повеней	+
Залізничний	Доступність вузла дорожньої мережі (з'єднаність з іншими вузлами, одноколійність)	+
	Частка суцільних безшовних рейок по відношенню до рейок зі стиками, %	+
	Частка дерев'яних шпал по відношенню до бетонних, %	+
	Частка електрифікованих доріг, обладнаних контактними лініями, %	+
	Протяжність тунелів, мостів, віадуків	+
	Розташування секцій доріг на понижених ділянках рельєфу, схильних до затоплення під час паводків і повеней	+
Повітряний	Стійкість матеріалу покриття злітно-посадкових смуг до високих температур	–
	Розташування аеропортів у зонах з підвищеним ризиком затоплення під час паводків та повеней	+
Морський	Розташування портових споруд та під'їзних шляхів у зоні ризику затоплення внаслідок підняття рівня моря	+
	Розташування доків і причалів у зоні ризику замулення через винесення завислих речовин із річковим стоком	+
Річковий	Розташування портових споруд у зонах з підвищеним ризиком затоплення та руйнування під час паводків та повеней	+
	Наявність ділянок фарватеру з критично низьким рівнем води під час літньої межені	+

3.11.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Потенціал розвитку здатності транспортних систем до адаптації до зміни клімату більшою мірою полягає в підвищенні обізнаності персоналу щодо кліматичних загроз та їх дії на об'єкти транспортної інфраструктури, можливості використовувати кліматостійкі матеріали та конструкції,

спроможності вести моніторинг стану всіх елементів інфраструктури та оперативно реагувати у випадку надзвичайних ситуацій за чітко розробленими планами реагування[137] [138]. Можливі індикатори адаптаційної здатності транспорту та інфраструктури до адаптації до зміни клімату наведені у табл. 3.31.

Таблиця 3.31 – Можливі індикатори здатності транспорту та інфраструктури до адаптації до зміни клімату

Фактор	Індикатор
Рівень освіти та обізнаності	Рівень обізнаності та підготовки фахівців, відповідальних за безпеку експлуатації транспорту та інфраструктури, щодо кліматичних загроз і ризиків
Можливість оповіщення під час надзвичайних ситуацій	Ефективність роботи систем екстреного оповіщення підрозділів і служб транспортних підприємств щодо надзвичайних ситуацій, пов'язаних з небезпечними погодних явищами та кліматичними загрозами
	Можливість оснащення автомобільних доріг засобами виклику екстреної допомоги на ділянках, віддалених від населених пунктів
Охолодження приміщень	Частка приміщень для персоналу та пасажирів, у тому числі в транспортних засобах, обладнаних системами кондиціювання повітря
Спроможність швидкого реагування та подолання наслідків дії кліматичних загроз	Технічна та фінансова можливість контролю стану дорожніх покриттів під час високих температур (автомобільний, залізничний і повітряний транспорт)
	Технічна та фінансова можливість встановлення жаростійких дорожніх покриттів (автомобільний і повітряний транспорт)
	Ефективність роботи служби моніторингу рівня води та системи екстреного оповіщення на випадок повеней або сильних хвиль (річковий та морський транспорт)
	Наявність альтернативних і резервних шляхів сполучення у випадках недоступності основних шляхів унаслідок дії кліматичних загроз (автомобільний та залізничний транспорт)
	Наявність протоколів і планів реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з кліматичними загрозами
	Наявність та ефективність роботи систем збору даних щодо поточних та прогнозованих кліматичних показників
	Наявність планів залучення транспорту для екстреної евакуації населення із зон стихійних лих
Захищеність інфраструктури	Ступінь захисту берегів від руйнівної дії хвиль, штормових нагонів і повеней (морський та річковий транспорт)
	Спроможність відведення зливового стоку дренажними системами (автомобільний та залізничний транспорт)

3.12. Туризм

3.12.1. Контекст і цілі оцінювання

Клімат є одним із найважливіших чинників, які визначають розвиток туризму. Популярність і привабливість більшості туристичних місць, особливо природних, залежить саме від кліматичних показників – кількості

[137] Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers. ITF Research Reports, OECD Publishing, Paris, 2016

[138] The Climate and Disaster Risk Screening Tools for Transportation Sector. WorldBank, 2017

сонячних днів, температури повітря та води, стійкості та висоти снігового покриву та інших. Комфортність погодних умов є визначальним фактором розвитку для більшості туристичних об’єктів, рекреаційних систем і видів туризму. Клімат безпосередньо впливає на потужність і сезонність туристичних потоків, стає природним регулятором цінової політики в межах головних туристичних районів країни.

Об’єкти туристичних інтересів на території України охоплюють широкий спектр природних комплексів та об’єктів історичної та культурної спадщини:

курорти на узбережжі Чорного та Азовського морів (Одеська, Миколаївська, Херсонська, Запорізька, Донецька області, Автономна Республіка Крим), крупних озерах і водосховищах (Шацькі озера, Дніпровські водосховища тощо);

місця спортивного пішохідного та гірського туризму, скелелазіння (Карпати, Гірський Крим), маршрути водного сплаву по річках (Південний Буг, Дністер, Сіверський Донець та інші), спелеологічні об’єкти (Гірський Крим, Тернопільська область), дайвінг (узбережжя Кримського півострову);

гірськолижні курорти (Карпати);

історичні центри міст, пам’ятки архітектури, релігійні споруди, замки і фортеці (міста Київ, Львів, Кам’янець-Подільський, Івано-Франківськ, Одеса, Чернівці, Чернігів та інші);

історико-культурні заповідники (Буша, Верхній Салтів, Кам'яна Могила, Хортиця, Замки Тернопілля, Херсонес Таврійський, Глухів, Переяслав, Чигирин, Шевченківський, Трипільська культура, Трахтемирів та інші);

національні природні парки (Подільські Товтри, Нижньодніпровський, Приазовський, Азово-Сиваський, Карпатський, Святі Гори, Синевир, Прип’ять-Стохід, Ужанський, Сколівські Бескиди та інші).

Метою ОРВЗК в секторі туризму є встановити вразливість туристично привабливих територій, оцінити можливі зміни туристично-рекреаційного потенціалу територій, отримати підґрунтя для розробки заходів із адаптації до зміни клімату задля запобігання негативного впливу на здоров’я людей та зменшення економічних втрат.

Важливим аспектом, який необхідно врахувати в оцінюванні вразливості туристичної галузі, є те, що вона формує складні взаємопов’язані ланцюжки послуг, поєднуючи такі сектори як організація подорожей (турагентства, туроператори, онлайн-сервіси бронювання), транспорт (авіаперельоти, морські та річкові круїзи, прокат автомобілів), ресторанно-готельний бізнес (ресторани і кафе, готелі, хостели, оренда житла, кемпінги), екскурсійні послуги, торгівельні послуги. Дія кліматичних факторів може каскадним шляхом спричинювати негативні впливи на всі ці перелічені сектори, погіршуючи загальний стан туристичної галузі в регіоні. Для багатьох територій туристична діяльність найтіснішим чином пов’язана з місцевою економікою та ринками збуту товарів і послуг, причому часто лише протягом окремого періоду року, що робить місцеву економіку істотно

залежною від туризму. У свою чергу, туристичні послуги також сильно залежать від ланцюгів послуг, які надає місцева економіка, що підсилює їх вразливість до надзвичайних ситуацій в цілому[139].

Ключові зацікавлені сторони, яких необхідно залучати до процесу проведення ОРВЗК у секторі туризму: МКІП, Мінінфраструктури, Міндовкілля, ДСНС, ДАРТ, туристичні компанії та оператори, керівництво гірськолижних курортів, адміністрації національних природних парків, представники малого бізнесу туристичних послуг, громадські організації, профільні підрозділи університетів та інші.

3.12.2. Ланцюжки впливу зміни клімату

Концептуально ланцюжки впливів зміни клімату на сектор туризму можна розглядати за чотирма загальними напрямами:

1) прямі впливи на людей та інфраструктуру від дії кліматичних факторів, обумовлені тим, що більшість туристичних об'єктів приурочені до природних об'єктів і передбачають перебування людей на відкритому повітрі;

2) непрямі впливи, що призводять до змін в екосистемах, зниженню біорізноманіття та, відповідно, зниженню привабливості природних туристичних об'єктів;

3) непрямі впливи у вигляді соціально-економічних змін на територіях розташування туристичних об'єктів;

4) зміни, викликані впровадженням у країні політик і програм із пом'якшення та адаптації до зміни клімату[140].

Екстремальні температури, хвилі тепла чинять безпосередній вплив на здоров'я туристів і персоналу, їхнє самопочуття та комфортність перебування. Періоди спекотних днів можуть знижувати відвідуваність туристичних об'єктів, підвищувати ризики теплових ударів і, відповідно, кількість звернень по медичну допомогу. Зміна температурних режимів в одних регіонах (більш спекотних) може сприяти зростанню туристично-рекреаційного потенціалу інших регіонів (більш прохолодних), у тому числі в межах однієї країни.

Загальне зростання температури та потепління в довгостроковій перспективі може призводити до зменшення тривалості формування стійкого снігового покриву та, відповідно, до скорочення зимового сезону на гірськолижних курортах Карпат. Недостатність снігового покриву на схилах у свою чергу спричинює зростання витрат води та електроенергії на утворення штучного снігового покриття. Підвищення середньорічних температур у сукупності зі зміною режиму випадіння атмосферних опадів може спричинити втрату біорізноманіття, що негативно вплине на привабливість природних туристичних об'єктів.

---

[139] Resilient Tourism: Competitiveness in the Face of Disasters. World Bank, Washington, 2020

[140] Scott D., Hall C.M., Gössling S. Global tourism vulnerability to climate change. Annals of Tourism Research. 77. 2019. 49–61

Підвищення частоти випадінь екстремальних опадів, стихійних погодних явищ (буревії, урагани, шторми, повені) створюють загрози для здоров'я і життя туристів як у гірській місцевості, так і на узбережжі водойм. Ці фактори можуть також призводити до скорочення середньої тривалості перебування туристів на природних об'єктах і маршрутах через погіршення доступу до них.

Курорти, розташовані на узбережжях морів, можуть зазнавати затоплення, руйнування інфраструктури внаслідок підвищення рівня моря, а також штормових нагонів і дії сильних хвиль. Може також спостерігатися погіршення розмивання пляжів через абразійні процеси, розповсюдження збудників хвороб, поширення комах та інших організмів в умовах підвищених вологості та температури.

Історичні та культурні об'єкти, пам'ятки архітектури можуть зазнавати повільного руйнування через корозійну дію кислотних дощів і діоксиду вуглецю, концентрація якого в атмосферному повітрі зростає. Істотну загрозу пошкодження таких об'єктів також становлять екстремальні погодні явища – урагани, блискавки, сильні вітри, зливи.

3.12.3. Індикатори ризиків і вразливості

3.12.3.1. Індикатори кліматичних загроз

Кліматичні загрози для сектору туризму охоплюють практично всі фактори, що можуть проявитися на території України – підвищення температури, збільшення частоти екстремальних опадів, збільшення частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, підняття рівня моря та пов'язані з цим загрози (табл. 3.32).

Таблиця 3.32 – Можливі індикатори кліматичних загроз для транспорту та інфраструктури

Фактор загрози	Індикатор
Зміна температурного режиму	Середньорічна температура повітря, °С
	Середня температура повітря протягом туристичного сезону, °С
	Максимальна добова температура повітря за місяць / сезон / рік, °С
	Мінімальна добова температура повітря за місяць / сезон / рік, °С
	Мінімальна та максимальна денна температура води у водних об'єктах протягом туристичного сезону, °С
	Сумарна кількість днів на рік із максимальною температурою вище 30°С
	Кількість днів із середньодобовою температурою вище 90 процентиля
	Кількість періодів тривалістю два і більше послідовних днів, коли максимальна температура сягає 30°С і вище
Зміна режиму випадіння атмосферних опадів	Сумарна річна кількість опадів, мм
	Сумарна кількість опадів за туристичний сезон, мм
	Максимальна добова кількість опадів, мм
	Кількість днів за туристичний сезон із добовою сумою опадів вище 1 мм / 5 мм / 10 мм
	Висота снігового покриву за туристичний сезон, см

Фактор загрози	Індикатор
	Стійкість снігового покриву за туристичний сезон
Небезпечні явища	Частота стихійних погодних явищ (шторми, повені, буревії, сильні зливи, грози, сильні вітри, високі хвилі)
Підвищення рівня моря	Підвищення рівня моря відносно відміток попередніх спостережень, м
Склад атмосферного повітря	Вміст діоксиду вуглецю в атмосферному повітрі, ppm
	Вміст сполук сірки й азоту в атмосферному повітрі, мг/м^3

3.12.3.2. Індикатори перебування під дією

У секторі туризму під дією зміни клімату перебувають туристичні об’єкти (природні та рукотворні), туристи, місцеве населення й інфраструктура, які обслуговують туристичну діяльність. У табл. 3.33 наведені можливі індикатори, якими можна виміряти або описати перебування складових туристичної діяльності під дією зміни клімату.

Таблиця 3.33 – Можливі індикатори перебування складових туристичної діяльності під дією зміни клімату

Фактор	Індикатор
Наявність та характеристики об’єктів	Наявність туристичних об’єктів із розподілом за типами (ділянки природних ландшафтів, природні об’єкти, архітектурні споруди тощо)
	Відносний рівень економічної доступності туристичних об’єктів
Відвідуваність об’єктів	Середня та максимальна кількість відвідувачів на день / сезон / рік)
	Сезонність відвідування туристичних об’єктів
	Соціально-культурні або гендерні особливості туристів (переважне відвідування туристичних об’єктів людьми певного віросповідання, віку або статі)
	Наявність обмежень щодо відвідування відносно фізичної форми, віку та статі відвідувачів
Обслуговування туристичної діяльності	Кількість місцевого населення, задіяного в обслуговуванні туристичної діяльності
	Наявність супутньої інфраструктури, яка комплексно забезпечує надання туристичних послуг (готелі, ресторани, магазини, ринки, транспортні об’єкти тощо)

3.12.3.3. Індикатори чутливості

Туристична діяльність має різноманітні чутливості до зміни клімату, обумовлені географічним розташуванням та ландшафтними характеристиками туристичних об’єктів, культурними та соціально-економічними особливостями місцевості, яка є об’єктом відвідування. Крім того, туристична галузь має особливі характеристики, які посилюють її вразливість до кліматичних ризиків та ускладнюють реагування й адаптацію до них:

розвиток туризму, як правило, зосереджується на територіях, таких як узбережжя, острови, річкові долини та гірські райони, які самі по собі є вразливими до кліматичних загроз і часто перебувають під дією природних небезпечних явищ. Привабливі природні пам’ятки, представлені дискретними об’єктами – геологічні відслонення, валуни, великі дерева,

мінеральні джерела – можуть зазнавати безпосереднього впливу кліматичних факторів та бути безповоротно втрачені внаслідок їх дії;

туризм здебільшого розвивається за рахунок приватного бізнесу, але він використовує громадську інфраструктуру – дороги, транспорт, аеропорти, пристані, а також природне середовище; таким чином, це вимагає активної координації між державним і приватним секторами та багатьма установами;

туристичні активи, як правило, сильно залежать від місця розташування, і туристи споживають туристичні послуги в місцях, які не можна замінити. Якщо туристична поїздка відкладається, це тягне за собою втрати цілої низки супутніх товарів і послуг (проживання, авіаквитки тощо). Прив'язаність туристичних об'єктів до конкретного місця розташування часто не дозволяє зацікавленим сторонам перемістити свої активи у непостраждалі райони, наприклад, у разі стихійного лиха, або замінити їх на інші місця. Єдиним винятком є туроператори та туристичні агентства, які можуть змінювати маршрути для клієнтів залежно від наявності альтернативних напрямків;

туристи вразливі до природних загроз, оскільки відвідують більшою мірою незнайомі їм місця; вони можуть бути недостатньо обізнані з ландшафтом і місцевістю, можуть не говорити місцевою мовою і не отримувати важливої інформації про ризики та загрози[141].

Приклади індикаторів чутливості туризму до зміни клімату наведені у таблиці 3.34.

Таблиця 3.34 – Можливі індикатори чутливості туризму до зміни клімату

Фактори чутливості	**Можливі індикатори**	**Взаємозв'язок з уразливістю**
Розташування	Приуроченість туристичних об'єктів до потенційно небезпечних та вразливих до кліматичних факторів природних територій – гірська місцевість, каньйони, скелясті узбережжя, гірські річки тощо	+
	Віддаленість туристичних об'єктів і маршрутів від закладів медичної допомоги та інших критично важливих послуг	+
Характеристики об'єкту	Унікальність туристичних об'єктів	+
	Вразливість до руйнування або пошкодження під дією кліматичних чинників (розчинення елементів вапнякових та травертинових архітектурних пам'яток під впливом кислотних дощів, пошкодження геологічної пам'ятки природи під дією сильних злив, пересихання джерела внаслідок посухи тощо)	+
Особливості функціонування	Приуроченість піків відвідуваності до певних дат, періодів або сезонів протягом року	+
	Спрямованість туристичних об'єктів на відвідувачів із уразливих груп населення (діти, люди похилого віку, жінки)	–

[141] Resilient Tourism: Competitiveness in the Face of Disasters. World Bank, Washington, 2020

Фактори чутливості	Можливі індикатори	Взаємозв'язок з уразливістю
Безпека	Наявність атракцій, вразливих до небезпечних метеорологічних явищ (аеростати, фунікулери, канатні дороги, параглайдинг, парасейлинг, зіплайн тощо)	+
	Ступінь розвитку сфери медичних послуг на території розташування туристичного об'єкту	+
	Ефективність та оперативність роботи системи рятувальних служб	–
Економіка	Економічна залежність місцевого населення від туристичної галузі	+

3.12.3.4. Індикатори адаптаційної здатності

Для забезпечення сталого розвитку та готовності туристичної галузі до кліматичних змін необхідно формувати всі види здатності до адаптації для всіх учасників ланцюгів туристичних послуг – туристів, туристичних компаній і туроператорів, сфери обслуговування та транспорту. Можливі індикатори адаптаційної здатності туризму наведені у таблиці 3.35.

Таблиця 3.35 – Можливі індикатори здатності туризму до адаптації до зміни клімату

Фактор	Індикатор
Рівень обізнаності та інформаційного забезпечення	Рівень обізнаності та підготовки фахівців, відповідальних за безпеку експлуатації туристичних об'єктів, щодо кліматичних загроз і ризиків
	Рівень організації інформаційного забезпечення туристів щодо ризиків кліматичного характеру та сповіщення надзвичайних ситуацій
	Ступінь володіння місцевим населенням міжнародними мовами (англійською та ін.) та мовами, якими розмовляє переважна більшість відвідувачів туристичного об'єкту
	Ступінь впровадження та ефективність системи моніторингу кліматичних показників та стану об'єктів туристичної інфраструктури для оперативного прийняття рішень
Спроможність швидкого реагування та подолання наслідків дії кліматичних загроз	Налагодженість роботи систем екстреного оповіщення щодо надзвичайних ситуацій, пов'язаних з небезпечними погодних явищами та кліматичними загрозами
	Наявність протоколів і планів евакуації туристів та реагування на надзвичайні ситуації, пов'язані з кліматичними загрозами
	Наявність альтернативних і резервних шляхів сполучення з віддаленими туристичними об'єктами у випадках недоступності основних шляхів сполучення унаслідок дії кліматичних загроз
	Врахування туристичного сектору в національних та регіональних планах управління надзвичайними ситуаціями
Захищеність інфраструктури та	Ступінь захисту пляжів від руйнівної дії хвиль, штормових нагонів і повеней

Фактор	Індикатор
туристів	Стійкість елементів інфраструктури та атракцій до впливів кліматичних факторів (сильні зливи, сильний вітер, кислотні дощі тощо)
	Ступінь впровадження елементів охолодження та зелених конструкцій на об’єктах туристичної інфраструктури (затінення, озеленення тощо)
	Ступінь впровадження природоорієнтованих рішень у туристичній інфраструктурі
	Технічна спроможність відведення надлишкового зливового стоку дренажними системами під час сильних злив
Економіка	Ступінь розвинутості інших видів економічної діяльності на території туристичних об’єктів для зниження залежності місцевої економіки від туризму
	Ступінь впровадження та ефективність наявних засобів економічного стимулювання підприємств туристичного сектору підвищувати свою кліматостійкість (страхування, кредитування тощо)

Заступник директора Департаменту
запобігання промисловому забрудненню
та кліматичної політики Юлія МОРОЗОВА

Додаток 1
до Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату

Трирівневий підхід до проведення ОРВЗК

	1-й рівень	2-й рівень	3-й рівень
Ціль	Розробити швидке верхньорівневе розуміння ризику зміни клімату в регіоні, щоб визначити, чи потрібні подальші дослідження або планування адаптації на даний момент	Проведення оцінки ризиків (як правило, із залученням експертних оцінок) для визначення конкретних ризиків, які можуть стати проблемами в умовах майбутньої зміни клімату	Розуміння вразливості різних систем, що перебувають під загрозами, пов'язаними зі зміною клімату, з використанням більш детальних даних; проведення детальної оцінки ризиків (кількісної або якісної) для визначення специфічних ризиків різних систем.
Вимоги до даних	Набори даних національного рівня, доступні в офіційних опублікованих джерелах. Можливо залучення доступних локальних карт та інформації. Всі дані повинні бути вільно доступними на безоплатній основі.	Набори кліматичних даних національного рівня, як поточні, так і прогнозовані від профільних установ (Українського гідрометеорологічного центру, Українського гідрометеорологічного інституту НАН України); інформація наукових установ, проєктів, досліджень, проведених місцевими органами влади та організаціями; експертні оцінки. Дані повинні бути доступними безкоштовно або за низькою ціною.	Детальні дані по конкретному об'єкту або території, зокрема, дані кліматичних сценаріїв з високою роздільною здатністю, вимірювання показників стану довкілля, знання місцевих експертів для розуміння точного масштабу ризику. Отримання даних може бути пов'язано з істотними витратами.
Витрати часу і ресурсів	Мінімальні	Помірні	Високі

Продовження додатку 1

	1-й рівень	2-й рівень	3-й рівень
Потреба у базових знаннях	Мінімальний досвід, необхідний для отримання даних. Знання структури сектору та місцевої специфіки, необхідне для інтерпретації даних. Певне розуміння зміни клімату та її потенційних ризиків	Помірні знання, необхідні для отримання відповідних даних. Помірний досвід, необхідний для інтерпретації даних. Помірний рівень знань щодо розуміння наслідків конкретного кліматичного ризику	Високий рівень кваліфікації, необхідний для отримання даних по конкретному об'єкту. Високий рівень знань, необхідний для застосування даних, аналізу та інтерпретації результатів. Високий рівень знань, необхідний для розуміння наслідків для сектору, до яких призводить певний кліматичний ризик
Приклади результату оцінки	На основі глобальних кліматичних моделей унаслідок зміни режиму випадіння атмосферних опадів та підвищення температури очікується нерівномірний розподіл змін річкового стоку по басейнах річок України	У зв’язку зі зміною режиму і кількості опадів і підвищенням температури на основі регіональних кліматичних та ландшафтних даних визначено, що у межах конкретного річкового басейну величина середньорічного стоку зменшиться, що створює ризики дефіциту водних ресурсів для водокористувачів	У зв’язку зі зміною режиму та кількості опадів і підвищенням температури очікується істотне зменшення стоку в річковому басейні в період літньої межені. У межах басейну визначені вразливі групи водокористувачів та цінні водні екосистеми, які перебувають під високим ризиком дефіциту водних ресурсів і потребують захисту.
	У зв’язку зі зміною режиму випадіння атмосферних опадів та підвищення температури змінюється вологозабезпеченість території, збільшується зона посушливості, що створює ризики для ведення сталого сільського господарства.	У зв’язку зі зміною режиму випадіння атмосферних опадів та підвищення температури існує ризик недобору врожаїв районованих культур внаслідок посухи, змінюється агрокліматичне районування території. Найбільш уразливими територіями визначені незрошувані площі зони недостатнього зволоження.	У зв’язку зі зміною режиму випадіння атмосферних опадів та підвищення температури очікується дисбаланс доступності води для зрошення та зміна показників її якості і придатності для зрошення, очікується також погіршення показників еколого-агромеліоративного стану ґрунту. Найбільшого впливу зазнають соя, соняшник, кукурудза та посіви озимих культур. Найбільш вразливими виявляться малі сімейні фермерські господарства, що діють у зоні ризикованого землеробства.

Продовження додатку 1

	1-й рівень	2-й рівень	3-й рівень
	У зв’язку з підвищенням рівня моря в майбутньому можуть виникнути проблеми із затопленням деяких прибережних районів.	У зв'язку з підвищенням рівня моря існує високий ризик того, що певна дорога уздовж берега може бути затоплена під час майбутніх штормів.	У зв'язку з підвищенням рівня моря та зростанням інтенсивності штормів в майбутньому пляжна дорога буде затоплюватися частіше. Матеріал дороги не розрахований на таку частоту затоплень, тому може вимагати більших витрат на утримання. Фундамент дороги може бути дестабілізований через посилення прибережної ерозії.
В яких випадках може застосовуватися	- Отримати швидке та широке розуміння ризиків, пов'язаних зі зміною клімату - Визначити потребу в стратегічному та поточному реагуванні/зобов'язаннях - Визначити ключові території та населені пункти, що потребують уваги - Підвищити обізнаність про ризики серед громадськості або вищого керівництва	- Розробити більш детальне розуміння ризиків та можливостей для громади або організації, пов'язаних зі зміною клімату - Визначити ключові райони ризику з подальшими потребами в ресурсах (потрібні нові дані, нові дослідження) - Заручитися підтримкою громади або вищого керівництва для розробки стратегії або плану адаптації - Підготувати цільові інформаційні матеріали про кліматичні ризики - Визначити варіанти адаптації та підтримати розробку плану або стратегії адаптації	- Провести детальні дослідження впливу зміни клімату на конкретні об'єкти та види діяльності з повним розумінням ймовірностей та невизначеностей, пов'язаних з ними - Оцінити витрати на заходи з адаптації та визначити пріоритетність розподілу ресурсів - Підтвердити процедури/вимоги до реагування на надзвичайні ситуації - Розробити стратегічну та економічну оцінку варіантів адаптації - Розробка планів дій з адаптації для конкретних питань, включаючи підтримку детального проектування
Обмеження	Базується на скринінгу високого рівня і тому не підходить для прийняття будь-яких остаточних рішень щодо дій з адаптації до зміни клімату	Базується, в першу чергу, на експертних судженнях якісного характеру, тому достовірність результатів залежить від об’єктивності суджень експертів	Потребує значних обсягів ресурсів та часу, інтенсивного залучення експертів

Додаток 2
до Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату

Кліматичні загрози, індикатори та доцільність їхнього застосування в ОРВЗК по секторах

Загроза	Фактор загрози	Індикатор	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
Підвищення температури повітря	Екстремальні температури, спека, хвилі тепла	Максимальна добова температура за окремий місяць/сезон/рік, °C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Мінімальна добова температура за окремий місяць/сезон/рік, °C	X	X			X		X	X			
		Кількість жарких днів – кількість днів із максимальною температурою вище за 90-й процентиль від історичного періоду	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Кількість днів із середньодобовою температурою вище 90 процентиля	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Кількість днів на рік із максимальною добовою температурою >35°C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Послідовна кількість днів (період) протяжністю п'ять і більше днів поспіль, коли денна температура вище середньомісячної на 5°C і більше	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Кількість тропічних ночей на рік (ночей з температурою повітря >20°C)	X	X			X		X	X			
	Зміни умов вегетаційного періоду	Початок вегетаційного періоду – перший період у році в 6 послідовних днів із середньодобовою температурою 5°C і вище	X				X		X	X			

Продовження додатку 2

Загроза	Фактор загрози	Індикатор	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
		Завершення вегетаційного періоду – перший період у році в 6 послідовних днів із середньодобовою температурою нижче 5°С	X				X		X	X			
		Тривалість періоду з середньодобовими температурами 5°С і вище (відхилення від багаторічних даних)	X				X		X	X			
		Зростання середньої температури вегетаційного періоду	X				X		X	X			
		Середній діапазон добових температур протягом вегетаційного періоду	X				X		X	X			
		Частота морозних днів – середня частота морозних днів протягом вегетаційного періоду	X				X			X			
		Максимальна та мінімальна температура протягом вегетаційного періоду, °С	X				X		X	X			
		Частота теплих днів – відсоток днів протягом вегетаційного періоду з максимальною добовою температурою вище 90-го процентиля	X				X			X			
		Частота холодних ночей – відсоток днів протягом вегетаційного періоду з мінімальною денною температурою нижче 10-го процентиля	X				X			X			
	Температурні коливанні	Річна та помісячна кількість разів зміни знаку температури у зимові місяці	X	X	X		X		X	X		X	
	Потепління у зимовий період	Тривалість зберігання снігового покриву (діб на сезон року або на зимовий місяць)	X	X					X	X		X	X
		Суворість зим – середня температура найхолодніших місяців року	X		X		X		X	X			
	Підвищення континентальності клімату	Континентальність клімату (за Івановим Н.Н.) – розраховується залежно від температури повітря, відносної вологості повітря та географічної широти	X	X	X		X		X	X			

Продовження додатку 2

Загроза	Фактор загрози	Індикатор	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
Зміни у режимі випадіння атмосферних опадів	Зміна кількості опадів	Сумарна кількість опадів за місяць/сезон/рік, мм	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Розподіл кількості опадів по сезонах	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X
		Сумарна кількість опадів по окремих сезонах	X	X			X		X	X			X
		Сумарна кількість опадів за період вегетації	X				X			X			
		Максимальна 5-денна інтенсивність опадів - максимальна 5-денна інтенсивність опадів протягом вегетаційного періоду	X				X		X	X			
		Середнє значення SPI-6 (стандартний індекс опадів для 6-місячного інтервалу часу) протягом вегетаційного періоду	X				X		X	X			
		Гідротермічний коефіцієнт – сума опадів за період, коли середньодобова температура вище + 10° С поділена на суму активних температур за той же період, коли температури перевищували +10° С, зменшена в 10 разів	X				X		X	X			
	Екстремальні опади	Частка екстремальних опадів (>25 мм) за добу	X					X				X	
		Максимальна сумарна кількість опадів протягом 5 діб за рік, мм	X	X	X			X		X	X	X	
		Максимальна кількість послідовних днів на рік із опадами ≥ 1 мм (5 мм, 10 мм…)	X	X						X			
		Максимальна місячна кількість опадів, мм	X	X			X			X	X		
		Максимальна кількість послідовних днів на рік із опадами ≥ 1 мм	X	X			X			X			
		Сумарна кількість опадів на рік у періоди паводків (наприклад, березень-квітень) та межені (липень-серпень)	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
	Посухи	Максимальна кількість послідовних посушливих днів (без опадів) на місяць або рік	X	X	X	X	X		X	X	X	X	
		Стандартизований індекс опадів (SPI)	X	X						X			
		Кількість послідовних днів з величиною SPI (стандартизований індекс опадів) від -1 до 0	X							X			

Продовження додатку 2

Загроза	Фактор загрози	Індикатор	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
		Кількість днів для тижневих та двотижневих періодів в які індекс аридності (AI) має позитивні значення	X							X			
		Стандартизований індекс опадів та евапотранспірації (SPEI)	X	X			X		X	X	X		
		Індекс інтенсивності посухи Палмера	X				X		X		X		
		Індекс посушливості – враховує особливості сільськогосподарських культур (CSDI)	X							X	X		
		Динаміка середньої повторюваності послідовних днів з вітрами швидкості більше 5 м/с, з високою температурою (понад 25 градусів) та низькою відносною вологістю повітря (суховії)	X				X			X			
	Зміна снігового режиму	Тривалість зберігання снігового покриву (діб на сезон року або на зимовий місяць)	X	X									X
		Висота снігового покриву, см	X	X									X
		Швидкість сходження снігового покриву	X	X			X			X	X	X	X
		Швидкість накопичення снігових опадів під час снігопадів, см/годину				X					X	X	
	Змін зволоженості ґрунту	Індекс вологості – розрахунковий індекс (за формулою Іванова), який визначається як різниця між річною кількістю опадів і випаровуванням	X	X			X			X			
Стихійні погодні явища	Збільшення частоти й інтенсивності небезпечних явищ	Кількість випадків стихійних погодних явищ на рік та по сезонах (пожежі, бурі, урагани, повені)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Інтенсивність прояву стихійних погодних явищ	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Кількість днів з максимальною швидкістю вітру більше 30 км/год			X						X	X	
		Екстремально сильні зливи – загальна річна кількість опадів за дні, коли добова кількість опадів перевищує 99-й процентиль	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Частота проявів ожеледиць				X						X	
		Частота й інтенсивність туманів				X						X	

Продовження додатку 2

Загроза	Фактор загрози	Індикатор	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
	Небезпека виникнення пожеж	Значення індексу посушливості Кетча-Бірама (KBDI) відповідають категорії – високий, дуже високий, екстремальний	X			X	X			X	X		X
		Середня температура за літній період, °С	X			X	X			X	X		X
		Максимальна температура за літній період, °С	X			X	X			X	X		X
		Кількість днів з атмосферною посухою (максимальна температура більше 25 °С і відносна вологість повітря менше 50%)	X			X	X			X	X		X
Підвищення рівня моря	Затоплення прибережних зон	Швидкість підйому рівня моря, см/рік	X	X	X			X	X		X	X	X
		Швидкість опускання території (неотектонічні процеси), мм/рік						X					
	Нагони морських вод у гирла річок та лимани	Частота нагонних штормових явищ	X					X	X				X
		Переважні напрямки та сила нагонних вітрів	X					X	X			X	X
	Абразія та переробка берегів	Інтенсивність абразії (берегової ерозії)	X	X				X			X	X	X
		Інтенсивність перевідкладення уламкового матеріалу уздовж берегової лінії						X				X	X

Додаток 3
до Методичних рекомендацій для здійснення оцінки ризиків та вразливості соціально-економічних секторів та природних складових до зміни клімату

Ключові методологічні документи, рекомендації для використання під час проведення ОРВЗК по секторах

Найменування документу, посилання	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
Guidelines on climate change and Natura 2000 : dealing with the impact of climate change, on the management of the Natura 2000 network of areas of high biodiversity value. European Commission, Directorate-General for Environment, Publications Office, 2014	X										
The NatureServe Climate Change Vulnerability Index The Habitat Climate Change Vulnerability Index	X										
Tools for Climate Change Vulnerability Assessments for Watersheds. ESSA Technologies Ltd, Canadian Council of Ministers of the Environment, 2013		X									
Handbook of Drought Indicators and Indices. WMO, GWP, 2016		X			X			X			
Climate Change: Implications for the Energy Sector. IPCC, 2015			X								
Adapting the Energy Sector to Climate Change. IAEA, 2019			X								
Climate change and health vulnerability and adaptation assessment. Geneva: World Health Organization, 2021				X							
Climate Change Vulnerability Assessments of Forests and Forest Dependent People – Framework Methodology. FAO, 2019					X						

Продовження додатку 3

Найменування документу, посилання	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
Методичні рекомендації щодо оцінювання впливу зміни клімату на ліси, аналізу фіторізноманіття та екологічних режимів за даними моніторингу лісів. УкрНДІЛГА, 2019					X						
Вода близько: підвищення рівня моря в Україні внаслідок зміни клімату. Екодія, 2020						X					
Methods for assessing coastal vulnerability to climate change. ETC CCA Technical Paper 1/2011. EEA, 2011						X					
Assessing climate change vulnerability in fisheries and aquaculture: available methodologies and their relevance for the sector. Rome: FAO, 2015							X				
Impacts of climate change on fisheries and aquaculture – Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO, 2018							X				
Climate change and food security: risks and responses. FAO, 2015								X			
Key principles for designing and conducting assessments of risk and vulnerability of agricultural systems to different climate change scenarios. FAO, 2015								X			
Оцінка вразливості до зміни клімату: Україна. Шевченко О. та ін. Кліматичний форум східного партнерства (КФСП) та Робоча група громадських організацій зі зміни клімату (РГ НУО ЗК). Myflaer, Київ. 2014									X		
Defining vulnerable communities in the context of climate adaptation. Governor's Office of Planning and Research. USA, 2018									X		
Adapting Transport to Climate Change and Extreme Weather: Implications for Infrastructure Owners and Network Managers. ITF Research Reports, OECD Publishing, Paris, 2016										X	
The Climate and Disaster Risk Screening Tools for Transportation Sector. WorldBank, 2017										X	

Продовження додатку 3

Найменування документу, посилання	Біорізноманіття	Водні ресурси	Енергетика	Громадське здоров'я	Лісове господарство	Прибережні території	Рибне господарство	Сільське господарство	Територіальні громади	Транспорт та інфраструктура	Туризм
Resilient Tourism: Competitiveness in the Face of Disasters. World Bank, Washington, 2020											X
Scott D., Hall C.M., Gössling S. Global tourism vulnerability to climate change. Annals of Tourism Research. 77. 2019. 49–61											X