

РЕЗЮМЕ ЗВІТУ

Україною було досягнуто вражаючих успіхів у реалізації ключових реформ, також було відновлено макрофінансову стабільність, але проблема слабого економічного зростання та бідності населення все ще лишається. Революція Гідності 2013–2014 років, події в Криму 2014 року та збройний конфлікт у східному регіоні країни, що триває з 2014 року, значним чином, підірвали процес економічного зростання. Слабке відновлення економіки з 2015 року є відображенням як низького потенціалу щодо зростання, так і серйозності економічної кризи 2014-15 років. Хоча рівень бідності знизився відносно пікових значень під час кризи, він, все ж, залишається вищим, ніж у докризовий період: У 2019 році 23% населення офіційно проживало за межею бідності, в порівнянні з 8% у 2013 році. (Світовий банк 2021).

Незважаючи на ці економічні виклики, Україна сприймає зміну клімату в якості найбільш значущого фактору цього століття, який має вплив на економіку та майбутні покоління. Країною було оновлено свій Національно-визначений внесок (НВВ) у 2021 році і, нещодавно, підтверджено прихильність Європейському зеленому курсу. Однак, за відсутності спеціального аналізу, природа кліматичних впливів на економіку України ще не є повністю зрозумілою.

Це дослідження є першою детальною оцінкою потенційного впливу зміни клімату на державу Україна з акцентом на сільському господарстві, як ключовому факторі економіки та галузі, що створює робочі місця. Дослідження було підготовлене за принципом «знизу вгору», на основі детальних кліматичних прогнозів для понад 7400 точок на сітці координат, що охоплює всю країну. Все це, разом з біофізичним моделюванням, було використано для оцінки впливу змін клімату на ключові зернові культури та породи дерев. Цей аналіз дає уявлення про просторовий вимір зміни клімату, тобто як ці зміни відбуватимуться в різних областях країни. Результати вказують на напрямок дій, спрямованих на уникнення негативних впливів, і розкривають потенціал для використання нових можливостей. Дослідження було зосереджено, в основному, на двох сценаріях - RCP 4.5 і RCP 8.5, які сумісні з глобальним показником підвищення температури на рівні 2,4°C і 4,3°C в період до 2100 року¹.

Цей звіт підкріплено чотирма технічними доповідями з прогнозами щодо зміни клімату, впливу на сільське господарство, впливу на ліси та з аналізом розподілу. Крім того, набори кліматичних даних обсягом понад два терабайти, які були згенеровані для цілей цієї оцінки, зберігаються в Українському гідрометеорологічному інституті в м. Києві. Очікується, що результати цього дослідження ляжуть в основу «Стратегії екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату до 2030 року», яка зараз знаходиться на етапі завершення. Це дослідження також відкриває шлях для розробки суб-національних (місцевих) та галузевих стратегій адаптації з використанням інформації розділеної за просторовим принципом, яку буде сформовано для всіх областей. Дослідження також буде використане для інформаційної підтримки програм Світового банку в Україні, зокрема, це стосується Звіту про зміну клімату та розвиток.

¹ З П'ятого звіту про оцінку МГЕЗК (AR5): Репрезентативні шляхи концентрації (RCP), визначені як: i) сценарій RCP4.5, який передбачає тенденцію до повільного зниження викидів, сумісну з межею глобального потепління на 2,4 °C до 2100 року; і ii) сценарій RCP8.5, який передбачає тенденцію до зростання викидів, сумісну з межею глобального потепління на 4,3°C до 2100 року.

Ключові висновки: клімат

Клімат в Україні суттєво змінився за останні 60 років, прискорення процесу зростання температури з 1980-х років призвело до того, що темпи такого зростання, які дорівнюють 0,4-0,6°C за десятиліття, перевищують середнє значення в Європі та в кілька разів перевищують світові темпи. Це викликає зміни в режимі опадів. Хоча, за останні десятиліття, загальна річна кількість опадів суттєво не змінилася, більша кількість опадів спостерігається восени, і менша - в інші пори року, причому найбільше зменшення кількості опадів спостерігається влітку. Підвищення температури повітря, що спричиняє збільшення випаровування разом з нерівномірними опадами - призвело до зниження накопичення вологи в ґрунті, що, в свою чергу, призвело до збільшення частоти та інтенсивності посух за останнє десятиліття.

Найбільш значні річні підвищення температури на понад 4°C прогноуються за сценарієм RCP 8.5 наприкінці століття з найбільшим впливом на сході та північному сході України (Харківська, Луганська, Сумська області), і найменшим - на заході (Івано-Франківська область), Львівська, Волинська області). За сценарієм з нижчими концентраціями парникових газів (RCP 4.5), прогноують, що підвищення температури буде приблизно вдвічі меншим. До кінця століття в містах можуть спостерігатися інтенсивні підвищення температури (понад +5,0°C влітку в Луганську та взимку в Києві), що посилюється ефектом «міського теплового острова». Ці впливи необхідно буде додатково проаналізувати на предмет того, як вони позначатимуться на потребах населення в опаленні та охолодженні, особливо щодо впливу на здоров'я вразливих груп населення, а також впливу на міську інфраструктуру.

Очікується, що річні температурні цикли будуть змінюватись протягом століття через більш високі прогнозовані місячні підвищення температури в літні місяці в теплих регіонах, і взимку, в холодніших регіонах. Ці підвищення температури, ймовірно, призведуть до постійного зниження річних діапазонів температур, що вже спостерігаються, і зниження континентальності клімату. Ці зміни матимуть значні наслідки для динаміки екосистеми та росту рослинності. Підвищення температури влітку може призвести до спеки та посилення посушливості на півдні та сході України.

Протягом року очікується, що мінімальні нічні температури найбільш різко підвищаться в холодну пору року, а добові максимальні температури найбільше підвищаться влітку. Це призведе до зменшення кількості днів і ночей з від'ємною температурою, тоді як кількість тропічних ночей з температурою понад 20°C та літніх днів із середньодобовою температурою понад 15°C збільшиться. Згідно зі сценарієм RCP 8.5, до кінця століття, для регіону південного степу прогноують понад 100 тропічних ночей і до 135 літніх днів на рік.

За всіма сценаріями прогноується збільшення річних опадів в Україні з більш інтенсивним зростанням до кінця століття, особливо за сценарієм RCP 8.5. За прогнозами, в зимові місяці кількість опадів значно зросте майже на всій території країни. Більше збільшення опадів очікується в північних областях (особливо на північному заході, наприклад, в Рівненській, Волинській областях). Прогноується, що в літні місяці спостерігатиметься відносно зниження рівня опадів за сценаріями RCP 4.5 і RCP 8.5, що посилюватиметься з часом.

До кінця століття, зміни за сценарієм RCP 8.5 показують не лише вдвічі вище зростання температури, але й ширші діапазони мінливості опадів між областями, що свідчить про значні просторові відмінності. Південні та центральні райони характеризуються найменшим зростанням кількості опадів, причому значне зменшення в теплі місяці посилюється з підвищенням

температури. Загалом, прогнозується, що південні та центральні області стануть більш сухими, а північні та західні – більш вологими зі зростанням невизначеності в розмежуванні між цими двома протилежними тенденціями за сценарієм вищої концентрації ПГ RCP 8.5.

Очікується, що частота та інтенсивність екстремальних погодних та кліматичних явищ зростатиме зі зростанням температури, включаючи періоди аномальної спеки, грози, сильні опади, дощові та річкові повені, посухи, град, шквали, торнадо, сильні снігопади, дощі, що утворюють ожеледицю, налипання мокрого снігу, ожеледиця тощо. Особливо екстремальні події, відомі як «події з низькою ймовірністю та високим впливом»², можуть створювати додаткові та значні наслідки для всіх секторів та екосистем, що призведе до значної кількості втрат робочих місць та засобів до існування. Більшість втрат буде зосереджено в секторах, що використовують працівників із середнім і нижчим рівнем доходу, тобто на виробництві, у комунальному господарстві, роздрібній торгівлі та туризмі. 6-й оціночний звіт Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (IPCC AR6) приписує вірогідності виникнення цих подій низькі статистичні рівні довіри, що не виключає можливість їх виникнення, а навпаки, є відображенням меж передбачуваності цих подій. Потенційний вплив таких подій на Україну необхідно проаналізувати за допомогою окремого дослідження.

Ключові висновки: сільське господарство та ліси

Без адаптаційних втручань, діапазон можливих значень урожайності є великим, таким же великим є ризик реалізації урожайності нижче очікуваного рівня за будь-який рік. Урожайність окремих культур (озима пшениця, ячмінь, кукурудза, соя та соняшник) моделювали з розподілом ймовірностей для низької та високої проєкції, тобто 5-й та, відповідно, 95-й процентиля розподілу. За сценарієм RCP 8.5 урожайність усіх сільськогосподарських культур, крім пшениці та сої, загрожує значним зниженням у 2030 та 2050 роках. У відсотковому співвідношенні зниження є більшим у випадку ячменю, за яким слідує кукурудза. Проте прогнозоване зниження врожайності кукурудзи є більш важливим, оскільки це критично важливий експортний товар.

Хоча кліматичні умови стають сприятливими для підвищення врожайності озимої пшениці, в найближчий період і до середини століття, відповідно за сценаріями RCP 4.5 і 8.5, непередбачуваність режиму опадів робить планування адаптації на обласному рівні дуже важливим для підготовки сільського господарства до цього кліматичного зсуву. Виходячи з прогнозованих змін кількості опадів (осінь, зима), збільшення концентрації CO₂ та зменшення кількості морозних ночей, прогнозується, що врожайність зросте на 20-40% до 2050 року порівняно з базовим періодом 2010 року, в першу чергу, в північній та північно-західній частині країни. Цей результат також узгоджується з прогнозами для країн ЄС, наведеними у недавньому дослідженні PESETA IV.³ Умови для підвищення врожайності озимої пшениці також стануть сприятливими до середини століття для більшої кількості регіонів країни за сценарієм RCP 8.5, на тлі прогнозованого зростання опадів в осінній і зимовий період за цим сценарієм. Однак непередбачуваність моделей опадів, особливо для останньої частини століття за сценарієм RCP 8.5, створює необхідність приділяти більше уваги прогнозованим змінам на місцевому рівні. Детальні прогнози з цього дослідження можуть бути використані для розробки регіональних або місцевих планів адаптації.

² https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report_smaller.pdf, текстова вставка 11.2

³ Фейєн Л. та ін. (2020 р.). Вплив зміни клімату та адаптація в Європі. Підсумковий звіт JRC PESETA IV. EUR 30180EN, Офіс публікацій Європейського Союзу, Люксембург

Урожайність кукурудзи, соняшнику та ячменю до середини століття також може зрости, за умови, що для їх виробництва будуть задіяні кліматично орієнтовані заходи управління водними ресурсами. Кліматично збалансовані стратегії управління водними ресурсами можуть підвищити загальну врожайність на 20-40%, і до 80% для кукурудзи і 40-80% для соняшнику.

За умови оптимальної доступності води, переваги для посівів кукурудзи, сої та соняшнику можуть досягти 112 мільйонів доларів США на рік протягом 10-річного періоду з 2026-2035 рр. за середнім прогнозом.⁴ Моделювання прогнозів низької та високої врожайності показує, що щорічні вигоди від підтримки оптимального водного балансу може становити 264-504 млн доларів США або 2-4% ВВП України в галузі сільського господарства у 2019 році. Найбільша користь від кращого управління водними ресурсами у відносному вираженні очікується для виробництва сої, яке може збільшитися на 26-40%. Найбільшого впливу зазнає кукурудза - він оцінюється в 92,7 мільйона доларів США.

Щоб отримати вигоду від вищої вартості сільськогосподарської продукції, важливо провести оцінку доцільності різних варіантів управління водними ресурсами. Хоча оцінка водних ресурсів не була частиною цього дослідження, проведення таких оцінок в якості частини регіонального планування адаптації повинно бути обов'язковим для розуміння витрат і придатності різних варіантів управління водними ресурсами та водозабезпеченості. Стратегії управління водними ресурсами, прийняті для компенсації впливів на клімат, можуть відрізнитися в залежності від культури, що вирощується та області, і можуть включати посадку посухостійких сортів, використання, серед іншого, покривних культур, ресурсоощадливого землеробства та крапельного зрошення. Крім того, для озимих культур може знадобитися перенесення термінів сівби на більш пізні терміни (жовтень-листопад), коли прогнозується підвищення температури та опади. Для ярих культур терміни сівби повинні наставати раніше, а збирання врожаю відбуватиметься перед настанням посушливих погодних умов в кінці липня - серпні, особливо на півдні України.

Виходячи з прогнозованих температур і вологості за обома сценаріями RCP, очікується значне скорочення площі, придатної для вирощування ялини, бука, сосни та дуба. Менше 3% заліснених площ країни будуть мати оптимальні умови для вирощування ялини звичайної, сосни звичайної та бука за прогнозами RCP 8.5 і лише 8% території матимуть оптимальні умови для вирощування дуба англійського. До середини століття, як за сценарієм RCP 4.5, так і RCP 8.5, лише Карпати залишатимуться придатною зоною для ялини норвезької. У Карпатах очікується зміщення межі лісу на більшу висоту.

Ймовірно, прогнозовані зміни посилять природні порушення та фактори екологічного стресу, такі як лісові пожежі та комахи. Під час тривалих посух значна частина лісової біомаси стає горючою, збільшуючи, таким чином, горюче навантаження лісу. Крім того, зараження шкідниками, що було задокументовано в умовах потепління, може призвести до погіршення здоров'я лісу та збільшення рівня загибелі дерев. Це, у свою чергу, збільшить обсяг горючого навантаження, що може зайнятися у випадку лісових пожеж. Соснові ліси в південних і північних степових і лісостепових районах також потраплять до високого рівня ризику через більш посушливі умови, які очікуються там за обома сценаріями RCP.

⁴ Занижений прогноз, що розглядається для цього аналізу, відображає найнижчий виробничий потенціал обраних сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату. Ці значення описують найгірший сценарій, за якого потенційне зниження показників сільськогосподарського виробництва буде найбільш значним.

Вплив зміни клімату на сільське господарство та економічну нерівність за областями

Зміна клімату матиме більший вплив на одні області, ніж на інші, виходячи з її впливу на сільськогосподарське виробництво та впливу на показники бідності населення. До п'ятірки найбільших областей з найбільшим впливом в абсолютному вираженні входять Черкаська, Херсонська, Кіровоградська, Полтавська та Вінницька. Кіровоградська область має найвищий показник ВВП в галузі сільського господарства в Україні, і на вартість сільськогосподарського виробництва також суттєво вплинуть зміни кліматичних умов у цьому столітті. У до середини сторіччя у Київській, Львівській та Житомирській областях відбудуться значні зміни кліматичних умов. При послідовному підвищенні посушливих та спекотних умов Київська та Чернівецька області будуть переживати екстремально високі температури, про що свідчить збільшення кількості тропічних ночей, і також може призвести до збільшення екстремальних погодних умов.

Найбільш значні втрати доходів домогосподарств та найбільше зростання бідності та нерівності через зниження вартості сільськогосподарського виробництва прогнозуються у Харківській, Кіровоградській, Львівській, Луганській та Житомирській областях. Хоча сільськогосподарська галузь займає відносно незначну частку у ВВП більшості цих областей, прогнозовані зміни вартості сільськогосподарського виробництва матимуть значні наслідки для заходів щодо подолання економічної нерівності. Економіка цих областей буде найбільш піддатливою щодо зростання цін на продукти харчування та зниження доходів сільськогосподарського виробництва через потепління клімату. Львівська та Житомирська області мають найбільшу схильність до скорочення прогнозованих опадів навесні та влітку у відносному вимірі разом з потенційними втратами вартості сільськогосподарської продукції в найближчому майбутньому.

Можливості та пріоритети боротьби зі зміною клімату

Україна повинна вжити заходів для подолання потенційних ризиків і використання можливостей, які спричинить зміна клімату для сільського та лісового господарства, та, у свою чергу, для засобів до існування населення та рівня бідності по всій країні. На основі аналізу, представленого в цьому звіті, а також міжнародного досвіду, рекомендовано реалізовувати наступні дії за наступними трьома широкими напрямками:

- **Зміцнення інституцій, політики та планування**
- **Підвищення науково-дослідного потенціалу**
- **Сприяння переходу до кліматично збалансованого сільського та лісового господарства**

Зміцнення інституцій, політики та планування

Створення інституційного механізму національного рівня для координації політики та дій щодо протидії зміни клімату в усіх галузевих міністерствах. Для того, щоб підготувати критично важливі галузі, такі як енергетика, інфраструктура, охорона здоров'я та сільське господарство до подолання впливу зміни клімату, будуть необхідні оцінка фіскального ризику боротьби зі зміною клімату, політика та планування і виділення бюджету для боротьби зі зміною клімату.

Створення механізму для інтеграції заходів щодо протидії зміни клімату в рамках Міністерства аграрної політики та продовольства України (МАП). Посилення експертизи та функцій відомства в сфері зміни клімату забезпечить МАП необхідними знаннями та технічними можливостями для

підтримки ефективної та узгодженої кліматичної політики та програм для фермерів. Для МАП також важливо регулярно проводити оцінку кліматичної вразливості сільського господарства та розробляти плани дій (кожні п'ять років).

Включення оцінки ризику зміни клімату в планування розвитку області. Проведення більш комплексної оцінки впливу на обласному рівні буде важливим для визначення конкретних аспектів кліматичних ризиків для планування розвитку та адаптації заходів відповідно до потреб галузей в області, які стикаються з найбільшим ризиком.

Підвищення науково-дослідного потенціалу

Підвищення інституційної спроможності для збору, підтримки, аналізу та поширення кліматичних даних через Національний центр кліматичних ресурсів. Посилення потенціалу Українського гідрометеорологічного інституту (УГМІ) та Українського гідрометеорологічного центру (УГМЦ) для виконання функцій в якості Національного кліматичного ресурсного центру (НКРЦ). Обидві установи належать до сфери управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій, і їх об'єднання під егідою НКРЦ може забезпечити проведення систематичних досліджень з гідрометеорології, агрометеорології та кліматичних наук, включаючи підготовку сучасних кліматичних прогнозів, оцінку ризиків та впливів на галузевому, національному та регіональному рівнях. Це допоможе посилити спроможності та ресурси УГМІ та УГМЦ для здійснення аналізу та управління великими даними для цілей кліматичного планування. Це дослідження перекриває значну прогалину в даних шляхом створення понад двох терабайт надзвичайно деталізованих даних про низку кліматичних індикаторів для України з використанням останніх доступних глобальних та регіональних кліматичних моделей. Необхідно продовжити аналіз та оновлення цих даних для суб-національного планування заходів адаптації, що потребуватиме значного апаратного та програмного забезпечення, а також наявності підготовленого персоналу в зазначених установах. Це також допоможе Україні взяти участь і скористатися перевагами експерименту EURO-CORDEX⁵ та розробити, значним чином, дезагреговані кліматичні прогнози, які можна використовувати для оцінки кліматичних ризиків у різних секторах національної економіки та на суб-національному рівні.

Сприяння переходу до кліматично збалансованого сільського та лісового господарства

Сприяння веденню кліматично орієнтованого сільського господарства, включно з покращенням управлінням ґрунтами і водними ресурсами (наприклад, за допомогою контурної оранки, контурного обгортання, ресурсоощадливого обробітку ґрунту, поверхневого мульчування, відновлення рослинності та лісовідновлення на територіях навколо сільськогосподарських угідь), агролісового господарства (висадка дерев і сільськогосподарських культур в різному поєднанні), використання посухостійких сортів основних і покривних культур, а також розширення ландшафтного різноманіття та зв'язуваності для підвищення здатності екосистем пристосовуватися до мінливих кліматичних умов і стресів. Підтримка або відновлення прибережних територій, водно-болотних угідь, торфовищ та заплав з тим, щоб допомогти регулювати водний баланс та зменшити ерозію ґрунту, заохочувати фермерів до управління неорними землями через програми агротуризму та еко-туризму для підтримки біорізноманіття та

⁵ EURO-CORDEX це європейський підрозділ міжнародної ініціативи CORDEX - програми, що впроваджується за підтримки Всесвітньої програми дослідження клімату (ВПДК) для організації, скоординованої на міжнародному рівні, структури з метою створення покращених регіональних прогнозів зміни клімату для всіх сухопутних регіонів у всьому світі. Див. <https://euro-cordex.net/>.

природних середовищ існування. Ці підходи продемонстрували свою здатність захищати сільське господарство від екологічних та кліматичних стресів.

Пропагування використання інформаційних систем серед фермерів і технологій високоточного землеробства. Передача фермерам надійних та доступних знань про кліматично збалансоване сільське господарство та підвищення їх здатності до адаптації. Інформаційна система для фермерів за допомогою мобільних, онлайн-ових та особистих консультаційних послуг буде мати ключову роль у підвищенні обізнаності та початку реалізації дій на місцях. Сприяння використанню високоточного землеробства (включаючи технологію перемінного нормування, або ТПН, дистанційний збір даних та БПЛА) допомогло б підштовхнути Україну в бік використання більш екологічно чистих технологій за рахунок зменшення втрат води та інших ресурсів. Для розробки та підтримки таких систем Україна може використовувати свої значні потужності та великий людський потенціал у сфері інформаційних технологій.

Поліпшення адресності програм субсидій та розробка продуктів страхування від кліматичних ризиків. Систему сільськогосподарських позик та субсидій можна було б реформувати та спрямувати в кращий спосіб з тим, щоб стимулювати прийняття фермерами розумних кліматичних технологій. Інший підхід полягав у підвищенні стійкості фермерів до зміни клімату шляхом охоплення залишкових ризиків, які не вирішуються за допомогою заходів з адаптації. Такі продукти, як параметричне страхування врожаю, допоможуть у районах, де очікуються несприятливі погодні явища, такі як посуха та довготривалі періоди аномальної спеки, а можливості для адаптації - обмежені. Як частина ширшої стратегії адаптації, індексне страхування врожаю захищає інвестиції фермерів від погодної нестабільності та кліматичної невизначеності.

Оскільки лісове господарство потребує сталого управління з довгостроковим плануванням кліматичних ризиків, надзвичайно важливо включити управління кліматичними ризиками до майбутньої «Лісової стратегії до 2030 року» та пов'язаних з нею планів країни щодо лісовідновлення/заліснення. Національний кадастр лісів, що регулярно оновлюється, стане ключовим інструментом, крім польових випробувань, для моніторингу росту та планування висадження деревини. Збільшення спроможностей в сфері геопросторових технологій має важливе значення для боротьби з лісовими пожежами. Важливо здійснювати планування в цьому секторі, оскільки він впливає на гідрологічний баланс і умови ґрунтів для сільського господарства.