

DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.02.338>

JEL classification: D58, C68, N50, Q54

UDC: 504.056:574

Василь БРИЧ

доктор економічних наук, професор,
директор навчально-наукового інституту інноватики, природокористування та інфраструктури,
Західноукраїнський національний університет, Україна

E-mail: v.brych@wunu.edu.ua

ORCID ID: 0000-0002-4277-5213

Олена БОРИСЯК

доктор економічних наук,
старший викладач кафедри транспорту і логістики,
Західноукраїнський національний університет, Україна

E-mail: o.borysiak@wunu.edu.ua

ORCID ID: 0000-0003-4818-8068

Вадим БРИЧ

Західноукраїнський національний університет, Україна

E-mail: brychvadym1@gmail.com

ORCID ID: 0009-0001-6868-1979

ОЦІНКА РИЗИКІВ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В АГРАРНОМУ ПРИРОДОКОРИСТУВАННІ

АНОТАЦІЯ

Зростання чутливості до зміни клімату зумовлює перезавантаження розуміння сталого розвитку у напрямі посилення кліматичної нейтральності та раціонального природокористування. Ідентифікація ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні зумовлює необхідність у впровадженні ефективних кліматично-нейтральних інновацій. Зважаючи на це, стаття присвячена визначенню особливостей розвитку сільського господарства в умовах воєнного стану та переходу до низьковуглецевої економіки, застосуванню комплексного підходу до оцінки впливу змін клімату на аграрне природокористування, формуванню матриці оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні. Застосування комплексного підходу до впровадження кліматично-нейтральних інновацій в аграрному природокористуванні полягає в комплексному аналізі взаємодії між кліматичними змінами та розвитком аграрного природокористування. Для оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні важливим етапом є виокремлення кліматичних факторів впливу (зміна температур, зміна опадів, екстремальні погодні явища, терміни вегетації, зміни рівня урожайності, ризики втрат врожаю). Встановлено, що найбільшими кліматичними факторами впливу на аграрне природокористування є зміна температур та зміна опадів, що зумовлюють найвищий рівень ризиків в аграрному природокористуванні (вплив на вегетацію, врожайність, вплив на зрошення). Перспективи подальших досліджень полягають у розробці механізму впровадження кліматично-нейтральних інновацій у управління аграрним природокористуванням.

© Василь Брич, Олена Борисяк, Вадим Брич, 2024

Отримано: 11.05.2024 р.

Рекомендовано до друку: 18.05.2024 р.

Опубліковано: 29.05.2024 р.



Ця стаття розповсюджується на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0, яка дозволяє необмежене повторне використання, розповсюдження та відтворення на будь-якому носії, за умови правильного цитування оригінальної роботи.

Як цитувати: Брич В., Борисяк О., Брич В. Оцінка ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні. *Економічний аналіз*. 2024. Том 34. № 2. С. 338-347. DOI: <https://doi.org/10.35774/econa2024.02.338>

Ключові слова: зміна клімату; аграрне природокористування; кліматична безпека; екологічна безпека; біоенергетика; циркулярна економіка; інклюзивний розвиток; кліматичний менеджмент підприємств; сталий розвиток сільського господарства; кліматичні ризики; кліматично-нейтральні інновації.

Статтю підготовлено у межах реалізації проекту з виконання наукового дослідження і розробки 2021.01/0416 «Впровадження кліматично-нейтральних інновацій в управління аграрним природокористуванням в контексті еколого-енергетичної безпеки України» за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

Вступ

Зміна клімату створює нові виклики, але також і нові можливості для розвитку економіки. Інвестиції у низьковуглецеве сільське господарство, ефективні технології та сталу інфраструктуру можуть сприяти зниженню вуглецевого сліду.

Слід зауважити, що зміна клімату є глобальною проблемою, і її вирішення потребує глобального співробітництва всіх країн. Оцінка впливу клімату на аграрне природокористування є важливим інструментом для побудови міжнародних партнерств та розробки спільних стратегій для зниження впливу зміни клімату. Особливе значення має впровадження кліматично-нейтральних інновацій в аграрне природокористування як способу переходу до низьковуглецевої економіки. На цьому шляху, актуальним питанням є проведення оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні.

Аспекти зміни клімату, наслідки його впливу на господарську діяльність досліджується як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями. Зокрема, у наукових доробках аналізують позитивні та негативні аспекти зміни клімату для галузей економіки [1], пропонують заходи з посилення розвитку ринку відновлюваної енергетики, зокрема біоенергетики (Гальчинська Ю. [2], Степанова І. [3]), аналізують міжнародний досвід адаптації до зміни клімату і можливості його застосування в умовах України (Іванюта С., Коломієць О., Малиновська О., Якушенко Л. [4]), оцінюють ризики зміни клімату для світової економіки (Timothy M Lenton [5]) та ін. У науковій літературі [6-8.] кліматичний менеджмент розглядається як управлінський інструмент на рівні підприємства у розрізі дослідження питань екології та змін клімату, ефективності

переходу на відновлювані джерела енергії, впровадження кліматично-нейтральних інновацій, а також загалом реалізації цілей сталого розвитку. Козюк В. В. і Длугопольський О. В. [9], аналізуючи наукові доробки щодо визначення категорії «екологізація», відзначають на особливостях «екологізації національних економік, що дозволяє забезпечувати потреби нинішнього покоління без завдання шкоди можливостям майбутнього покоління задовольнити свої власні потреби, важливість екологічно орієнтованих інвестицій, проведенні оцінки ризиків від впровадження екологічних дій» [9].

Таке зміщення принципів економічного розвитку свідчить про необхідність створення умов для інклюзивного сталого зростання [10], що передбачає включення усіх у цей процес і забезпечення інтересів усіх. Загалом серед інструментів переходу до низьковуглецевого розвитку економіки розглядається екологічна освіта [11], формування системи екологічного оподаткування [12, с. 120], циркулярне використання ресурсів [13-14] та ін. Вирішення питання ресурсозабезпечення і відповідальне споживання ресурсів розглядається через зміцнення регіонів, «поширення глобалізаційних процесів через мережу міст-регіонів, включення у процес розвитку глобальної економіки систем і механізмів, дія яких обмежена певними регіональними рамками, обґрунтовуючи це положеннями біорегіоналізму, згідно якого регіональна політика має забезпечувати отримання і розпорядження спадщиною, яку населення певної території чи місця проживання отримало від предків» [15, с. 44, 145-146]. Зокрема, у контексті інтеграції кліматично-нейтральної складової у систему сталого розвитку сільського господарства та енергетики [16], особливе значення має розвиток кроссекторальної взаємодії на засадах

циркулярної економіки та смарт-управління як базису для створення кліматичних агро-енергетичних кластерів.

Проведений огляд наукових доробків свідчить про актуальність питання щодо розробки заходів з попередження, адаптації та пом'якшення зміни клімату у різних сферах. Сьогодні збалансоване аграрне природокористування включає засади кліматичної нейтральності та ресурсощадливості. На цьому шляху ефективність впровадження кліматично-нейтральних інновацій напряму залежить від рівня оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні. зростає роль моніторингу забезпечення природними ресурсами, зокрема агросировиною належить до стратегічних цілей.

Мета статті

Метою статті є визначення особливостей розвитку сільського господарства в умовах воєнного стану та переходу до низьковуглецевої економіки, застосування комплексного підходу до оцінки впливу змін клімату на аграрне природокористування, формування матриці оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні.

Виклад основного матеріалу дослідження

До повномасштабного вторгнення російського агресора сільське господарство в Україні мало значну частку у ВВП (понад 10%), і враховуючи переробку сільськогосподарської продукції, ця частка мала тенденцію збільшуватися до 16%. Україна була в числі лідерів у світовому виробництві продуктів харчування, таких як олія соняшникова, ріпак та ячмінь. Це підтверджується її першим місцем у світі з торгівлі олією соняшниковою. А сама, торгівля сільськогосподарською продукцією та продовольчими товарами мала великий обсяг і приносила значний дохід Україні. Вона становила 41% усього експорту та приблизно 22 мільярди доларів США. До 2022 року розвиток сільського господарства в Україні підтримувався переходом від екстенсивного росту (за рахунок збільшення земельного банку) до інтенсивного росту, зокрема через поліпшення технологій, розвиток переробки та оновлення технічного парку.

В умовах воєнного стану блокування морських портів призвело до дуже значного скорочення експорту сільськогосподарської продукції з 6-7 мільйонів тон на місяць до 1,5 мільйонів тон, що є серйозними втратами для сектора. Таке зменшення обсягів експорту спричинило падіння внутрішніх цін на сільськогосподарську продукцію нижче рівня собівартості. Оцінка Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН показує, що прямі втрати активів аграрної галузі складають близько 6 мільярдів доларів США. Воєнні дії призвели до пошкодження більше 5% земель сільськогосподарського призначення та істотні руйнування об'єктів інфраструктури, що включають сільськогосподарську, складську, транспортну, енергетичну та переробну промисловість. Зростання цін на добрива, паливо та насіння призвело до збільшення вартості виробництва сільськогосподарської продукції. В умовах воєнного стану «серед проблем фермерських господарств також виділяють недостатність кваліфікованих працівників; слабкий захист прав власності та рейдерство; проблеми у розрахунках із торговими мережами; ризики, пов'язані із можливістю відімкнення електроенергії; непередбачувані дії держави, постійні зміни законодавства» [17].

Збройна агресія проти України зумовила знищення сотень гектарів різноманітних та рідкісних біогеоценозів, техногенне забруднення та знищення екосистем. Це загрожує якісному вирощуванню сільськогосподарських культур та призводитиме до зменшення врожаю та продуктивності сільського господарства. «Розглядаючи наслідки впливу воєнних дій на території України на навколишнє середовище, можна виділити такі основні напрямки: безпосереднє масове потрапляння в довкілля токсичних хімічних речовин, які є продуктами використання військової техніки і компонентами боєприпасів, вибухівки, ракет та ракетного палива; знищення довкілля через фізичний вплив: пожежі, вибухи, пошкодження ґрунту тощо; руйнування довкілля через техногенні катастрофи, спричинені обстрілами промислових підприємств (масові викиди аміаку, хлору, азотної кислоти та ін.)» [18, с. 73].

Перехід до низьковуглецевого сільського господарства в умовах воєнного стану України передбачає застосування комплексного підходу до впровадження кліматично-нейтральних інновацій в аграрному природокористуванні. У цьому контексті, пріоритетне значення має формування синергетичного зв'язку між інструментами забезпечення продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки. Саме технологічне оновлення агропромислового сектору допомагає забезпечити стійкість постачання продуктів харчування, енергії з відновлюваних джерел енергії (у тому числі з агробіомаси) для населення, зокрема:

- високотехнологічні методи сільського господарства дозволяють ефективніше використовувати земельні ресурси, воду, добрива та енергію, що особливо важливо в умовах війни, коли ресурси можуть бути обмеженими;
- технологічний розвиток агропромислового комплексу дозволяє збільшити виробництво продуктів харчування, що є критично важливим у воєнний час, коли може бути обмежена зовнішня торгівля;
- технологічне оновлення дозволяє покращити якість продукції та зробити її конкурентоспроможною на ринку; це може підвищити внутрішню та зовнішню збутову потужність агропромислового сектору;
- екологічні зміни в результаті воєнних дій можуть призвести до непередбачуваних ускладнень у вирощуванні сільськогосподарських культур; використання сучасних технологій може допомогти агропромислому сектору адаптуватися до цих змін;
- розвинутий агропромисловий комплекс може забезпечити робочі місця та дохід для сільського населення, забезпечуючи соціальну та економічну стабільність країни навіть в умовах війни;
- розвинутий агропромисловий сектор може створити резерви продовольчих ресурсів для військових та цивільних потреб під час конфлікту.

Зважаючи на це, змістом застосування комплексного підходу до впровадження кліматично-нейтральних інновацій в аграрному природокористуванні є оцінка ризиків зміни

клімату, що базується на комплексному аналізі взаємодії між кліматичними змінами та розвитком аграрного природокористування (рис. 1). Зокрема, в основі методики оцінки впливу клімату на аграрне природокористування лежить алгоритм дій. Так, першим кроком є збір релевантних даних, включаючи кліматичні дані (температура, опади, екстремальні явища), економічні показники (ВВП, зайнятість, інвестиції), дані про виробництво, торгівлю, енергетику тощо.

З метою подальшої конкретизації результатів доцільно визначити показники, які будуть вказувати на вплив змін клімату на аграрне природокористування. Тобто можна сформулювати перелік індикаторів впливу. На основі індикаторів та акумульованої інформації можливим є застосування статистичних розрахунків та економіко-математичних моделей, що дозволить визначити зони ризику та провести їх градацію за рівнем впливу, що, у свою чергу, дозволить економічно обґрунтувати подальші заходи з адаптації та попередження зміни клімату в аграрному природокористуванні.

Для оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні важливим етапом є виокремлення кліматичних факторів впливу. У табл. 1 сформовано фактори впливу змін клімату на аграрне природокористування.

З метою подальшої конкретизації результатів доцільно визначити показники, які будуть вказувати на вплив змін клімату на аграрне природокористування. Тобто можна сформулювати перелік індикаторів впливу. На основі індикаторів та акумульованої інформації можливим є застосування статистичних розрахунків та економіко-математичних моделей, що дозволить визначити зони ризику та провести їх градацію за рівнем впливу, що, у свою чергу, дозволить економічно обґрунтувати подальші заходи з адаптації та попередження зміни клімату в аграрному природокористуванні.

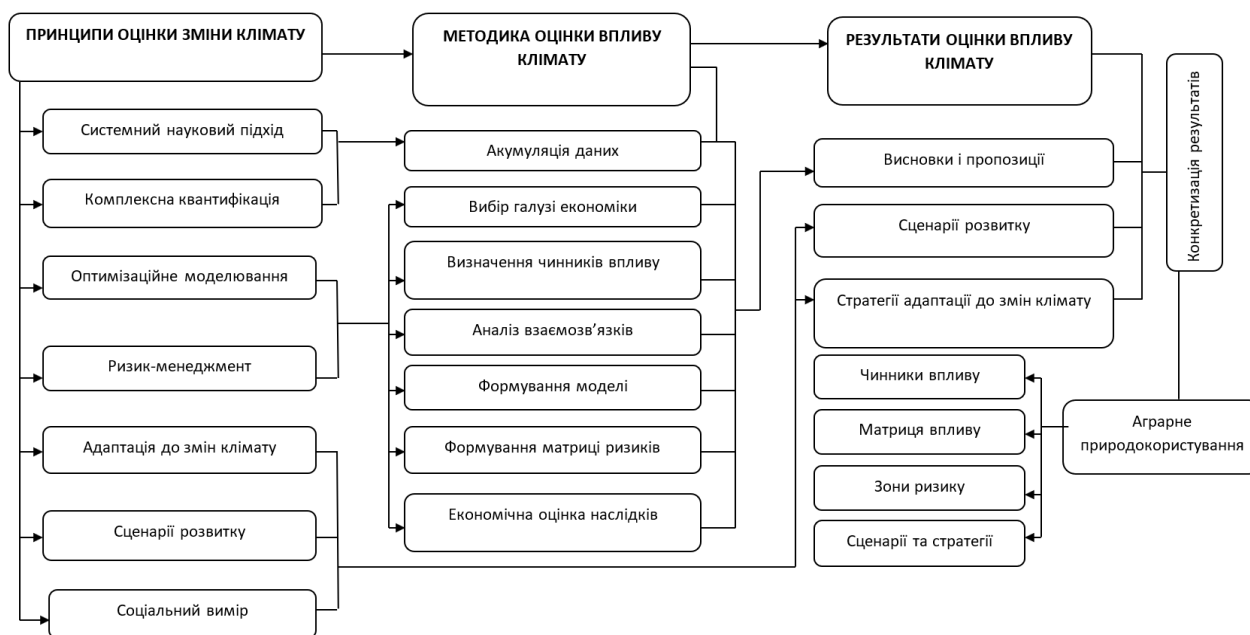


Рис. 1. Комплексний підхід до оцінки впливу змін клімату на аграрне природокористування

Джерело: Авторська розробка.

Для оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні важливим етапом є виокремлення кліматичних факторів

впливу. У табл. 1 сформовано фактори впливу змін клімату на аграрне природокористування.

Таблиця 1. Фактори впливу змін клімату на аграрне природокористування

Фактори впливу	Характеристика	Показники впливу
Зміна температур	Збільшення середніх та екстремальних температур	Середньорічна температура, кількість теплих/холодних днів
Зміна опадів	Зміни в розподілі та інтенсивності опадів	Річний об'єм опадів, тривалість суші та засух
Екстремальні погодні явища	Зростання кількості інтенсивних стихійних подій	Кількість повеней, граду, злив
Терміни вегетації	Зміна часу росту і розвитку рослин	Дата останнього весняного морозу, дата початку та завершення вегетації
Зміни рівня урожайності	Вплив клімату на врожайність культур	Врожайність пшениці, картоплі, тощо
Ризики втрат врожаю	Ризики, пов'язані зі зміною клімату	Ризик посух, хвороб, шкідників

Джерело: авторська розробка.

У методології ЄС запропоновано проводити градацію із визначенням рівня значимості [19, с. 16] на основі якої відповідно до запропонованої методики (рис. 1) можна сформулювати матрицю оцінки ризиків

кліматичних змін на аграрне природокористування та визначити зони ризику кліматичних змін в аграрному природокористуванні (табл. 2).

Таблиця 2. Матриця оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні

Чинник впливу	Ризик	Рівень значимості
Зміна температур	Вплив на вегетацію та врожайність	Дуже високий
Зміна опадів	Вплив на зрошення, полив, врожайність	Дуже високий
Екстремальні погодні явища	Ризики повеней, граду, посух	Високий
Зміна тривалості вегетації	Вплив на час початку та завершення росту	Середній
Зміна вологості ґрунту	Вплив на доступність води для рослин	Середній
Зміна розподілу опадів	Вплив на стійкість вирощуваного урожаю	Середній
Зміна погодних екстремумів	Вплив на ризики урожайних втрат	Середній
Зміна виробництва CO ₂	Вплив на фотосинтез та врожайність	Низький
Зміна шкідливих організмів	Збільшення ризику шкідників та хвороб	Низький
Зміна географічних зон	Зміна придатності для вирощування культур	Незначний

Джерело. Сформовано на основі [19].

Розрахувавши відносну величину рівнів значимості можемо отримати візуалізацію у вигляді діаграми рівня впливу кліматичних

ризиків на аграрне природокористування (рис. 2).

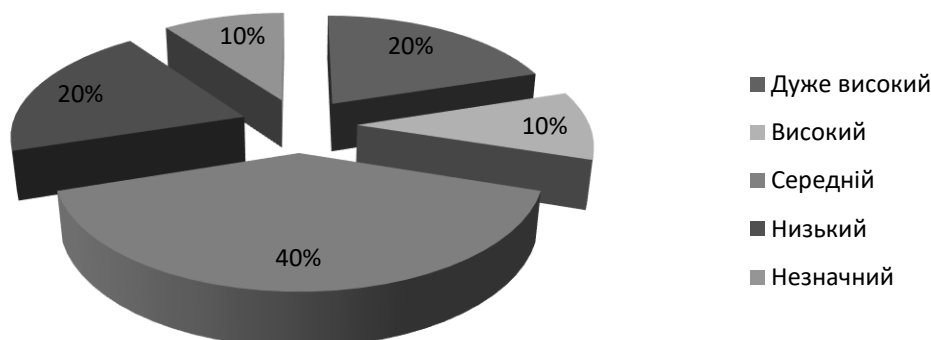


Рис. 2. Відносна величина ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні за рівнем значимості

Джерело: побудовано на основі проведених досліджень.

Результатом оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні є розробка стратегії адаптації аграрного природокористування до змін клімату, що передбачає комплексний підхід та застосування різноманітних заходів для зменшення саме негативних впливів та забезпечення стійкого розвитку.

Висновки та перспективи подальших розвідок

Стратегія адаптації аграрного природокористування до зміни клімату передбачає комплексний підхід та прийняття заходів для зменшення впливу сільського господарства на зміну клімату та забезпечення стійкого та ефективного виробництва та споживання агропродукції. Основною метою є зниження викидів парникових газів, підвищення використання відновлюваних

джерел енергії та забезпечення ефективного використання природних ресурсів.

Особливе значення має застосування комплексного підходу до впровадження кліматично-нейтральних інновацій в аграрному природокористуванні, що полягає в комплексному аналізі взаємодії між кліматичними змінами та розвитком аграрного природокористування. Для оцінки ризиків кліматичних змін в аграрному природокористуванні важливим етапом є виокремлення кліматичних ризиків впливу (зміна температур, зміна опадів, екстремальні погодні явища, терміни вегетації, зміни рівня урожайності, ризики втрат врожаю). Це є

базисом для формування матриці впливу та визначення зони ризику кліматичних змін в аграрному природокористуванні. Зокрема, найбільшими кліматичними ризиками впливу на аграрне природокористування є зміна температур та зміна опадів зумовлюють найвищий рівень ризиків в аграрному природокористуванні (вплив на вегетацію, зріз та врожайність, вплив на зрошення, полив, врожайність). Зважаючи на це, перспективи подальших досліджень полягають у розробці механізму впровадження кліматично-нейтральних інновацій в управлінні аграрним природокористуванням.

Статтю підготовлено у межах реалізації проекту з виконання наукового дослідження і розробки 2021.01/0416 «Впровадження кліматично-нейтральних інновацій в управлінні аграрним природокористуванням в контексті еколого- енергетичної безпеки України» за рахунок грантової підтримки Національного фонду досліджень України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України : монографія / За ред. доктора фізико-математичних наук, професора С. М. Степаненка, доктора географічних наук, професора А. М. Польового. Одеса : «Екологія», 2011. 697 с.
2. Гальчинська Ю. М. Розвиток біоенергетичного ринку України на засадах маркетингу : дис. на здоб. наук. ступ. докт. екон. наук : 08.00.03 – економіка та управління національним господарством. Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2019. 500 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_galchinska.pdf
3. Степанова І. Проблеми забезпечення агросировиною твердопаливного сектора біоенергетики в Україні. *Agricultural and Resource Economics : International Scientific E-Journal*. 2017. Vol. 3. № 4. 135–146. URL: www.are-journal.com
4. Зміна клімату : наслідки та заходи адаптації : аналіт. доповідь / С. П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко ; за ред. С. П. Іванюти. К. : НІСД, 2020. 110 с.
5. Timothy M. Lenton. Tipping points in the climate system. *Weather*. 2021. 76 (10), 325–326. URL: <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.4058>
6. Bielova O. Features of climate and ecological management and marketing as the basis for sustainable strategic development of a modern enterprise. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2021. № 3(63). С. 109–115. DOI: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2021-63-109-115>
7. Борисяк О. В. Кліматичний менеджмент підприємств як інструмент зміцнення еколого-енергетичної безпеки. *Підприємництво та інновації*. 2022. Вип. 24. С. 49–54. DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-3583/24.8>

8. Борисяк О.В. Перехід до кліматично-нейтральних інновацій підприємств на енергетичному ринку. *Інфраструктура ринку*. 2022. № 67. С. 92-97. DOI: <https://doi.org/10.32843/infrastructure67-17>
9. Козюк В. В., Длугопольський О. В. Екологізація в новітній парадигмі держави добробуту. *Сталий розвиток країни в рамках Європейської інтеграції* : Тези міжнародної вузівської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих учених ЖДТУ (м. Житомир, 27 жовтня 2016 р.). Житомир: ЖДТУ, 2016. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/5542/139.pdf?sequence=1>
10. Манцуров І. Г. Інклюзивний розвиток як основа протидії глобальним викликам сьогодення. *Економіка України*. 2018. № 10. С. 71-87. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2018_10_6
11. Екологічний вимір держави добробуту : монографія / Козюк В. В., Длугопольський О. В., Гайда Ю. І., Івашук Ю. П., Шиманська О. П., Возний К. З., Длугопольська Т. І. / за наук. ред. В.В. Козюка. Київ : Видавництво Ліра-К, 2019 , 224 с.
12. Koziuk V., Hayda Yu., Dluhopolskyi O., Martyniuk V., Klarkiv Yu. Efficiency of environmental taxation in european countries: comparative analysis. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. № 5. P. 115-121. DOI: <https://doi.org/10.33271/nvngu/20205/115>
13. Shevchenko T., Danko Y. Progress towards a circular economy: new metric for circularity measurement based on segmentation of resource cycle. *International Journal of Environment and Waste Management*. 2021. Vol. 28. No 2. P. 240-262. URL: <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEWEM.2021.117195>
14. Zielińska A. A comparative analysis of reverse logistics implementation for waste management in Poland and other European Union countries. *Journal of International Studies*. 2020. Vol. 13. No 4. P. 171-183. DOI: [10.14254/2071-8330.2020/13-4/12](https://doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-4/12)
15. Сталий розвиток України в контексті формування нового світового економічного і фінансового порядку : монографія / А. І. Крисоватий, Є. В. Савельєв, А. Д. Войцещук [та ін.] ; за наук. ред. А. І. Крисоватого, Є. В. Савельєва. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2019. 484 с.
16. Borysiak O., Wołowiec T., Gliszczyński G., Brych V., Dluhopolskyi O. Smart transition to climate management of the green energy transmission chain. *Sustainability*. 2022. 14(18), 11449; DOI: <https://doi.org/10.3390/su141811449>
17. Вплив війни на стан аграрної галузі в Україні. URL: <https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf>
18. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куц М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни Росії проти України. Електронне науково-популярне видання. 2022. 84 с. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>
19. Посилення спроможності регіональних та місцевих органів влади для впровадження та застосування законодавства ЄС у сферах захисту навколишнього середовища, протидії кліматичним змінам та розвитку інфраструктурних проєктів. Методологія розробки стратегій адаптації до змін клімату та планів реалізації в трьох пілотних областях. 11.02.2022 р. 38 с.

REFERENCES

1. Stepanenko, S. M., & Polovoy, A. M. (Eds.). (2011). Assessment of the impact of climate change on the branches of the economy of Ukraine: Monograph. Odesa: Ecology.

2. Galchynska, Yu. M. (2019). Development of the bioenergy market of Ukraine on the basis of marketing: Dissertation for the degree of Doctor of Economic Sciences. Kyiv: National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Retrieved from https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u145/dis_galchinska.pdf
3. Stepanova, I. (2017). Problems of providing agricultural raw materials for the solid fuel sector of bioenergy in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 3(4), 135–146. Retrieved from www.are-journal.com
4. Ivanyuta, S. P., Kolomiets, O. O., Malinowska, O. A., & Yakushenko, L. M. (2020). Climate change: Consequences and adaptation measures: Analytical report. Kyiv: NISD.
5. Lenton, T. M. (2021). Tipping points in the climate system. *Weather*, 76(10), 325-326. Retrieved from <https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/wea.4058>
6. Bielova, O. (2021). Features of climate and ecological management and marketing as the basis for sustainable strategic development of a modern enterprise. *Scientific Notes of the "KROK" University*, 3(63), 109–115. <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2021-63-109-115>
7. Borysiak, O. V. (2022). Climate management of enterprises as a tool for strengthening environmental and energy security. *Entrepreneurship and Innovation*, 24, 49-54. <https://doi.org/10.32782/2415-3583/24.8>
8. Borysiak, O. V. (2022). Transition to climate-neutral innovations of enterprises in the energy market. *Market Infrastructure*, 67, 92-97. <https://doi.org/10.32843/infrastructure67-17>
9. Kozyuk, V. V., & Dlugopolskyi, O. V. (2016). Greening in the new paradigm of the welfare state. In *Sustainable development of the country within the framework of European integration: Abstracts of the international university scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists of ZHTU* (pp. 139). Zhytomyr: State Technical University. Retrieved from <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/5542/139.pdf?sequence=1>
10. Mantsurov, I. G. (2018). Inclusive development as a basis for countering global challenges today. *Ukraine Economy*, 10, 71-87. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/EkUk_2018_10_6
11. Kozyuk, V. V., Dlugopolskyi, O. V., Hayda, Yu. I., Ivashuk, Yu. P., Shymanska, O. P., & Voznyi, K. Z. (2019). *Ecological dimension of the welfare state: A monograph*. Kyiv: Lira-K Publishing House.
12. Koziuk, V., Hayda, Yu., Dluhopolskyi, O., Martyniuk, V., & Klapkiv, Yu. (2020). Efficiency of environmental taxation in European countries: Comparative analysis. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5, 115-121. <https://doi.org/10.33271/nvngu/20205/115>
13. Shevchenko, T., & Danko, Y. (2021). Progress towards a circular economy: New metric for circularity measurement based on segmentation of resource cycle. *International Journal of Environment and Waste Management*, 28(2), 240-262. Retrieved from <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJEW.2021.117195>
14. Zielińska, A. (2020). A comparative analysis of reverse logistics implementation for waste management in Poland and other European Union countries. *Journal of International Studies*, 13(4), 171-183. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2020/13-4/12>

15. Krysovaty, A. I., Saveliev, E. V., & Voytshchuk, A. D. (2019). Sustainable development of Ukraine in the context of the formation of a new world economic and financial order: A monograph. Ternopil: Yu. V. Osadtsa.
16. Borysiak, O., Wołowiec, T., Gliszczyński, G., Brych, V., & Dluhopolskyi, O. (2022). Smart transition to climate management of the green energy transmission chain. *Sustainability*, 14(18), 11449. <https://doi.org/10.3390/su141811449>
17. The impact of the war on the state of the agricultural industry in Ukraine. Retrieved from <https://economics.org.ua/images/Analitika-agro-sector2023.pdf>
18. Angurets, O., Khazan, P., Kolesnikova, K., Kush, M., Chernokhova, M., & Havranek, M. (2022). Consequences for the environment of Russia's war against Ukraine. *Electronic Popular Scientific Edition*. Retrieved from <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>
19. Strengthening the capacity of regional and local authorities to implement and apply EU legislation in the areas of environmental protection, climate change mitigation and infrastructure project development. Methodology for developing climate change adaptation strategies and implementation plans in three pilot areas. (2022).

Vasyl Brych, Doctor of Economic Sciences, Professor, Director of Education and Research Institute of Innovation, Nature Management and Infrastructure, West Ukrainian National University, Ukraine

Olena Borysiak, Doctor of Economic Sciences, Senior Lecturer of the Department of Transport and Logistics, West Ukrainian National University, Ukraine

Vadym Brych, West Ukrainian National University, Ukraine

Assessing climate change risks in agricultural nature management

Abstract

The increasing sensitivity to climate change is leading to a reset in the understanding of sustainable development towards enhancing climate neutrality and rational environmental management. Identifying the risks of climate change in agricultural natural resource management necessitates the introduction of effective climate-neutral innovations. In this regard, the article is devoted to defining the peculiarities of agricultural development under martial law and transition to a low-carbon economy, applying an integrated approach to assessing the impact of climate change on agricultural natural resources, and forming a matrix for assessing the risks of climate change in agricultural natural resources. The application of an integrated approach to the introduction of climate-neutral innovations in agricultural natural resource management is based on a comprehensive analysis of the interaction between climate change and the development of agricultural natural resource management. In order to assess the risks of climate change in agricultural natural resource management, an important step is to identify climate impact factors (temperature changes, precipitation changes, extreme weather events, growing season, changes in yields, risks of crop losses). It has been established that the largest climatic factors of influence on agricultural natural resource use are temperature change and precipitation change, which cause the highest level of risks in agricultural natural resource use (impact on vegetation, yield, impact on irrigation). Prospects for further research are to develop a mechanism for introducing climate-neutral innovations in the agricultural natural resource management.

Keywords: climate change; agrarian nature management; climate security; environmental security; bioenergy; circular economy; inclusive development; climate management of enterprises; sustainable agricultural development; climate risks; climate-neutral innovations.

The article was prepared within the framework of the research and development project 2021.01/0416 "Introduction of climate-neutral innovations into agricultural nature management within the context of ecological and energy security of Ukraine" through grant support of the National Research Foundation of Ukraine.