

ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СТАЛОГО ПРОСТОРОВОГО АГРАРНОГО ЗЕМЛЕГОСПОДАРЮВАННЯ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Є.В. Мішенін¹, О.М. Дутченко², І.Є. Ярова³

¹Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

²Сумський коледж економіки та торгівлі (м. Суми, Україна)

³Сумський державний університет (м. Суми, Україна)

e-mail: eugeniy_mishenin@yahoo.com; ORCID: 0000-0003-1597-3270

e-mail: o.dutchenko@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3515-104X

e-mail: zhs813@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9840-131X

У цій статті зосереджено увагу те, що ступінь антропогенного (екодеструктивного) впливу на стан сільськогосподарського виробництва є основним критерієм оцінки розвитку сталого просторового землекористування при певних еколого-економічних обмеженнях. Мета дослідження полягає у моделюванні еколого-економічної оцінки трансформації територіально-просторового аграрного землекористування на різних рівнях господарювання з урахуванням дії антропогенних (екодеструктивних) чинників для забезпечення сталого управління земельними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін. Так, методологію територіально-просторового аналізу ефективності трансформації сучасного сільськогосподарського землекористування, використання земельно-ресурсного потенціалу спрямовано на визначення його цілісної оцінки як системно-комплексного явища. У роботі запропоновано економіко-математичну модель для розрахунку оптимальної структури посівних площ шляхом розміщення сільськогосподарських культур між виробничими структурами різного рівня господарювання з урахуванням їх чутливості до дії окремого екодеструктивного (антропогенного) чинника. Розміщення сільськогосподарського виробництва на основі представленої моделі передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції з урахуванням мінімізації економічних збитків від антропогенних (екодеструктивних) чинників, зокрема, промислового забруднення атмосфери. Розглянуто можливості кількісної оцінки економічних наслідків зміни клімату в системі сільськогосподарського землекористування. Доведено, що оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сталого сільськогосподарського землекористування потребує розробки системи вартісних нормативів, що кореспондують із вхідними кліматичними параметрами. Наведено натуральні показники та регіональні коригувальні коефіцієнти виробництва сільськогосподарської продукції у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, з диференціацією по регіонах України. Представлено алгоритм економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництва. У дослідженні встановлено, що застосування у довгостроковому прогнозуванні оцінок залежності продуктивних показників сільського господарства від кліматичних чинників є необхідним елементом сталого управління аграрною сферою.

Ключові слова: антропогенний чинник, забруднення, економічний збиток, сільськогосподарське землекористування, територіально-просторовий розвиток.

ВСТУП

Збільшення небажаних та незворотних екодеструктивних процесів, антропогенних чинників у навколишньому середовищі, а саме активізація небезпечних геофізичних процесів, зміна клімату, забруднення атмосфери та земельних ресурсів обумов-

лює трансформацію територіально-просторового землекористування, що вимагає системного урахування еколого-економічних чинників у механізмах сталого управління агрогосподарюванням.

Практична реалізація сталого територіально-просторового землекористування з урахуванням дії антропогенних чин-

ників в умовах кліматичних змін потребує удосконалення процесів економіко-математичного моделювання агроекологічної результативності сільськогосподарського землекористування на різних ієрархічних рівнях господарювання (глобальному, національному, регіональному, локальному).

Мета статті полягає у моделюванні еколого-економічної оцінки трансформації територіально-просторового аграрного землегосподарювання на різних рівнях господарювання з урахуванням дії антропогенних (екодеструктивних) чинників для забезпечення сталого управління земельними ресурсами в умовах глобальних кліматичних змін.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проведений аналіз засвідчив, що теоретико-методичні основи збалансованого територіально-просторового аграрного землегосподарювання, ефективного розміщення сільськогосподарського виробництва в умовах посилення деградаційних процесів є важливою проблемою регіональної економіки, економіки земельних ресурсів та сільського господарства, а також екологічної економіки природокористування у контексті методології сталого розвитку.

Загальна методологія дослідження еколого-економічних проблем використання земельно-ресурсного потенціалу, ефективного функціонування регіональних аграрних земельно-господарських систем в умовах антропогенних (екосистемних) змін знайшли відображення в наукових працях, зокрема, О. Дорош [1], Є. Купінець [2], О. Фурдичка [3; 4], А. Третяка [5], О. Шкуратова [6].

Проблемам деградації сільськогосподарських земель та еколого-економічної оцінки їх наслідків (у т. ч. методами економіко-математичного моделювання) присвячено праці вітчизняних та зарубіжних учених, зокрема: Д. Добряка [7], Д. Бабміндра [8], Є. Бутенко, Р. Харитоненко [9; 10], С. Ігнацевича [11], Qi, X., Wang, R.Y. [12], Ramankutty, N., Mehrabi, Z. [13].

До того ж, аналіз наукових здобутків щодо розв'язання еколого-економічних проблем просторового аграрного землекористування свідчить, що теоретико-методичні основи та прикладні аспекти структурно-територіальної організації сільськогосподарських земель на різних ієрархічних рівнях господарювання потребують поглиблення у напрямі більш системного урахування екодеструктивних чинників у контексті глобальних кліматичних змін. Це вимагає застосування економіко-математичного моделювання щодо еколого-економічної оцінки результативності територіального аграрного землекористування на основі використання показників економічного збитку залежно від рівня дії антропогенного (екодеструктивного) чинника.

Слід також констатувати, що у вітчизняній аграрній науці домінує просторова концепція розвитку сільських територій [14–17]. Саме ця концепція і потребує застосування методології економічних збитків [16], яку саме ми і реалізували в цьому дослідженні.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Методологію територіально-просторового аналізу ефективності та результативності трансформації сучасного сільськогосподарського землегосподарювання, використання земельно-ресурсного потенціалу (капіталу) спрямовано на визначення його цілісної оцінки як системно-комплексного явища, яке досліджується і моделюється одночасно за такими напрямками, зокрема: ресурсним, еколого-економічним (зменшення економічного збитку від антропогенних чинників), територіальною оптимізацією структури посівних площ та ін.

Моделювання територіально-просторового підвищення ефективності сільськогосподарського землекористування є методичним підходом, що дає можливість вивчати особливості трансформації результативності агрогосподарювання з позиції зменшення та запобігання економічних збитків від дії антропогенних чинників в умовах глобальних кліматичних змін.

Теоретико-методологічною основою дослідження є провідні положення теорії сталого розвитку, регіональної економіки сільського господарства, а також розробки вітчизняних і зарубіжних учених із проблем оцінки економічних збитків від дії антропогенних чинників в аграрній сфері. В цьому дослідженні використовувалися такі основні наукові методи: *монографічний* — для вивчення й узагальнення чинників та процесів, що визначають особливості оцінки економічних збитків від екодеструктивних чинників у сільському господарстві; *абстрактно-логічний* — для визначення ґрунтовних положень оцінки економічного збитку у сфері землекористування; *системно-структурний* — для виявлення ключових положень, які визначають еколого-економічну основу структурної організації регіонального землекористування; *методи порівняння та аналізу* — для формування висновків і пропозицій щодо еколого-економічної оптимізації територіальної організації посівних площ на різних рівнях господарювання.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У цьому дослідженні зосереджено увагу на те, що ступінь антропогенного впливу на стан сільськогосподарського землекористування є основним критерієм оцінки сценарію розвитку збалансованого землегосподарювання при певних еколого-економічних обмеженнях. Від результатів еколого-економічної оцінки екодеструктивності землекористування [18] значною мірою залежать подальші дії особи, що ухвалює рішення відносно стратегії, наприклад, щодо структуризації посівних площ.

Еколого-економічна оцінка впливу глобальних кліматичних змін на ефективність сільськогосподарського землекористування. Представлено економіко-математичну модель, яку побудовано для розрахунку оптимальної структури посівних площ шляхом розміщення сільськогосподарських культур між виробничими структурами різного рівня господарювання з урахуванням їх сприйнятливості до дії

окремого досліджувального екодеструктивного (антропогенного) чинника.

Для запису моделі в математичному вигляді введено такі позначення:

- x_{kj} — обсяг виробництва j -ї продукції рослинництва в k -й зоні, ц;
- C_{kj} — вартісна оцінка одиниці j -ї продукції в k -й зоні, грн/ц;
- a_{fjk} — норма витрат f -го ресурсу виробництва j -ї продукції k -й зоні;
- b_{fk} — обсяг ресурсів f -го виду в k -й зоні;
- Q_j — необхідний обсяг виробництва j -ї продукції;
- y_{hj} — питомих натуральний показник зниження врожайності j -ї культури зумовлений дією окремого екодеструктивного (антропогенного) чинника у розрахунку на одиницю його прояву. Якщо це, наприклад, забруднення атмосфери, то маємо ц/га на 0,1 умовних мг/м³;
- S_{kj} — посівна площа j -ї сільськогосподарської культури у k -й зоні, га;
- R_k — рівень дії екодеструктивного (антропогенного чинника) у k -й зоні.

Для антропогенного чинника як забруднення атмосфери, цей параметр розраховується за формулою:

$$R_k = \sum_{i=1}^l q_{ki} \cdot A_i, \quad (1)$$

де q_{ki} — середньорічна концентрація i -ї забруднюючої речовини в повітрі k -ї зони; A_i — коефіцієнт відносної агресивності i -го інгредієнта для сільського господарства.

Цей рівень антропогенного чинника вимірюється в умовних мг/м³.

P_{fj} — вміст f -го ресурсу в одиниці j -ї продукції (наприклад, вміст кормових одиниць у центнері вівса, ячменю, сіна, соломи тощо); n — загальна кількість виробничих галузей (видів продукції); r — кількість зон (об'єктів розміщення).

Математичний запис моделі розміщення сільськогосподарського виробництва з умови мінімізації економічного збитку

від окремого антропогенного чинника виглядає так:

$$C = \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{k=1}^r C_{kj} \cdot x_{kj} - \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{k=1}^r y_{hj} \cdot C_{kj} \cdot S_{kj} \cdot R_k \rightarrow \max \quad (2)$$

Еколого-економічні обмеження такі:

1. Обмеження, яке показує, що витрати ресурсів j -го виду на виробництво всієї рослинницької продукції в k -й зоні не повинні перевищувати наявного їх обсягу:

$$\sum_{j=1}^n a_{fjk} \cdot x_{jk} \leq b_{fk} \quad (3)$$

2. Обмеження, яке гарантує необхідний асортимент виробництва рослинницької продукції:

$$\sum_{k=1}^r x_{jk} \geq Q_j \quad (4)$$

3. Обмеження, яке показує, що обсяг кормових ресурсів, одержуваних від рослинництва (без урахування покупних кормів), має забезпечувати потребу в них тваринницьких галузей:

$$\sum_{j=1}^n p_{fj} \cdot x_{jk} - \sum_{j=n+1}^m a_{fjk} \cdot x_{jk} \geq 0 \quad (5)$$

4. Обмеження, яке означає, що величина економічних збитків від дії антропогенного чинника не може бути більшою за виробництво валової продукції:

$$\sum_{j=1}^n y_{hj} \cdot C_{kj} \cdot S_{kj} \cdot R_k \leq \sum_{j=1}^n C_{kj} \cdot x_{kj} \quad (6)$$

5. Обмеження, яке показує, що виробництво будь-якого продукту не може бути від'ємним:

$$x_j > 0 \quad (7)$$

6. Обмеження, що показує обов'язковість наявності досліджуваного антропогенного чинника хоча в одній із зон розміщення виробництва. В іншому випадку

введення обмеження щодо мінімізації економічних збитків не має сенсу:

$$R_k > 0 \quad (8)$$

Удосконалення індикативних планів розміщення сільськогосподарського виробництва на базі описаної вище економіко-математичної моделі передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції на різних рівнях агрогосподарювання.

Якщо це антропогенний чинник — забруднення атмосфери, ґрунтів, то доцільно цю модель застосовувати на таких рівнях:

1. Між сільськогосподарськими підприємствами, розташованими у зоні дії антропогенного чинника щодо екологічно чистих територій, у межах однієї чи кількох агропромислових районних формувань.

2. Між господарствами агропромислового об'єднання (адміністративного району) у межах однієї промислово забрудненої зони.

3. Між виробничими структурами окремого сільськогосподарського підприємства.

Використання запропонованого підходу для оптимізації розміщення сільськогосподарського виробництва на вищому організаційному рівні (наприклад, між агропромисловими формуваннями областей та регіонів) має значні труднощі.

По-перше, тому, що одночасний розрахунок рівня забруднення атмосферного повітря над значною площею, вимагатиме збору та обробки величезного масиву вихідної інформації за джерелами викидів. По-друге, необхідність додаткового обліку економічних, ґрунтових, кліматичних та інших відмінностей у сільськогосподарському виробництві регіонів зробить модель громіздкою та малоефективною.

Практичне застосування запропонованого методу — вдосконалення розміщення посівних площ дасть змогу за мінімальних витрат досягти значного зниження негативних наслідків промислового забруднення атмосферного повітря, підвищуючи цим економічну ефективність сільськогосподарського виробництва.

Можливості кількісної оцінки економічних наслідків зміни клімату в системі сільськогосподарського землекористування. Оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сільськогосподарського землекористування потребує розробки системи вартісних нормативів, що кореспондують із вхідними кліматичними параметрами. Отже, процес адаптації сільського господарства до глобальних кліматичних змін має бути спрямовано на встановлення кількісних значень взаємозв'язку чинників середовища та об'єктів сільського господарства [19]. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати такі основні завдання:

- обґрунтування необхідних компонентів інформаційної системи об'єкта, значимих із погляду встановлення взаємозв'язку з кліматичним комплексом;
- статистичне відстеження виділених параметрів з урахуванням чинника часу;
- побудова на базі отриманих масивів статистичної інформації рівнянь регресії та їх аналіз;
- розробка статистичних моделей та отримання на їх основі питомих нормативів впливу клімату на функціонування сільськогосподарського виробництва;
- апробація системи нормативів шляхом укрупненої еколого-економічної оцінки збитків внаслідок стійких змін клімату.

Теоретичною основою для виконання цих досліджень є відомі закономірності залежності зростання, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур від чинників довкілля.

До основних чинників належать світло, тепло, волога і повітря, тому що вони безпосередньо впливають на рослини. Додаткові чинники (вітер, хмарність, туман та ін.) відіграють другорядну роль, непряму роль, коригуючи дії основних чинників. Провідні метеорологічні чинники впливають на всі організми впродовж усього періоду їхнього життя і на всій території їхнього зростання, тоді як додаткові, — переважно в окремі періоди та на обмежених територіях.

У зв'язку з викладеним вивчення впливу клімату на сільськогосподарське виробництво складається переважно з оцінки:

- термічних та частково світлових ресурсів вегетаційного періоду та його окремих частин;
- умов зволоження (опадів, вологість ґрунту та повітря) вегетаційного періоду та його окремих частин.

В агрометеорології існує велика кількість показників, що характеризують зв'язок «клімат — сільське господарство»: пльовіотермічний коефіцієнт (ПТК) І.Є. Бучинського [7], показник посушливості Н.В. Бова, коефіцієнт зволоження Н.М. Іванова та ін. У наших дослідженнях, як кліматичний чинник, використовувався гідротермічний коефіцієнт зволоження (ГТК) Г.Т. Селянінова [16]:

$$ГТК = \frac{R}{0,1\sum T}, \quad (9)$$

де R — сума опадів у період вегетації з температурою повітря вище 10°C , мм; $0,1\sum T$ — сума температур за той самий період, $^{\circ}\text{C}$.

Вибір ГТК обумовлений насамперед тим, що він є комплексним, що враховує як термічні ресурси, і умови зволоження вегетаційного періоду. Крім того, наразі у міжнародному масштабі ГТК є найчастіше використовуваним критерієм погоднокліматичних умов у сільському господарстві. Результативними ознаками, що впливають на формування врожайності та характеризують економічні умови сільськогосподарського виробництва, є такі чинники: внесення органічних добрив на 1 га ріллі, постачання мінеральних добрив на 1 га ріллі та фондозабезпеченість.

З проведеного аналізу можна зробити висновок, що погоднокліматичні умови вегетаційного періоду мають значний вплив на врожайність сільськогосподарських культур. Слід також зазначити, що, наприклад, підвищення ГТК у різних регіонах може мати як позитивний (підвищувати), і негативний (знижувати) вплив на врожайність однієї й тієї самої культури. Це пов'язано, насамперед із відмінностями у природнокліматичних умовах регіонів,

і навіть із соціально-економічними умовами сільськогосподарського виробництва (культурою землеробства). Отримані коефіцієнти регресії до гідротермічного коефіцієнта дають можливість визначити питомі показники зміни врожайності сільськогосподарських культур при варіації ГТК. Однак цей показник доволі складно застосовувати у питаннях прогнозування. Тому для укрупнених оцінок впливу глобальних змін клімату на сільське господарство є доцільним використання питомих показників змін урожайності від середньорічної температури повітря. Для цього були проведені розрахунки зміни гідротермічного коефіцієнта зі збільшенням (зниженням) середньорічної температури на один градус (при незмінній сумі опадів). За основу було прийнято середні багаторічні показники клімату: сума температур за період із $T > 100^\circ\text{C}$; сума опадів у період із $T > 100^\circ\text{C}$; тривалість періоду з $T > 100^\circ\text{C}$ [7].

Укрупнену економічну оцінку впливу глобальної зміни клімату (у частині температурного режиму атмосфери) на сільське господарство (галузь рослинництва) запропоновано проводити за формулою:

$$E_{kp} = \Delta T_k \sum_{j=1}^n y_{ikj} \cdot S_{kj} \cdot C_{kj}, \quad (10)$$

де E_{kp} — економічна оцінка наслідків впливу змін клімату на рослинництво в k -му регіоні; ΔT_k — прогнозована зміна середньорічної температури повітря в k -му регіоні; y_{ikj} — питомі показники зміни врожайності j -ї культури в k -му регіоні за зміни середньорічної температури повітря на 1°C , ц/га/°C; S_{kj} — посівна площа j -ї сільськогосподарської культури в k -му регіоні в прогнозованому періоді, га; C_{kj} — ціна j -ї продукції рослинництва у k -му регіоні, грн/ц.

Розраховується за формулою:

$$\Delta T_k = T_{fk} - T_{nk}, \quad (11)$$

де T_{fk} і T_{nk} — фактичне, за результатами багаторічних спостережень, та прогнозоване значення середньорічної температури повітря по k -му регіону, °C.

Для виявлення регіональних особливостей впливу клімату на сільськогоспо-

дарське виробництво весь масив вихідної інформації був розбитий на такі групи областей, відповідно до геоморфологічної та геологічної будови України:

I. Житомирська, Київська, Чернігівська та Сумська обл. (Поліська низовина).

II. Дніпропетровська, Запорізька, Полтавська та Черкаська обл. (Придніпровська низовина).

III. Миколаївська, Одеська, Херсонська обл. та АР Крим (Причорноморська низовина).

IV. Волинська та Рівненська обл. (Волинська височина).

V. Кіровоградська та Вінницька обл. (Придніпровська височина).

VI. Луганська, Донецька та Харківська обл. (Донецька височина).

VII. Івано-Франківська, Тернопільська та Хмельницька обл. (Подільська височина).

VIII. Закарпатська, Львівська та Чернівецька обл. (Українські Карпати).

Досліджувалися такі чинники, що впливають на врожайність сільськогосподарських культур та продуктивність тварин: середньорічна температура повітря, °C; середньорічна сума опадів, мм; постачання мінеральних добрив на 1 га ріллі, кг; внесення органічних добрив на 1 га ріллі, т; фондозабезпеченість, тис. грн/100 га угідь.

Отримані коефіцієнти регресії дали змогу визначити питомі показники зміни врожайності сільськогосподарських культур у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, з диференціацією по регіонах. На їх основі було визначено середні для України питомі натуральні показники зміни виробництва різних видів продукції сільського господарства та розраховано регіональні поправочні коефіцієнти, що враховують агрокліматичні особливості сільськогосподарського виробництва. Розрахунок проводився за такою формулою:

$$K_{kj} = \frac{y_{ij}}{y_{ikj}}, \quad (12)$$

де K_{kj} — регіональні поправочні коефіцієнти, що враховують особливості виробниц-

Питомі натуральні показники та регіональні коригувальні коефіцієнти виробництва сільськогосподарської продукції у разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус

Показники	Види продукції					
	зернові	буряк цукровий	льон-довгунець	соняшник	картопля	овочі
Питомі натуральні показники, ц/га (y_{ij})	2,34	28,6	0,57	1,33	16,0	17,1
Поліська низовина	0,85	0,96	-0,96	0,62	0,78	-0,29
Придніпровська низовина	-1,35	-0,60	—	-0,86	-1,11	-0,35
Причорноморська низовина	-0,53	-1,03	—	-1,77	-0,51	2,63
Волинська височина	-1,57	1,12	-1,02	—	1,63	-0,86
Придніпровська височина	1,14	-1,30	—	1,24	1,41	-0,44
Донецька височина	-0,55	—	—	0,50	-0,54	1,43

тва j -ї продукції рослинництва; y_{ij} – питомі натуральні показники (усереднені по Україні) зміни врожайності j -ї культури, за умови варіації середньорічної температури повітря на один градус, ц/га; y_{tkj} – питомі натуральні показники зміни врожайності j -ї культури в k -му регіоні, за підвищення середньорічної температури на 1°C , ц/га.

Результати розрахунків питомих натуральних показників та регіональних поправочних коефіцієнтів зміни виробництва сільськогосподарської продукції за підвищення температури повітря на один градус наведено у *табл.*

Економічну оцінку впливу глобальних змін клімату на сільське господарство запропоновано проводити за формулою:

$$E_{ce} = \sum_{k=1}^r E_{kp}, \quad (13)$$

де E_{kp} – економічна оцінка наслідків впливу зміни термічного режиму атмосфери на рослинництво k -го регіону, грн.

Розрахунок економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництво проводиться за формулою:

$$E_{kp} = \Delta T_k \cdot \sum_{j=1}^n y_{ij} \cdot S_{kj} \cdot C_{kj} \cdot K_{kj}, \quad (14)$$

де ΔT_k – прогнозована зміна середньорічної температури повітря в k -му регіоні, $^\circ\text{C}$; y_{ij} – питомі натуральні показники зміни врожайності j -ї культури за зміни серед-

ньорічної температури повітря на 1°C ; S_{kj} – посівна площа j -ї сільськогосподарської культури в k -му регіоні в прогнозованому періоді, га; C_{kj} – ціна j -ї продукції рослинництва у k -му регіоні, грн/ц; K_{kj} – регіональні коригувальні коефіцієнти.

Практична реалізація представленого методичного підходу до економічної оцінки впливу глобальних змін клімату на сільське господарство дасть змогу обґрунтувати рекомендації щодо формування системи дій, які б дозволили уникнути або, принаймні, зменшити негативні кліматичні наслідки. Застосування у довгостроковому прогнозуванні оцінок залежності продуктивних показників сільського господарства від кліматичних чинників є необхідним елементом сталого управління аграрною сферою.

ВИСНОВКИ

Запропоновано моделювання територіально-просторового підвищення ефективності сільськогосподарського землекористування є методичним підходом до оцінки особливості трансформації результативності агрогосподарювання з позиції зменшення та запобігання економічних збитків від дії антропогенних (екодеструктивних) чинників в умовах глобальних кліматичних змін.

Запропоновано економіко-математичну модель, яка передбачає перерозподіл виробництва окремих видів продукції з ура-

хування мінімізації економічних збитків від антропогенних (екодеструктивних) чинників, зокрема, промислового забруднення атмосфери.

Оцінка економічних збитків від кліматичних змін у системі сільськогосподарського землекористування передбачає застосування натуральних показників та регіональних коригувальних коефіцієнтів

виробництва сільськогосподарської продукції в разі підвищення середньорічної температури повітря на один градус, із диференціацією по регіонах України.

Подальші дослідження потребують практичної реалізації представленого алгоритму економічної оцінки впливу зміни термічного режиму атмосфери на ефективність галузі рослинництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дорош О.С. Економіко-екологічні засади розвитку землекористування сільських територій. *АгроСвіт*. 2012. № 20. С. 2–5.
2. Купінець Л.Є., Жавнерчик О.В. Екологічна безпека аграрного землекористування: теорія і механізми забезпечення. Одеса: ІПРЕЕД НАНУ, 2016. 316 с.
3. Фурдичко О.І. Агроекологія: моногр. Київ: Аграр. наука, 2014. 400 с.
4. Фурдичко О.І. Наукові основи сталого розвитку агроєкосистем України. Т. 1: Екологічна безпека агропромислового виробництва: моногр. Київ: ДІА, 2013. 704 с.
5. Третяк А.М. Управління земельними ресурсами та землекористуванням: базові засади теорії, інституціоналізації, практики: моногр. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 227 с.
6. Шкуратов О.І. Організаційно-економічні основи екологічної безпеки в аграрному секторі України: теорія, методологія, практика: моногр. Київ: ТОВА «ДКС-Центр», 2016. 356 с.
7. Добряк Д., Недашківська Т. Теоретико-методологічні засади визначення втрат, спричинених обмеженнями (обтяженнями) у сільськогосподарському землекористуванні. *Землепорядний вісник*. 2012. № 5. С. 28–31.
8. Бабміндра Д. Визначення економічної оцінки шкоди (збитків) від деградації земель. *Землепорядний вісник*. 2008. № 2. С. 40–44.
9. Бутенко Є.В., Харитоненко Р.А. Застосування економіко-математичних моделей для оптимізації орних земель із проявом деградаційних процесів. *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. 2018. № 1. С. 81–87.
10. Харитоненко Р.А., Бутенко Є.В. Оцінка впливу деградаційних процесів на продуктивний потенціал сільськогосподарських земель: моногр. Київ: НУБіП України, 2019. 204 с.
11. Ігнацевич С.П. Економіко-математична модель господарювання в системі регулювання рівня забруднення грантів. *Економічний дискурс*. 2018. Вип. 3. С. 89–97.
12. Qi X., Fu Y., Wang, R.Y. et al. Improving the sustainability of agricultural land use: An integrated framework for the conflict between food security and environmental deterioration. *Applied Geography*. 2018. Vol. 90. P. 214–223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.009>.
13. Ramankutty N., Mehrabi Z., Waha K. et al. Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*. 2018. Vol. 3. 34 p.
14. Газуда Л.М., Готько Л.М., Лалакулич М.Ю. Розвиток сільських територій: моногр. Ужгород: Вид-тво ФОП Сабов А.М., 2015. 204 с.
15. Третяк А.М. Територіально-просторове планування: базові засади теорії, методології, практики: моногр. Біла Церква: ТОВ «Білоцерківдрук», 2021. 142 с.
16. Мішенін Є.В., Сотник І.М., Мішеніна Н.В., Галиця І.О. Теорія еколого-економічного аналізу: навч. посіб. / за ред. Є.В. Мішеніна. Суми: СумДУ, 2014. 246 с.
17. Yarova I.Y., Mishenina N.V. and Piznyak T.I. Spatial analysis of forest reproduction of resource potential: ecological and economic aspects. *Marketing and Innovation Management*. 2018. Vol. 1. P. 406–418. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-32>.
18. Kirichenko K. Analysis of the efficiency of use of agricultural land in Kharkiv region. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2019. Vol. 5(3). P. 63–76. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2019.05.03.05>.
19. Zhao X., Calvin K., Wise M. et al. The Critical Role of Conversion Cost and Comparative Advantage in Modeling Agricultural Land Use Change. Purdue University, West Lafayette. In: Global Trade Analysis Project (GTAP). 2019. URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/9179.pdf>.

REFERENCES

1. Dorosh, O.S. (2012). Ekonomiko-ekolohichni zasady rozvytku zemlekorystuvannia silskykh terytorii [Economic and environmental principles of rural land use development]. *AhroSvit — Agrarian World*, 20, 2–5 [in Ukrainian].
2. Kupinets, L.Ie. & Zhavnerchik, O.V. (2016). *Ekolohichna bezpeka ahraryho zemlekorystuvannia: teoriia i mekhanizmy zabespechennia* [Environmental safety of agrarian land use: theory and mechanisms of ensuring]. Odessa: IPREED NANU [in Ukrainian].

3. Furdychko, O.I. (2014). *Ahroekolohiia: monohrafiia [Agroecology: monograph]*. Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Furdychko, O.I. (2013). *Naukovi osnovy staloho rozvytku ahrooekosystem Ukrainy. T. 1: Ekolohichna bezpeka ahropromyslovoho vyrobnytstva: monohrafiia [Scientific basis for sustainable development of agroecosystems in Ukraine. Volume 1: Ecological safety of agricultural production: monograph]*. Kyiv: DIA [in Ukrainian].
5. Tretiak, A.M. (2021). *Terytorialno-prostorove planuvannia: bazovi zasady teorii, metodolohii, praktyky: monohrafiia [Territorial-spatial planning: basic principles of theory, methodology and practice: monograph]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
6. Shkuratov, O.I. (2016). *Orhanizatsiino-ekonomichni osnovy ekolohichnoi bezpeky v ahrarynomu sektori Ukrainy: teoriia, metodolohiia, praktyka: monohrafiia [Organisational and economic foundations of environmental safety in the agricultural sector of Ukraine: theory, methodology, practice: monograph]*. Kyiv: TOVA [in Ukrainian].
7. Dobriak, D. & Nedashkivska, T. (2012). Teoretyko-metodolohichni zasady vyznachennia vtrat, sprychynnykh obmezheniamy (obtiazheniamy) u silskohospodarskomu zemlekorystuvanni [Theoretical and methodological principles of determining losses caused by restrictions (encumbrances) in agricultural land use]. *Zemlevporiadnyi visnyk — Land Management Bulletin*, 5, 28–31 [in Ukrainian].
8. Babmindra, D. (2008). Vyznachennia ekonomichnoi otsynky shkody (zbytkiv) vid dehradatsii zemel [Determination of economic assessment of damage (losses) from land degradation]. *Zemlevporiadnyi visnyk — Land Management, Bulletin*, 2, 40–44 [in Ukrainian].
9. Butenko, Ye.V. & Kharytonenko, R.A. (2018). Zastosuvannia ekonomiko-matematychnykh modelei dlia optymizatsii ornnykh zemel iz proiavom dehradatsiinykh protsesiv [Application of economic and mathematical models for optimisation of arable land with degradation processes]. *Zemleustrii, kadastr i monitoryng zemel — Land management, cadastre and land monitoring*, 1, 81–87 [in Ukrainian].
10. Kharytonenko, R.A. & Butenko, Ye.V. (2019). *Otsinka vplyvu dehradatsiinykh protsesiv na produktyvnyi potentsial silskohospodarskykh zemel: monohrafiia [Assessment of the impact of degradation processes on the productive potential of agricultural land: monograph]*. Kyiv: NUBiP [in Ukrainian].
11. Ihnatsevych, S.P. (2018). Ekonomiko-matematychna model hospodariuvannia v systemi rehuliuвання rinvnia zabrudnennia hrentiv [An economic and mathematical model of management in the system of regulating the level of pollution of grants]. *Ekonomichniy dyskurs — Economic discourse*, 3, 89–97 [in Ukrainian].
12. Qi, X., Fu, Y., Wang, R.Y. et al. (2018). Improving the sustainability of agricultural land use: An integrated framework for the conflict between food security and environmental deterioration. *Applied Geography*, 90, 214–223. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.12.009> [in English].
13. Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Waha, K. et al. (2018). Trends in Global Agricultural Land Use: Implications for Environmental Health and Food Security. *Annual Review of Plant Biology*, 3, 34 [in English].
14. Hazuda, L.M., Hotko, L.M. & Lalakulych, M.Yu. (2015). *Rozvytok silskykh terytorii: monohrafiia [Development of rural areas: monograph]*. Uzhhorod [in Ukrainian].
15. Tretiak, A.M. (2021). *Terytorialno-prostorove planuvannia: bazovi zasady teorii, metodolohii, praktyky: monohrafiia [Territorial-spatial planning: basic principles of theory, methodology and practice: monograph]*. Bila Tserkva [in Ukrainian].
16. Mishenin, Ye.V. (Ed.), Sotnyk, I.M., Mishenina, N.V. & Halytsia, I.O. (2014). *Teoriia ekoloho-ekonomichnoho analizu: navchalnyi posibnyk [Theory of ecological and economic analysis]*. Sumy: SumDu [in Ukrainian].
17. Yarova, I.Y., Mishenina, N.V. & Piznyak, T.I. (2018). Spatial analysis of forest reproduction of resource potential: ecological and economic aspects. *Marketing and Innovation Management*, 1, 406–418. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.1-32> [in English].
18. Kirichenko, K. (2019). Analysis of the efficiency of use of agricultural land in Kharkiv region. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 5 (3), 63–76. DOI: <https://doi.org/10.51599/are.2019.05.03.05> [in English].
19. Zhao, X., Calvin, K., Wise, M. et al. (2019). The Critical Role of Conversion Cost and Comparative Advantage in Modeling Agricultural Land Use Change. Purdue University, West Lafayette. In: Global Trade Analysis Project (GTAP). URL: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/9179.pdf> [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 27.08.2023