

УДК 631.433.551.583  
JEL: Q15, Q24, Q54

*Анатолій Кучер*

*ННЦ «Інститут аграрної економіки»  
ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»  
Україна*

## **АДАПТАЦІЯ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ ДО ЗМІН КЛІМАТУ**

*Висвітлено результати дослідження щодо стратегічних напрямів адаптації аграрного землекористування до змін клімату. Запропоновано стратегічні пріоритети розвитку низьковуглецевого аграрного землекористування. Реалізація цих заходів може сприяти формуванню економічної родючості ґрунту як запоруки стійкості й адаптації аграрного виробництва України до потепління та підвищенню конкурентоспроможності підприємств.*

***Ключові слова:** зміни клімату, аграрне землекористування, адаптація, економічна родючість ґрунту, гумус, аграрні підприємства.*

*Анатолій Кучер*

*ННЦ «Інститут аграрної економіки»  
ННЦ «Інститут почвоведення і агрохімії імені А. Н. Соколовського»  
Україна*

## **АДАПТАЦИЯ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ К ИЗМЕНЕНИЯМ КЛИМАТА**

*Освещены результаты исследования стратегических направлений адаптации аграрного землепользования к изменениям климата. Предложены стратегические приоритеты развития низкоуглеродного аграрного землепользования. Реализация этих мер может способствовать формированию экономического плодородия почвы как залога устойчивости и адаптации аграрного производства Украины к потеплению и повышению конкурентоспособности предприятий.*

***Ключевые слова:** изменения климата, аграрное землепользование, адаптация, экономическое плодородие почвы, гумус, аграрные предприятия.*

*Anatoliy Kucher*

*NSC «Institute of agrarian economy»  
NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research  
named after O. N. Sokolovsky»  
Ukraine*

## **ADAPTATION OF THE AGRICULTURAL LAND USE TO CLIMATE CHANGE**

*The purpose of the article – to highlight the results of research on strategic areas of agricultural land adaptation to climate change. For agricultural production and formation of economic soil fertility in Ukraine impacts of climate change on warming will be both positive and negative. A significant threat to agricultural production is climate variability, its increasing is expected, will accompany climate change. The basis of strategy of adaptation of agriculture in the enterprises of Ukraine to warming it is proposed to put a number of strategic measures that would allow prevent soil-degradation processes on the one hand, and on the other – have contributed to the reduction of greenhouse gas emissions during cultivation and increase carbon sequestration, and hence the humus in the soil, thus providing a rational land use. Strategic priorities of development of low-carbon agricultural land use are proposed. Practical implementation of these activities may contribute to the formation of economic soil fertility as a guarantee of stability and adaptation of agriculture of Ukraine to climate change and the competitiveness of land use.*

**Key words:** *climate change, agricultural land use, adaptation, economic soil fertility, humus, agricultural enterprises.*

**Постановка проблеми.** Перспектива зміни клімату має виключне значення для адаптації аграрного виробництва в усіх країнах світу: формування ефективної структури систем землекористування; структури посівних площ і підвищення ролі сівозмін; використання водних ресурсів і систем меліорації; підвищення уваги до лісомеліоративних заходів; розроблення й використання вологозберігальних технологій вирощування; використання наявних і виведення нових посухостійких сортів і гібридів тощо. У наукових дослідженнях і практичній діяльності слід чітко дотримуватися певних норм про що йдеться, коли подають терміни «глобальні зміни клімату», «зміни клімату», то необхідно вказувати напрям – потепління чи похолодання. Це принципова позиція, оскільки в разі потепління, тобто підвищення температури повітря, кількість води не зменшується в природі всієї планети; у разі похолодання, тобто збільшення холоду в середині планети Земля, а також її прискореному віддаленні від Сонця, кількість води формуватиметься менша, її рівень знижуватиметься [1]. Результати аналізу досліджень свідчать, що наразі й досі немає однозначної відповіді на питання про те, яких слід очікувати змін клімату – потепління чи похолодання (серед учених домінує позиція щодо потепління), і як ці зміни можуть вплинути на економічну родючість й ефективність аграрного виробництва загалом.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** свідчить, що порушену проблему активно досліджують зарубіжні вчені. Так, наприклад, австрійські вчені розробили новий підхід інтегрального моделювання для оцінки впливу кліматичних і соціально-економічних чинників на землекористування та якість води [2]; дослідили вплив зміни клімату на аграрне виробництво й навколишнє середовища з урахуванням результатів сценаріїв політики з інтегрованого моделювання, що поєднує біо-фізичну й біо-економічну моделі ферм на різних рівнях [3]; оцінили динаміку ґрунтового органічного вуглецю й потенціал

пом'якшення кліматичних змін за рахунок зменшення емісії CO<sub>2</sub> із європейських орних земель [4]. За їхньою прогнозною оцінкою, викиди CO<sub>2</sub> із європейських орних земель можна скоротити на 40 % у порівнянні із 64 Мт CO<sub>2</sub> у 2010 р. до близько 39 Мт CO<sub>2</sub> у 2050 р. в основному через ефект насичення ґрунту, коли ґрунти досягають своєї рівноваги після зміни управління, сівозміни або землекористування. Крім того, вони оцінили потенціал органічного вуглецю ґрунту європейських орних земель у пом'якшенні кліматичних змін від 9 до 38 Мт CO<sub>2</sub> у рік до 2050 р. для цін вуглецю від 10 до 100 дол. США/т CO<sub>2</sub>. Загальний європейський потенціал пом'якшення, включаючи супутні вигоди від сектора рослинництва й тваринництва за рахунок ціни вуглецю, становить близько 60 Мт CO<sub>2</sub>екв. за рік. Отже, за їхніми дослідженнями, секвестрація вуглецю в ґрунтах може компенсувати 7 % від загального обсягу викидів від сільського господарства в ЄС, або 10 %, ураховуючи супутні вигоди від сектора рослинництва й тваринництва. Проте, оскільки виробництво перерозподіляється за межами Європи зі зростанням вуглецевих цін викиди зменшуються у Європі, але збільшуються в іншій частині світу (20 Мт CO<sub>2</sub>екв.). Однак чистий потенціал глобального пом'якшення наслідків змін клімату буде, як і раніше, зростати [4].

За результатами огляду літератури вчені Q. Shi, X. Lai зазначають, що розвиток зелених і низьковуглецевих інноваційних технологій лежить в основі сталого розвитку, що сприяє пом'якшенню змін клімату. Водночас це потребує оцінки результатів указаної діяльності, державної політики та багаторівневої співпраці між підприємствами, урядами та місцевими органами влади, що відіграють ключову роль у просуванні низьковуглецевих технологій особливо в країнах, що розвиваються [5], до числа яких належить й Україна.

Серед останніх робіт вітчизняних учених варто відмітити публікацію О. М. Бородіної зі співавторами, у якій розглянуто проблеми моделювання впливу глобальних змін клімату на землекористування на різних рівнях просторових вимірювань і здійснено просторові оцінки впливу змін клімату на сільськогосподарське використання земельних ресурсів в Україні відповідно до глобальних трендів землекористування, визначених моделлю GLOBIOM [6]; працю І. В. Казакової, у якій описано прямий і непрямий вплив змін клімату на стан ґрунтів; проаналізовано потенційний вплив змін клімату на врожайність основних сільгоспкультур, можливі економічні збитки; описано сучасні методи адаптації та пом'якшення наслідків цих змін у різних регіонах світу [7]. Разом із цим недостатньо дослідженими в Україні залишаються питання щодо стратегічних напрямів адаптації аграрного землекористування до змін клімату.

**Мета статті** – висвітлити результати дослідження щодо стратегічних напрямів адаптації аграрного землекористування до змін клімату.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зміни клімату викликають серйозні проблеми в розвитку аграрного виробництва, причому найбільше це стосується країн, де місце й роль сільського господарства в економіці є визначальними, і до яких належить також Україна. Характерною ознакою змін

клімату протягом останнього десятиліття є глобальне потепління, що проявляється в підвищенні середньорічної температури повітря на 2–3°C. Наслідком глобального потепління для сільського господарства є скорочення виробництва аграрної продукції у зв'язку із зниженням урожайності культур і продуктивності тварин. З продовженням тенденції до глобального потепління ситуація в аграрному секторі погіршуватиметься. За науковими прогнозами, підвищення середньорічної температури на 1°C спричиняє скорочення обсягу виробництва аграрної продукції на 10 %, а прогнозоване підвищення середньорічної температури на 1–3°C у найближчому майбутньому найбільшою мірою вплине на виробництво зернових. Тим часом сільське господарство, у свою чергу, вносить власну частку в глобальне потепління викидами парникових газів від виробничої діяльності в цій галузі [8]. Разом із цим, узагальнюючи наукові погляди на сучасні кліматичні процеси, які визначають соціально-економічне становище людства, академік НААН Б. Я. Панасюк зробив висновок, що планету Земля в майбутньому очікує зниження температур і вологості ґрунту, а не їхнє підвищення, як стверджує чимало вчених. На його думку, денні підвищення температури пов'язані з парниковим ефектом і руйнацією озонової плівки, а нічні температури, коли не гріє Сонце, за останні 70 років знижуються [1].

Зважаючи на те, що головною метою світового кліматичного саміту, що відбувся у Франції 29 листопада – 12 грудня 2015 р., було підписання міжнародної угоди щодо утримання збільшення середньої температури на планеті на рівні нижче 2°C (угода стосується всіх країн і замінить Кіотський протокол після 2020 р.), то імовірним сценарієм змін клімату можна вважати глобальне потепління. Як відомо, на конференції укладено Паризьку угоду в межах Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, яку країни-члени ООН підписують, починаючи з 22 квітня 2016 р. Основні її положення такі [9]:

- утримувати підвищення температури на рівні не вище як 1,5°C, тобто на доіндустріальному рівні;

- зобов'язання щодо скорочення викидів. Перед початком Конференції понад 180 країн зобов'язалися скоротити або обмежити викиди вуглецю. Проте цього недостатньо, щоб зростання глобальної температури збереглося на рівні 2°C. За прогнозами експертів, це призведе до зростання на 2,7°C або й вище. Ці зобов'язання визначено угодою, але юридично не є обов'язковими;

- довгострокова глобальна мета – чисто нульові викиди. Країни пообіцяли максимально скоротити глобальні викиди, тобто «досягти балансу між антропогенними викидами й джерелами поглинання парникових газів у другій половині цього століття». На думку експертів, це означає дійти до «чисто нульових викидів» між 2050 і 2100 рр. Кліматична панель ООН показує, що рівня чисто нульових викидів слід досягти до 2070 р., щоб уникнути небезпечного потепління;

- підбивання підсумків кожні п'ять років. Текст угоди передбачає перегляд планів скорочення викидів кожні п'ять років, щоб утримати потепління на рівні

критичних 2°C;

- фінансування. Угода передбачає механізм вирішення фінансових проблем країн, уразливих до кліматичних умов, але також включено пункт, згідно з яким претензії постраждалих країн не будуть основою для надання компенсації. Питання фінансування країн, що розвиваються, щоб допомогти їм адаптуватися до зміни клімату й перейти на екологічно чисту енергію, є однією із частин угоди, яку було переміщено в юридично незобов'язувальний «текст рішення».

Таким чином, хоча кліматичні умови України є загалом сприятливими, істотну загрозу для аграрного виробництва становить мінливість клімату, посилення якої, як очікується, супроводжуватиме зміни клімату. Мінливість аграрного виробництва пов'язана з високим рівнем залежності від природних опадів, оскільки зрошуванням забезпечено лише 2 % ріллі. Хоча кілька кліматичних моделей указують, що потепління клімату загалом буде сприятливим для сільського господарства України, територіальний розподіл позитивного ефекту від потепління навряд чи виявиться рівномірним. Зростання температур може справити певний позитивний вплив на більш прохолодні та вологі регіони на півночі України. Але на півдні, де зосереджено найродючіші чорноземи, а обмежувальним чинником є наявність води, зростання температур і збільшення мінливості опадів, як очікується, призведе до збільшення кількості посух і справить на аграрне виробництво негативний вплив [10, с. 12].

Застосування комплексного підходу до визначення та класифікації впливу основних природно-кліматичних чинників на процеси землекористування в сільському господарстві України дає змогу умовно виокремити блок частково сприятливих чинників і блок несприятливих чинників (табл. 1), дія яких може істотно загострити проблему збалансованого використання земель [11].

Для України наслідки зміни клімату щодо потепління будуть позитивними й негативними. Для землеробства загрожує активізація розкладання гумусу в ґрунтах, погіршення зволоження ґрунту на півдні України, де вологі й нині недостатньо, і поширення шкідників, хвороб і бур'янів. До позитивних наслідків належить підвищення ефективності внесення добрив, продуктивності фотосинтезу через збільшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері та подовження вегетаційного періоду на всій території країни [12].

За даними Українського гідрометеорологічного центру, зміни кліматичних умов в Україні призведуть до підвищення рентабельності вирощування озимих культур. Вирощування ярого ячменю, пшениці, вівса та інших культур, які сіють навесні, через 15–20 років в Україні стане економічно не вигідним через кліматичні зміни, що сприяють підвищенню літніх температур і хронічних засух. Водночас глобальне потепління дає потенціал для зростання врожайності озимих культур. За словами Т. Адаменко, врожайність озимої пшениці може вирости як мінімум удвічі (до 80 ц/га) за рахунок підвищення зимових температур і скорочення тривалості холодів. На її думку, у зв'язку з глобальним потеплінням більша частина території України буде вести сільське



господарство в кліматичних умовах, характерних для теперішнього степу [13].

Таблиця 1

**Характеристика впливу основних природно-кліматичних чинників на землекористування в сільському господарстві України**

Природно-кліматичні чинники	Позитивний вплив	Негативний вплив
Блок частково сприятливих чинників		
Підвищення середніх температур повітря протягом року	Розширення територій вирощування традиційних культур Можливість збирання кількох урожаїв протягом року	Підвищення випаровування вологи з ґрунту Соленакочення в ґрунтах Опустелювання Південного Степу та Полісся (піщаних дюн)
Підвищення концентрації вуглекислого газу (CO <sub>2</sub> ) у повітрі	Підвищення врожайності культур з високою чутливістю до збільшення концентрації	Зниження якості зернових культур Зниження врожайності культур з низькою чутливістю до збільшення концентрації CO <sub>2</sub> Поширення хвороб і шкідників сільськогосподарських культур
Блок несприятливих чинників		
Підвищення екстремальних температур і їх періодів	-	Підвищення частоти й тривалості засушливих періодів
Зменшення частоти й збільшення інтенсивності опадів	-	Брак вологи Водна ерозія ґрунту Зниження продуктивності ґрунту
Відсутність стійкого снігового покриву	-	Ризик вимерзання озимих культур

Джерело: [11].

Слід дуже обережно підходити до будь-якого прогнозування зростання обсягу аграрного виробництва в разі змін клімату, якщо в цих прогнозах не враховано інші соціально-економічні чинники на кшталт деградації земель, забезпечення доступу до поліпшеного насіння тощо. Так, наприклад, експертна оцінка економічних збитків (за даними за 2013 р.) від поширення деградації ґрунтів в Україні орієнтовно на площі 10 млн га показала, що загальний економічний збиток (втрати доходу від реалізації) через недобір урожаю становить 14 млрд грн, загальний обсяг втраченого прибутку через недобір урожаю (за умови фактичного рівня рентабельності у 2013 р.) дорівнює 1,4 млрд грн або 15,5 % від прибутку від реалізації продукції рослинництва аграрними підприємствами у 2013 р. [14, с. 86]. До речі, за різними експертними оцінками, щорічні еколого-економічні втрати через ерозію ґрунтів у цілому в Україні дорівнюють від 2,0 до 6 млрд дол. США за рік. Адаптація, зокрема у формі масштабної реалізації заходів зі збереження ґрунтів і вод (наприклад, безорний обробіток), упровадження сортів рослин, стійких до посухи, та розвиток зрошення мають ключове значення для зміцнення стійкості до змін клімату та продовольчої безпеки [10, с. 9].

Ерозія ґрунтів загострює наслідки мінливості клімату, а несприятливі

погодні умови посилюють ерозію ґрунтів. Цей взаємний зв'язок, як очікується, стане додатковою загрозою для родючості ґрунтів в Україні та стійкості країни до наслідків кліматичних змін. Зміни клімату, як очікується, призведуть до збільшення кількості, підвищення інтенсивності, охоплення й тривалості екстремальних погодних і кліматичних явищ. Екстремальні кліматичні явища на зразок посух, на зміну яким приходять проливні дощі, справлятимуть, як очікується, негативний вплив на сільське господарство й призводитимуть, зокрема, до посилення ерозії ґрунтів. Родючі ґрунти з високим умістом органічних речовин є більш стійкими до вітрової та водної ерозії, ніж неструктуровані ґрунти з низьким умістом органіки. Проливні дощі посилюють водну ерозію, тоді як сухі ґрунти стають більш уразливими до вітрової ерозії [10, с. 13]. У цій ситуації важливу роль повинна відіграти держава, визначивши невідкладні завдання для мінімізації впливу змін клімату на аграрне виробництво. Зокрема, держава може сприяти такій адаптації галузі завдяки розгортанню програм страхування посівів зернових й інших культур, створенню систем екологічного страхування, зокрема страхування родючості ґрунтів, підтримці створення й поширення сортів зернових культур, стійких до підвищеної вологості, спеки й посухи. Будівництво й реконструкцію іригаційних систем у посушливих сільськогосподарських районах слід визнати одними з ефективних заходів щодо подолання наслідків глобального потепління.

З огляду на те, що в Україні дві третини території страждають від дефіциту природного вологозабезпечення, стале ведення землеробства, особливо у південному її регіоні, неможливе без застосування зрошення. Роль цього чинника в останні роки у зв'язку із зростанням посушливості (рис. 1) істотно посилюється [15].

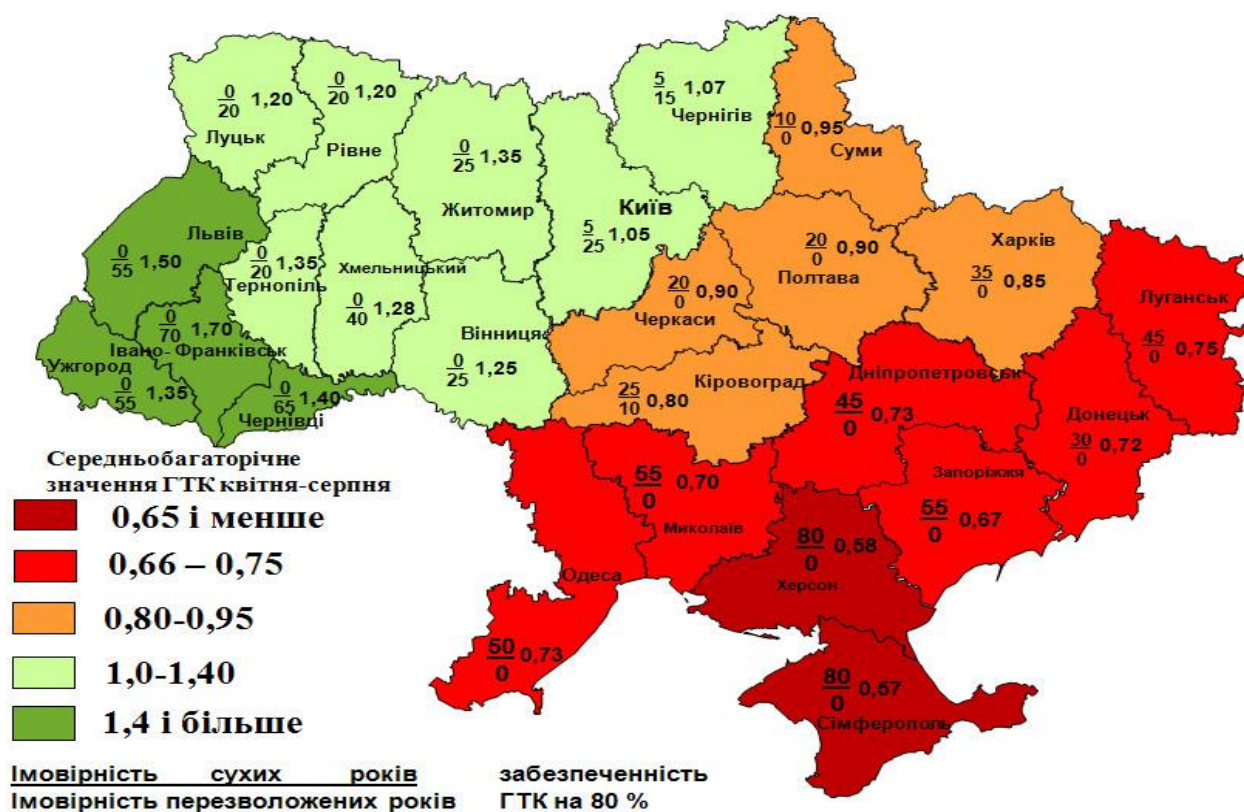
Згідно з міжнародним досвідом, адаптаційні заходи зазвичай спрямовують за такими напрямками (табл. 2):

- формування адаптаційного потенціалу (ФАП);
- зниження масштабів ризиків і чутливості (ЗРЧ);
- підвищення потенціалу адаптації (ППА);
- посилення вигод від кліматичних змін (ПВЗ).

Оцінку вразливості систем землеробства слід здійснювати відповідно до часового фактора, розмежовуючи ризики, вплив і заходи в коротко-, середньо- та довгостроковій перспективі.

Обґрунтовуючи стратегію адаптації вітчизняних аграрних підприємств до глобальних змін клімату, вчені вважають, що перспективними напрямками такої адаптації можуть стати: 1) розвиток органічного землеробства як цілісної системи управління виробництвом, яка поліпшує стан агроєкосистеми (зокрема, біологічну варіативність, біологічні цикли та біологічну активність ґрунту) завдяки використанню для виконання певної функції в межах системи культурних, біологічних і механічних методів на противагу використанню синтетичних матеріалів; 2) застосування безполицевого обробітку ґрунту, тобто

технології вирощування сільськогосподарських культур, які передбачають вилучення з виробничого циклу таких механічних прийомів впливу на ґрунт, як оранка, дискування, культивування, при цьому посів проводять на рівномірно розподілених поживних рештках культури попередника [8]. Нестабільність клімату й значні його коливання до екстремумів вимагає відповідної адаптації живих організмів до умов їхньої вегетації. Однією з наріжних умов успіху є формування шляхом селекції стійких до можливих температурних стресів, засолення ґрунту й дефіциту вологи сортів і гібридів культурних рослин. Селекція головних для України зернових культур (пшениці, ячменю, кукурудзи) має бути спрямована на створення сортів і гібридів, що мають максимально низькі транспіраційні коефіцієнти та найбільш раціонально витрачають воду. Зміни клімату зумовлять переміщення основних посівів кукурудзи на територію сучасних зон Лісостепу й Полісся, на зміну їм у зоні Степу доцільно буде використовувати більш посухо- й жаростійкі зернові культури – сорго й просо [16].



**Рис. 1. Гідротермічна характеристика областей України (за величиною гідротермічного коефіцієнта – ГТК)**

Джерело: [15].

Таким чином, з огляду на викладене, в основу стратегії адаптації аграрного виробництва в підприємствах України до глобальних змін клімату в напрямі потепління пропонується покласти перелік стратегічних заходів, які б дали змогу запобігти розвитку ґрунтово-деградаційних процесів з одного боку, а з іншого боку – сприяли скороченню викидів парникових газів під час обробітку ґрунтів і збільшенню запасів вуглецю, а звідси й гумусу в ґрунтах,



забезпечуючи в такий спосіб раціональне використання ґрунтових ресурсів. Ці заходи слід розглядати не як самодостатні, а як такі, що мають бути вписані в загальну систему охорони ґрунтів і низьковуглецевого розвитку аграрного сектора економіки. На цьому етапі наукового пошуку під низьковуглецевим аграрним землекористуванням ми розуміємо таке використання земель, за якого забезпечується, по-перше, збереження і/або підвищення вмісту органічного вуглецю в ґрунті до оптимального рівня за рахунок ґрунтової секвестрації (зв'язування) вуглецю й зниження емісії діоксиду вуглецю в атмосферу й, по-друге, зменшення викидів парникових газів від спалювання пального під час обробітку ґрунту, що в сукупності може сприяти підвищенню потенційної родючості ґрунтів і грати важливу роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату. Наш підхід до визначення потенціалу для секвестрації вуглецю й зменшення викидів CO<sub>2</sub>екв. в аграрному землекористуванні України полягає в аналізі таких можливостей з погляду потенційного інвестора, зацікавленого не просто в зменшенні викидів, а й в одержанні доходу на відповідні інвестиції.

*Таблиця 2*

**Міжнародний досвід адаптації процесів використання земельних ресурсів до змін клімату**

Зміст заходів	Тип заходів			
	ФАП	ЗРЧ	ППА	ПВЗ
Міжгалузеві заходи				
Дослідження наслідків кліматичних змін і технологій зниження негативного впливу	+	-	-	-
Поширення інформації та рівня обізнаності про необхідність адаптації	+	-	-	-
Упровадження освітніх програм про новітні практики адаптації до змін клімату	+	-	-	-
Використання земельних ресурсів				
Огляд гнучкості аграрної політики до змін клімату	+	-	-	-
Зміна природно-географічних зон вирощування	-	+	-	+
Зміна термінів проведення агротехнічних робіт	-	+	-	+
Зміна технологій внесення органічних і мінеральних добрив для підвищення родючості ґрунту	-	+	-	-
Зміна технологій обробітку ґрунту (водо- та ґрунтозахисні технології)	-	+	-	+
Захист від вітрової та водної ерозії ґрунту (лісосмуги, «озеленення» ґрунтів та ін.)	-	+	-	-
Агрострашування	-	+	-	-

*Джерело:* [11].

Отже, для досягнення стратегічних цілей розвитку аграрного сектора економіки в аспекті раціонального використання ґрунтових ресурсів України, недопущення їхньої деградації й відтворення родючості ґрунтів як запоруки стійкості до змін клімату потрібно реалізувати низку ґрунтозахисних низьковуглецевих заходів, які запропоновано за такими стратегічними пріоритетами, що виділено з урахуванням сучасного стану ґрунтового покриву й динаміки його зміни та очікуваного потепління:

- призупинення зменшення вмісту гумусу й досягнення його бездефіцитного балансу шляхом застосування традиційних і нетрадиційних

органічних добрив (агрохімічний напрям);

- зниження антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив шляхом застосування ґрунтоохоронних низьковуглецевих технологій, зокрема, no-till (технологічний напрям);

- оптимізація структури використання земельних угідь шляхом вилучення з обробітку малопродуктивних і деградованих ґрунтів з дальшим їх залісненням або залуженням (організаційний напрям);

- екологізація аграрного землекористування, зокрема шляхом розвитку органічного землеробства (екологічний напрям);

- розвиток агрострахування й екологічного страхування, зокрема шляхом розроблення й застосування механізму страхування родючості ґрунтів (економічний напрям).

Зрозуміло, що зазначені стратегічні пріоритети розвитку низьковуглецевого сільськогосподарського землекористування не вичерпують усього арсеналу низьковуглецевих заходів, а лише окреслюють наше стратегічне бачення пріоритетних способів вирішення цієї проблеми, тому коротко розглянемо їх.

Перспективним напрямом низьковуглецевого розвитку вважаємо передусім поліпшення гумусового стану ґрунтів. Органічна складова частина ґрунту завжди була в центрі підвищеної уваги вчених і практиків. Це пов'язано з тим, що вона є одним з найважливіших факторів, який визначає агрономічний потенціал ґрунту. Органічні добрива зазвичай визначають формування запасів гумусу, склад новоутворених гумусових речовин та енергетичний потенціал ґрунтів, здійснюють комплексний вплив на показники ґрунтової родючості. Проте унаслідок занепаду тваринницької галузі рівень застосування органічних добрив в Україні нині зменшився до 0,5 т на гектар орної землі, що призвело до формування дефіцитного балансу гумусових речовин і загрожує зниженням ефективної родючості ґрунту сільськогосподарських угідь. Для виправлення ситуації є всі підстави аграріям пропонувати заорювати побічну продукцію рослинництва й збільшувати норми внесення різних видів органічних добрив, включаючи місцеві сировинні відходи. Зрозуміло, що збільшення обсягу внесення органічних добрив потребує відродження й інтенсивного розвитку галузі тваринництва, передусім скотарства в аграрних підприємствах. Розрахунки свідчать, що для відтворення гумусу необхідно вносити в середньому 8–9 т/га сівозмінної площі гною, або в цілому в країні близько 250 млн т, але реальний його вихід нині становить менше 40 млн т. Основними заходами, які дадуть змогу призупинити дегуміфікацію ґрунтів й оптимізувати вміст органіки в них, є: трансформація сівозмін у напрямі збільшення частки культур суцільної сівби та багаторічних трав; використання як органічних добрив післяжнивних решток і соломи зернових культур; внесення органомінеральних добрив; застосування торфу, сапропелю, сидератів, ставкового мулу й інших вуглецевмісних матеріалів; поліпшення умов гуміфікації рослинних залишків і добрив шляхом оптимізації обробітку ґрунту,

регулювання глибини загортання [17, с. 27]. Достатня кількість гумусу в ґрунті здатна зберегти й забезпечити доступну вологу для рослини в період, коли дощі випадають нерегулярно, і цим самим дія посухи на рослини сільськогосподарських культур буде істотно зменшеною [16].

У системі заходів щодо зниження антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив важливу роль відіграє застосування ґрунтоохоронних низьковуглецевих технологій. Однією з провідних серед таких технологій можна вважати нульовий спосіб обробітку ґрунту, розширення масштабів застосування якого може сприяти ще й захисту ґрунтів від ерозії. Система нульового обробітку ґрунту або, як її ще називають, технологія no-till набирає широкого застосування в Україні, незалежно від географічного розміщення господарства. Аграрії все більше уваги звертають на витрати, пов'язані з процесом передпосівної підготовки ґрунту – намагаються економити на пальному й використанні технічних засобів. Як зазначають в Асоціації «Український клуб аграрного бізнесу», практика роботи за no-till показує, що економія не тільки виправдовує себе, а й дозволяє збільшити кількість зібраного врожаю з розрахунку на 1 га.

Як приклад, наразі реалізують проект у сфері ресурсозберігального землеробства, застосування якого дозволяє істотно зменшити емісію діоксиду вуглецю із землі. А ці технології є основою для підходу Climate Smart Agriculture (включаючи Climate Smart Forestry та Climate Smart Fishery). CSA – це підхід до розробки технічних, політичних та інвестиційних умов для досягнення сталого розвитку сільського господарства для гарантування продовольчої безпеки в умовах зміни клімату [18].

Крім того, до позитивних ефектів від застосування технології безпліцевого обробітку ґрунту належить утримання вологи в ґрунті, поліпшення доступності води, зниження ерозії ґрунтів, ефективніше використання води, оскільки поліпшується її інфільтрація в ґрунті, зменшуються стоки й втрати води від випаровування вологи й збільшується водоутримання (поповнюються запаси води). З огляду на середню кількість «додаткових» міліметрів вологи, які можна накопичувати за використання технології безпліцевого обробітку, і середню ефективність використання вологи, характерну для культур, вирощуваних у Степу України, вчені розраховали «додатковий» урожай, який можна було б зібрати, використовуючи ці «додаткові» міліметри вологи. Наприклад, у випадку з кукурудзою кількість «додаткового» врожаю становить 1,5 т/га. Під час вирощування культур у звичайних умовах ці «додаткові» міліметри мають велике значення в період посухи, оскільки тим самим негативні наслідки для потенціальної врожайності можуть бути зведені до мінімуму. В умовах глобального потепління та нестійких опадів кілька «додаткових» міліметрів вологи можуть стати навіть визначальним фактором виживання рослин [8].

Сучасний стан використання земельних ресурсів не відповідає вимогам раціонального природокористування, встановлення динамічної рівноваги між

антропогенним навантаженням на природне середовище та його здатністю до самовідновлення. Нині порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, сіножатей, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість створеного агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму й протягом останніх років майже не змінюється. Про розбалансування агроландшафту свідчить його екологічний стан, який прийнято оцінювати за співвідношенням – рілля : природні кормові угіддя : ліси. Для України воно має становити 1 : 1,6 : 3,6 відповідно. Проте фактично це співвідношення зовсім інше: 1 – рілля; 0,2 – сіножаті й пасовища; 0,3 – ліси. Унаслідок екологічної незбалансованості агроландшафти надто екологічно вразливі, нестійкі (значення розрахованого коефіцієнта екологічної стабільності низьке – 0,39, тоді як стабільність відмічають, починаючи з рівня 0,66), антропогенно переобтяжені (розрахований коефіцієнт антропогенного навантаження становить 3,3, що близько до високого рівня – понад 3,5) [19].

Оптимізувати структуру використання земельних угідь можна передусім шляхом вилучення з обробітку малопродуктивних і деградованих ґрунтів з дальшим їх залісненням або залуженням. На основі імітаційного моделювання впливу різних сценаріїв зміни клімату й режимів користування природними ресурсами на вуглецевий баланс екосистем у роботі М. І. Густі з'ясовано, що найбільш вразливими за прогнозованої зміни клімату є екосистеми ріллі, а найменше – екосистеми лісів, тому вибір правильного режиму користування природними ресурсами дозволить зменшити або й уникнути втрат вуглецю екосистемами [20]. У контексті проблеми скорочення ріллі й трансформації її частки в пасовища (переліг) або під заліснення в Україні дискусію викликає площа, яку потрібно скоротити. Щодо цього є кілька рекомендацій, згідно з якими вказана площа коливається в діапазоні 5–10 млн га. Якби таке скорочення відбулося, співвідношення ріллі й інших угідь, що стабілізують ландшафт (ліси, пасовища, сінокоси тощо) в Україні, відповідало б аналогічному співвідношенню в сусідніх країнах Європи. Зрозуміло, що 10 млн га – це віддалена перспектива, тому на першому етапі було запропоновано площу скорочення ріллі у 5,5 млн га [21]. У світі площа луків удвічі перевищує площу ріллі, в Україні, навпаки, площа ріллі в п'ять разів перевищує лукопасовищні угіддя. Ліс і луки не зазнавали ерозії й посухи, це кліматостабілізуювальні фактори, які зменшують шкодочинний вплив погодних аномалій. Розрахунки підтверджують, що в Україні потрібно посадити 3,8 млн га лісонасаджень, довести залісненість до 22,2 %, що буде найнижчим у Європі (ЄС установив норму заліснення – 30 %) [12]. Ураховуючи економічну недоцільність розорювання ґрунтів з несприятливими властивостями й загрозу їх дальшого погіршення через незбалансованість сучасного землеробства, пропонується вивести частину земель з ріллі для заліснення та залуження.

Очікуваний економічний ефект від підвищення інтенсивності виробництва, зокрема використання земель, сформується за рахунок раціонального перерозподілу виробничих витрат (ту саму кількість ресурсів



застосовуватимуть на меншій площі, що забезпечить ліквідацію дефіциту обігових коштів і вищу концентрацію авансованого капіталу на гектар земельних угідь, до того ж кращої якості) й підвищення їх ефективності. Отже, скорочення площі ріллі дасть змогу зосередити фінансові, матеріальні, енергетичні й інші ресурси на більш родючих ґрунтах, збільшити площі під кормовими угіддями для розвитку галузі тваринництва, забезпечити екологічну рівновагу в агроландшафтах через відновлення порушеного співвідношення між природними комплексами (площею луків, лісу, посівів), зменшити загрозу деградації для ґрунтів ріллі й ризику розвитку ерозії, що в сукупності сприятиме підвищенню конкурентоспроможності й розвитку низьковуглецевого сільськогосподарського землекористування [22].

Для України, як однієї з найменш заліснених країн Європи, важливим пріоритетом є підвищення рівня лісистості її території. Питома вага лісових земель у різних природних зонах країни варіює від 3,9 до 51 %, але в жодній з природних зон вона не досягає оптимального рівня, тобто такого, за якого ліс найбільш ефективно впливає на клімат, ґрунти, якість вод, забезпечуючи суспільство необхідними ресурсами деревної та недеревної продукції. Згідно з розрахунками УкрНДІЛГА, оптимальний рівень лісистості в середньому для України становить 20 %. Слід зазначити, що підвищення рівня лісистості за рахунок створення нових лісів сприятиме депонуванню вуглецю. Так, переведення ріллі під заліснення сприяє скороченню викидів CO<sub>2</sub>екв. за рахунок чистого поглинання 3,7 т/га вуглекислого газу 1 га лісу за рік [23, с. 34].

Екологізація аграрного землекористування спрямована на досягнення екологобезпечного використання сільськогосподарських земель, поліпшення їхнього екологічного стану, запобігання негативному й еколого-небезпечному впливу господарської діяльності на екологічний стан сільських територій, ґрунтів, довкілля та гарантування екологічно безпечного середовища для життя й здоров'я людей [24]. У контексті адаптації аграрного виробництва до змін у кліматичних умовах слід зазначити важливу роль органічного землеробства, що за своїм характером є стратегією адаптації до глобальних змін клімату, яку можна використовувати для поліпшення умов життя сільського населення в посушливих районах Степу України й зміцнення (за рахунок зменшення фінансових ризиків) фінансової стабільності [8]. В умовах глобальних змін клімату використання органічного землеробства дає змогу певною мірою нівелювати дію природних факторів за рахунок: застосування лише органічних матеріалів, що сприяють збільшенню вмісту органічної речовини в ґрунті, як результат, за рахунок дії природних факторів набагато більше зберігається вологи, ніж за використання традиційної системи землеробства; зниження уразливості аграрних підприємств, оскільки через відмову від дорогих синтетичних добрив і засобів захисту рослин вони значно скорочують власні витрати на одержання продукції, що істотно знижує ризики в разі часткового або повного неврожаю у зв'язку з екстремальними погодними умовами, які

виникнуть унаслідок глобальних змін клімату; виробництва сертифікованої продукції, ціни на яку майже удвічі вищі, ніж на звичайну, що, у свою чергу, дозволяє одержувати більші доходи й покривати витрати навіть за незначних урожаїв; одержання значно більшого прибутку передусім за рахунок зниження витрат, тобто підприємства є менш уразливими до змін у природних умовах, оскільки матимуть прибуток навіть за значного недоодержання врожаю [8].

Водночас, на думку багатьох учених, масштабне застосування в нашій країні органічного землеробства в традиційному вигляді для вирішення екологічних завдань недоцільне хоча б тому, що воно є спрощеним варіантом екологічного, в якому замість наукового обґрунтування нормативів сформульовані прості заборони. Проте це було доречним 100 років тому – до появи сучасного інтенсивного виробництва з потужною науковою базою. Вони, зокрема, висловлюють незгоду з повною відмовою від застосування мінеральних добрив, що не забезпечує повноцінне повернення винесених з урожаєм поживних речовин, особливо фосфору. Біологічні засоби підвищення родючості ґрунтів не варто протиставляти мінеральним добривам, пестицидам й іншим засобам хімізації, оскільки за правильного використання хімікатів дія біологічних чинників лише посилюється [25]. Перспективним учені вважають екологічне землеробство, що допускає застосування науково обґрунтованої кількості пестицидів і мінеральних добрив без зниження якості виробленої продукції, з обов'язковою випереджальною екологізацією переробної галузі.

Одним з економічних важелів, завдяки якому можна пом'якшити наслідки впливу змін клімату на ґрунтові ресурси, може бути запровадження механізму добровільного або обов'язкового страхування якості (родючості) сільськогосподарськими підприємствами. Страховий ризик полягає в зменшенні родючості ґрунтів згідно з нормами, вказаними в паспорті земельної ділянки. Для цього відповідні органи мають дослідити якість ґрунтових ресурсів у межах їхньої паспортизації. Страховою подією є погіршення основних паспортних показників якості ґрунтів через геокліматичні процеси, стихійні явища та ін. Страховий резервний фонд необхідно використовувати для: відтворення якості ґрунтових ресурсів, сплачуючи страхове відшкодування їхнім власникам або користувачам у разі настання страхового випадку за дотримання ними агротехнічних вимог вирощування сільськогосподарських культур; відтворення родючості ґрунтів; запобігання погіршенню екологічного стану земель сільськогосподарського призначення; заходів щодо відтворення деградованих і забруднених ґрунтів, підвищення родючості ґрунтів страхувальників [26, с. 19–20].

Таким чином, в умовах глобальних змін клімату в напрямі прогнозованого вченими потепління в Україні за допомогою застосування запропонованого комплексу стратегічних адаптаційних заходів можна певною мірою нівелювати наслідки цих змін для аграрного виробництва, забезпечуючи формування економічної родючості ґрунтів як запоруки стійкості до кліматичних змін. Низьковуглецеве аграрне землекористування можна вважати ключовою

стратегією адаптації до змін у кліматичних умовах. Прогнозоване зменшення викидів CO<sub>2</sub>екв. у разі реалізації запропонованих заходів у масштабах країни у 2020 р. може досягти 17,1 % від загальних викидів CO<sub>2</sub>екв. у 2013 р. у сільському господарстві України [27, с. 38], що, у свою чергу, може бути підґрунтям для утримання потепління на критично допустимому рівні.

**Висновки.** Для аграрного виробництва й формування економічної родючості ґрунтів в Україні наслідки зміни клімату щодо потепління будуть як позитивними, так і негативними. Хоча кліматичні умови України є загалом сприятливими, істотну загрозу для аграрного виробництва становить мінливість клімату, посилення якої, як очікується, супроводжуватиме зміни клімату. Ураховуючи міжнародний досвід адаптації процесів використання земельних ресурсів до змін клімату, в основу стратегії адаптації аграрного виробництва в підприємствах України до потепління пропонується покласти низку стратегічних заходів, які б дали змогу запобігти розвитку ґрунтово-деградаційних процесів з одного боку, а з іншого боку – сприяли скороченню викидів парникових газів під час обробітку ґрунтів і збільшенню запасів вуглецю, а звідси й гумусу в ґрунтах, забезпечуючи в такий спосіб раціональне використання ґрунтових ресурсів. Ці заходи слід розглядати не як самодостатні, а як такі, що мають бути вписані в загальну систему охорони ґрунтів і низьковуглецевого розвитку аграрного сектора економіки.

Запропоновано стратегічні пріоритети розвитку низьковуглецевого аграрного землекористування: призупинення зменшення вмісту гумусу й досягнення його бездефіцитного балансу шляхом застосування традиційних і нетрадиційних органічних добрив (агрохімічний напрям); зниження антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив шляхом застосування ґрунтоохоронних низьковуглецевих технологій, зокрема, no-till (технологічний напрям); оптимізація структури використання земельних угідь шляхом вилучення з обробітку малопродуктивних і деградованих ґрунтів з дальшим їх залісненням або залуженням (організаційний напрям); екологізація аграрного землекористування, зокрема шляхом розвитку органічного землеробства (екологічний напрям); розвиток агрострашування й екологічного страхування, зокрема шляхом розроблення й застосування механізму страхування родючості ґрунтів (економічний напрям). Практична реалізація цих заходів може сприятиме формуванню економічної родючості ґрунту як запоруки стійкості й адаптації аграрного виробництва України до зміни клімату та підвищенню конкурентоспроможності використання землі.

#### **Список використаних джерел**

1. Панасюк Б. Я. Глобальні зміни клімату та економіка / Б. Я. Панасюк // Економіка АПК. – 2015. – № 11. – С. 14–23.
2. A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality / M. Zessner, M. Schönhart, J. Parajka, H. Trautvetter and other // Science of The Total Environment. – 2017. – Vol. 579. – pp. 1137–1151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.092>.

3. Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment : Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria / M. Schonhart, T. Schauppenlehner, M. Kuttner, M. Kirchner and other // *Agricultural Systems*. – 2016. – Vol. 145. – pp. 39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2016.02.008>.

4. The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland / S. Frank, E. Schmid, P. Havlik, U. A. Schneider and other // *Global Environmental Change*. – 2015. – Vol. 35. – pp. 269–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.004>.

5. Shi Q. Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research : A literature review from 1994 to 2010 / Q. Shi, X. Lai // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2013. – Vol. 80. – Issue 5. – pp. 839–864. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.002>.

6. Моделювання локальних систем землекористування в умовах глобальних змін клімату / О. М. Бородіна, С. В. Киризиук, В. Д. Яровий, Ю. М. Єрмольєв, Т. Ю. Єрмольєва // *Економіка і прогнозування*. – 2016. – № 1. – С. 117–128.

7. Казакова І. Вплив глобальних змін на ґрунтові ресурси та сільськогосподарське виробництво [Електронний ресурс] / І. Казакова // *Agricultural and Resource Economics : International Scientific E-Journal*. – 2016. – Vol. 2. – No. 1. – С. 21–44. – Режим доступу : [www.are-journal.com](http://www.are-journal.com).

8. Дем'яненко С. Стратегія адаптації аграрних підприємств України до глобальних змін клімату / С. Дем'яненко, В. Бутко // *Економіка України*. – 2012. – № 6. – С. 66–72.

9. Кліматична угода : ключові моменти [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna\\_ugoda\\_klyuchovi\\_momenty\\_653978](http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna_ugoda_klyuchovi_momenty_653978).

10. Ukraine : Soil fertility to strengthen climate resilience Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture / T. Fileccia, M. Guadagni, V. Novhera, M. Bernoux. – Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. – 79 p.

11. Подолець Р. З. Методологічні підходи до оптимізації взаємопов'язаного використання земельних, водних та енергетичних ресурсів в умовах зміни клімату : звіт про науково-дослідну роботу «Моделювання та оцінка сталого використання земельних, водних та енергетичних ресурсів України в умовах глобальних змін навколишнього середовища» [Електронний ресурс] / Інститут економіки та прогнозування НАНУ ; Кер. Подолець Р. З. ; відп. викон. Чепелев М. Г., 2015. – Режим доступу : <http://ief.org.ua/?p=5714>.

12. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату / В. Ф. Сайко // *Вісн. аграр. науки*. – 2008. – № 11. – С. 5–10.

13. Зміни кліматичних умов в Україні призведуть до підвищення рентабельності вирощування озимих культур – Укргідрометеоцентр [Електронний ресурс]. – Режим доступу :



[http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT\\_ID=2057](http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=2057).

14. Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів : реком. / А. В. Кучер, О. В. Анісімова, І. В. Казакова, Л. В. Гапеев ; за ред. чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. – Х. : Смуґаста типографія, 2015. – 112 с.

15. Рациональне використання та охорона зрошуваних земель [Електронний ресурс] / М. І. Ромащенко, С. А. Балюк, Ю. І. Гринь та ін. – К., 2013. – Режим доступу : <http://www.kdpu-nt.gov.ua/ru/node/3878>.

16. Іващенко О. О. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату / О. О. Іващенко, О. І. Рудник-Іващенко // Вісн. аграр. науки. – 2011. – № 8. – С. 10–12.

17. Рациональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів : організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти : кол. моногр. / за ред. акад. НААН С. А. Балюка, чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. – Х. : Смуґаста типографія, 2015. – 432 с.

18. Рутицька В. Глобальне потепління та майбутнє України [Електронний ресурс] / В. Рутицька. – Режим доступу : <http://hronika.info/mnemia/118277-globalne-poteplnnya-ta-maybutnye-ukrayini.html>.

19. Попова О. Л. Екологізація виробництва як чинник ефективного розвитку вітчизняних сільгосп підприємств / О. Л. Попова // Перспективи екологізації аграрного виробництва в Україні : зб. наук. пр. ; за заг. ред. Ю. О. Лупенка, О. В. Ходаківської. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2012. – С. 32–47.

20. Густі М. І. Математичне моделювання вуглецевого балансу екосистем Карпатського регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи» / М. І. Густі. – Львів, 2002. – 20 с.

21. Медведєв В. В. До обґрунтування скороченні ріллі в Україні / В. В. Медведєв // Вісн. аграр. науки. – 2013. – № 1. – С. 59–63.

22. Kuczer A. Efektywność ekonomiczna wycofania użytków rolnych z intensywnej uprawy / A. Kuczer // Instrumenty i metody przeciwdziałania degradacji gleb użytkowanych rolniczo : materiały Warsztaty Naukowe, 8–9 październik 2015 r. – Puławy : IUNG-PIB, 2015. – pp. 70–71.

23. Пастернак В. П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація» та 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво» / В. П. Пастернак. – К., 2011. – 46 с.

24. Стратегічні напрями розвитку земельних відносин у сільському господарстві на період до 2020 року / М. М. Федоров, О. В. Ходаківська, С. Г. Корчинська, Н. А. Солов'яненко ; за ред. Ю. О. Лупенка, М. М. Федорова. – К. : ННЦ «ІАЕ», 2012. – 58 с.

25. Гармашов В. Хімічна складова в рослинницькій сировині мізерно мала порівняно зі шкідливістю неприродних інгредієнтів переробки / В. Гармашов, В. Крутякова, І. Безпалов // Зерно і хліб. – 2015. – № 3. – С. 82–83.

26. Борисова В. А. Економічне відтворення природного ресурсного

потенціалу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : спец. 08.07.02 «Економіка сільського господарства і АПК» / В. А. Борисова. – Миколаїв, 2003. – 40 с.

27. Кучер А. В. Еколого-економічні аспекти розвитку низьковуглецевого сільськогосподарського землекористування / А. В. Кучер. – Х. : Смугаста типографія, 2015. – 68 с.

## References

1. Panasiuk, B. Ya. (2015), Global climate change and the economy. *Ekonomika APK*, no. 11, pp. 14–23.

2. Zessner, M., Schönhart, M., Parajka, J., Trautvetter, H., Mitter, H., Kirchner, M., Hepp, G., Blaschke, A. P., Strenn, B. and Schmid, E. (2017), A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*, vol. 579, pp. 1137–1151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.092>.

3. Schonhart, M., Schauppenlehner, T., Kuttner, M., Kirchner, M. and Schmid, E. (2016), Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*, vol. 145, pp. 39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agry.2016.02.008>.

4. Frank, S., Schmid, E., Havlik, P., Schneider, U. A., Bottcher, H., Balkovic, J. and Obersteiner, M. (2015), The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*, vol. 35, pp. 269–278. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.08.004>.

5. Shi, Q. and Lai, X. (2013), Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 80, issue 5, pp. 839–864. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2012.09.002>.

6. Borodina, O., Kuryziuk, S., Yarovyi, V., Ermoliev, Y. and Ermolieva, T. (2016), Modeling local land uses under the global climate change. *Ekonomika i prognozuvannâ*, no. 1, pp. 117–128.

7. Kazakova, I. (2016), The impact of global changes at soil resources and agricultural production. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 2, no. 1, pp. 21–44, available at: [www.are-journal.com](http://www.are-journal.com).

8. Dem'ianenko, S. and Butko, V. (2012), The strategy of adaptation of agricultural enterprises in Ukraine to global climate change. *Economy of Ukraine*, no. 6, pp. 66–72.

9. Climate agreement: key moments [Online], available at: [http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna\\_ugoda\\_klyuchovi\\_momenty\\_653978](http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna_ugoda_klyuchovi_momenty_653978).

10. Fileccia, T., Guadagni, M., Hovhera, V. and Bernoux, M. (2014), *Ukraine: Soil fertility to strengthen climate resilience Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture*, Food and Agriculture Organization of the United

Nations, Rome, Italy.

11. Podolets, R. Z. (manag.) and Chepeliev, M. H. (performer) (2015), *Metodolohichni pidkhody do optymizatsii vzaiemopov'iazanoho vykorystannia zemelnykh, vodnykh ta enerhetychnykh resursiv v umovakh zminy klimatu* [Methodological approaches to optimize the interconnected use of land, water and energy resources in a changing climate]: report on the scientific research work «Modeling and evaluation of the sustainable use of land, water and energy resources Ukraine in terms of global environmental change» [Online], Institute of Economics and Forecasting NASU, available at: <http://ief.org.ua/?p=5714>.

12. Saiko, V. F. (2008), Scientific basis of agriculture in the context of climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*, no. 11, pp. 5–10.

13. The official site of Ukrainian Hydrometeorological Center (2015), Change in climatic conditions in Ukraine will lead to increased profitability of winter crops [Online], available at: [http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT\\_ID=2057](http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=2057).

14. Kucher, A. V., Anisimova, O. V., Kazakova, I. V. and Gapeev, L. V. (2015), *Ekonomichne zabezpechennia vidtvorennia rodiuchosti gruntiv* [Economic Support of Soil Fertility Reproduction], Smuhasta typohrafiya, Kharkiv, Ukraine.

15. Romashchenko, M. I., Baliuk, S. A., Hryn, Iu. I. and other (2013), *Ratsionalne vykorystannia ta okhorona zroshuvanykh zemel* [Rational use and protection of irrigated land], [Online], available at: <http://www.kdpu-nt.gov.ua/ru/node/3878>.

16. Ivashchenko, O. O. and Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2011), Directions adaptation agricultural production to climate change. *Visnyk ahrarnoi nauky*, no. 8, pp. 10–12.

17. Baliuk, S. A. and Kucher, A. V. eds (2015), *Ratsionalne vykorystannia gruntovykh resursiv i vidtvorennia rodiuchosti gruntiv: orhanizatsiino-ekonomichni, ekolohichni i normatyvno-pravovi aspekty* [Rational use of soil resources and soil fertility restoration: organizational, economic, ecological and legal aspects], Smuhasta typohrafiia, Kharkiv, Ukraine.

18. Rutytska, V. (2016), Global warming and the future of Ukraine [Online], available at: <http://hronika.info/mnenia/118277-globalne-poteplnnya-ta-maybutnye-ukrayini.html>.

19. Popova, O. L. (2012), *Ekolohizatsiia vyrobnytstva yak chynnyk efektyvnoho rozvytku vitchyznianskykh silhosppidpryiemstv* [Greening of production as a factor in the effective development of national agricultural enterprises] in *Perspectives greening of agricultural production in Ukraine*, eds Iu. O. Lupenko and O. V. Khodakivska, NSC «IAE», Kyiv, Ukraine.

20. Gusti, M. I. (2002), Mathematical Modelling the Carbon Budget of Ecosystems of the Carpathian Region of Ukraine, Abstract of Ph.D. dissertation, Mathematical Modelling and Numerical Methods, State Scientific and Research Institute of Information Infrastructure, Lviv, Ukraine.

21. Medvedev, V. V. (2013), To justify the reduction of arable land in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky*, no. 1, pp. 59–63.

22. Kuczer, A. (2015), Efektywność ekonomiczna wycofania użytków rolnych z intensywnej uprawy. *Instrumenty i metody przeciwdziałania degradacji gleb użytkowanych rolniczo*, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Puławy, Poland, 8–9 październik 2015 r., pp. 70–71.

23. Pasternak, V. P. (2011), Bioproductivity of forest stands of North-east of Ukraine in context of climate change, Abstract of Dr.S. dissertation, Forest inventory and forest measurement, Forest science and forestry, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Cabinet of Ministry of Ukraine, Kyiv, Ukraine.

24. Fedorov, M. M., Khodakivska, O. V., Korchynska, S. H. and Solov'ianenko, N. A. (2012), *Stratehichni napriamy rozvytku zemelnykh vidnosyn u silskomu hospodarstvi na period do 2020 roku* [The strategic directions of development of land relations in agriculture the period until 2020], eds Iu. O. Lupenko and M. M. Fedorov, NSC «IAE», Kyiv, Ukraine.

25. Garmashov, V., Krutiakova, V. and Bezpалov, I. (2015), Chemical component in plant growing raw materials is negligible compared to the harmfulness of unnatural ingredients of processing. *Zerno i khlib*, no. 3, pp. 82–83.

26. Borisova, V. A. (2003), The Economic Reproduction of the Natural Resource Potential of the Agro-Industrial Complex, Abstract of Dr.S. dissertation, Economy Agriculture and AIC, Mykolayiv State Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine.

27. Kucher, A. V. (2015), *Ekoloho-ekonomichni aspekty rozvytku nyzkovuhletsevoho silskohospodarskoho zemlekorystuvannia* [Ecological and economic aspects of development of low-carbon agricultural land use], Smuhasta typohrafiia, Kharkiv, Ukraine.

#### How to cite this article? Як цитувати цю статтю?

##### *Стиль – ДСТУ:*

Кучер А. Адаптація аграрного землекористування до змін клімату [Електронний ресурс] / А. Кучер // *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. – 2017. – Vol. 3. – No. 1. – С. 119–138. – Режим доступу : [www.are-journal.com](http://www.are-journal.com).

##### *Style – Harvard:*

Kucher, A. (2017), Adaptation of the agricultural land use to climate change. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, [Online], vol. 3, no. 1, pp. 119–138, available at: [www.are-journal.com](http://www.are-journal.com).