

ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНИХ МЕХАНІЗМІВ АДАПТАЦІЇ АГРОВИРОБНИЦТВА ТА СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЙ ДО ЗМІН КЛІМАТУ

Н.В. Зіновчук

доктор економічних наук, професор

Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: nvzstill37@gmail.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>

У процесі дослідження зроблено аналіз теоретичного підґрунтя економіко-математичного моделювання обсягів виробництва сільськогосподарських культур залежно від кліматичних зон та їх змін. З'ясовано, що кінцевої метою економіко-математичного моделювання є встановлення залежностей між складовими моделі, їх якісна й за можливості кількісна характеристики. Розуміння взаємозв'язків і взаємозалежностей тих чи інших суспільних явищ і ситуацій дозволяє підібрати релевантний інструментарій державного або суспільного впливу. Регулювання як процес впливу на економічну чи соціальну систему передбачає застосування сукупності адміністративних, економічних та інституціональних інструментів. Визначено, що доцільним є при виборі моделей, які дозволяють враховувати взаємозалежності суспільно-економічних і кліматичних явищ, пристосувати існуючі моделі до вирішення досліджуваних проблем та/або створювати новий клас моделей. Встановлено коректні взаємозалежності суспільно-економічних і кліматичних явищ та здійснена їх якісна оцінка. Розроблено рекомендації щодо застосування інструментарію, який здатен впливати в заданому напрямі на встановлені взаємозв'язки та залежності при застосуванні конкретної моделі оцінки змін клімату, зокрема в сільськогосподарському секторі. Також визначено, що моделі адаптації сільськогосподарського виробництва до кліматичних змін мають ґрунтуватися на аналізі фактичних змін клімату в регіоні та країні.

Ключові слова: економіка природокористування, сільське господарство, сталий розвиток, навколишнє природне середовище, збалансоване природокористування, екологічна безпека, екологічний ризик, кліматичні зміни.

ВСТУП

Усталеною практикою при виборі інструментів державного регулювання є використання загальновідомих економічних моделей, як макроекономічних, так і мікроекономічних. У переліку макроекономічних моделей завжди були такі: модель кругових потоків, модель пропозиції та попиту, хрест Кейнса, модель IS-LM, криві Філіпса, Лафера, модель Слоу та інші. Ці моделі використовуються для розкриття можливостей економічного зростання. Оскільки вони визначають певні економічні залежності, то їх використовують для розробки дій уряду щодо підтримання економічного розвитку суспільства.

Мікроекономічні моделі (статистичні та динамічні) також розглядають як аналітичний інструмент, що може бути корисним для вибору державних регуляторів. Мікроекономічні моделі демонструють можливості економіки в досягненні ринкової рівноваги та міжчасового розподілу ресурсів. Урядові вдосконалення, здійснені за допомогою регуляторів, обраних

із врахуванням мікроекономічних залежностей, можуть бути достатньо результативними.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання адаптації до змін клімату, вплив цього явища на процеси в сільському господарстві у своїх дослідженнях піднімали такі вчені, як С.П. Іванюта, О.О. Коломієць, В.В. Колосовська, О.А. Малиновська, Л.М. Якушенко. Однак, незважаючи на високий рівень праць зазначених учених, залишається недостатньо вивченим порушене в цьому дослідженні питання.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методичною основою є загальнотеоретичні методи наукового пізнання, фундаментальні положення та принципи економіки природокористування, економіки сільського господарства, що висвітлені у працях вітчизняних і зарубіжних учених із питання змін клімату.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Доцільність використання макро- та мікро-економічних моделей з огляду на сучасні кліматичні загрози викликає сумніви. Концептуально можна виділити декілька підходів щодо вибору моделей, які можна було б застосувати у процесі дослідження: 1) пристосувати наявні моделі до вирішення існуючих проблем; 2) створити новий клас моделей. Однак тестування зазначених підходів потребує:

- обов'язкового визначення початкового та кінцевого періоду дії кожної залежності в будь-якій моделі;
- включення відповідної просторової координати;
- поєднання біофізичних індикаторів стійкості з відповідними вартісними показниками;
- врахування кліматичних тенденції та ймовірності появи кліматичних ризиків.

Слід зазначити, що в традиційному макроекономічному аналізі використовується довгостроковий (як правило, 10 років) та короткостроковий (1 рік) часові горизонти. Це пов'язано з тим, що вже через декілька десятків років неможливо буде передбачити тенденції у змінах облікових ставок та обсягів витрат капіталу. Дослідження екосистем вимагають інших часових масштабів. Мінімальним часовим інтервалом повинен бути період від 30–40 років (період подвоєння популяції в екосистемах) до 75 років (період, який використовується для аналізу демографічних змін). Максимальний період аналізу має охоплювати три століття і більше. Водночас кліматичні зміни та загрози характеризуються своєю непередбачуваністю, як у короткостроковому, так й у довгостроковому періоді, ймовірністю синхронізації та каскадності проявів стихійних лих.

Досвід роботи експертів із клімату (IPCC), результати якої були викладені в шести оціночних доповідях, свідчить про необхідність використання спеціальних кліматичних моделей. Стосовно кліматичних моделей варто нагадати, що в загальноприйнятому визначенні під кліматичними моделями розуміють математичне вираження природних явищ відповідно до законів фізики, хімії та руху рідин. Умовно вони також поділяються на кількісні та якісні. Якісні визначають безпосередньо склад речовин і природних явищ у складі цих моделей. Кількісні враховують суму енергій, кількісний склад речовин в атмосфері, океанах, льодовиках тощо. Кількісні моделі поділяються на:

- прості (модель радіаційної теплопередачі розглядає Землю як єдину систему та усереднює вихідну енергію);

- складні (у системі “атмосфера — океан — морський лід” розв'язуються повні рівняння для перенесення маси, енергії та радіаційного обміну).

Моделі, які дозволяють провести аналіз взаємодій клімату з екосистемами, поділяються на коробкові, нульові, радіаційно-конвенційні. Коробкові моделі використовуються для моделювання екологічних систем, а також для дослідження циркуляції океану та кругообігу вуглецю. Наприклад, модель *cGenie* (модель центру Хедлі), що може відобразити моделювання клімату більше ніж на кілька століть. Нульвимірною моделлю використовується для визначення ефективної випромінювальної здатності Землі. Радіаційно-конвенційні моделі застосовуються для визначення впливу різних концентрацій парникових газів на ефективну випромінювальну здатність і, отже, на температуру поверхні.

Варто згадати і про такі моделі, як:

- *EUROPA-MODELL* (чисельна модель прогнозу погоди для розрахунків термодинамічних характеристик);
- *ESCHAM4* (блок глобальної кліматичної моделі, за допомогою якої розраховуються процеси хмаро- та опадоутворення, проходження потоків сонячної радіації в атмосфері, вплив підстильної поверхні на теплові потоки з урахуванням альбедо і типу поверхні);
- *PEMO* (поєднує моделі *EUROPA-MODELL* та *ESCHAM4* й дозволяє моделювання минулого і майбутнього регіонального клімату);
- *RegCM3* (гідростатичний варіант 5-ї версії мезомасштабної моделі *MM5*, що базується на вирішенні рівнянь для атмосфери, що може стискатися, в σ -системі координат);
- *HIRLAM* (модель прогнозу погоди);
- *RCA3* (дозволяє враховувати підстильну поверхню в межах однієї координатної комірки, схеми переносу сонячної радіації, турбулентності й параметризації хмаро- та опадоутворення);
- *IPCC-2007* (модель глобальних кліматичних змін).

Більш детальний аналіз характеристик цих кліматичних моделей, дозволяє стверджувати, що використання лише кліматичних моделей та моделей прогнозу погоди також не буде достатнім. Оскільки необхідним є встановлення зв'язків між кліматичними та соціально-економічними явищами.

Слід зазначити, що експертами з групи IPCC була зроблена спроба створити такий клас моделей. Прикладом можуть слугувати моделі *RCP-4,5* та *RCP-8,5*. Однак оскільки в цих моделях експертами IPCC було покладено хибну тезу про залежність викидів CO_2 від ан-

тропогенної діяльності й залежність клімату від самих викидів CO₂, то використання результатів їх досліджень не уявляється можливим.

Важливо акцентувати, що саме ці моделі (RCP-4,5 та RCP-8,5) були взяті як базові для кліматичних та економічних прогнозів у сільському господарстві багатьма науковцями в різних країнах світу. При цьому дослідниками одноставно визнається, що сільське господарство є важливим економічним сектором для аналізу кліматичних змін. Така позиція є зрозумілою, тому що зміни умов навколишнього середовища є найпотужнішим чинником, що впливає на виробництво, а отже, й економічні показники в сільському господарстві.

Аналіз моделей, в яких науковцями досліджуються взаємозв'язки виробництва сільськогосподарської продукції та кліматичних змін, дозволяє стверджувати, що абсолютна більшість моделей ґрунтуються на висновках експертів з клімату (IPCC), зроблених стосовно моделей RCP-4,5 та RCP-8,5. Що стосується зазначених моделей, то варто звернути увагу на те, що прогнозні оцінки, наведені експертами із клімату (IPCC), демонструють негативний вплив зміни клімату на врожайність сільськогосподарських культур, якщо не будуть здійснені заходи по зниженню рівнів викидів CO₂ та позитивний вплив (або м'яка адаптація економіки до кліматичних змін), якщо не буде здійснена декарбонізація економіки.

Згідно із зазначеними дослідженнями, у найближчі роки зміни температури, концентрація вуглекислого газу (CO₂) та кількість опадів за сценарієм змін клімату будуть становити виклик для рослинництва у всьому світі. Очікується, що в різних частинах світу зміна клімату по-різному вплине на сільське господарство, і це залежить від кількох факторів, включаючи ґрунтові та кліматичні умови, а також ресурси для подолання цих змін. Наслідки, що очікуються, можна визначити як позитивні, так і негативні. Зокрема, у Північній Європі, як і в країнах Середземномор'я прогнози науковців є оптимістичними, і це значною мірою пов'язано з можливостями ефективною адаптації для підтримання поточного врожаю. Найбільш негативні наслідки спрогнозовані для континентального клімату в Паннонській зоні, яка включає Угорщину, Сербію, Болгарію та Румунію. Цей регіон буде страждати від підвищених випадків спекотних хвиль і посухи, не маючи можливостей для ефективного перенесення вирощування сільськогосподарських культур на інші частини років. У більшості європейських регіонів існує широкий спектр варіантів адаптації для пом'якшення багатьох негативних наслідків зміни клімату на рослинництво в

Європі. Однак, враховуючи всі наслідки зміни клімату та можливості адаптації, для Європи вони переважно є негативними. [1].

У регіонах із тропічним і помірним кліматом підвищення температури на 2°C без адаптації до нього негативно вплине на врожайність пшениці, кукурудзи, сої, рису, хоча в деяких регіонах матиме й позитивні наслідки. Збільшення глобальної температури на 4°C, що супроводжуватиметься скороченням обсягів водних ресурсів і підвищенням конкуренції за них, стане чинником ризиків для продовольчої безпеки в глобальному масштабі.

Варто зазначити, що песимістичні прогнози стосовно впливу зміни клімату на продуктивність сільського господарства та добробут фермерів є переважаючими. Екстремальні погодні умови, несподіване підвищення температури та коливання опадів потенційно загрожують аграрній економіці. Особливо мінливість клімату створює серйозні проблеми для країн, що розвиваються. Також зміна клімату прямо чи опосередковано впливає на соціальну та економічну стійкість фермерів. Наслідки можуть бути включати неврожай, збільшення витрат на виробництво, зменшення доходів фермерів і збільшення сезонного рівня безробіття.

Окремі науковці наголошують, що наслідки зміни клімату для сільського господарства країни загалом та для фермерських господарств зокрема досить складні та неоднозначні. Зміна клімату може мати й деякі позитивні прояви. З великою вірогідністю встановлено, що потепління до 2–2,5°C може сприяти збільшенню врожайності багатьох сільськогосподарських культур (зокрема, пшениці) на території України при деяких регіональних відмінностях. За межами цього потепління врожайність усіх культур буде зменшуватися. Наразі підвищення температури в Україні вже становить 1–1,5°C й наближається до 2°C. Уже майже немає територій із обмеженими тепловими ресурсами для вирощування теплолюбних культур (кукурудзи, сої). Водночас стрімке та надмірне накопичення тепла скорочує вегетаційний період, сприяє передчасному досягненню різних культур і може призвести до зменшення врожайності.

Веgetаційний період для вирощування сільськогосподарських культур уже починається та буде наставати раніше і триватиме довше, що сприятиме збільшенню продуктивності рослинництва. У південній частині України підвищення температури та подовження вегетаційного періоду дозволять фермерам вирощувати по два врожаї деяких культур за умови зрошення. Безперечно, позитивним наслідком зміни клімату є суттєве потепління зимових місяців, відповідно, і зменшення ризиків вимерзання

озимих культур. Зимовий період скоротився майже на місяць, і це створює умови для більш ранньої сівби ярих культур. Період активної вегетації сільськогосподарських культур уже подовжився на 10 днів і більше. Це додаткові можливості для вирощування всіх видів теплолюбних сільськогосподарських культур.

Слід зазначити, що існує низка наукових доробок, в яких зміни аграрного виробництва аналізуються та моделюються на основі фактичних кліматичних змін, що мали місце впродовж останніх 10 або 20 років. Дослідження клімату України свідчать, що протягом останніх десятиліть температура та деякі інші метеорологічні параметри відрізняються від значень кліматичної норми (усередненого значення за період 1961–1990 рр.). За даними В.О. Балабух, середньорічна температура повітря за останні двадцять років (1991–2010 рр.) зросла на 0,8°C відносно кліматичної норми. На крайньому північному сході території України за кліматологічною стандартною нормою (1961–1990 рр.) проходила ізотерма — 6°C, тоді як за період 1991–2010 рр. там проходить ізотерма — 4°C. У південному напрямку значення кожної ізотерми стало вищим на 1°C; на заході розташована ізотерма — 2°C замість — 3°C, як було раніше; на сході — ізотерма — 4°C замість — 5°C. У Криму — там, де проходила ізотерма — 0°C, знаходиться ізотерма +1°C. Отже, спостерігаємо чітке зростання температури повітря в Україні за період 1991–2010 рр. порівняно з 1961–1990 рр.

Зрозуміло, що зміна температурних норм зумовить зміну кліматичного зонування країни. Загальновідомим є факт, що Україна складається з трьох агрокліматичних зон: Степ, Лісостеп, Полісся. Така класифікація була проведена за співвідношенням кількості опадів

до кількості накопиченого тепла. Тепер же, зі зміною середньорічної температури й кількості накопиченого тепла, ці агрокліматичні зони зміщуються. Згідно з даними Українського гідрометеорологічного центру, міграція кліматичних зон має тенденцію до руху на північ. Підвищення температури на 1°C зсуває межу агрокліматичних зон у середньому на 100 км на північ. А температура зросла в середньому на 2°C. Тому межа кліматичних зон змістилася на 200 км. На жаль, слід констатувати, що майже зникає зона Полісся (рис. 1).

Зокрема, Кіровоградська область раніше належала до Північного степу (зона посушлива, дуже спекотна), то зараз її можна віднести до Південного степу (дуже посушлива, спекотна) — зони, до якої раніше належали Херсон, Запоріжжя і Одеса. Кіровоградщина ж за кліматичними показниками стає такою, якою 30 років тому була Херсонщина. Херсонщина нині по сумі температур наближається до сухих субтропіків. Та кількість тепла, яку отримують Херсонська, а також південні частини Запорізької та Миколаївської областей уже дозволяє вирощувати такі теплолюбні культури, як рис чи бавовник.

Зараз клімат України у тренді глобального потепління, воно охопило всю територію країни, а швидкість підвищення температури повітря навіть дещо випереджає середньосвітову. Головна характеристика зміни клімату (основний параметр) — це зміна середньої річної температури повітря нижнього шару атмосфери (на висоті 1 метр над поверхнею). Вона визначається за даними вимірювань 163-х метеорологічних станцій України, які мають безперервний період спостережень від 65 до 140 років (рис. 2).

Серед ключових чинників зміни температур в Україні є швидкість підвищення темпера-

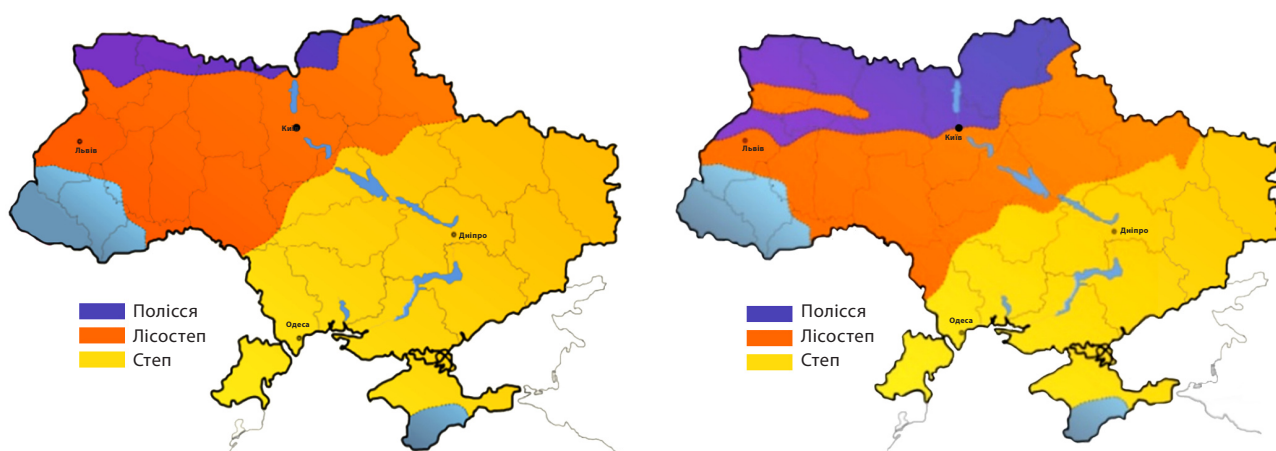


Рис. 1. Динаміка змін агрокліматичних зон України з 1991 до теперішнього часу

Джерело: Український гідрометеорологічний центр.

тури повітря, внаслідок чого в країні ймовірно посилення та поширення посух, збільшення площ земель, схильних до опустелювання. Починаючи із 1991 р. кожне наступне десятиріччя було теплішим попереднього: 1991–2000 — на 0,5°C, 2001–2010 — на 1,2°C, 2011–2019 — на 1,7°C (рис. 3).

Слід акцентувати, що моделювання обсягів виробництва сільськогосподарських культур на підставі фактичних кліматичних змін є більш реалістичним, ніж використання моделей, що ґрунтуються на динаміці викидів CO₂. Також важливо розуміти, що кліматичні зміни відбуваються поступово (наприклад, зміна кліматичних зон для вирощування сільськогосподарських культур), раптово або стихійно.

До стихійних метеорологічних явищ належать дуже сильний дощ, дуже сильний сніг, крупний град, сильний вітер, шквал, смерч, сильна пилова буря, сильна хуртовина, сильний туман, сильна ожеледь, сильне налипання мокрого снігу тощо. В Україні найпоширенішим стихійним метеорологічним явищем є дуже сильний дощ, що зумовлює катастрофічні зливи, селі, повені, затоплює значні території сільськогосподарських угідь, житлові та виробничі приміщення і навіть призводить до зміни ландшафту. За 1986–2010 рр. зафіксовано 1355 випадків такого дощу (це 44% від усієї кількості стихійних метеорологічних явищ, що спостерігалися в Україні в цей період). За даними, у середньому щорічно реєструється

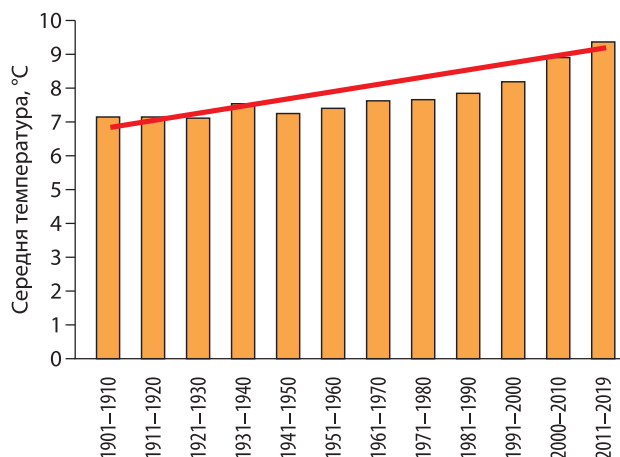


Рис. 2. Середньорічна температура повітря по декадам, роки

Джерело: Український гідрометеорологічний центр.

53 випадки дуже сильного дощу. Повторюваність дуже сильного дощу з року в рік може суттєво змінюватися залежно від синоптичних процесів, проте, за даними, їх кількість за період 1996–2010 рр. порівняно з періодом 1986–1995 рр. помітно зросла.

Друге місце серед стихійних явищ посідає сильний вітер (19%) і явища, пов'язані з ним (шквал, смерч, пилова буря). За період 1986–2010 рр. було зафіксовано 398 випадків сильного вітру. Якщо врахувати всю вітрову діяльність у комплексі (шквал, смерч, пилова

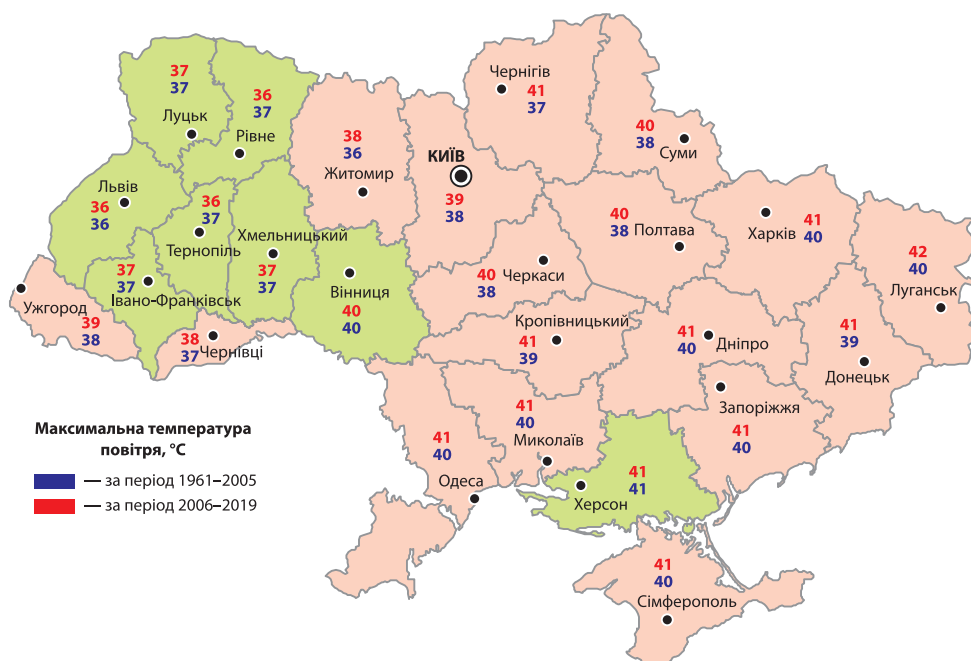


Рис. 3. Динаміка найвищих температур повітря

Джерело: Міністерство захисту довкілля і природних ресурсів України.

буря, сильна хуртовина (в холодний період)), то за цей період зафіксовано 830 випадків, пов'язаних із сильним вітром (27% загальної кількості стихійних явищ). Також в Україні існує ймовірність прояву таких кліматичних катастроф, як землетруси.

За наслідками проявів кліматичні зміни можна визначити як: короткострокові (їх можна подолати за 1–2 роки); довгострокові (їх можна подолати за 3–10 років); незворотні (екологічні, економічні та соціальні системи неможливо відновити). Тому економіко-математичне моделювання агровиробництва з урахуванням кліматичних змін обов'язково має охоплювати як мінімум три варіанти розвитку подій з огляду на можливі наслідки.

ВИСНОВКИ

Використання кліматичних моделей і моделей прогнозу погоди є недостатнім, оскільки не враховуються економічні й соціальні індикатори. Використання результатів моделей RCP-4,5 та RCP-8,5, які були запропоновані експертами ІПСС, не уявляється можливим, оскільки в їх основу було покладено хибну тезу про залежність викидів CO₂ від антропогенної діяльності й залежність клімату від самих викидів CO₂. Однак саме ці моделі (RCP-4,5 та RCP-8,5) були

взяті як базові для кліматичних і економічних прогнозів у сільському господарстві багатьма науковцями в різних країнах світу.

Абсолютна більшість моделей, які запропоновані вітчизняними науковцями й демонструють залежність сільськогосподарського виробництва від кліматичних змін, ґрунтуються на висновках експертів із клімату (ІПСС), зроблених стосовно моделей RCP-4,5 та RCP-8,5. Тому прогнозні оцінки вітчизняних науковців співпадають із прогнозними оцінками, наведеними експертами з клімату (ІПСС). Усі моделі демонструють негативний вплив зміни клімату на врожайність сільськогосподарських культур, якщо не будуть здійснені заходи зі зниження рівнів викидів CO₂ та позитивний вплив (або м'яка адаптація економіки до кліматичних змін), якщо не буде здійснена декарбонізація економіки.

Моделі адаптації сільськогосподарського виробництва до кліматичних змін мають ґрунтуватися на аналізі фактичних змін клімату в регіоні та країні (а не тільки підвищення температури внаслідок CO₂), прогнозу ураження території України від кліматичних катастроф (землетрусів, повеней, торнадо, смерчів) і варіювати, зважаючи на сценарії розвитку подій залежно від проявів цих катастроф та їх наслідків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Olesen J.E. et al. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European journal of agronomy*. 2011. Vol. 34. № 2. P. 96–112. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030110001061?via%3Dihub> (дата звернення: 20.05.2021).
2. Banna H. et al. Financing an efficient adaptation programme to climate change: a contingent valuation method tested in Malaysia. *Cahiers Agricultures*. 2016. Vol. 25. № 2 P. 25003. URL: https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/full_html/2016/02/cagri160004/cagri160004.html (дата звернення: 20.05.2021).
3. Іванюта С.П., Коломієць О.О., Малиновська О.А., Якушенко Л.М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С.П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (дата звернення: 26.12.2021).
4. Расулова О. “Останні п'ять років показали: Україна потрапляє в зону найбільших змін клімату в Європі”, — учений про наслідки зміни клімату. *Lb.ua*. 18 березня 2021. URL: https://lb.ua/society/2021/03/18/480099_ostanni_pyat_rokiv_pokazali.html (дата звернення: 12.01.2022).
5. Адаменко Т. Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? 2019. URL: https://mep.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2020/%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83%20%D1%82%D0%B0%20%D1%81%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5%20%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%B2%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96.pdf (дата звернення: 20.05.2021).

JUSTIFICATION OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC MECHANISMS OF ADAPTATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION AND RURAL AREAS TO CLIMATE CHANGES

Zinovchuk N.

Doctor of Economic Sciences, Professor
Institute of Agroecology and Environmental Management of NAAS (Kyiv, Ukraine)
e-mail: nvzstill37@gmail.com;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>

In the course of the research, an analysis of the theoretical basis of the economic-mathematical modeling of the production of agricultural crops depending on the climatic zones and their changes was made. It was estab-

lished that the ultimate goal of economic-mathematical modeling is the establishment of dependencies between the components of the model, their qualitative and, if possible, quantitative characteristics. Understanding the interrelationships and interdependencies of certain social phenomena and situations makes it possible to choose the relevant tools of state or social influence. Regulation, as the process of influencing the economic or social system, involves the use of a set of administrative, economic and institutional tools. It was determined that when choosing models that allow taking into account the interdependence of socio-economic and climatic phenomena, it is expedient to adapt the existing models to the solution of the researched problems and/or create a new class of models. The correct interdependencies of socio-economic and climatic phenomena were established and their qualitative assessment was carried out. Recommendations have been developed for the use of tools capable of influencing in a given direction the establishment of interrelationships and dependencies when applying a specific climate change assessment model, in particular in the agricultural sector. It is also determined that the models of adaptation of agricultural production to climate changes should be based on the analysis of actual climate changes in the region and the country.

Keywords: economics of nature use, agriculture, sustainable development, natural environment, balanced nature use, environmental safety, environmental risk, climate change.

REFERENCES

- Olesen, J.E., et al. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European journal of agronomy*, vol. 34, No 2, 96–112 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030110001061?via%3Dihub> [in English].
- Banna, H., et al. (2016). Financing an efficient adaptation programme to climate change: a contingent valuation method tested in Malaysia. *Cahiers Agricultures*, vol. 25, No 2, 25003. URL: https://www.cahiersagricultures.fr/articles/cagri/full_html/2016/02/cagri160004/cagri160004.html [in English].
- Ivaniuta, S.P. (Ed.), Kolomiets, O.O., Malynovska, O.A., Yakushenko, L.M. (2020). *Zmina klimatu: naslidky ta zakhody adaptatsii: analit. dopovid* [Climate change: consequences and adaptation measures: analyt. report]. Kyiv: NISD. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf [in Ukrainian].
- Rasulova, O. (2021). "Ostanni piat rokov pokazaly: Ukraina potraplaie v zonu naibilshykh zmin klimatu v Yevropi", — uchenyi pro naslidky zminy klimatu ["The last five years have shown that Ukraine is entering the zone of the greatest climate changes in Europe," — a scientist on the consequences of climate change]. *Lb.ua*. URL: https://lb.ua/society/2021/03/18/480099_ostanni_pyat_rokiv_pokazali.html [in Ukrainian].
- Adamenko, T. (2019). *Zmina klimatu ta silske hospodarstvo v Ukraini: shcho varto znaty fermeram?* [Climate change and agriculture in Ukraine: what should farmers know?]. URL: https://mep.gov.ua/files/docs/Zmina_klimaty/2020/%D0%97%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B0%20%D0%BA%D0%BB%D1%96%D0%BC%D0%B0%D1%82%D1%83%20%D1%82%D0%B0%20%D1%81%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B5%20%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%B2%20%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%96.pdf [in Ukrainian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Зіновчук Наталія Василівна, доктор економічних наук, професор, завідувач сектору екологічного менеджменту, Інститут агроєкології і природокористування НААН України (вул. Метрологічна, 12, м. Київ, Україна, 03143; e-mail: nvzstill37@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3221-8173>)