

# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.81:631.821; 155.5  
© 2013

*О.Г. Тараріко,  
академік НААН*

*О.В. Сиротенко*

*Т.В. Ільєнко*

*Т.Л. Кучма*

*Інститут агроєкології  
і природокористування  
НААН*

*О.М. Воскресенська,  
доктор географічних наук*

*Морський гідрофізичний  
інститут НАН України*

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗА СУПУТНИКОВИМИ ДАНИМИ\***

*Викладено оптимістичний (гумідний) сценарій впливу змін клімату на врожайність зернових культур. Показано вплив кліматичних змін на вегетаційний індекс NDVI та його зв'язок з урожайністю зернових культур. Здійснено віддалену прогнозну оцінку валових зборів зернових культур в Україні до 2050 та 2100 рр.*

**Ключові слова:** змін клімату, супутникові дані, врожайність NDVI, кліматична модель, агротехнічні дослідження.

Зернове господарство України є стратегічною галуззю народного господарства, яка забезпечує вирішення продовольчої безпеки України та її експортний потенціал продовольства [4, 10]. З подальшим розвитком галузі слід переглянути та вдосконалити стратегію й тактику нарощування виробництва зерна, які залежать від змін клімату. Для України, що має виконувати не лише національну, а й важливу загальносвітову місію щодо продовольчої безпеки, потрібний об'єктивний аналіз і прогноз змін клімату, зокрема оцінка їх позитивних і негативних сторін та можливі ризики для зернової галузі. Важливою також є оцінка різних сценаріїв адаптації агроєкосистем до нових умов навколишнього середовища. Ці аналітичні й прогнозні матеріали дадуть можливість ухвалювати своєчасні оперативні та стратегічні управлінські рішення з адаптації аграрного виробництва до зміни клімату та забезпечувати досягнення цілей сталого виробництва зерна, продовольчої безпеки та нарощування експортного потенціалу країни.

В Україні проблеми зміни клімату, зокрема температуру та зволоження, вивчають під егі-

дою та керівництвом Міністерства охорони навколишнього середовища України. Результати цієї роботи узагальнено у 5-ти Національних повідомленнях, останнє з яких наведено на [www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=632557](http://www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=632557) [14]. Цьому питанню присвячено багато наукових праць Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) [1–3, 7, 8]. У Національних повідомленнях і наукових працях з цих проблем значну увагу приділено всім галузям народного господарства, проте недостатньо вивчено питання впливу змін клімату на врожай і валові збори зернових культур у різних природно-кліматичних зонах.

Клімат України досить чутливий до глобальних змін. Підвищення температури на її території відбувається швидшими темпами порівняно з глобальними змінами [9]. За даними Інституту зрошувального землеробства НААН [5], за останні 35 років у підзоні Сухого Степу спостерігається стійка тенденція до підвищення середньорічної температури з 9,3 (1973–1980 рр.) до 11,3°C (2006–2010 рр.), тобто на 2°C. Водночас середньорічна кількість опадів не має чіткої закономірності змін у часі. Однак спостерігається тенденція до збільшення опадів лив-

\* Стаття друкується в порядку обговорення.

невого характеру та посилення вітрового режиму, що підсилює ризики вияву водної ерозії та дефляції ґрунтів [6]. Ці ризики підсилюються в зв'язку з прогнозованим значним збільшенням площ посіву просапних культур, зокрема кукурудзи, соняшнику і сої та просуванням їх на північ у зону Полісся з низькою протиерозійною стійкістю ґрунтів.

Результати досліджень зміни льодового режиму річок басейну Дніпра [15] як індикатору зміни клімату на території України засвідчили, що з кінця 80-х років XX ст. замерзання річок відбувається на 6 діб пізніше, а скресання — на 13 діб раніше. Тривалість періоду з льодовими явищами зменшилася на 25 діб, а товщина льоду — на 8 см, що є досить вагомим доказом істотного потепління клімату.

Отже, дедалі актуальнішою стає оперативна просторова оцінка впливу змін клімату не лише на стан посівів, а й вияв різноманітних кризових явищ, що досить успішно можна вирішувати за допомогою супутникової інформації [17].

**Мета досліджень** — використання супутникових даних для оцінки змін клімату на території України, їх впливу на врожайність зернових культур та перспективне прогнозування їх валових зборів.

**Методика досліджень.** Використовували дані NOAA щодо температури земної поверхні (SMT) і вегетаційних індексів NDVI (*нормалізований різницею вегетаційний індекс*) за 30 років — з 1982 по 2012 р. (сайт STAR NESDIS NOAA — Satellite Applications and Research of NOAA's National Environmental Satellite Data Information Services — Центру використання супутників і досліджень Національної служби супутникових даних та інформації Національного управління з досліджень океану та атмосфери США — <http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/>).

Температуру земної поверхні розраховують за випромінюванням у 4-х (10,30–11,30 мкм) та 5-ти каналах (11,50–12,50 мкм) радіометра AVHRR (NOAA) відповідно до стандартного алгоритму [18] і як щотижневий готовий продукт SMT (Smoothed Brightness Temperature — згладжена яскрава температура) надається у вільному доступі на наведеному вище сайті, зокрема диференційовано для кожної області України.

На основі наведених даних за 1982–2012 рр. нами опрацьовано і побудовано за всіма адміністративними областями України логариф-

мічні тренди динаміки прогнозних змін температури та NDVI відповідно на найближчу перспективу — до 2025 р., середню — до 2050, віддалену — до 2100 р.

Використано досить тісний зв'язок між показником NDVI і продуктивністю зернових культур, експериментальні дані довгострокових агротехнічних дослідів наукових установ НААН [16] та статистичні дані зміни врожайності зернових культур у часі по Волинській, Київській і Херсонській областях з 1955 р. [11]. Дослідження виконано в рамках проекту «АГРО» (№ держреєстрації 0113U0011224) з Національним центром обліку викидів парникових газів.

**Результати досліджень.** Об'єктивний індикатор кількісної оцінки впливу змін клімату на стан рослинності, у т.ч. посівів зернових культур — супутникова інформація, зокрема такий показник, як нормалізований різницею вегетаційний індекс (NDVI). Він є комбінацією показників, пов'язаних зі зміною спектральних характеристик рослинного покриву, і визначається як:

$$NDVI = (R_2 - R_1) / (R_2 + R_1), \quad (1)$$

де  $R_1$  та  $R_2$  — відбиття відповідно в ближньому інфрачервоному (0,72–1,1 мкм) та червоному (0,58–0,68 мкм) каналах радіометра AVHRR супутника NOAA.

Під час аналізу змін індексу NDVI за вегетаційний період 2000–2006 рр. і врожайності зернових культур за ці роки з'ясувалося, що в усіх кліматичних зонах України існує досить тісний кореляційний зв'язок між урожайністю та індексом NDVI: Полісся — 0,62; Лісостеп — 0,72; Степ — 0,84.

За регресійним аналізом залежність між NDVI і врожайністю пшениці озимої можна виразити формулою у зонах:

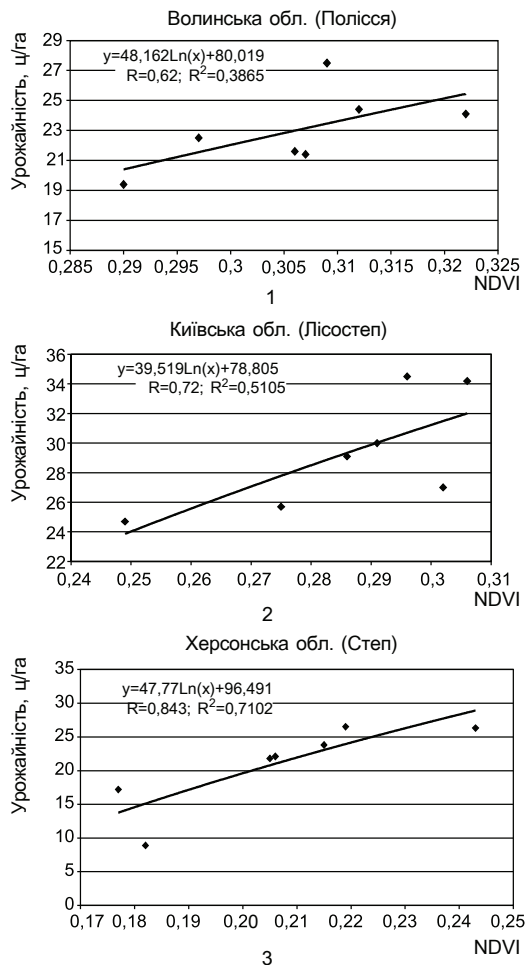
$$\text{Полісся} \quad \text{— } y = 48,162 \ln(NDVI) + 80,019; \quad (2)$$

$$\text{Лісостепу} \quad \text{— } y = 39,519 \ln(NDVI) + 78,805; \quad (3)$$

$$\text{Степу} \quad \text{— } y = 47,77 \ln(NDVI) + 96,491, \quad (4)$$

де  $y$  — урожайність пшениці озимої.

Отже, для перспективного прогнозування врожайності сільськогосподарських культур, зокрема зернових, можна використовувати індекс NDVI. Найтісніший зв'язок між урожайністю і NDVI спостерігається в зоні Степу, що пояснюється високою розораністю території. Орні землі й відповідно посіви в цій зоні досягають 85–90% від загальної площі сільськогосподарських угідь. У зоні Полісся їх розораність зменшується до 50–60%. Решту території займають



**Рис. 1. Кореляційна залежність між урожайністю зернових культур і показником NDVI: ◆ — NDVI; — — логарифмічний (NDVI)**

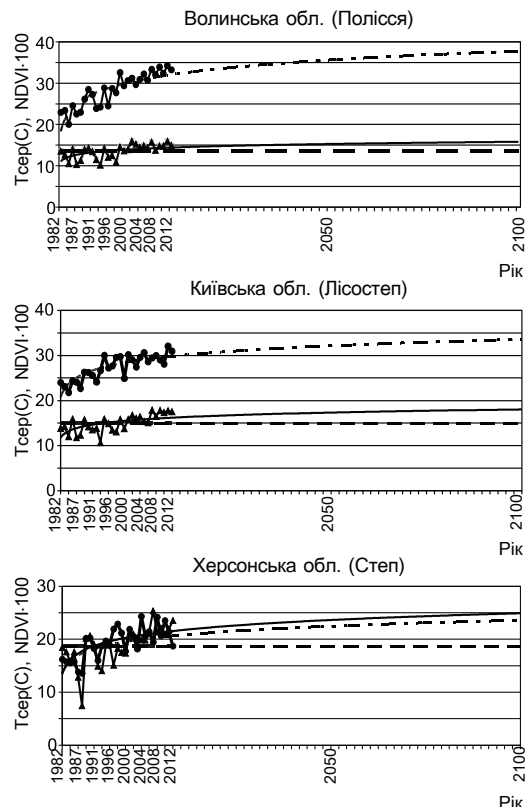
лісові та лучні угіддя, у результаті зв'язок між урожайністю зернових культур і NDVI знижується до 0,62 (рис. 1).

Оскільки в зонах Степу і Лісостепу в структурі земельних угідь посіви займають до 80–90%, супутникова інформація є досить надійним індикатором під час визначення їх стану та продуктивності. Проаналізована супутникова інформація NOAA щодо зміни температури за 1982–2012 рр. свідчить про її закономірне підвищення в усіх природно-кліматичних зонах і областях України. Слід також зазначити, що зміни теплового режиму позитивно вплинули на розвиток рослинності, про що свідчить порівняння динаміки NDVI та температури за 30 років. Як приклад на рис. 2 наведено динаміку

цих змін у Волинській, Київській і Херсонській областях.

Алгебраїчні тренди цих змін свідчать про те, що зі збереженням такого темпу в майбутньому до 2025, 2050, 2100 р. з підвищенням температури відповідно збільшуватиметься показник NDVI порівняно з 1982–2012 рр. (див. рис. 2), що загалом збігається із закономірністю підвищення врожайності зернових культур у зонах Лісостепу і Степу за даними довгострокових стаціонарних агротехнічних дослідів [16] на фоні природної родючості ґрунту (контроль) та із застосуванням добрив.

З 1982 по 2012 р. у зонах Полісся (Волинська обл.) температура в середньому за вегетаційний період порівняно з багаторічним показником підвищилася на 0,9–1,2°C, Лісостепу (Київська обл.) — 1,1–1,2°C, Степу (Херсонська обл.) — на 2,0–2,1°C. Отже, найвищими тем-



**Рис. 2. Динаміка підвищення температури і NDVI за 1982–2012 рр. та алгебраїчний їх тренд до 2100 р.): — — Tсер (багаторіч.); — — NDVIсер; — — логарифмічний (NDVIсер); — — Tсер; — — логарифмічний (Tсер)**

пами температура підвищується в зоні Степу (див. рис. 2). Якщо зробити градацію середньої температури за адміністративними областями через 2°C, то на рисунку (обкладинка) буде видно, що за 1982–2012 рр. межі природно-кліматичних зон майже збігаються з нинішніми.

Якщо припустити, що в подальшому температура підвищуватиметься в середньому в зонах Полісся до 14,7–15,4°C, Лісостепу — 16,2–19, Степу — 19,2–22,1°C, що за вегетаційний період відповідно вище за середньобагаторічний показник на 1,2–1,9°C, 1,5–2,0°C та 2,0–2,5°C, то до 2025 р. зональні межі значно зміняться порівняно з 1982–2012 рр. (рисунок на обкладинці).

До 2050 р. за трендом прогнозується подальше підвищення температури в зоні Полісся ще на 1,2–1,9°C, Лісостепу — 1,5–2,0, Степу — більше ніж на 2,0–2,8°C, а прогнозовані значення середньої за вегетаційний період температури становитимуть відповідно 15,3–16°C, 17–19,8, 19,8–22,9°C. До 2100 р. температурний фон ще додатково підвищиться і становитиме в зоні Полісся 15,8–17°C, Лісостепу — 18–20,5, Степу — 20,5–24,2°C (див. рисунок на обкладинці), що вище порівняно з історичним періодом відповідно на 2,3–3,0°C, 3,0–3,5 і 3,0–4,4°C.

Показник NDVI порівняно з точкою лінії тренду на 2012 р. у зоні Полісся (Волинська область) збільшиться до 2025, 2050 і 2100 р. відповідно на 3–6%, 8–15 та 14–20%. У зоні Лісостепу, скажімо в Київській області, це збільшення відповідно перебуває у межах 2,5–3,0%, 7–10 і 12–13%, у зоні Степу (Херсонська область) збільшення показника NDVI за трендом гіпотетично становитиме до 2025 р. близько 2,3%, 2050 р. — 8,5 і на 2100 р. — 18%. Значення показника NDVI перебуває в досить тісному зв'язку з урожаєм зернових культур, особливо в зонах Степу і Лісостепу, що дає змогу виконати перспективну прогнозу оцінку в часі впливу кліматичних змін на продуктивність, зокрема зернових культур.

Слід мати на увазі, що такі сценарії змін клімату, особливо на віддалену перспективу, можуть бути лише за збереження сучасного (1982–2012 рр.) темпу підвищення температури і є, мабуть, малоімовірними. Проте й для такого найгіршого сценарію змін клімату слід мати прогнозну оцінку, а головне, відповідні варіанти плану дій з адаптації аграрного виробництва до таких екстремальних умов підвищення температури. Їх розроблення і запроваджен-

ня, безумовно, буде ефективним і за значно менших коливань температури, але матиме значний запас надійності. Проте за всіх можливих сценаріїв адаптація аграрного виробництва потребуватиме значного об'єму наукових досліджень і фінансових ресурсів.

За основними ґрунтово-кліматичними зонами за 1995–2009 рр. наведено фактичний урожай різних культур за статистичними даними [13] і прогнозований урожай за кліматичною моделлю GFDL — 30%, яка передбачає збільшення CO<sub>2</sub> в атмосфері на 30% (табл. 1). Показано рівень урожайності, розрахований за базовою динамічною моделлю врожаю А.М. Польового [12, 13] та прогнозний урожай основних зернових культур, отриманий за трендом показника NDVI.

Отже, продуктивність рослинницької галузі за сценарієм GFDL-30% до 2050 та 2100 р. за трендом показника NDVI може зрости відповідно на 8–15% та 12–20% порівняно із середньою за 1995–2009 рр.

Підвищення врожайності, зокрема пшениці озимої, у довгострокових агротехнічних дослідках у різних агрокліматичних зонах на фоні природної родючості ґрунту (контроль), тобто за мінімального агротехногенного втручання у формування врожаю, також підтверджує позитивний вплив змін клімату на продуктивність зернових культур. Як приклад можна навести врожайні дані за 1994–2009 рр. в агротехнічному досліді Полтавської дослідної станції (Лісостеп) [16], де чітко простежується на контролі та із застосуванням добрив тренд росту врожайності пшениці озимої в часі. Попри те, що на контролі винос NPK з кожним роком збільшується, тобто родючість ґрунту має знижуватися, урожай пшениці озимої за роками підвищується, що ми також пов'язуємо з позитивною дією змін потепління клімату (рис. 3). Аналогічна закономірність спостерігається в зоні Степу на Запорізькій дослідній станції та підтверджується статистичними даними по Львівській, Київській і Одеській областях за 1955–2010 рр. [11].

Зміна клімату, зокрема підвищення температури, на сучасному етапі позитивно впливає на врожай зернових культур, про що свідчать експериментальні дані довгострокових агротехнічних дослідів, статистичні матеріали та супутникова інформація — зростання показника NDVI.

Отже, якщо збережуться ці закономірності в майбутньому, то за подальшого підвищення температури, звичайно до певної межі, можна очікувати, особливо на найближчу перспекти-

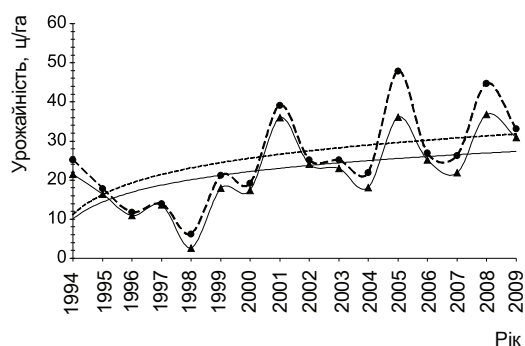
**1. Урожайність зернових культур за статистичними даними та прогноз за кліматичною моделлю і даними NDVI**

Культура	Статистичні дані (1995–2009 рр.) [13]	За кліматичним сценарієм GFDL — 30% (2030–2040 рр.) [13]	Прогноз за NDVI	
			2050 р.	2100 р.
<i>Полісся</i>				
Пшениця озима	25,3	30,5	34,0	39,8
Жито озиме	16,4	20,2	22,5	26,3
Ячмінь озимий	19,9	28,6	31,9	37,3
» ярий	22,3	32,3	36,0	42,1
Овес	16,5	24,1	27,0	31,6
Горох	16,6	20,5	22,8	26,7
<i>Лісостеп</i>				
Пшениця озима	29,0	39,4	42,7	48,6
Жито озиме	20,7	31,0	33,6	38,2
Ячмінь озимий	22,3	37,5	40,6	46,2
» ярий	22,8	31,9	34,5	39,3
Овес	19,6	28,1	30,3	34,5
Горох	18,2	23,0	24,7	28,1
<i>Степ</i>				
Пшениця озима	26,3	37,5	44,1	54,1
Жито озиме	19,4	30,2	35,5	42,6
Ячмінь озимий	19,4	34,4	40,5	48,5
» ярий	17,8	29,9	35,2	42,2
Овес	15,8	26,2	30,8	37,0
Горох	15,4	20,2	23,8	28,6

ву, тобто до 2025 р., підвищення продуктивності зернових культур. Якщо взяти за вихідні показники площі посіву зернових, їх продуктивність і валові збори, передбачені програмою «Зерно України — 2015», та за трендом температури і показника NDVI до 2050 р., урожайність зернових може зрости з 4,4 (2015 р.) до 5,5 т/га, до 2100 р. — відповідно до 7,0 т/га, а валовий збір зерна, навіть за умови зменшення площі посіву зернових з 16,2 до 15 млн га, — відповідно до 105 млн т і вище (табл. 2).

Проте ефективно використати додатковий тепловий ресурс та зменшити різноманітні ризики підвищення температури можливо лише за умови розроблення і запровадження системи адаптаційних заходів.

До них належать екологічна оптимізація структури агроландшафтів і систем землекор-



**Рис. 3. Динаміка врожайності пшениці озимої по кукурудзі (зона Лісостепу, Полтавська дослідна станція) [16]: ▲ — контроль; ● — добрива; — — логарифмічний (контроль); --- — логарифмічний (добрива)**

**2. Прогнозована врожайність і валові збори зернових культур до 2050 і 2100 рр.**

Культури	Показник		
	площа посіву, млн га	урожайність, т/га	виробництво, млн т
<i>2015 р. [1, 2]</i>			
Зернові (усього), у т.ч.:	16,2	4,4	71,7
кукурудза	5,0	6,0	30,2
пшениця	5,3	4,2	22,0
ячмінь	3,4	3,5	11,8
<i>2050 р. (за трендом NDVI)</i>			
Зернові (усього), у т.ч.:	15,0	5,5	82,0
кукурудза	6,0	7,0	42,0
пшениця	5,0	5,5	27,5
ячмінь	3,0	4,0	12,0
<i>2100 р. (за трендом NDVI)</i>			
Зернові (усього), у т.ч.:	15,0	7,0	105,0
кукурудза	6,0	10,0	60,0
пшениця	5,0	7,0	35,0
ячмінь	3,0	4,0	12,0

ристування на основі зменшення розораності сільськогосподарських угідь та відповідного підвищення їх лісистості, мінімалізація деградаційних процесів і відтворення родючості ґрунтів з досягненням бездефіцитного балансу гумусу та біогенних елементів, розроблення ефективних систем захисту рослин від шкідників і хвороб, запровадження водоощадних технологій зрошення, створення нових посухостійких сортів і гібридів та інших заходів із фор-

мування сталих агроєкосистем, здатних функціонувати в жорсткіших кліматичних умовах. Усе це потребуватиме значного збільшення обсягу наукових досліджень, визначення пріоритетних напрямів та більш тісної інтеграції наукової і практичної діяльності в контексті сталого розвитку сільських територій, вирішення питань відтворення агресурсного потенціалу як базисної основи сталого розвитку АПК України.

**Висновки**

Нині чи не найважливішою екологічною, науковою і виробничою проблемою АПК України є вчасна адаптація аграрного виробництва до змін клімату. Потрібно не лише виконати відповідні дослідження і здійснити прогнозні оцінки їх впливу на сільськогосподарське виробництво, а й спрогнозувати майбутні довгострокові ризики вияву кризових кліматичних явищ. Важливо використати сучасні інформаційні ресурси, зокрема космічні. У співпраці з науковими установами НАН України слід розв'язати проблему залучення космічної інформації в сферу моніторингу агро-

сфери України, наукової, виробничої і управлінської діяльності АПК. З цією метою доцільно розгорнути в рамках Мінагрополітики України та НААН науково-технічну програму «Агрокосмос» і створити відповідний міжвідомчий інформаційно-аналітичний центр для оперативного та перспективного надання прогнозних оцінок і рекомендацій виробництву на різних рівнях управління АПК.

Матеріали космічної інформації, багаторічних даних агротехнічних дослідів наукових установ НААН та статистичних даних свідчить про позитивний вплив змін клімату на су-

часному етапі, зокрема потепління, на продуктивність агроєкосистем, у т.ч. врожайність зернових культур. Спостерігатиметься зміщення кліматичних зон та подальше просування теплолюбних культур у північні регіони країни, що потребуватиме вдосконалення систем землеробства та агротехнологій, зростатиме актуальність зрошення, раціонального використання земельних, водних і рослинних ресурсів.

Комбінований метод віддаленого прогнозування продуктивності агроєкосистем, який містить космічну інформацію, кліматичні моделі та моделі формування врожайності,

дає змогу розробити оптимістичний сценарій впливу змін клімату на врожайність та валові збори зернових культур на періоди до 2025, 2050 та 2100 рр. Проте реалізація додаткового агресурсного потенціалу у вигляді тепла потребуватиме системних адаптаційних заходів і своєчасного реагування на додаткові ризики, зокрема посуху, нові хвороби і шкідники, дефіцит водних ресурсів, ерозійну деградацію ґрунтів. Важливо започаткувати цільові наукові програми, спрямовані на своєчасну адаптацію і відтворення агресурсного потенціалу в умовах досить швидких змін клімату.

## Бібліографія

1. Барабаш М.Б. Особливості зміни ресурсів тепла та волог в Україні при сучасному потеплінні клімату/М.Б. Барабаш, Н.П. Гребенюк, О.Г. Татарчук// Наук. праці УкрНДГМІ. — 2007. — Вип. 256. — С. 174–186.
2. Барабаш М.Б. Дослідження змін та коливань опадів на рубежі ХХ і ХХІ ст. в умовах потепління глобального клімату/М.Б. Барабаш, Т.В. Корж, О.Г. Татарчук//Наук. праці УкрНДГМІ. — 2004. — Вип. 253. — С. 92–102
3. Барабаш М.Б. Практичний напрямок досліджень зміни клімату в Україні/М.Б. Барабаш, О.Г. Татарчук, Н.П. Гребенюк, Т.В. Корж//Фізична географія та геоморфологія. — К.: ВГЛ «Обрії». — 2009. — Вип. 57. — С. 28–36.
4. Безуглий М.Д. Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України/М.Д. Безуглий, М.В. Присяжнюк. — К.: Аграр. наука, 2012. — 46 с.
5. Вожегова Р.А. Адаптація землеробства степової зони до умов підвищення посушливості клімату/ Р.А. Вожегова. Режим доступу: <http://unt.org.ua/adaptats-ya-zemlerobstva-stepovo-zoni-do-umov-pdvishchennya-posushlivost-kl-matu>
6. Друге Національне повідомлення України з питань зміни клімату. — К.: Інтерпрес ЛТД, 2006.
7. Мартазінова В.Ф. Изменение атмосферной циркуляции в северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке/В.Ф. Мартазінова, Е.К. Иванова, Д.Ю. Чайка//Укр. географ. журн. — 2007. — № 3. — С. 10–20.
8. Мартазінова В.Ф. Оценка изменения климатического режима в Украине к концу XX столетия/ В.Ф. Мартазінова, Е.К. Иванова//Географічні проблеми сталого розвитку. 3б. наук. праць. — К.: Обрії, 2004. — Т. III. — С. 142–144.
9. МГЭИК: Изменение климата, 2007: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II, III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата/Р.К. Пачаури, А. Райзингер и др./МГЭИК. — Женева, 2007. — 104 с.
10. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні/[В.Ф. Петриченко, М.Д. Безуглий, В.М. Жук, О.О. Іващенко]. — К.: Аграр. наука, 2012. — 48 с.
11. Мельник П.П. Вплив магнітного поля землі на врожайність пшениці озимої на території України/ П.П. Мельник, М.І. Орлюк, А.А. Роменець//Збалансоване природокористування. — 2012. — № 1. — С. 53–61.
12. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: монографія; за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. — Одеса: Екологія, 2011. — 696 с.
13. Польовий А.М. Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні/[А.М. Польовий, М.І. Кульбіда, Т.І. Адаменко, І.В. Трофімова]//Укр. гідромет. журн. — 2007. — № 2. — С. 76–91.
14. П'яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату//Держекоінвестагентство: сайт. — Режим доступу: [www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document/id=632557](http://www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document/id=632557)
15. Струтинська В.М. Вплив змін клімату на термічний та льодовий режимі річок басейну Дніпра (в межах України) з другої половини ХХ ст.: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. геогр. наук: спеціальність 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія»/В.М. Струтинська. — К., 2008. — 21 с.
16. Тараріко Ю.О. Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агресурсного потенціалу України/Ю.О. Тараріко. — К.: ДІА, 2011. — 576 с.
17. Kogan F.N. Global drought watch from space// Bulletin of the American Meteorological Society. — 1997. — № 78. — P. 621–636.
18. AVHRR Level 1b Product Guide Ref.: EUM/OPS-EPS/MAN/04/0029 Issue: v3A Date: 21 Jan 2011/ <http://oiswww.eumetsat.org/WEBOPS/eps-pg/AVHRR/AVHRR-PG-6ProdFormDis.htm>

Надійшла 5.08.2013.