

О.Г.Тараріко, О.В.Сиротенко, Т.В.Ільєнко, Т.Л.Кучма

Інститут агроєкології і природокористування, м.Київ

**ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ
НА УРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ТА ЇХ ВАЛОВІ ЗБОРИ
В УКРАЇНІ З ВИКОРИСТАННЯМ КОСМІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Викладено результати оцінки впливу змін клімату на урожайність зернових культур, а також прогноз їх валових зборів на ближню і віддалену перспективу з використанням супутникових даних NOAA. Розглянуто ризики виникнення деградаційних процесів та заходи з пом'якшення їх дії на продуктивність агроєкосистем.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *зерно, агроєкосистема, агроландшафт, температура, опади, ґрунт, деградація, ерозія, клімат, супутник.*

Загострення світової продовольчої проблеми викликано не тільки високими темпами зростання населення у світі, які випереджають виробництво продуктів харчування, але й змінами клімату та посилення процесів опустелення, особливо на африканському континенті. На фоні цих змін скорочується ресурс орнопридатних земель, спостерігається збільшення використання зернових ресурсів на виробництво біоенергії. При темпах зростання населення у світі до 1,5 – 1,6 % у рік збільшення виробництва зерна знаходиться в межах лише 1,0 %. Все це створює певну напругу щодо перехідних запасів продовольства і зокрема зерна у світі.

Україна має високий природно-ресурсний потенціал агросфери і може забезпечувати не тільки національну, але й в значній мірі загальносвітову місію продовольчої безпеки. Отже сучасна продовольча ситуація у світі і прогнозовані зміни клімату вимагають об'єктивного аналізу та оцінки його впливу на стан основних агроресурсів та виробництво сільськогосподарської продукції, зокрема зерна, удосконалення стратегії і тактики формування сталих високопродуктивних агроєкосистем.

Вивчення проблем зміни клімату та оцінки окремих його характеристик, в т. ч. температури та зволоження, в Україні виконуються під егідою та керівництвом Міністерства охорони навколишнього середовища. Результати цієї роботи узагальнено у п'яти Національних повідомленнях, останнє з яких представлено в www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document?id=632557. Цьому питанню присвячено багаточисельні наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту (УкрНДГМІ) [1 – 5]. В цих працях значна увага приділяється всім галузям народного господарства, але недостатньо вивчалось питання щодо впливу змін клімату на екологічний стан агроландшафтів, систем землекористування та продуктивність агроєкосистем, в т.ч. урожайність та валові збори зернових культур. Важливим в цьому відношенні є з одного боку виникнення, в результаті змін клімату, нових ризиків, наприклад розповсюдження посух, а з другого – вирішення проблеми ефективного використання додаткового агроресурсного потенціалу, наприклад у вигляді тепла.

© О.Г.Тараріко, О.В.Сиротенко, Т.В.Ільєнко, Т.Л.Кучма, 2013

Встановлено, що клімат України досить чутливий до глобальних його змін. Підвищення температури на її території відбувається більш швидкими темпами в порівнянні з глобальними [2, 3]. Так наприклад, за даними Інституту зрошуваного землеробства НААН [4] за останні 35 років в підзоні Сухого Степу спостерігається стійка тенденція підвищення середньорічної температури з 9,3 (1973 – 1980 рр.) до 11,3 °С (2006 – 2010 рр.), тобто на 2 °С. Одночасно зміни середньорічної кількості опадів не мають чіткої закономірності змін у часі, але спостерігається тенденція збільшення опадів зливового характеру та посилення вітрового режиму, що підсилює ризики прояву водної ерозії та дефляції ґрунтів [5]. Ці ризики зростають в зв'язку з прогнозованим значним збільшенням площ посіву просапних культур, в т.ч. кукурудзи, соняшнику та сої, а також просуванням їх на північ в зону Полісся, з низькою протиерозійною стійкістю ґрунтів [6].

Дуже цікавими в цьому відношенні є результати досліджень зміни льодового режиму річок басейну р.Дніпра [7], як індикатору зміни клімату на території України. Встановлено, що з кінця 80 рр. ХХ ст. замерзання річок відбувається пізніше на 6 діб, а скресання – раніше на 13 діб. Тривалість періоду з льодовими явищами зменшилась на 25 діб, а товщина льоду на 8 см, що є досить вагомим доказом суттєвого потепління клімату. Таким чином все актуальнішою стає оперативна просторова оцінка впливу змін клімату не тільки на стан агроландшафтів, систем землекористування та посівів, але й моніторинг прояву різноманітних кризових явищ, що досить успішно можна вирішувати за допомогою супутникових спостережень [8,9]. Отже метою досліджень є використання супутникових даних для оцінки впливу змін клімату на території України на урожайність зернових культур та перспективне прогнозування їх валових зборів.

Для оцінки і прогнозування змін клімату у світовій і вітчизняній практиці широко використовуються кліматичні моделі, які розроблені в США, Канаді, Японії, ЄС та інших країнах [10]. Але важливим в цьому відношенні є використання космічної інформації, яка дозволяє досить оперативно оцінювати не тільки зміни клімату, наприклад температурний режим, а їх вплив на рослинність, в т.ч. і агрофітоценози. Важливим також є оперативне визначення впливу змін клімату на стан та продуктивність посівів сільськогосподарських культур, в т.ч. просторове розповсюдження таких кризових явищ як посуха, вимерзання, хвороби і навіть дефіцит біогенних елементів, наприклад азоту.

Внаслідок змін клімату прогнозується збільшення кількості і глибини прояву стихійних метеорологічних явищ, що особливо відноситься до збільшення кількості опадів зливового характеру та посилення вітрового режиму [5]. На фоні значного збільшення площ посіву просапних культур, тобто інтенсифікації агротехногенного впливу на ґрунтовий покрив [6], можна прогнозувати розширення площ прояву водної ерозії та катастрофічних пилових бурь, які можуть поширитись далеко на північ, в т.ч. в зони Лісостепу і Полісся. Все це негативно впливатиме в цілому на екологічний стан агроландшафтів, їх біорізноманіття, водний баланс, стан малих річок, родючість ґрунтів і, як результат в цілому, на значне падіння продуктивності агроєкосистем. Зниження ризиків прояву цих негативних явищ потребуватиме запровадження системних заходів, в т.ч. більш екологічно досконалої кон-

турної організації території сільськогосподарських угідь в умовах складного рельєфу, запровадження масштабних лісомеліоративних і гідротехнічних заходів у вигляді водозатримуючих валів-терас, залужених водостоків, полезахисних лісосмуг, ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту і посіву, приведення у відповідність до рельєфу структури посівних площ і сівозмін та більш ефективних ґрунтоводоохоронних технологій обробітку ґрунту [11]. Актуальним в цьому відношенні залишається консервація еродованих та деградованих земель з переводом їх у природні угіддя, створення водоохоронних та рекреаційних зон. Запровадження цієї системи протиерозійних заходів повинно, в умовах потепління клімату, підвищення ризиків прояву ерозійних та посушливих явищ забезпечити охорону земельних, водних та рослинних ресурсів від деградації і опустелення, а також відновлення біорізноманіття агроландшафтів та формування високопродуктивних агроєкосистем [12].

Отже актуальним є оцінка та прогнозування впливу сучасних і майбутніх кліматичних змін на екологічний стан агроландшафтів та продуктивність агроєкосистем, в т. ч. із застосуванням сучасних ДЗЗ/ГІС технологій. Особливо важливе значення в цьому відношенні має прогнозування впливу змін клімату на урожайність і валові збори зернових культур як основи продовольчої безпеки всіх країн світу.

Мета даної статті полягає в аналізі, узагальненні та оцінці впливу змін клімату на продуктивність агроєкосистем та виникнення ризиків щодо урожайності зернових культур. Насамперед це відноситься до посушливих явищ, водних стресів і деградації ґрунтів. Важливим в цьому відношенні є обговорення напрямків адаптації аграрного виробництва та рекомендації для різних рівнів управління як до пом'якшення їх негативної дії, так і ефективного використання додаткового агроресурсу у вигляді тепла.

Методика досліджень. Використовувались дані NOAA щодо температури земної поверхні (*SMT*) і вегетаційних індексів *NDVI* (*нормалізований різницевий вегетаційний індекс*), за 30 років з 1982 по 2012 рр. (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 по дослідженням океану та атмосфери США – <http://www.star.nesdis.noaa.gov/smcd/emb/vci/VH/>).

Сучасні та очікувані зміни клімату потребують постійної оперативної інформації щодо їх впливу на найбільш чутливу сферу господарської діяльності, пов'язаною з продовольчою безпекою, тобто сільськогосподарським виробництвом. Особливо актуальним в цьому відношенні є космічні дані, які стосуються структури агроландшафтів і систем землекористування, структури агрофітоценозів, сівозмін, забезпечення вологою, використання зрошуваних земель, просторового розповсюдження критичних явищ, в т. ч. посушливих. Важливим також є спостереження за станом посівів, прогнозування урожайності та валових зборів, особливо зернових культур.

Прикладом ефективного використання космічної інформації може бути супутникові дані NOAA (*Satellite Applications and Research of NOAA'S National Environmental Satellite Data Information Services*), відносно підвищення температури, водних стресів та здоров'я рослинності за період з 1982 по 2012 рр.

Їх аналіз щодо визначення зміни температурного режиму на території України показав зростання потепління к 2012 р. по всім адміністративним областям від 1,5 до 2,0 °С, в порівнянні з середньо-багаторічним показником. К 2025 року при збереженні такого темпу підвищення температури температура може додатково ще підвищитись на 1,2 – 2,0 °С, що особливо відноситься до південних областей України.

Об'єктивним індикатором кількісної оцінки впливу змін клімату на стан рослинності, в т.ч. посіви зернових культур, є супутникова інформація, зокрема такий показник як нормалізований різницевий вегетаційний індекс (*NDVI*), який є комбінацією показників, пов'язаних зі зміною спектральних характеристик рослинного покриву, і визначається як

$$NDVI = (R_2 - R_1) / (R_2 + R_1),$$

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

Аналіз динаміки змін індексу *NDVI* за вегетаційний період 2000 – 2006 рр. і урожайності зернових культур в агротехнічних дослідах за ці роки показав, що в усіх кліматичних зонах України між ними існує досить тісний кореляційний зв'язок: Полісся – 0,62; Лісостеп – 0,72; Степ – 0,84. За регресійним аналізом залежність між *NDVI* і врожайністю озимої пшениці можна виразити формулами:

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

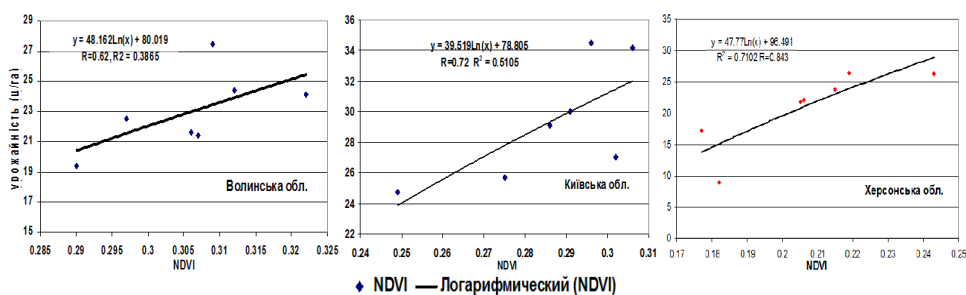
$$y = 39,519 \ln(NDVI) + 78,805 \quad (\text{Лісостеп});$$

$$y = 47,77 \ln(NDVI) + 96,491 \quad (\text{Степ});$$

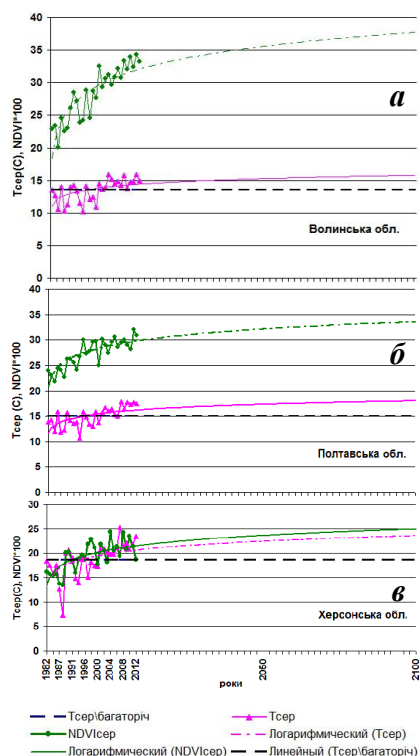
де y – урожайність озимої пшениці.

Отже для перспективного прогнозування урожайності сільськогосподарських культур, в т.ч. зернових, можна використовувати супутникову інформацію, зокрема індекс *NDVI*. Найбільш тісний зв'язок між урожайністю і *NDVI* існує в зоні Степу, що пояснюється високою розораністю території. Орні землі і відповідно посіви в цій зоні досягають до 85 – 90 % від загальної площі сільськогосподарських угідь. В зоні Полісся розораність зменшується до 50 – 60 %. Решту території займають лісові та лучні угіддя. В результаті зв'язок між урожайністю зернових культур і *NDVI* знижується до 0,62 (рис.1).

Враховуючи, що в зоні Степу і Лісостепу в структурі земельних угідь по-



Р и с . 1 . Кореляційна залежність між урожайністю зернових культур і показником *NDVI*: Полісся (а), Лісостеп (б), Степ (в).



Р и с . 2. Динаміка підвищення температури та *NDVI* за 1982 – 2012 рр. та їх алгебраїчний тренд до 2050 та 2100 рр.: Полісся (а), Лісостеп (б), Степ (в).

сиви займають до 80 – 90 % сільськогосподарських угідь, супутникова інформація є досить надійним індикатором при визначенні як стану посівів, так і їх продуктивності. Проаналізована супутникова інформація NOAA щодо зміни температури за період з 1982 по 2012 рр. свідчить про її закономірне підвищення у всіх природно-кліматичних зонах і областях України. Необхідно також відмітити, що зміни теплового режиму за цей період позитивно вплинули на розвиток рослинності, про що свідчить порівняння динаміки *NDVI* та температури. Як приклад, на рис.2 наведено динаміку цих змін у Волинській, Полтавській і Херсонській областях, які територіально розташовані в зонах Полісся, Лісостепу і Степу. Алгебраїчні тренди цих змін свідчать, що при збереженні існуючого темпу, у майбутньому до 2025, 2050, 2100 рр. підвищення температури супроводжуватиметься відповідним збільшенням показника *NDVI* в порівнянні з періодом 1982 – 2012 рр. (рис.2), що в цілому співпадає з закономірністю підвищення урожайності зернових культур в зонах Лісостепу і Степу за даними довгострокових агротехнічних дослідів [13] як на фоні природної родючості ґрунту (контроль), так і при застосуванні добрив.

За період з 1982 по 2012 рр. в зоні Полісся (Волинська обл.) температура в середньому за вегетаційний період в порівнянні з багаторічним показником підвищилась на 0,9 – 1,2 °С, в зоні Лісостепу (Полтавська обл.) – на 1,2 – 1,3 °С і в зоні Степу (Херсонська обл.) – на 2,0 – 2,1 °С. Отже найбільш високими темпами температура підвищується в зоні Степу (рис.2).

Якщо зробити градацію середньої температури по адміністративним областям через 2 °С, то на рис.3 видно, що за цей період (1982 – 2012 рр.) межі природно-кліматичних зон майже співпадають з існуючими нині.

Якщо ж припустити, що в подальшому такий темп підвищення температури збережеться, то к 2025 р. зональні межі значно зміняться в результаті її підвищення в порівнянні з 1982 – 2012 рр.: в середньому в зоні Полісся до 14,7 – 15,4 °С, Лісостепу – 16,2 – 19 °С, Степу – 19,2 – 22,1 °С, що за вегетаційний період відповідно вище за середньобагаторічний показник на 1,2 – 1,9; 1,5 – 2,0 та 2,0 – 2,5 °С. До 2050 р. за трендом прогнозується подальше підвищення температури в зоні Полісся ще на 1,2 – 1,9 °С, Лісостепу 1,5 – 2,0 °С і Степу – більше ніж на 2,0 – 2,8 °С, а прогнозовані значення середньої за вегетаційний період температури становитимуть відповідно 15,3 – 16; 17 – 19,8; 19,8 – 22,9 °С.

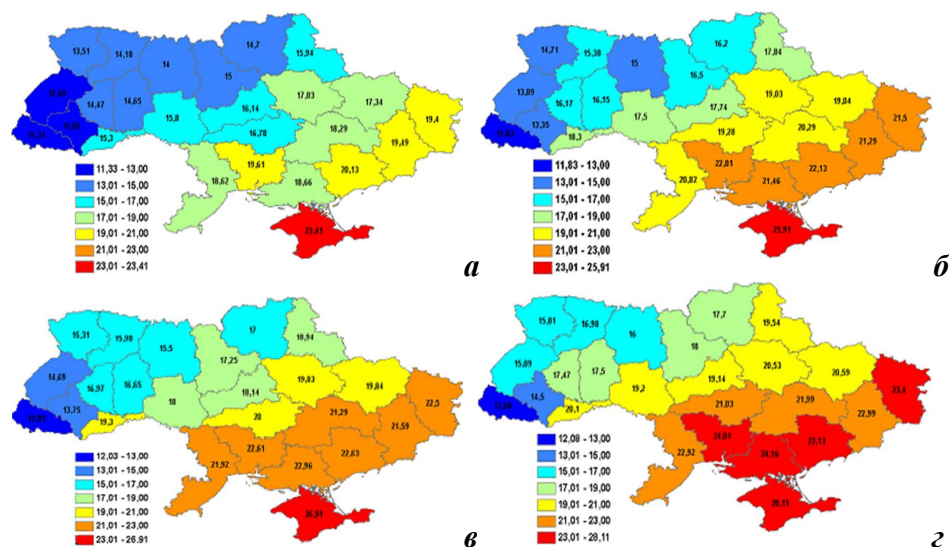


Рис. 3. Територіальний розподіл середньої за вегетацію температури за період 1982 – 2012 рр. (а) та прогноз на 2025 (б), 2050 (в) і 2100 рр. (г).

До 2100 р. температурний фон ще додатково підвищиться і складатиме в зоні Полісся 15,8 – 17 °С, Лісостепу 18 – 20,5 °С і Степу 20,5 – 24,2 °С, що вище в порівнянні з історичним періодом (1982 – 2012 рр.) відповідно на 2,3 – 3,0; 3,0 – 3,5 і 3,0 – 4,4 °С.

Щодо показника *NDVI* то в порівнянні з точкою лінії тренду на 2012 р. в зоні Полісся (Волинська область) за трендовою оцінкою він збільшується до 2025, 2050 і 2100 р. відповідно на 3 – 6; 8 – 15 та 14 – 20 %. В зоні Лісостепу, наприклад у Київській області, це збільшення відповідно знаходиться в межах 2,5 – 3,0; 7 – 10 і 12 – 13 %, а в зоні Степу (Херсонська область) збільшення показника *NDVI* за трендом гіпотетично складе к 2025 р. – до 2,3 %, 2050 р. – до 8,5 % і на 2100 р. – до 18 %. Як було показано вище, значення показника *NDVI* знаходиться в досить тісному зв'язку з урожаєм зернових культур, особливо в зонах Степу і Лісостепу, що дозволяє виконати перспективну оптимістичну прогностну оцінку в часі впливу кліматичних змін на продуктивність, зокрема зернових культур.

Необхідно мати на увазі, що такий сценарій змін клімату, особливо на віддалену перспективу, може бути лише при збереженні сучасного (1982 – 2012 рр.) темпу підвищення температури і є мабуть малоімовірним. Але ж і для такого сценарію змін клімату, необхідно мати відповідні варіанти плану дій з адаптації аграрного виробництва. Їх розробка і запровадження безумовно буде ефективним і при значно менших коливаннях температури. Але при всіх можливих сценаріях впливу змін клімату на аграрне виробництво адаптаційні заходи потребуватимуть значного збільшення об'ємів як наукових досліджень, так і фінансових ресурсів.

З точки зору стратегії збереження продовольчої безпеки в цих умовах, досить важливими є віддалені (до 2100 р.) прогностні оцінки щодо урожайності основних зернових культур та їх валових зборів. З цією метою нами був використаний комбінований метод прогнозу, в т.ч. з використання мо-

делей урожайності, кліматичних моделей [15], супутникової інформації NOAA [8] та алгебраїчних трендів.

В табл.1 в розрізі основних ґрунтово-кліматичних зон за період 1995 – 2009 рр. представлено фактичний урожай різних культур як за статистичними даними, так і прогнозний урожай за кліматичною моделлю *GFDL-30* %, яка передбачає збільшення CO_2 у атмосфері на 30 % [15]. В стовпчику 3 наведено рівень урожайності, розрахований за базовою динамічною моделлю урожаю А.М.Польового [14, 15], а в стовпчиках 4 і 5 – розрахований нами прогнозний урожай основних зернових культур отриманий за алгебраїчним трендом показника *NDVI*. Встановлено, що підвищення продуктивності основних зернових культур, в порівнянні з середньою за 1995 – 2009 рр., а також сценарієм *GFDL-30* % к 2050 та 2100 рр. за трендом показника *NDVI* може збільшитись відповідно до 8 – 15 та 12 – 20 %.

Цікаво порівняти отримані прогнозні оцінки урожайності, зокрема озимої пшениці, з трендом підвищення урожайності в довгострокових агротехнічних дослідях в різних агрокліматичних зонах як на фоні природної родючості ґрунту (контроль), тобто при мінімальному агротехногенному втручанні у фор-

Т а б л и ц я 1. Урожайність зернових культур за статистичними даними, прогноз за кліматичною моделлю [15] і даними *NDVI*.

культури	статистичні дані (1995 – 2009 рр.) [14, 15]	за кліматичним сцена- рієм <i>GFDL-30</i> % (2030 – 2040 рр.) [14, 15]	прогноз за <i>NDVI</i>	
			2050 р.	2100 р.
Полісся				
озима пшениця	25,3	30,5	34,0	39,8
озиме жито	16,4	20,2	22,5	26,3
ячмінь озимий	19,9	28,6	31,9	37,3
ячмінь 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
Лісостеп				
озима пшениця	29,0	39,4	42,7	48,6
озиме жито	20,7	31,0	33,6	38,2
ячмінь озимий	22,3	37,5	40,6	46,2
ячмінь 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
Степ				
озима пшениця	26,3	37,5	44,1	54,1
озиме жито	19,4	30,2	35,5	42,6
ячмінь озимий	19,4	34,4	40,5	48,5
ячмінь 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

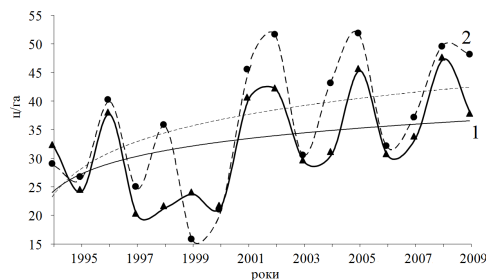


Рис. 4. Динаміка врожайності озимої пшениці по гороху за 1955 – 2010 рр. (Полтавська дослідна станція): контроль (1), добрива (2) [13].

мування урожаю, так і на фоні добрив, фактору який най більш значуще впливає на урожайність зернових культур. Як приклад можна навести

урожайні дані за 1994 – 2009 рр. в агротехнічному досліді Полтавської дослідної станції (Лісостеп) [13], де чітко прослідковується як на контролі, так і при застосуванні добрив, тренд росту урожайності озимої пшениці в часі. Не дивлячись на те, що на контролі винос азоту, фосфору і калію з кожним роком збільшується, тобто родючість ґрунту має знижуватись, урожай озимої пшениці за роками підвищується, що ми пов'язуємо з позитивною дією змін потепління клімату (рис.4). Аналогічна закономірність також отримана в зоні Степу на Запорізькій дослідній станції, а також підтверджується статистичними даними по Львівській, Київській і Одеській областях за період з 1955 по 2010 рр. [16].

Таким чином, зміна клімату, в т.ч. підвищення температури на сучасному етапі, позитивно впливає на урожай зернових культур, про що свідчать, як було показано вище, експериментальні дані довгострокових агротехнічних дослідів, статистичні матеріали по трьох областях за 1955 – 2010 рр., які відповідно характеризують зони Полісся, Лісостепу і Степу, а також супутникова інформація і зокрема закономірне зростання показника *NDVI*.

Отже, якщо в майбутньому збережеться закономірність позитивного впливу зміни клімату на урожайність зернових культур, то при подальшому підвищенні температури, звичайно до певної межі, можна прогнозувати оптимістичний сценарій, особливо на ближню перспективу, тобто до 2025 р., щодо підвищення продуктивності зернових культур. Якщо взяти за вихідні показники площі посіву зернових, їх продуктивності, об'єм валових зборів зерна передбачених програмою «Зерно України-2015» [6, 17] та за трендом як температури, так і показника *NDVI* к 2050 р. можна прогнозувати збільшення урожайності зернових з 4,4 (2015 р.) до 5,5 т/га, а к 2100 р., відповідно, до 7,0 т/га. За цієї урожайності валовий збір зерна, навіть за умови зменшення площі посіву зернових з 16,2 до 15 млн. га, як необхідної умови удосконалення структури агроландшафтів у бік зменшення розораності, збільшиться відповідно до 105,0 млн. т (табл.2).

Але ж ефективно використати додатковий тепловий ресурс, а також зменшити різноманітні ризики підвищення температури, можливо лише за умови розробки і запровадження цілої системи адаптаційних заходів.

До них відносяться екологічна оптимізація структури агроландшафтів і систем землекористування на основі зменшення розораності сільськогосподарських угідь і відповідного підвищення їх лісистості, мінімізація деградаційних процесів та відтворення родючості ґрунтів шляхом досягненням бездефіцитного балансу гумусу і біогенних елементів в агроєкосистемах, розробка ефективних систем захисту рослин від шкідників і хвороб, запровадження водозберігаючих технологій зрошення, створення нових посухо-

Т а б л и ц я 2. Прогнозована урожайність і валові збори зернових культур на період до 2050 і 2100 рр.

культури	показники		
	площа посіву, млн. га	урожайність, т/га	виробництво, млн. т
2015 р. [1, 2]			
зернові (всього), в 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
2050 р. (за трендом <i>NDVI</i>)			
зернові (всього), в 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
2100 р. (за трендом <i>NDVI</i>)			
зернові (всього), в 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

стійких сортів і гібридів та інших заходів з формування сталих агроєкосистем, здатних функціонувати в більш жорстких кліматичних умовах. Все це потребуватиме значного збільшення об'єму наукових досліджень, концентрації інтелектуального потенціалу та фінансових ресурсів на пріоритетних напрямках адаптації, більш тісної інтеграції наукової і практичної діяльності в контексті відтворення агроресурсного потенціалу та сталого розвитку сільських територій.

Висновки.

1. Нині чи не найважливішою екологічною, науковою і виробничою проблемою АПК України є його вчасна адаптація до змін клімату. Необхідно не тільки виконати прогнозні оцінки їх впливу на сільськогосподарське виробництво, але і спрогнозувати майбутні довгострокові ризики прояву кризових кліматичних явищ та продовольчої безпеки, а також розробити відповідну систему ефективних адапційних заходів.

2. Важливим в цьому відношенні є використання сучасних інформаційних ресурсів, в т.ч. космічних. У співпраці з науковими установами НАН України необхідно вирішити проблеми залучення космічної інформації у сферу моніторингу агросфери, наукової, виробничої і управлінської діяльності АПК. З цією метою доцільним є розгортання НТП «Агрокосмос» та створення відповідного міжвідомчого інформаційно-аналітичного центру для оперативного і перспективного надання відповідних прогнозних оцінок і рекомендацій виробництву на різних рівнях управління.

3. Враховуючи інерційний характер сільськогосподарського виробництва, його залежність від погодних умов, актуальним є завчасна розробка адаптаційних заходів. Важливим в цьому відношенні є наукове обґрунтування заходів з найбільш ефективного використання додаткового агресурсного потенціалу у вигляді тепла, а з другого – мінімалізації можливих ризиків у вигляді різноманітних екстремальних явищ, які можуть суттєво погіршити не тільки екологічний стан агроландшафтів, але й значно знизити продуктивність агроєкосистем, що насамперед відноситься до посилення глибини і просторового розповсюдження посушливих явищ.

4. В зв'язку з потеплінням загостриться проблема втрат вологи на випаровування та поверхневий стік, в т.ч. в межах водозбірних басейнів малих річок. Тому важливим є затримання в агроландшафтах та раціонального використання поверхневого стоку, що особливо актуально в умовах складного рельєфу. За рахунок удосконалення технологічних прийомів управління поверхневим стоком, можливо додатково залучати до 400 м³/га вологи. Вирішення цього питання пов'язано із запровадженням ґрунтоводоохоронної контурно-меліоративної системи землекористування, яка була розроблена і апробована у виробничих умовах в 1980 – 1990 рр. В нових соціально-економічних умовах, ця система землекористування потребує корегування організаційних принципів її розробки, проектування та впровадження з урахування порцелизації (паювання) землекористування. В сучасних умовах приватної власності на земельні ресурси сільськогосподарського призначення, проектування ґрунтоводоохоронних заходів постійної дії, до яких відноситься контурна організація території, лісомеліоративні і гідротехнічні заходи, необхідно виконувати в межах водозбірних басейнів малих річок, а виконання цих робіт повинно фінансуватись за рахунок централізованих фондів. Агротехнічні заходи, до яких відносяться сівозміни, технології обробітку ґрунту і посіву, залуження виконуються кожним землевласником і землекористувачем за проектами землеустрою за свій рахунок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. П'яте Національне повідомлення України з питань зміни клімату. [Електронний ресурс] // Держекоінвестагентство: сайт.– Режим доступу: www.seia.gov.ua/seia/doccatalog/document/id=632557
2. МГЭИК, 2007: 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 основная группа авторов.– МГЭИК, Женева, Швейцария, 2007.– 104 с.
3. Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Ільєнко Т.В., Величко В.А. Космічний моніторинг посушливих явищ // Вісник аграрної науки.– 2012.– № 10.– С.16-20.
4. Вожегова Р.А. Адаптація землеробства степової зони до умов підвищення посушливості клімату.– 2012 Режим доступу: <http://unt.org.ua/adaptats-ya-zemlerobstva-stepovo-zoni-do-umov-p-dvishchennya-posushlivost-kl-matu>.
5. Кононова Н.К. Флуктуации циркуляции атмосферы северного полушария за 1899-2002 гг. Экстремальные периоды // Материалы Всемирной конференции по изменению климата.– М., 2002.– С.411.
6. Петриченко В.Ф., Безуглий М.Д., Жук В.М., Іващенко О.О. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні.– Київ: Аграрна наука, 2012.– 48 с.

7. *Струтинська В.М.* Вплив змін клімату на термічний та льодовий режими річок басейну Дніпра (в межах України) з другої половини XX ст. / Дис... канд. географ.— Київ: Київський національний університет, 2008.— 135 с.
8. *Kogan F.N.* Global drought watch from space // *Bulletin of the American Meteorological Society*.— 1997.— № 78.— P.621-636.
9. *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>.*
10. *Друге* Національне повідомлення України з питань зміни клімату.— Київ: Інтерпрес ЛТД, 2006.
11. *Тараріко О.Г., Москаленко В.М.* Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії.— Київ: Фітосоціоцентр, 2002.— 69 с.
12. *Методика* оцінки придатності деградованих та малопродуктивних земель для створення лісомеліоративних насаджень (Методичні рекомендації).— Київ, 2006.— 28 с.
13. *Тараріко Ю.О.* Енергозберігаючі агроєкосистеми. Оцінка та раціональне використання агроресурсного потенціалу України.— Київ: ДІА, 2011.— 576 с.
14. *Польовий А.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І., Трофімова І.В.* Моделювання впливу зміни клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні // *Український гідрометеорологічний журнал*.— 2007.— № 2.— С.76-91.
15. *Оцінка* впливу кліматичних змін на галузі економіки України / За ред. С.М.Степаненка, А.М.Польового.— Одеса: Екологія, 2011.— 696 с.
16. *Мельник П.П., Орлюк М.І., Роменець А.А.* Вплив магнітного поля землі на врожайність пшениці озимої на території України // *Збалансоване природокористування*.— 2012.— № 1.— С.53-61.
17. *Безуглий М.Д., Присяжнюк М.В.* Сучасний стан реформування аграрно-промислового комплексу України.— Київ: Аграрна наука, 2012.— 46 с.

Матеріал поступив в редакцію 23.08.2013 г.

АННОТАЦИЯ Изложены результаты оценки влияния изменений климата на урожайность зерновых культур, а также прогноз их валовых сборов на ближнюю и отдаленную перспективу с использованием спутниковых данных NOAA. Рассмотрены риски возникновения деградационных процессов и мероприятия по смягчению их действия на продуктивность агроэкосистем

ABSTRACT The results of the assessment of climate change effects on grain crop yields as well as short-term and long-term croppage prognosis using NOAA satellite data are presented. The risk of degradation processes and activities to mitigate its impact on agroecosystems productivity are considered.