

# Агроекологія

УДК 631.47

С. І. Веремєнко

д. с.-г. н.

Житомирський національний агроєкологічний університет

О. А. Фурманець

Національний університет водного господарства та природокористування

## ПРОГНОЗ ЗМІНИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ТЕМНО-СІРОГО ОПІДЗОЛЕНОГО ҐРУНТУ ЗАХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

*Проведено аналіз багаторічної динаміки основних кліматичних параметрів, що визначають теплозабезпеченість території яка досліджується – суми ефективних температур повітря та ґрунту за різні періоди року, індекси прогрівання ґрунтів за Дімо та Веремєнком. За допомогою засобів математичного моделювання побудовані прогностні моделі згаданих показників і спрогнозовано їх зміну впродовж наступних 10–25 років. Встановлено, що при збереженні наявних тенденцій, у майбутньому теплозабезпеченість ґрунтів буде посилюватись, наростатимуть температурні максимуми, посилиться небезпека прояву деградаційних процесів.*

***Ключові слова:** теплові ресурси, індекс прогрівання, температура ґрунту, ефективна температура, деградація ґрунту.*

### Постановка проблеми

Наразі гостро постає питання оцінки змін агрокліматичних показників у майбутньому. Об'єктивна оцінка дозволить виконати аналіз ризиків агровиробництва та сформувані адаптаційні заходи для кожного регіону [11].

### Аналіз останніх досліджень та постановка завдання

Основними параметрами, що визначають формування ґрунтового клімату, а, отже, і перебіг усіх основних ґрунтових процесів, є температури повітря та ґрунту, тривалості періодів з температурами вище порогових значень, кількість та розподіл протягом року опадів, випаровуваність.

Для оцінки теплозабезпеченості ґрунту використовують ряд специфічних показників та індексів – суми ефективних температур вище 5, 10 та 15 °С, тривалості періодів ефективних температур, індекс прогріваємості ґрунтів за Дімо, індекс прогрітості ґрунту за Веремєнком [1].

Для розрахунку строків посіву, періоду вегетації та термінів проходження фенофаз розвитку сільськогосподарських культур використовують у першу чергу показники, які описують забезпеченість ґрунту тепловими ресурсами [9].

Саме тому, вивченню забезпеченості ґрунтового середовища теплом присвячені численні дослідження [1, 2, 3, 5, 7, 9, 10 та інші].

### Мета, завдання та методика досліджень

Дослідження були виконані на території Рівненської області (Західний Лісостеп України), досліджуваний тип ґрунту – темно-сірий опідзолений

легкосуглинковий. Усі польові спостереження на дослідній ділянці НУВГП з вивчення гідротермічного режиму ґрунтів виконувались відповідно до чинних стандартів та методик агрометеорологічних та ґрунтових спостережень (ДСТУ ISO 11464–2001, ДСТУ ISO 11465–2001 та відповідно до [8, 9]). У теплу пору року температура ґрунту вимірювалася за допомогою ртутних термометрів, що встановлювались на глибині 5, 10, 20, 30, 40, 50, 80 і 100 см, точність вимірювань 0,1 °С (ДСТУ Б В.2.1–17:2009).

Для оцінки динаміки температури повітря були використані бази даних Рівненського обласного центру з гідрометеорології за період 1961–2012 рр. Розрахунок показників прогрівання ґрунту виконувався у відповідності до прийнятих методик [1, 6].

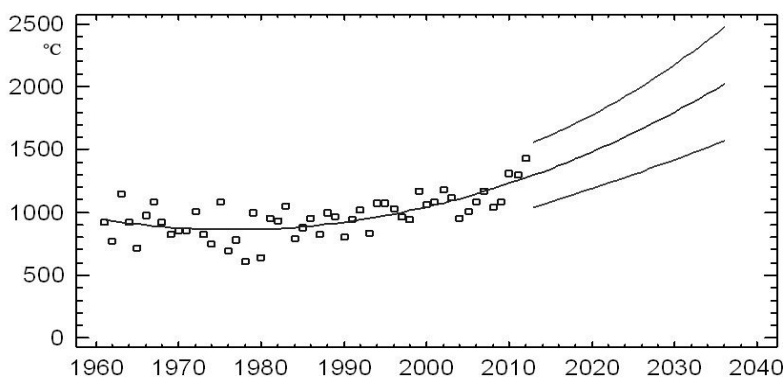
Статистична обробка даних, отриманих за результатами польових та лабораторних спостережень, проводилася, з використанням загальноприйнятих методик [7], із залученням програмних засобів Microsoft Excel, Statgraphics Centurion, Statistica.

### Результати досліджень

Оскільки температура ґрунту знаходиться у тісній кореляційній залежності з температурою повітря, то і теплозабезпеченість вегетаційного періоду в значній мірі може бути визначена сумами ефективних температур повітря. При цьому найважливішими, з точки зору впливу на рослини, можна вважати температури вище 10 °С, оскільки саме вони визначають строки вегетації більшості сільськогосподарських культур.

Середня річна норма даного показника для умов Рівного складає 973,6 °С, у той час як середнє за 2008–2012 рр. зафіксоване значення складає 1230,4 °С, що перевищує норматив на 26,4 %.

Як показали статистичні дослідження, протягом наступних років тенденція до наростання річної суми ефективних температур буде зберігатися (рис. 1).



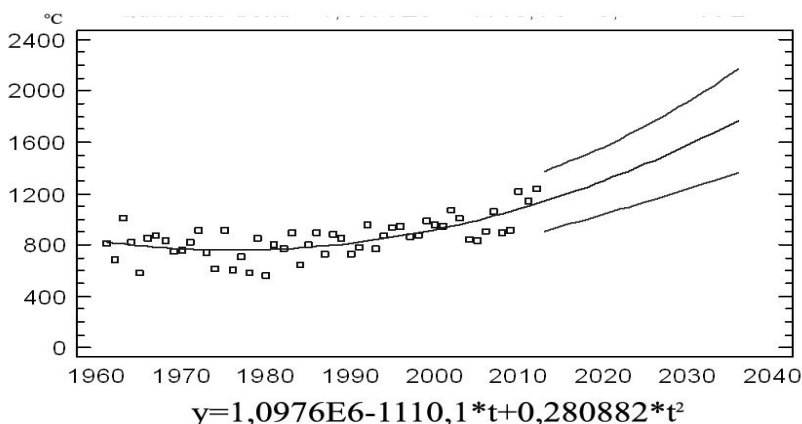
$$y=1,28091E6-1295,21*t+0,32764*t^2$$

Рис. 1. Прогнозна модель зміни річної суми ефективних температур повітря вище 10° С

Згідно з результатами математичного моделювання, вже через десять років середня сума температур може перейти поріг у 1500 °С (у 2012 р. відмічено рекордне значення у 1428° С), а через 25 років, при збереженні наявного тренду, дійти до відмітки в майже 2000 градусів.

Період ефективних температур у зоні Західного Лісостепу традиційно починається в середині квітня, а закінчується в кінці вересня – на початку жовтня, в той час як активна вегетація більшості виробничих культур припиняється раніше. Тому важливо оцінювати не лише річну суму температур, а і їх суму за період активної вегетації, літній період.

Як показали дослідження (рис. 2), суми ефективних температур протягом квітня–серпня також мають наростаючий характер. На даний час середнє трендове значення показника становить близько 1100° С, в той час як середнє значення за весь період спостережень складає 856° С. Протягом останніх п'яти років значення коливалось від 898 °С (2008 р.) до 1232 °С протягом 2012 року.



**Рис. 2. Прогнозна модель зміни суми ефективних температур повітря вище 10 °С за період квітень–серпень**

Загальне спрямування та крутизна тренду аналогічні попередньому показнику, так, згідно з складеним прогнозом, через десять років можна очікувати значення близько 1300 °С, через 25 років – до 1700 °С.

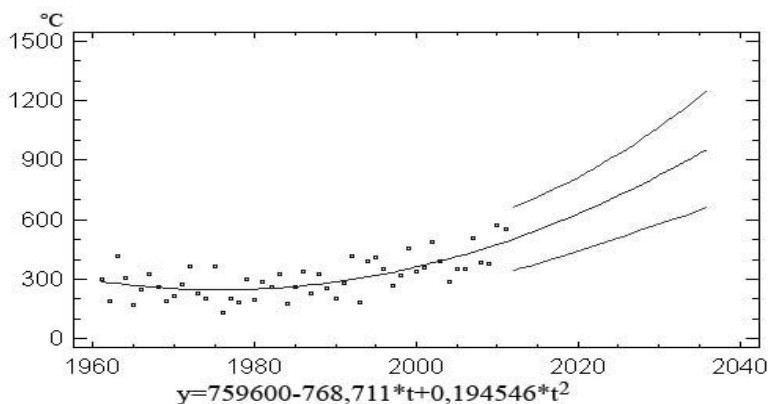
Літній період протягом останніх років характеризується екстремально високими температурами, тому існує висока імовірність суттєвого приросту сум ефективних температур вище 15 градусів.

За результатами досліджень встановлено, що тренд наростання даного показника дійсно має більш різке спрямування, у порівнянні з аналогічним трендом температур вище 10 °С (рис. 3).

Середнє значення за весь період складає 315 °С, в той час як середнє за останні 5 років досягає майже 500 °С, що становить 156,5 % норми. Аналізуючи усереднені п'ятирічні дані, можна помітити, що протягом останніх чотирьох

періодів спостерігається перевищення дійсної середньої суми ефективних температур вище 15 градусів над багаторічною нормою, тоді як протягом шести попередніх п'ятиріч (1963–1992 рр.) середнє значення жодного разу не було досягнуто.

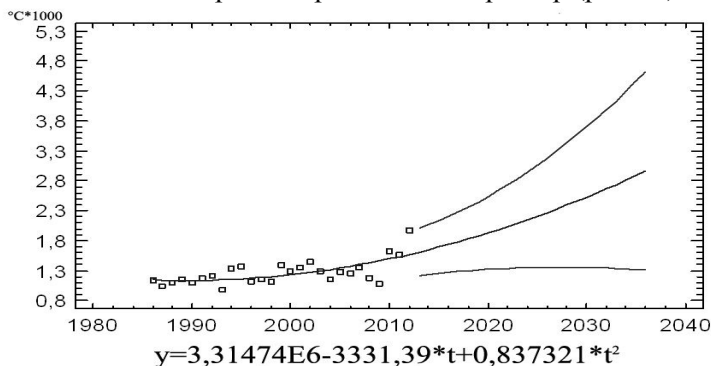
Протягом наступного десятиліття прогнозується наростання показника до 600 °С.



**Рис. 3. Прогнозна модель зміни річної суми ефективних температур вище 15 °С**

Особливого значення, в умовах підвищення теплотезабезпеченості території, набувають температури ґрунту, зокрема на глибині орного горизонту. Проведені дослідження показали, що річні суми ефективних температур досліджуваного ґрунту протягом останніх років становлять у середньому 1483,2° С, максимальне значення, зафіксоване у 2012 р., становить 1977 градусів, середнє значення за весь період спостережень – 1264°С.

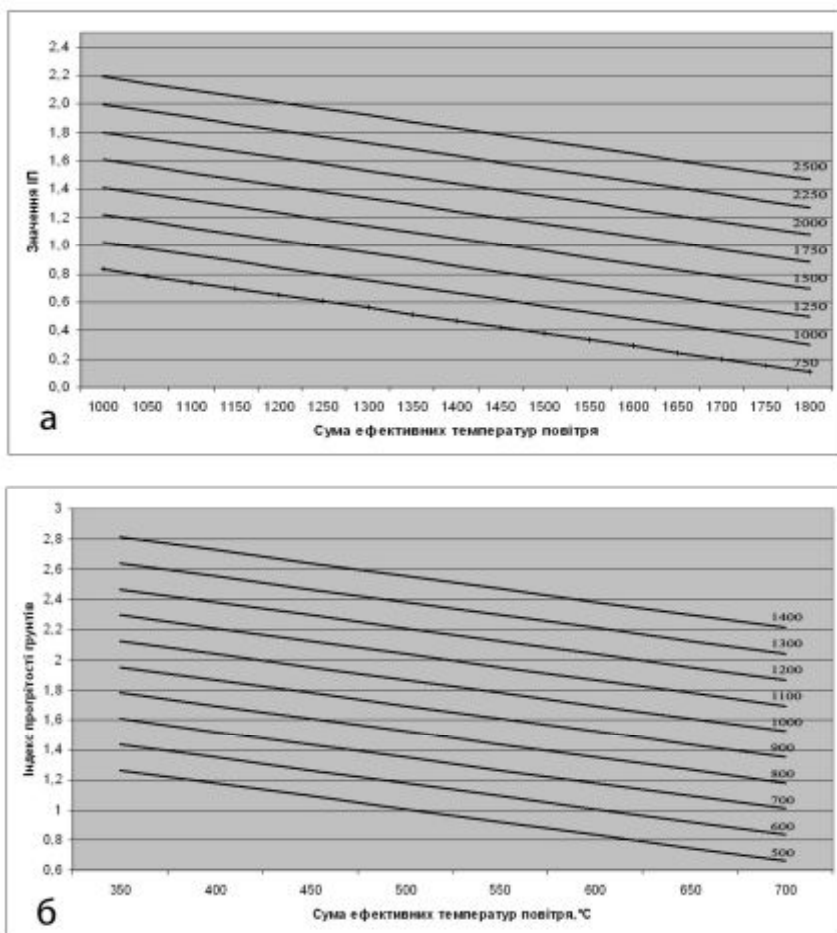
Результати моделювання показали, що від початку ХХІ століття досліджуваний показник має різко наростаючий характер (рис. 4.).



**Рис. 4. Зміна річної суми ефективних температур ґрунту вище 10 °С на глибині 20 см**

При цьому прогнозоване до 2020 р. значення складає 2050 градусів, а за 25 років може досягти відмітки у 3000 °С. Слід також визначити підвищення нестабільності річної суми температур ґрунту та збільшення амплітуди її коливань у роки з різною теплозабезпеченістю.

Зазначене наростання температурних значень неминуче відобразиться на показниках прогриваємості досліджуваного ґрунту. Так, при прогнозованому зростанні протягом наступного десятиліття сум ефективних температур повітря вище 10 °С до 1500, а аналогічних сум для орного шару ґрунту до 2050 °С, значення індексу прогриваємості ґрунту (за Дімо) буде складати близько 1,4 (рис. 5).



**Рис. 5.** Номограма Індексу прогриваємості ґрунтів за Дімо (а), Індексу прогриваємості ґрунтів за Веремеснком (б) залежно від сум ефективних температур повітря та ґрунту

Ще через п'ятнадцять років він може досягти позначки у 1,55. Така зміна несе в собі ряд загроз та небезпек – підвищення прогріваєності ґрунтів, на фоні загального наростання температур повітря, означатиме збільшення літніх температур ґрунту до критичних значень (навіть на глибині орного горизонту), призведе до прискорення біологічних процесів ґрунту, активної мінералізації органічної речовини, прискореного випаровування ґрунтової вологи та підвищення загальної рухливості води в ґрунті.

Водночас, краще забезпечення ґрунтів теплом відкриває нові можливості для землеробства та створює потенціал для отримання вищої продуктивності рослин.

До аналогічних висновків підводить дослідження індексу прогрітості ґрунтів за Веремеєнком, який виражає відношення між ефективними температурами повітря та ґрунту вище 15 °С (рис. 5.).

Даний показник має динамічніший характер у порівнянні з попереднім, і значно краще виражає специфіку теплих років. Так середнє за 2008–2012 рр. значення становить 1,36, однак у 2012 р. було відмічене значення 1,87, і, згідно з прогнозами, протягом наступних років воно може досягти середньої відмітки в 1,8–2,0, а в окремі роки досягати 2,5 одиниць.

Оскільки індекс, запропонований Веремеєнком, орієнтований перш за все на період максимальних температур, то таке його різке збільшення ще раз підтверджує наростаючу небезпеку екстремально високих літніх температурних значень. Адже, якщо температура повітря становитиме близько 30 °С, то при даних значеннях індексу прогрітості на глибині орного шару температурний пік може досягти 40 °С, а поверхня ґрунту при цьому прогріватиметься вище 60 °С.

### **Висновки та перспективи подальших досліджень**

Проведені дослідження показали, що на території Західного Лісостепу протягом наступних років імовірно подальше наростання теплозабезпеченості через підвищення річних сум ефективних температур повітря та ґрунту, зокрема за рахунок літніх місяців. При цьому особливо гострою є динаміка високих літніх температур, що створює ряд додаткових загроз та небезпек як для ґрунтового середовища (наростання посушливості, прискорення мінералізації органічної речовини, фізична та агрохімічна деградація), так і для землекористувачів (підвищення ризиків тривалих посух, вигорання посівів, погіршення умов перезимівлі озимих). Разом з тим, підвищення забезпеченості ґрунту теплом створює перспективи впровадження теплолюбивих культур, особливо за умови регулювання водного режиму.

### **Література**

1. *Веремеєнко С. І.* Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України / *С. І. Веремеєнко.* – Луцьк, 1997. – 460 с.
2. *Веремеєнко С. І.* Річна динаміка температури та вологості темно-сірого ґрунту Західного Лісостепу України / *С. І. Веремеєнко, О. А. Фурманець* // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. – 2013. – № 1. – С. 23–31.

3. *Веремєнко С. І.* Оцінка гідротермічного режиму темно-сірих ґрунтів Західного Лісостепу України / *С. І. Веремєнко, О. А. Фурманець* // Вісн. Харків. нац. аграр. ун-ту. – 2011. – № 2. – С. 41–48.

4. *Григорьев Г. Н.* Термический режим природных и пахотных темно-серых лесных почв Белгородской области / *Г. Н. Григорьев, С. Г. Степина* // Науч. ведомости Белгородского гос. ун-та. – 2008. – № 3(43). – С. 203–208.

5. *Дадыкин В. П.* Температура почвы как один из факторов, определяющих эффективность удобрений / *В. П. Дадыкин* // Почвоведение. – 1951. – № 9. – С. 557–561.

6. *Димо В. Н.* Тепловой режим почв СССР / *В. Н. Димо*. – М., 1972. – 360 с.

7. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статической обработки результатов исследований) / *Б. А. Доспехов*. – 5-е изд., доп. и перераб. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.

8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. – М. : Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2000. – Вып. 11. – 347 с.

9. *Павлова М. Д.* Практикум по сельскохозяйственной метеорологии / *М. Д. Павлова*. – М. : Колос, 1968. – 200 с.

10. Антропогенная эволюция серых лесостепных почв южной части Среднерусской возвышенности / *Ю. Г. Чендев, А. Л. Александровский, О. С. Хохлова* [и др.] // Почвоведение. – 2011. – № 1. – С. 3–15.

11. *Чуб В. Е.* Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан / *В. Е. Чуб* ; Узгидромет, НИГМИ. – Ташкент : «VORIS-NASHRIYOT» MChJ, 2007. – 133 с.

---

---