

УДК 658.51:631.3

## АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕРМІНІВ ҐРУНТООБРОБНО-ПОСІВНИХ РОБІТ У ЛІТНЬО-ОСІННІЙ ПЕРІОД

*Сидорчук О.В*

*Івасюк І.П*

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

*Сятковський О.А*

*Луцький національний технічний університет*

*Луб П.М*

*Львівський національний аграрний університет*

*Наведено результати досліджень окремих характеристик агрометеорологічної складової ґрунтообробно-посівних процесів літньо-осіннього періоду. Встановлено закономірність зміни цих характеристик та розподіли випадкових величин.*

*The results of studies of individual characteristics of constituent agrometeorological soil-crop processes of summer-autumn period are given. Established pattern of change in these characteristics and distributions of random variables is set.*

### **Постановка проблеми**

Мінливість агрометеорологічних умов зумовлює мінливий стан агрофону поля, що позначається на термінах виконання ґрунтообробно-посівних робіт, зокрема, у літньо-осінній. Відповідно до цього, для забезпечення своєчасної сівби озимих культур у якісно підготовлений та удобрений ґрунт необхідно забезпечити сільськогосподарські підприємства (СГП) ґрунтообробно-посівними комплексами машин, параметри яких мають обґрунтовуватися на підставі системно-подієвого перебігу відповідних процесів. Сучасні методи та моделі із дослідження ефективності таких комплексів машин, на жаль, ще не дають змоги врахувати ці особливості та потребують удосконалення.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Чинні методи та моделі обґрунтування параметрів комплексів машин СГП [6] ґрунтуються на нормативах потреби у техніці і дають змогу встановити "базовий" комплекс машин для заданих агротехнічних термінів робіт [4]. Їх застосування для дослідження адаптивних технологічних систем [7], на жаль, не дає змоги об'єктивно оцінити ефективність комплексів машин, які функціонують в умовах, що змінюються та потребують корегування ходу відповідних механізованих операцій.

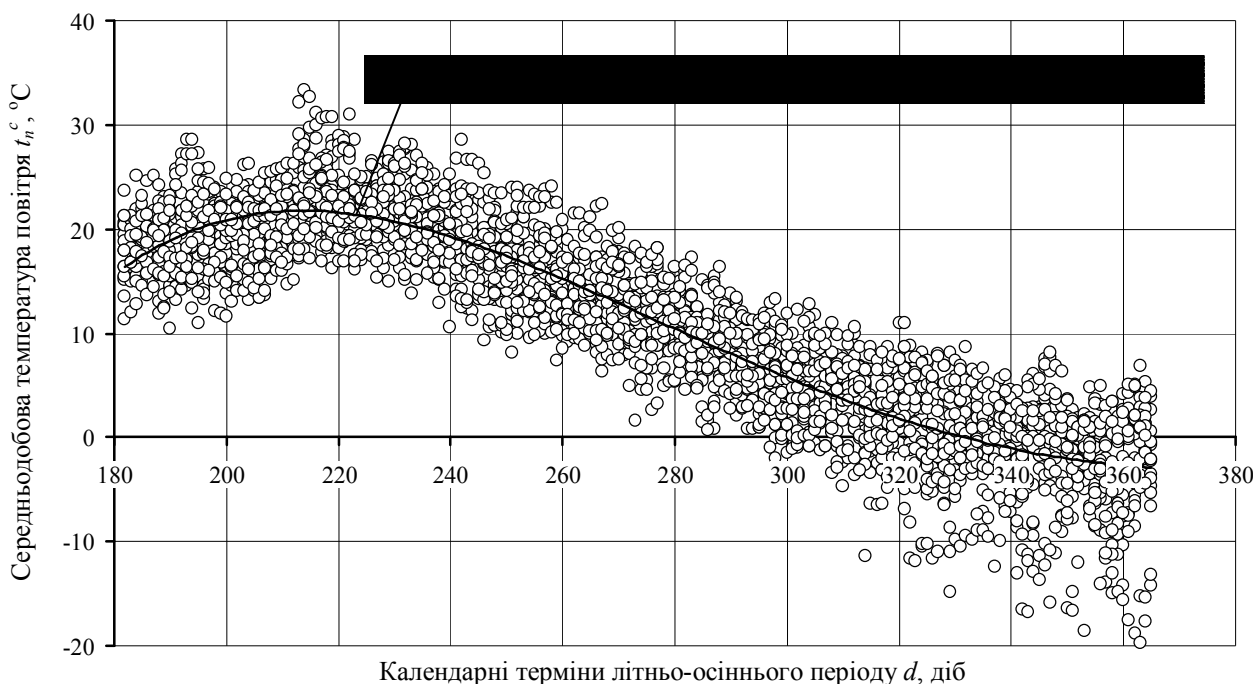
**Метою статті** є обґрунтувати та формалізувати характеристики агрометеорологічної складової ґрунтообробно-посівних процесів літньо-осіннього періоду, які мають стохастичний вплив на предмет праці і впливають на терміни виконання механізованих робіт.

*Виклад основного матеріалу*

Загальновідомо, що дія агрометеорологічних умов позначається на розвитку сільськогосподарських культур та стані ґрунтових умов їх вирощування. Відповідно до цього, для отримання високих врожаїв культурних рослин необхідно узгоджувати біологічні процеси їх росту та розвитку із сезонними особливостями формування агрометеорологічних умов в умовах окремих регіонів. Важливим етапом забезпечення цих вимог є своєчасна підготовка ґрунту та сівба культур, зокрема, озимих.

Зміна агрометеорологічних умов впродовж літньо-осіннього періоду безпосередньо впливає на стан агрофону поля, що зумовлює некеровані процеси формування тривалості природно дозволеного фонду часу на виконання множин технологічних операцій із підготовки ґрунту та сівби, а також визначає темпи осінньої вегетації озимих культур. Важливою складовою агрометеорологічних умов, що впливають на ріст та розвиток озимих культур в осінній період є температура повітря та ґрунту. Встановлення тенденцій зміни температури повітря в розрізі календарного періоду літньо-осіннього сезону є важливою передумовою визначення календарних термінів агрометеорологічно зумовленого часу початку сівби озимих культур, а також оцінення проміжку часу для їх розвитку в осінній період.

Використання ретроспективних даних Рівненської метеорологічної станції (журнали спостережень КМ-1, КМ-3 та ТСХ-6) щодо середньодобових температур повітря ( $t_n^{\circ}$ ) у календарному проміжку від 1 липня до 31 грудня для 21 року (1990-2010 рр.) дало змогу встановити тенденцію їх календарної зміни впродовж літньо-осіннього періоду (рис. 1).

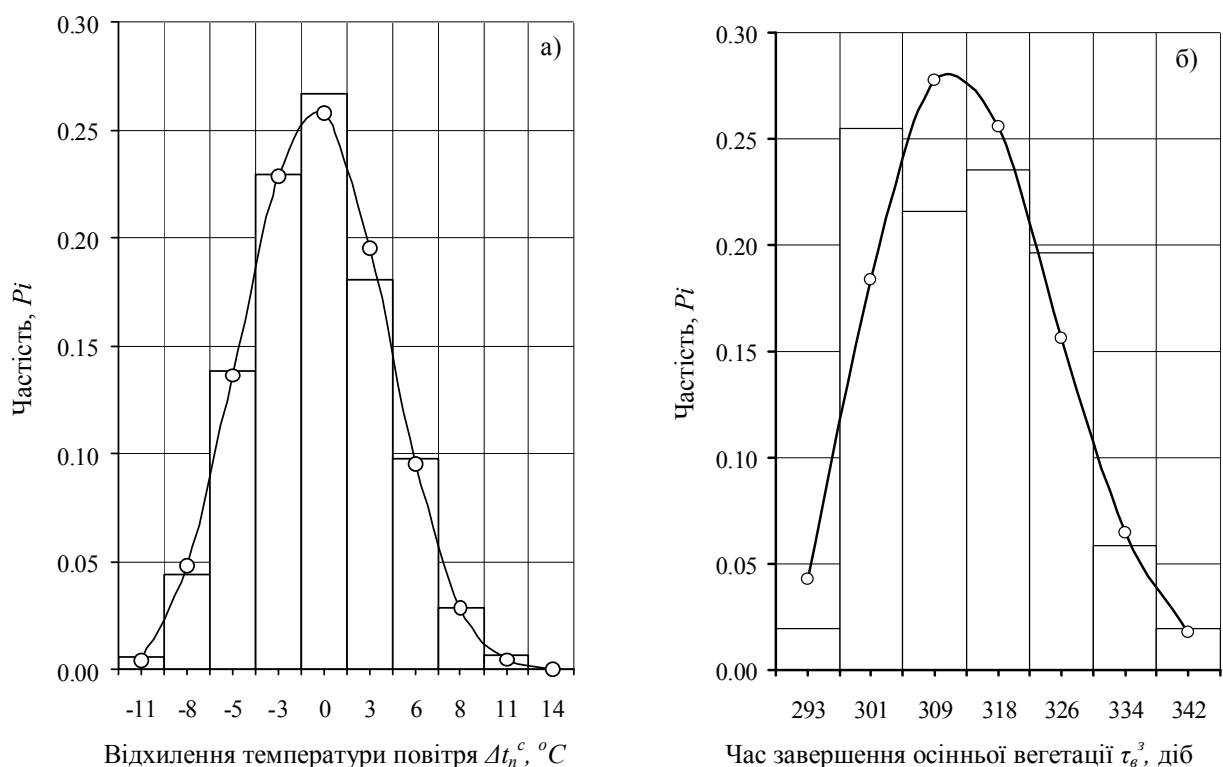


**Рис. 1. Закономірність зміни середньодобової температури повітря в розрізі календарного проміжку літньо-осіннього періоду**

Застосування методів кореляційно-регресійного аналізу для опрацювання множини показників, що представлені чисельному виразі (відносно точки відліку – 1 січня), уможливило обґрунтування їх нелінійної кореляційної залежності. Зокрема, обґрунтування

цієї залежності здійснено на підставі кореляційного відношення ( $n$ ), кількісне значення якого становить -  $n = 0,913$ .

Аналіз календарної мінливості  $t_n^c$  для різних років виконання ґрунтообробно-посівних робіт дав змогу здійснити кількісне оцінення відхилення ( $\Delta t_n^c$ ) поточної температури від її середньорічного значення. Сформувавши із отриманих значень  $\Delta t_n^c$  варіаційні ряди та застосовуючи методи математичної статистики, встановлено теоретичний закон розподілу цієї випадкової величини (рис. 2), яким є закон Вейбулла-Гніденка [21]. Перевірку близькості емпіричного та теоретичного законів розподілу здійснено на підставі критерію  $\chi^2$  Пірсона [1].



**Рис. 2. Розподіли відхилення середньодобової температури повітря від її середньорічного значення впродовж літньо-осіннього періоду (а) та часу зупинення осінньої вегетації озимих культур(б) для умов Рівненського району Рівненської області (Вейбулла-Гніденка)**

Диференціальна функція розподілу  $\Delta t_n^c$  описується рівнянням:

$$f(\Delta t_n^c) = 0,241 \cdot \left( \frac{\Delta t_n^c + 12,37}{13,431} \right)^{2,234} \cdot \exp \left[ - \left( \frac{\Delta t_n^c + 12,37}{13,431} \right)^{3,234} \right], \quad (1)$$

Головні статистичні характеристики розподілу  $\Delta t_n^c$  наступні: математичне сподівання -  $\bar{M}[\Delta t_n^c] = -0,338$  °C; середньоквадратичне відхилення -  $\bar{\sigma}[\Delta t_n^c] = 4,124$ ; коефіцієнт варіації -  $\bar{\nu}[\Delta t_n^c] = 0,343$ . Довірчий інтервал  $\Delta t_n^c$  становить  $-12,37 \dots +15,42$  °C.

Отже, закономірність (1) відображає тенденцію зміни середньодобових температур повітря впродовж літньо-осіннього періоду, що разом із диференціальною функцією

розподілу  $\Delta t_n^c$  (2) дає змогу відтворити за допомогою відповідної статистичної імітаційної моделі мінливість їх кількісного значення для кожної із діб цього періоду. Тоді, на підставі отриманих значень  $t_n^c$  виникає можливість оцінити "забезпеченість" озимих культур відповідними температурними умовами впродовж періоду їх осінньої вегетації і на цій основі означити раціональні терміни виконання механізованих робіт щодо передпосівного обробітку ґрунту та сівби озимих культур.

Аналогічну методику застосовано для обґрунтування теоретичного розподілу часу зупинення ( $\tau_e^3$ ) осінньої вегетації озимих культур. Відомо [3,5], що ріст рослин в осінній період відбувається за наявності "ефективних" температур. Поступове зниження температур повітря та ґрунту призводить до призупинення відповідних біологічних процесів в озимих рослинах та активізацію процесів їх гартування, які проходять за температур близьких до 0°C.

Зокрема, опрацювання емпіричних даних Рівненської метеорологічної станції (для періоду 1951-2008 років) щодо термінів ( $\tau_e^3$ ) припинення осінньої вегетації озимих зернових культур на підставі методів математичної статистики дало змогу встановити теоретичний розподіл цієї випадкової величини (рис. 2, б).

Застосування критерію  $\chi^2$  Пірсона для перевірки близькості емпіричного розподілу  $\tau_e^3$  із теоретичним законом Вейбулла-Гніденка переконує у вірності висунутої гіпотези. Диференціальна функція цього розподілу описується рівнянням:

$$f(\tau_e^3) = 0,086 \cdot \left( \frac{\tau_e^3 + 289,0}{28,37} \right)^{1,431} \cdot \exp \left[ - \left( \frac{\tau_e^3 + 289,0}{28,37} \right)^{2,431} \right], \quad (2)$$

Головні статистичні характеристики розподілу  $\tau_e^3$  наступні: математичне сподівання –  $\bar{M}[\tau_e^3] = 314$  доба; середньоквадратичне відхилення –  $\bar{\sigma}[\Delta t_d^e] = 11,076$ ; коефіцієнт варіації –  $\bar{v}[t_d^e] = 0,440$ . Довірчий інтервал  $\Delta t_n^c$  лежить в межах – 289...346 доба.

Отже, дія температурної складової агрометеорологічних умов осіннього періоду безпосередньо позначається на вегетації озимих культур, що сукупно формує системно-подієві передумови для виконання множини технологічних операцій із підготовки ґрунту та їх сівби.

### Висновки

1. Розв'язок завдань щодо узгодження характеристик виробничої програми сільськогосподарського підприємства із параметрами ґрунтообробно-посівного комплексу машин необхідно здійснювати на підставі врахування системно-подієвого впливу агрометеорологічних та предметних умов на перебіг ґрунтообробно-посівних процесів у розрізі літньо-осіннього періоду. 2. Імовірнісний вплив множини об'єктивних подій на перебіг згаданих процесів зумовлює виникнення ризику несвоєчасності сівби озимих культур, а відтак втрати потенціального урожаю та надмірні витрати. 3. Опрацювання за допомогою методів кореляційно-регресійного аналізу ретроспективних даних Рівненської метеорологічної станції про середньодобові температури повітря дало змогу встановити закономірність зміни цих показників в розрізі календарного проміжку літньо-осіннього періоду, яка апроксимується поліномом четвертого ступеня. Кількісне оцінення відхилення

щодобової температури повітря від її середнього значення із застосуванням методів математичної статистики дало змогу встановити, що розподіл цієї випадкової величини узгоджується із теоретичним законом Вейбулла-Гніденка. Статистичні характеристики випадкової величини наступні: математичне сподівання –  $\bar{M}[\Delta t_n^c] = -0,338$  °C; середньоквадратичне відхилення –  $\bar{\sigma}[\Delta t_n^c] = 4,124$ ; коефіцієнт варіації –  $\bar{v}[\Delta t_n^c] = 0,343$ . 4. Чисельне вираження термінів зупинення осінньої вегетації озимих культур для періоду спостережень Рівненської агрометеорологічної станції з 1951 до 2008 року уможливило встановлення статистичних характеристик його розподілу, яким є закон Вейбулла-Гніденка із наступними оцінками: математичного сподівання –  $\bar{M}[\tau_g^3] = 314$  діб, середньоквадратичне відхилення –  $\bar{\sigma}[t_d^c] = 11,076$  діб; коефіцієнт варіації  $\bar{v}[t_d^c] = 0,440$ .

### Література

1. ГОСТ 11.006-75. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим. – М.: Из-во стандартов, 1981 – 32 с.
2. ГОСТ 11.007-75. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла. – М.: Из-во стандартов, 1980 – 30 с.
3. Грингоф И.И., Попова В.В., Страшный В.Н. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, – 1987. – 310 с.
4. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М. : Колос, 1973. – 319 с.
5. Лихочвор В.В. Ресурсоощадна технологія вирощування озимої пшениці для умов Західної України: монографія. – Львів: ЛДАУ, 1997. – 204.
6. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт : автореф. дис. на здобуття наукового ступеня докт. техн. наук: спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В. І. Пастухов; Харк. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. – Х., 2004. – 38 с.
7. Сидорчук О. В. Технологічні вимоги механізованого процесу в рослинництві до темпів ремонту машин / О. В. Сидорчук, М. І. Карпа, В. О. Тимочко, С. А. Федосенко // Підвищення організаційно-технічного рівня ремонтно-відновних процесів в АПК регіону: Пр. ін-ту / Львів с.-г. ін-т. – Львів, 1990. – С 84-90.