

10. Сидорчук О. В. Формалізація умов використання комплексу ґрунтообробних машин / О. В. Сидорчук, П. М. Луб // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2005. – Вип. 89. – С. 109–119.

*Отмечено предметные и агрометеорологические причины развития адаптивных технологических систем обработки почвы и посева культа. Раскрыта концепция повышения эффективности этих процессов на основании адаптивного выполнения полевых работ. Отмечены научно-методические задания для реализации этой концепции на практике.*

**Почва, культура, условия, изменчивость, работы, адаптивное, комплекс машин, эффективность.**

*The subject and agricultural meteorology reasons of the adaptive technological systems development of soil-tillage and sowing are marked. Conception of efficiency increase of these processes on the basis of adaptive implementation of the field works is exposed. The scientifically-methodical tasks of this conception realization in practice are marked.*

**Soil, culture, conditions, changeability, works, adaptations, complex of machines, efficiency.**

УДК 658.51:631.3

## **МЕТОД ВРАХУВАННЯ ОБ'ЄКТИВНИХ ПРИЧИН СТОХАСТИЧНОСТІ ТЕРМІНІВ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ РОБІТ**

**О. В. Сидорчук, доктор технічних наук,  
член-кореспондент НААН**

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

**П. М. Луб, кандидат технічних наук**

**Львівський національний аграрний університет**

**В. С. Спічак, кандидат технічних наук**

**Володимир-Волинський агротехнічний коледж**

**В. Л. Пукас, аспірант**

**Подільський державний аграрно-технічний університет**

*Розкрито методіку врахування впливу стохастичності природно дозволеного фонду часу на функціонування технологічної*

© О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак, В. Л. Пукас, 2015

*системи збирання цукрових буряків у відповідній статистичній імітаційній моделі.*

**Фонд часу, стохастичність, цукрові буряки, технічне оснащення, імітаційне моделювання, ефективність, параметри.**

**Постановка проблеми.** Ефективність технологічних систем (ТС) збирання цукрових буряків (ЗЦБ) значною мірою залежить від узгодженості обсягів робіт із параметрами технічного оснащення, яке функціонує в умовах обмеженого фонду часу на виконання механізованих процесів збирання вирощеного врожаю. Така обмеженість зумовлена біологічними особливостями росту та розвитку цукрових буряків, а також стохастичним впливом агрометеорологічних умов як на вегетацію культури так і на перебіг відповідних механізованих процесів. Відповідно до цього, встановлення статистичних закономірностей функціональних показників ТС ЗЦБ із відповідними параметрами потребує розроблення нових методів та моделей, які б давали змогу врахувати сукупний вплив її складових на системні показники ефективності згаданої ТС.

**Аналіз останніх досліджень** дав змогу встановити, що терміни виконання механізованих рілних процесів відображають на підставі як детермінованих [2, 7] так і стохастичних [5, 8] показників. Як відомо [8], терміни функціонування технологічних систем збирання врожаю сільськогосподарських культур залежать від часу їх досягання та стохастичної дії агрометеорологічних умов. А тому, застосування методів і моделей, що не враховують сукупний вплив зазначених складових не дасть змоги отримати об'єктивні закономірності функціональних показників, а відтак і оцінити ефективність відповідного технічного оснащення ТС ЗЦБ.

**Мета досліджень** – розкрити методику врахування біологічної та агрометеорологічної складових технологічної системи збирання цукрових буряків у її імітаційній моделі для дослідження функціональних показників відповідного технічного оснащення.

**Результати досліджень.** Забезпечення ефективності технічного оснащення ТС ЗЦБ неможливе без врахування предметної складової та, зокрема, біологічних особливостей досягання цукрових буряків, а також впливу агрометеорологічних умов на стан ґрунту поля й можливість виконання відповідних робіт. Загальновідомо, що темпи росту й розвитку коренеплідів цукрових буряків значною мірою зумовлені агрометеорологічними умовами, а їх врожайність залежить від сорту, своєчасності робіт із механізованого вирощування культури, наявності хвороб і шкідників, чинників життєдіяльності тощо. Мінливість агрометеорологічних умов у календарний період досягання культур також є причиною мінливості фонду часу (че-

рез виникнення непогожих проміжків) за який необхідно виконати увесь обсяг робіт із збирання врожаю та запобігти технологічним втратам [6]. Передумовами виникнення цих втрат є те, що приріст маси ( $\Delta m$ ) коренеплодів цукрових буряків та їх цукристості триває ще в осінній період і це може відбуватися до початку заморозків (нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ ) [3]. Тоді, надто ранні терміни початку ( $t_{пр}$ ) бурякозбиральних робіт, за яких ще відбувається приріст коренеплодів, зумовлюють порівняно менший збір урожаю та більший ризик біологічних втрат (рис. 1). З іншого боку, надто пізні терміни  $t_{пр}$  підвищують вірогідність технологічних втрат через довготривалість робіт та ураження коренеплодів заморозками.

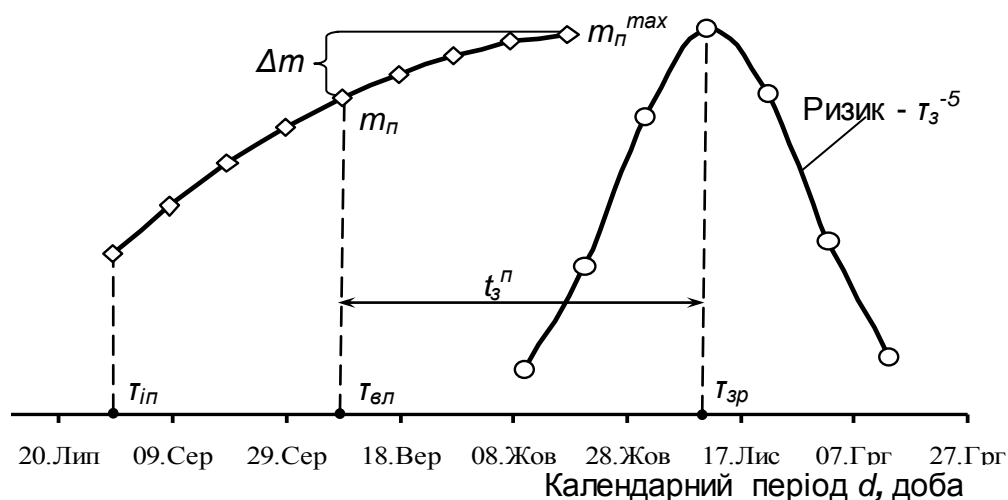


Рис. 1. Графічна інтерпретація методу врахування стохастичності природно зумовлених термінів функціонування ТС ЗЦБ:  $t_c$  – час початку сівби цукрових буряків, доба;  $T_{ин}$  – час початку інтенсивного приросту маси коренеплодів, доба;  $T_{вл}$  – час початку масового в'янення листків культури, доба;  $T_{зр}$  – час завершення бурякозбиральних робіт, доба;  $t_3^{-5}$  – час виникнення заморозку нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3^п$  – природно зумовлений фонд часу на виконання робіт у ТС ЗЦБ, діб;  $m_n$  – поточна маса коренеплодів, г;  $\Delta m$  – приріст маси коренеплодів цукрових буряків, г.

Метою узгодження обсягів бурякозбиральних робіт (виробничої площі культури) із параметрами технічного оснащення ТС ЗЦБ є забезпечення максимального збору вирощеного врожаю цукрових буряків та мінімізації технологічних втрат через їх несвоєчасність. У результаті виконання цих робіт отримують функціональні показники (обсяг зібраного врожаю, обсяг біологічних та технологічних втрат) на підставі яких оцінюють ефективність технічного оснащення ТС ЗЦБ та обґрунтовують його параметри.

Для формування бази знань щодо врахування особливостей сукупного впливу вищезазначених складових ТС ЗЦБ у імітаційній

моделі необхідно формалізувати їх характеристики [1]. Кількісне оцінення характеристик біологічної та агрометеорологічної складових ТС ЗЦБ здійснюється на підставі даних спостережень метеостанції (таблиці спостережень ТСХ-1) [4].

На основі аналізу результатів спостережень Володимир-Волинської метеорологічної станції за фенологічними фазами росту та розвитку цукрових буряків (для 1959-1997 рр.), вологістю верхніх шарів (0-2, 2-10 см) ґрунту (для 1952-1997 рр.) і мінімальною на його поверхні температурою (для 1961-1995 рр.) побудовано статистичні закономірності: 1) приросту маси коренеплодів цукрових буряків (для календарного періоду у межах 29 липня – 19 жовтня) (рис. 2); 2) часу ( $t_3^{-5}$ ) початку заморозку (нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ ) (рис. 3); 3) тривалості погожих ( $t_{пн}$ ) та непогожих ( $t_{нп}$ ) проміжків (для календарного періоду з 1 вересня до 20 грудня) (рис. 4).

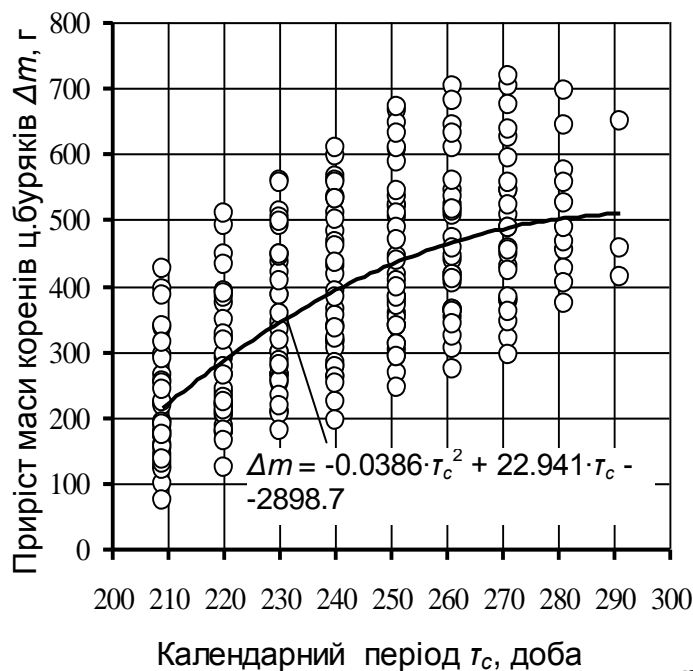


Рис. 2. Закономірність приросту маси коренів цукрових буряків впродовж літньо-осіннього періоду

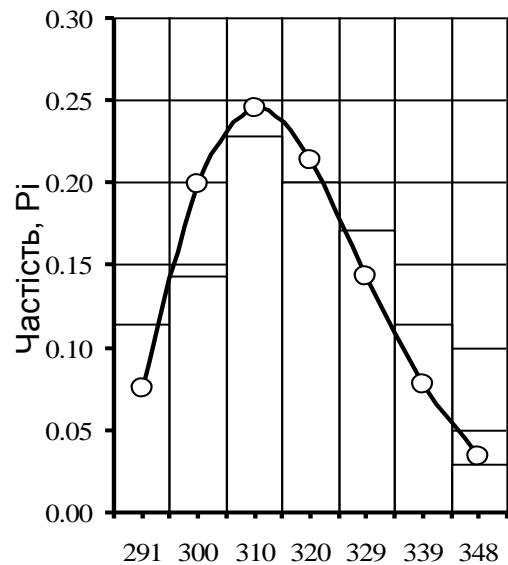


Рис. 3. Гістограма та теоретична крива розподілу часу початку заморозку (нижче  $-5^{\circ}\text{C}$ )

Для чисельного представлення календарних термінів прийнято точку відліку – 01 січня. Віднімаючи цю точку відліку від календарних термінів настання відповідних подій отримано їх чисельне значення. За отриманими показниками сформовано ряди емпіричних даних та здійснено їх опрацювання за методами кореляційно-регресійного аналізу та математичної статистики.

Зокрема, закономірність приросту маси ( $\Delta m$ ) коренів цукрових буряків впродовж літньо-осіннього періоду апроксимовано поліно-

мом 2-о ступеня (рис. 2). Кореляційне відношення становить  $r = 0,639$ .

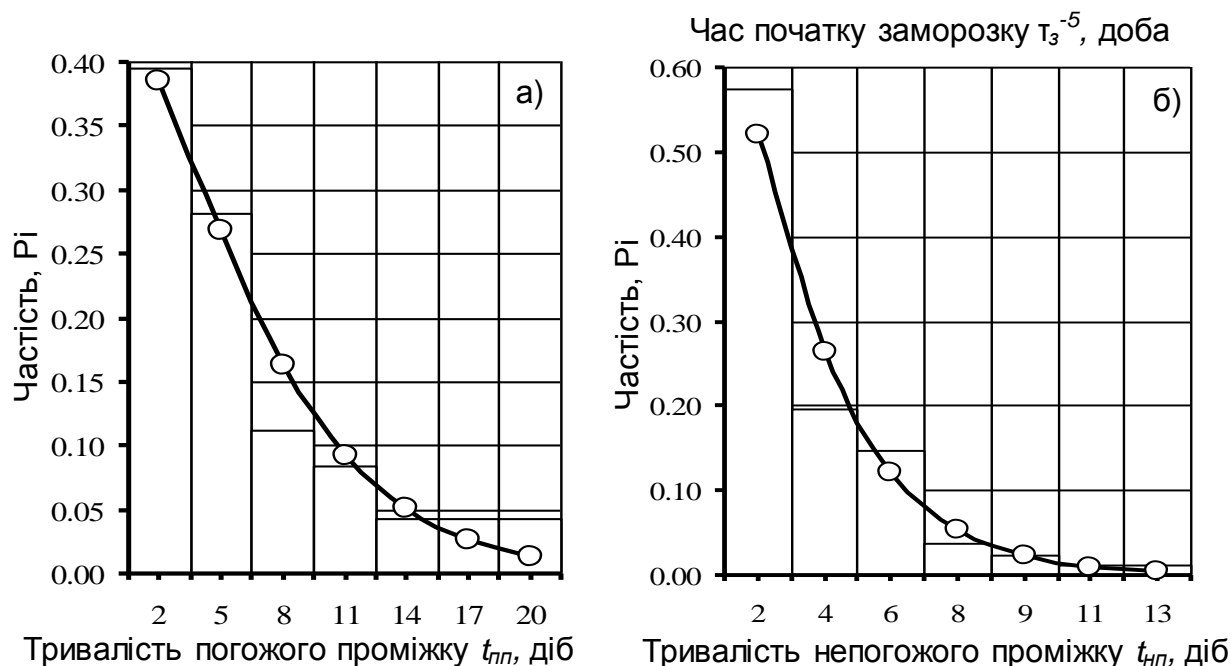


Рис. 4. Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості погожих (а) та непогожих (б) проміжків.

Опрацювання емпіричних рядів даних щодо  $t_3^{-5}$ ,  $t_{пп}$  та  $t_{нп}$  за методами математичних статистики дало змогу на підставі критерію  $\chi^2$  Пірсона підтвердити узгодженість цих емпіричних розподілів із теоретичним законом розподілу Вейбулла (рис. 3 та рис. 4):

$$f(y) = \frac{b}{a} \cdot \left( \frac{y - y_{зм}}{a} \right)^{b-1} \cdot \exp \left[ - \left( \frac{(y - y_{зм})}{a} \right)^b \right],$$

де:  $a$  – мірило;  $b$  – форма;  $y_{зм}$  – зміщення емпіричного ряду відносно нуля.

Статистичні характеристики та параметри цих розподілів наведено в таблиці.

**Статистичні характеристики агрометеорологічної складової ТС ЗЦБ (Вол.-Волинський район Волинської області).**

Випадкова величина	Закон розподілу	Статистичні характеристики			
		$M(t)$ , діб	$a$	$b$	$y_{зм}$
Тривалість погожих проміжків, діб		6,412	5,665	1,148	1
Тривалість непогожих проміжків, діб	Вейбулла	3,469	2,531	1,08	1
Час початку заморозків на поверхні ґрунту (нижче $-5^{\circ}\text{C}$ ), доба		315,945	33,796	2,033	286

$M(t)$  – математичне сподівання.

Таким чином, встановлено основні закономірності, що характеризують об'єктивні (біологічну та агрометеорологічну) складові ТС ЗЦБ. Їх врахування у статистичній імітаційній моделі відповідної ТС дає змогу відобразити системно зумовлені закономірності формування природно дозволеного фонду часу на виконання відповідних механізованих процесів, а відтак отримати достовірні результати комп'ютерних експериментів щодо функціональних показників ефективності відповідного технічного оснащення ТС ЗЦБ.

Використання таких методів та моделей, а також встановлених за їх допомогою показників, відіграє фундаментальну роль в обґрунтуванні параметрів технічного оснащення, а відтак і розробці науково-обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності ТС ЗЦБ загалом.

**Висновок.** Стохастичність біологічної та агрометеорологічної складових ТС ЗЦБ щорічно зумовлює мінливість термінів виконання механізованих процесів із збирання врожаю цукрових буряків. Такий вплив цих складових зумовлює потребу адаптивного виконання бурякозбиральних робіт у ТС, що безпосередньо позначається на показниках її ефективності. Врахування цих особливостей у статистичній імітаційній моделі ТС ЦЗБ є однією із вагомих підстав об'єктивного дослідження функціональних показників відповідного технічного оснащення. Виконання комп'ютерних експериментів із цією статистичною імітаційною моделлю за різних виробничих площ цукрових буряків дає змогу здійснити пошук функції мети, а відтак обґрунтувати параметри технічного оснащення ТС ЗЦБ.

### Список літератури

1. Анчин В. Л. Моделирование оптимальной сыревой зоны / В. Л. Анчин, Н. Ф. Соловьев, Л. Н. Тимошенко // Сахарная свекла. – 1992. – № 1. – С. 12–16.
2. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве / Ф. С. Завалишин. – М.: Колос, 1973. – 319 с.
3. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – Львів: НВФ “Укр. технології”, 2002. – 800 с.
4. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. – Вып. 11: Агрометеорологические наблюдения на станциях и постах. – Ч. 1.: Основные агрометеорологические наблюдения. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 320 с.
5. Пасечная Л. Д. Методические основы определения технического оснащения уборочных работ: автореф. дис. на соиск. научн. степ. канд. техн. наук : спец. 05.20.01 „Технологии и средства механизации сельского хозяйства” / Л. Д. Пасечная. – Кубан. СХИ. Краснодар, 1988. – 19 с.
6. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем : монографія / О.В. Сидорчук. – К.: ННЦ «ІМЕСГ», 2007. – 263 с.
7. Табашников А. Т. Оптимизация уборки зерновых и кормовых культур / А. Т. Табашников. – М.: Агропромиздат, 1985. – 159 с.
8. Ціп Є. І. Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. на-

ук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Є. І. Ціп. – Львів., 2002. – 18 с.

*Раскрыта методика учета стохастичности естественно разрешенного фонда времени на функционирование технологической системы уборки сахарной свеклы в соответствующей статистической имитационной модели.*

**Фонд времени, стохастичность, сахарная свекла, техническая оснастка, имитационное моделирование, эффективность, параметры.**

*The methods of stochastic influence account of the naturally settled fund of functioning time in technological system of sugar beets harvesting in a corresponding statistical simulation model are exposed.*

**Fund of time, stochastic, sugar beets, technical equipment, imitation modeling, efficiency, parameters.**

УДК 631.4+526(075)

## **ОЦІНКА ПРОСТОРОВОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ ГРУНТОВОГО ПОКРИВУ РІВНИННОГО ЛІСОСТЕПУ**

**Л. В. Аніскевич, доктор технічних наук**

**В. М. Стародубцев, доктор сільськогосподарських наук**

*Запропонована оцінка просторової неоднорідності ґрунтового покриву рівнинних територій з типовими чорноземами. Для її обґрунтування використані польові місцевизначені дані з глибини залягання карбонатного горизонту в профілі ґрунтів. Введено поняття «коефіцієнта неоднорідності» стану ґрунтового покриву і запропоновано порядок його розрахунку. Практичне використання «коефіцієнта неоднорідності» є ефективним при впровадженні технологій точного землеробства, при організації багаторічних агрономічних досліджень, а також при коригуванні детальних ґрунтових карт.*

**Мікрозападини, ґрунтовий покрив, чорноземи, карбонатність, коефіцієнт неоднорідності.**

**Постановка проблеми.** У Правобережному Лісостепу України з рівнинним рельєфом унікальну роль у формуванні ландшафтів і

© Л. В. Аніскевич, В. М. Стародубцев, 2015