

---

УДК 631.3

Войтюк В., д-р техн. наук (Національний університет біоресурсів і природокористування України)

---

## Енергозабезпечення технологічних процесів і тривалість виконання обслуговчо-ремонтних робіт

*На прикладі технологічного процесу підготовки ґрунту і сівби сільськогосподарських культур, використовуючи метод статистичного імітаційного моделювання, визначено вплив енергозабезпечення цього процесу на допустиму тривалість виконання обслуговчо-ремонтних робіт.*

**Ключові слова:** технологічний процес, енергозабезпечення, статистичне імітаційне моделювання.

**Вступ.** Аналіз літературних джерел [1-4] вказує на те, що простоювання машини з технічних причин, зокрема для виконання обслуговчо-ремонтних втручань, характеризується вимогами до їх допустимої тривалості. Лише техніка, вилучена зі сфери експлуатації для продажу або ремонту, не має цієї тривалості. Навіть резервна техніка, якщо така наявна в структурі

парку сільськогосподарських підприємств, не може надто довго перебувати в технічному обслуговуванні або ремонті.

Інформація про вимоги механізованих технологічних процесів до тривалості виконання обслуговчо-ремонтних втручань є важливою для розвитку технічного сервісу. За великої допустимої тривалості

перебування машин у ремонтній сфері обслуговчо-ремонтна система буде об'єктивно мати раціональні значення параметрів нижчими, ніж за невеликої (жорсткої) тривалості.

**Основна частина.** У роботі на прикладі технологічного процесу підготовки ґрунту і сівби сільськогосподарських культур визначено вплив енергозабезпечення цього процесу на допустиму тривалість виконання обслуговчо-ремонтних робіт. На основі статистичного імітаційного моделювання встановлено, що технологічно допустима тривалість перебування машини у сфері технічного обслуговування і ремонту (ТОР)  $\Delta t_{po}^d$  залежить як від показника енергозабезпечення технологічного процесу  $\varepsilon$ , так і від часу  $\tau_B$  настання технічної відмови відповідно для холодостійких і теплолюбних культур.

Зокрема, встановлено, що оцінка математичного сподівання  $\Delta t_{po}^d$  для холодостійких і теплолюбних культур від рівня енергозабезпечення  $\varepsilon$  (рис. 1) відображається залежністю

$$\Delta t_{po}^d = a\varepsilon^2 + b\varepsilon + c, \quad (1)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – емпіричні коефіцієнти, числові значення яких залежать від  $\tau_B$ .

Аналізуючи залежність  $\Delta t_{po}^d$  від  $\tau_B$  за заданого рівня енергозабезпечення для холодостійких і теплолюбних культур, встановлено (рис. 2), що вона є різною для холодостійких культур:

$$\Delta t_{po}^d = 0,0146\tau_B^2 - 2,9748\tau_B + 152,44, \quad (2)$$

а для теплолюбних

$$\Delta t_{po}^d = 0,0001426\tau_B^3 - 0,0372\tau_B^2 + 2,2287\tau_B + 22,965. \quad (3)$$

Встановлено теоретичні закони розподілу технологічно допустимої тривалості  $\Delta t_{po}^d$  перебування машини у сфері ТОР та її статистичні параметри для ґрунтооброб-

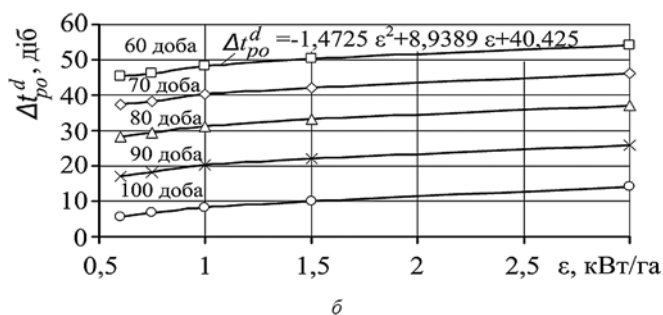
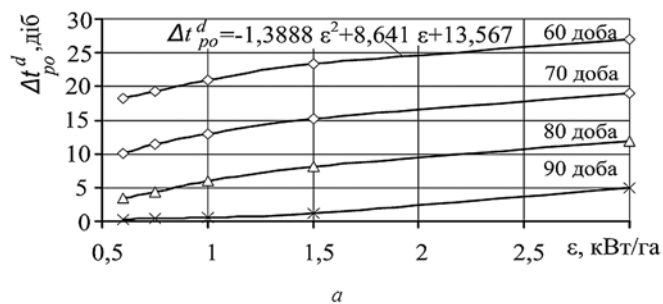


Рис.1 – Залежність оцінки математичного сподівання технологічно допустимої тривалості перебування машини у сфері ТОР  $\Delta t_{po}^d$  від рівня енергозабезпечення  $\varepsilon$  ґрунтообробно-посівного процесу для холодостійких (а) і теплолюбних ярих культур (б)

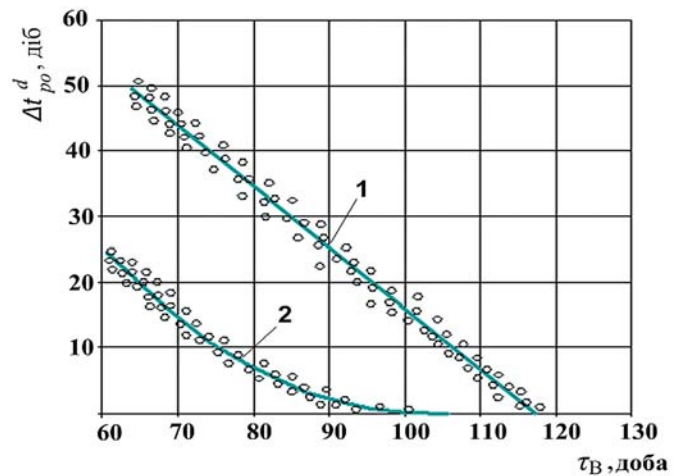


Рис. 2 – Залежність технологічно допустимої тривалості перебування ґрунтообробно-посівних машин в обслуговчо-ремонтній сфері від часу настання їх технічної відмови для холодостійких культур (1) і теплолюбних ярих культур (2)

но-посівного процесу ярих культур у разі відмови машинно-тракторного агрегату в діапазоні часу  $\tau_B$  (рис. 3).

Їх слід враховувати як для проектування складових системи ТОР, так і для вдосконалення взаємодії між цією системою і системою використання сільськогос-

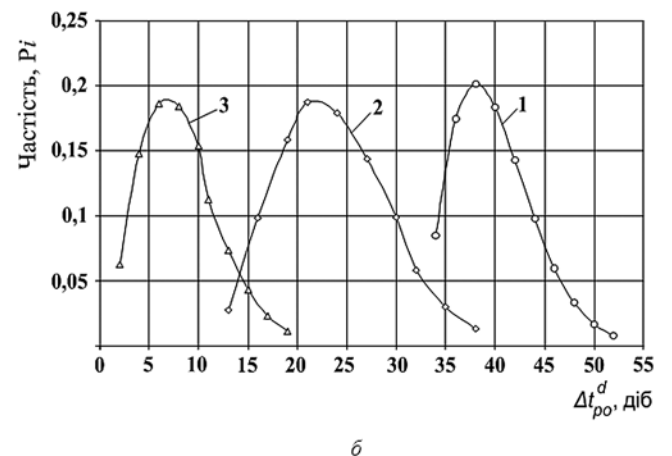
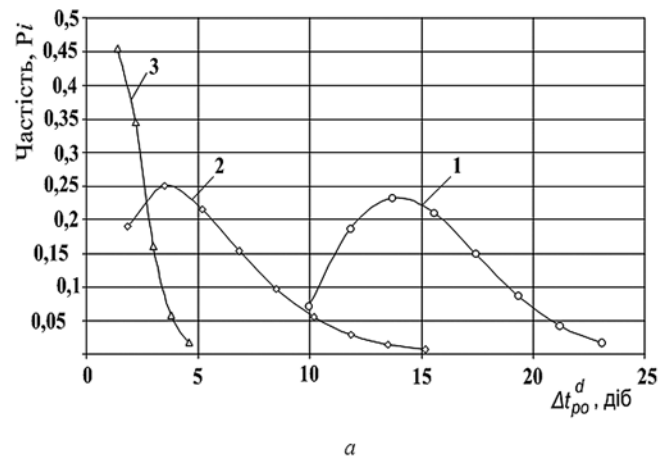


Рис. 3 – Теоретичні криві розподілу  $\Delta t_{po}^d$  залежно від діапазону зміни часу  $\tau_B$  для холодостійких культур:

1 – 2-17 березня (60-75 днів); 2 – 18 березня-2 квітня (76-91 доба); 3 – 3-18 квітня (92-107 днів) (а) і теплолюбних культур: 1 – 2-22 березня (60-80 днів); 2 – 23 березня-11 квітня (81-100 днів); 3 – 12 квітня-1 травня (101-120 днів) (б)

подарської техніки. Зміна вимог цих процесів до технологічно допустимої тривалості виконання обслуговчо-ремонтних робіт за зменшення енергозабезпеченості свідчить про потребу диференційованого проектування взаємодії складових системи ТОР із сільськогосподарськими підприємствами (СГП) залежно від рівня енергозабезпечення механізованих сільськогосподарських процесів.

Використавши розроблений метод обґрунтування параметрів технічних центрів (ТЦ) для фірмового виконання обслуговчо-ремонтних робіт, на основі статистичного імітаційного моделювання його функціонування та на прикладі типового району визначено початкові дані та показники ефективності функціонування СГП у заданому адміністративному районі за різної кількості пересувних ремонтних майстерень (ПРМ) та виконавців.

Результати досліджень природно-виробничих умов зони дії ТЦ свідчать про те, що за зміни її радіуса в межах 4-15 км кількість населених пунктів і тракторів, які потребують обслуговчо-ремонтних робіт, змінюються за лінійною залежністю.

Дослідження напрацювання тракторів переконає, що на початок календарного року їх напрацювання віддати останніх обслуговчо-ремонтних робіт відображається законом нормального розподілу. Впродовж календарного року (рис. 4) щомісячне напрацювання характеризується двома періодами з «піковими» навантаженнями.

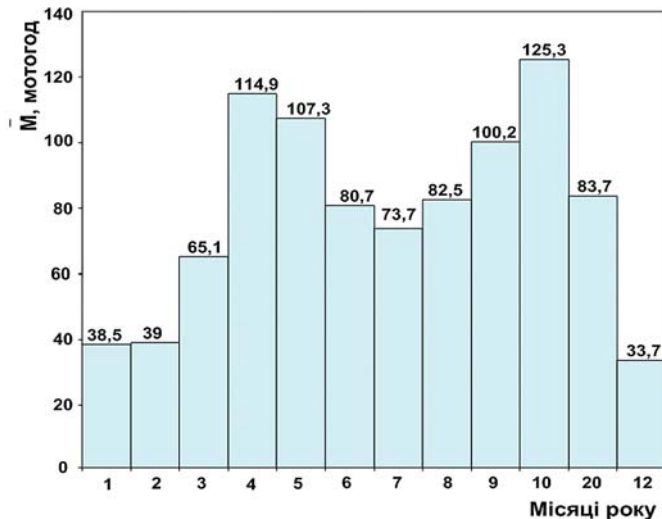


Рис. 4 – Зміна середнього значення місячного напрацювання  $M$  тракторів класу 1,4 упродовж календарного року

Визначено, що для тракторів класу 1,4 максимальне середнє значення напрацювання у цих періодах становить: квітень – 114,9; жовтень – 125,3 мотогод. Середнє мінімальне значення напрацювання для двох періодів їхнього найменш інтенсивного використання становить: грудень – 33,7 та липень – 73,7 мотогод.

У результаті дослідження було встановлено потік вимог до обслуговування тракторів  $M$ , за якого забезпечується виконання річної програми  $\Lambda$ . На підставі експериментів із статистичною імітаційною моделлю визначено залежність коефіцієнта  $M/\Lambda$  від кількості ПРМ і виконавців  $u$ . Встановлено, що в межах типового району для виконання річної програми достатньо

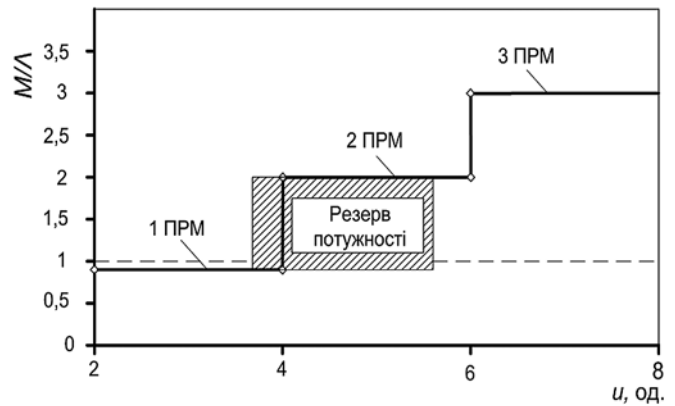


Рис. 5 – Залежність коефіцієнта  $M/\Lambda$  від структури системи ТОР тракторів (кількості ПРМ і виконавців  $u$ )

мати дві ПРМ і чотирьох виконавців (рис. 5).

З огляду на дискретний характер зміни кількості ПРМ та кількості виконавців  $u$  система ТОР може функціонувати у складі однієї ПРМ і двох виконавців або  $2\text{ПРМ}+4u$ . За функціонування системи ТОР у складі  $1\text{ПРМ}+2u$  її потужність недостатня для виконання потоку замовлень, що є неприпустимим за умови фірмового сервісу. Якщо система ТОР функціонує у складі  $2\text{ПРМ}+4u$ , має місце запас її потужності. У цьому випадку підвищення ефективності системи ТОР можливе за рахунок додаткового завантаження ТЦ замовленнями на обслуговчо-ремонтні роботи за межами функціонування системи СГП.

**Висновок.** Визначені початкові дані, розроблена комп'ютерна програма та статистичне імітаційне моделювання локального ґрунтообробно-посівного механізованого процесу дали змогу встановити вплив рівня його енергозабезпечення та часу виникнення відмов на технологічно допустиму тривалість виконання обслуговчо-ремонтних робіт, що є основою для обґрунтування ефективної взаємодії між системами використання та ТОР енергонасиченої сільськогосподарської техніки.

Дослідження локальної виробничої системи ТОР для типового району дали змогу встановити умови ефективного виконання обслуговчо-ремонтних робіт за допомогою пересувних ремонтних майстерень.

#### Список літератури

1. Сидорчук О., Луб П. Природно дозволений час для весняної підготовки ґрунту до сівби // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. – 2004. – №8. – С. 9-16.
2. Сидорчук О., Сенчук С., Луб П., Кабар В. Агрометеорологічні підстави розвитку функціональних структур рільництва // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агрономія. – 2004. – №8. – С. 119-123.
3. Сидорчук О.В. Визначення технологічно допустимої тривалості виконання обслуговуючо-ремонтних втручань при виконанні ґрунтообробно-посівних процесів / О.В. Сидорчук, В.Д. Войтюк // Вісн. Харківського держ. техн. ун-ту сільського господарства. – Харків, 2012. – Вип. 112. – С. 188-197.
4. Луб П. М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підпри-

ємства : автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / П. М. Луб. – Львів, 2006. – 20 с.

**Аннотація.** На примере технологического процесса подготовки грунта и посева сельскохозяйственных культур, применяя метод статистического имитационного моделирования, определено влияние энергообеспеченности данного процесса на возможную продолжи-

тельность выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту сельскохозяйственных машин.

**Summary.** Method of statistical simulation determined the effect of providing power indicator process of preparation of the soil and planting crops on the possible duration of the maintenance and repair of agricultural machinery.

Стаття надійшла до редакції 17 березня 2014 р.