



УДК 631.373.004.12:636

ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЙМОВІРНІСТЬ БЕЗВІДМОВНОЇ РОБОТИ ФЕРМСЬКОЇ ТЕХНІКИ ПРИ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Болтянський О.В., к.т.н.,

Болтянська Н.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619) 42-04-42, 42-05-70

Анотація – в роботі розглянуто залежність ймовірності безвідмовної роботи від коефіцієнта варіації, розміру вибірки та квантилі нормального розподілу при визначенні потреби в запасних частинах для машин і обладнання у тваринництві при розподілі ресурсу їх деталей за нормальним законом.

Ключові слова – запасні частини, коефіцієнт варіації, ймовірність безвідмовної роботи, розмір вибірки, обладнання тваринництва.

Постановка проблеми. Скорочення парку техніки для механізації процесів виробництва продукції тваринництва, яке відбувається останніми роками, призвело до зменшення валового продукту цієї галузі при одночасному скороченні поголів'я худоби. Валовий обсяг виробництва продовольства зменшується пропорційно зниженню технічного оснащення сільськогосподарських підприємств [1-3]. Підвищити ефективність виробництва продукції тваринництва можна за рахунок безвідмовної роботи у виробничому циклі, чим зумовлено задачу забезпечення необхідної їх надійності. Серед методів підвищення надійності машин і обладнання тваринницьких ферм є забезпечення їх необхідною кількістю запасних частин [4,5].

Аналіз останніх досліджень. Існуючі методики визначення потреби в запасних частинах ґрунтуються, в основному, на даних про середній ресурс, що не дозволяє отримати необхідну точність при розрахунках. Тому розрахунки ведуться за гамма-відсотковим ресурсом.

Формулювання цілей статті. Визначення факторів, що впливають на ймовірність безвідмовної роботи при розрахунку кількості запасних частин.

Основна частина. В результаті досліджень було встановлено, що ймовірність безвідмовної роботи при визначенні потреби в запасних частинах для машин і обладнання у тваринництві, ресурс яких підпорядковується нормальному закону залежить від коефіцієнта варіації, розміру вибірки та квантилі нормального розподілу.

Розглянемо методику визначення ймовірності безвідмовної роботи γ (рис. 1).

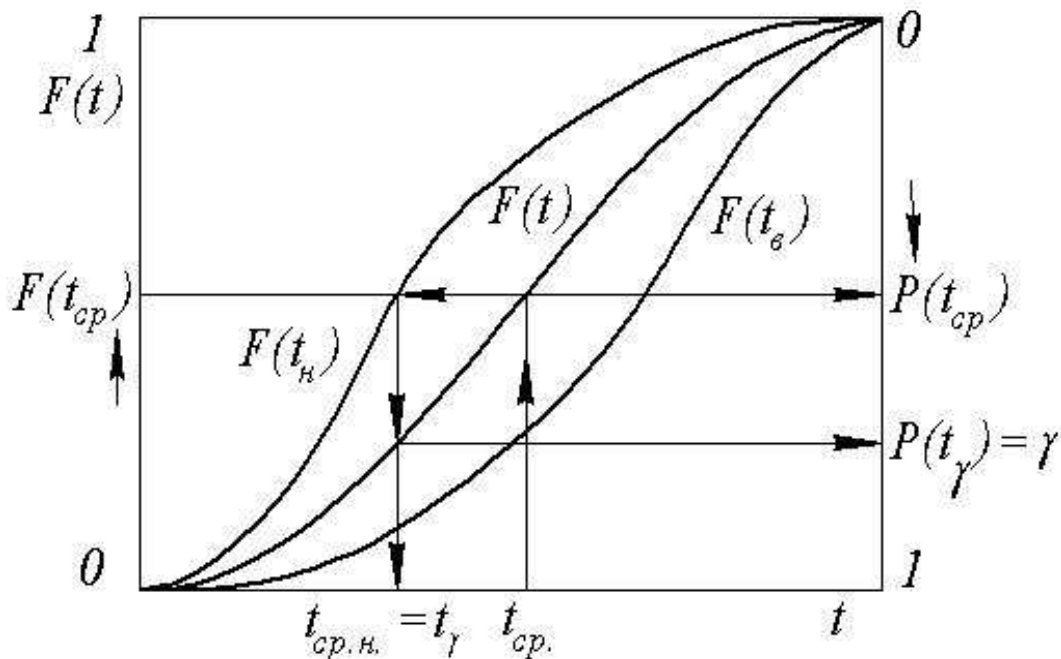


Рис.1. До визначення ймовірності безвідмовної роботи γ .

На рисунку подано функцію відмов $F(t)$ і ймовірність безвідмовної роботи $P(t)$ у зворотному напрямку осі ординат, а на осі абсцис – поточний час t у одиницях напрацювання.

Представлена функція відмов характеризує часткову статистичну вибірку, яка не завжди може охарактеризувати дійсну генеральну сукупність, так як не ураховує окремі ймовірності та статистичні характеристики, наприклад, обсяг вибірки, прийняту довірку ймовірність β . Тому доцільно при розрахунку запасних частин скористатися не середнім ресурсом, а нижньою двобічною оцінкою середнього ресурсу, яка чисельно дорівнює гамма-відсотковому ресурсу на лінії функції відмов. Маючи значення гамма-відсоткового ресурсу, можна за відомими залежностями визначити ймовірність безвідмовної роботи γ . Формули для визначення точкових оцінок середнього ресурсу $t_{сп}$ та гамма-відсоткового ресурсу t_{\square} наведено в табл.1.

Для нормального розподілу нижню двобічну довірчу межу середнього ресурсу з довірчою ймовірністю β розраховують за формулою [6]:

$$t_{cpn} = t_{cp} - K_n Z_\beta \sigma, \tag{1}$$

де K_n – коефіцієнт нижньої двобічної межі середнього ресурсу t_{cp} ;

$$K_n = \sqrt{\frac{1}{N}}, \tag{2}$$

де N – розмір вибірки;

Z_β – квантиль нормального розподілу для довірчої ймовірності β [7].

Таблиця 1 – Формули для визначення точкових оцінок середнього ресурсу t_{cp} та гамма-відсоткового ресурсу t_γ

Показник	Розподіл		
	нормальний	Вейбулла	експоненціальний
Параметр форми	t_{cp}	α	λ
Параметр масштабу	σ	b	–
Середній ресурс t_{cp}	t_{cp}	$\alpha^{\frac{1}{b}} \Gamma\left(1 + \frac{1}{b}\right)$	$\frac{1}{\lambda}$
Гамма-відсотковий ресурс t_γ	$0,5 - 0,5\Phi\left(\frac{t_\gamma - t_{cp}}{\sigma}\right) = \frac{\gamma}{100}$	$\alpha^{\frac{1}{b}} \left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)^{\frac{1}{b}}$	$\frac{1}{\lambda} \left(-\ln \frac{\gamma}{100}\right)$

Замінивши α на Vt_{cp} , маємо:

$$t_{cpn} = t_{cp} \left(1 - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V\right). \tag{3}$$

При введенні коефіцієнту K_I , який буде залежати від розміру вибірки N , квантилі нормального розподілу Z_β та коефіцієнта варіації V :

$$K_I = 1 - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V. \tag{4}$$

Нижня двобічна довірча межа середнього ресурсу буде дорівнювати

$$t_{cpn} = K_I t_{cp}. \tag{5}$$

Звідки

$$K_I = \frac{t_{cp.n}}{t_{cp.}}. \quad (6)$$

В нашому випадку $t_{cp.n}$ дорівнює t_γ , а коефіцієнт гамма-відсоткового ресурсу K_γ

$$K_\gamma = \frac{t_\gamma}{t_{cp.}}, \quad (7)$$

то можемо стверджувати, що

$$K_I = K_\gamma. \quad (8)$$

Підставивши в (7) формулу для визначення гамма-відсоткового ресурсу t_γ (табл. 1) отримаємо

$$K_\gamma = 1 - \frac{2Ve}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{2} \left(\frac{0,5 - \gamma}{0,5} \right)^2 \right). \quad (9)$$

Згідно (8)

$$1 - \frac{2Ve}{\sqrt{2\pi}} \left(\frac{1}{2} \left(\frac{0,5 - \gamma}{0,5} \right)^2 \right) = 1 - \sqrt{\frac{1}{N}} Z_\beta V. \quad (10)$$

Звідки маємо

$$\gamma = 0,5 \left[1 - \Phi \left(\frac{Z_\beta}{\sqrt{N}} \right) \right]. \quad (11)$$

Звідси можна знайти необхідну ймовірність безвідмовної роботи γ , яка залежить від розміру вибірки N , коефіцієнта варіації V та квантилі нормального розподілу $Z_{0,9}$.

Результати розрахунків занесені в таблицю 2.

Таблиця 2 – Залежність ймовірності безвідмовної роботи γ від розміру вибірки N і квантилі нормального розподілу $Z_{0,9}$

$\frac{Z_{0,9}}{\sqrt{N}}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
$1 - \Phi\left(\frac{Z_{0,9}}{\sqrt{N}}\right)$	0,50	0,421	0,345	0,274	0,212	0,159	0,115	0,082
$100\gamma, \%$	50	57,9	65,5	72,6	78,8	84,1	88,5	91,9

Висновки. Застосування у розрахунках кількості запасних частин середнього ресурсу супроводжується досить низькими значеннями ймовірності безвідмовної роботи, тому розрахунки ведуться за гамма-відсотковим ресурсом [8]. Ймовірність безвідмовної роботи при визначенні потреби в запасних частинах для машин і обладнання у тваринництві, ресурс яких підпорядковується нормальному закону залежить від коефіцієнта варіації, розміру вибірки та квантилі нормального розподілу.

Отримані аналітичні вирази дозволяють визначити необхідну і достатню ймовірність безвідмовної роботи, якою потрібно задаватись при визначенні потреби в запасних частинах для машин і обладнання у тваринництві при розподілі ресурсу вузлів і деталей за нормальним законом.

Література

1. Молодик М.В. Напрями формування і функціонування структур системи технічного сервісу в агропромисловому комплексі України // Мех. і електр. с.г: Міжвід. темат. наук. зб. /ННЦ „ІМЕСГ” УААН. – Глеваха, 2003. – Вип. 88.-С.15-23.
2. Забезпечення надійності сільськогосподарських машин технологічними методами. Бойко А.І., Карабиньош С.С., Новицький А.В., Сиволапов В.А.// „Підвищення надійності відновлюємих деталей машин”. Вісн. ХДТУСГ: Зб. наук. пр. – Харків: ХДТУСГ, 2003. Вип.14.– С. 47-52.
3. Гуков Я., Сидорчук О., Бурилко А. Науковий супровід машинно-технологічного забезпечення реформованих сільськогосподарських підприємств // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. – Дослідницьке: УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого, 2004. – Вип. 7 (21). С.20-25.
4. Молодик М.В. Теоретичні основи формування системи технічного сервісу в агропромисловому виробництві //Механізація та

електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий темат. наук. зб. /ННЦ „ІМЕСГ” УААН. –Глеваха, 2003. – Вип. 87.-С. 20-32.

5. Мельник І.І., Демко А.А., Войтюк В.Д. Концепція формування технічного сервісу в АПК // Механізація сільськогосподарського виробництва: Зб. наук. пр. Національного аграрного університету Т. 8. –К.: НАУ, 2000. –С. 313-315.

6. Справочник по надежности. Т.1 /Пер. с англ., Под ред. Б.Р.Левина. - М.: Мир, 1969. - 339 с.

7. Шор Я. Б., Кузьмин Ф. И. Таблицы для анализа и контроля надежности. – М.: Сов. Радио. 1968. – 228 с.

8. Болтянська Н.І. До правомірності заміни середнього ресурсу гамма-відсотковим при розрахунку кількості запасних частин для тваринництва // Праці ВДАУ.- Вінниця, 2004. - Вип.21.-С. 133-136.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ СЕЛЬХОЗТЕХНИКИ ПРИ РАСЧЕТЕ КОЛИЧЕСТВА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ

Болтянский О.В., Болтянская Н.І.

Анотація

В работе показана зависимость вероятности безотказной работы от коэффициента вариации при определении необходимых запасных частей для машин и оборудования в животноводстве .

DETERMINATION OF FACTORS AFFECTING THE PROBABILITY OF FAILURELESS WORK AT THE CALCULATION OF QUANTITY OF SPARE PARTS

O. Boltyanskiy, N. Boltyanskaya

Summary

Dependence of the probability of failureless work on the coefficient of variation, the size of a sample and the quantile of normal distribution at determination of quantity of spare parts for livestock reeding machines and equipment at the distribution of components' lifetime on the normal law.