

Міністерство
освіти і науки
України



Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів і
природокористування України
НДІ техніки та технологій
Факультет конструювання та дизайну
Механіко-технологічний факультет

ННЦ «Інститут аграрної економіки»
Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів



***ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
VIII-ї МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«Інноваційне забезпечення виробництва
органічної продукції в АПК»
(11-14 серпня 2020 року)»
в рамках роботи
XXXII Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2020»***



Київ – 2020

УДК 631.01.007

НОРМАТИВНІ ПОКАЗНИКИ БЕЗВІДМОВНОСТІ КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

М. В. Гненюк, аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Імовірність безвідмовної роботи кормозбирального комбайна – імовірність того, що протягом заданого наробітку відмова кормозбирального комбайна не виникне.

Імовірність безвідмовної роботи кормозбирального комбайна характеризує можливість виконання ним заданих функцій за певний час t і визначається як імовірність того, що тривалість його безвідмовної роботи T (наробіток до відмови) буде не менша часу t :

$$P(t) = P(T \geq t).$$

Імовірність безвідмовної роботи пов'язана з функцією розподілу наробітку до відмови $F(t)$ таким чином:

$$P(t) = 1 - F(t).$$

Як і будь-яка ймовірність, імовірність безвідмовної роботи змінюється від 1 до 0 (при $t = 0$ вона дорівнює 1, при $t = \infty$ дорівнює 0).

Імовірність безвідмовної роботи за інтервал часу від 0 до t визначається при статистичних випробовуваннях як відношення кількості працездатних кормозбиральних комбайнів у момент часу t до кількості кормозбиральних комбайнів, які поставлено на випробовування (тобто до кількості працездатних кормозбиральних комбайнів у початковий момент часу $t = 0$):

$$P_t = N_0 - n(t) / N_0,$$

де N_0 – кількість кормозбиральних комбайнів, які поставлено на випробування

(за умовою, що кормозбиральні комбайни, які відмовили, не замінюються і не відновлюються);

$n(t)$ – кількість кормозбиральних комбайнів, що відмовили на інтервалі часу $0 - t$.

Імовірність відмови кормозбирального комбайна – імовірність того, що протягом заданого наробітку виникне відмова кормозбирального комбайна.

Імовірність відмови кормозбирального комбайна визначається як імовірність того, що тривалість його безвідмовної роботи T (наробіток до відмови) буде менша часу t :

$$P(T < t).$$

Імовірність відмови визначають для заданого наробітку (визначеного інтервалу часу) за формулою:

$$Q(t) = F(t) = 1 - P(t).$$

Імовірність відмови та імовірність безвідмовної роботи події протилежні й у сумі дають одиницю, тобто

$$Q(t) + P(t) = 1.$$

Статистичне визначення ймовірності відмови – це відношення кількості кормозбиральних комбайнів, що відмовили на інтервалі часу $0 - t$, до кількості кормозбиральних комбайнів, які поставлено на випробовування:

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0}.$$

Значення $P(t)$ і $Q(t)$ не мають сенсу без указівки часу t .

Щільність розподілу наробітку до відмови (закон розподілу відмов) – щільність імовірності відмови до моменту часу t , або щільність імовірності того, що тривалість роботи кормозбирального комбайна до відмови буде менше t .

Імовірність безвідмовної роботи та ймовірність відмови пов'язана з щільністю розподілу наробітку до відмови $f(t)$ таким чином:

$$P(t) = \int_0^t f(t) dt, \quad Q(t) = 1 - \int_0^t f(t) dt.$$

Або, після диференціювання,

$$P'(t) = -f(t), \quad Q'(t) = f(t).$$

Тобто

$$f(t) = -P'(t) = Q'(t).$$

Статистичне визначення щільності розподілу наробітку до відмови:

$$f \Delta t = \frac{n(\Delta t)}{N_0 \Delta t}.$$

Інтенсивність відмов – умовна щільність імовірності виникнення відмови невідного кормозбирального комбайна, яка визначається за умови, що до цього моменту відмова не виникла.

Визначається за формулою:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)} \text{ або } \lambda t = -P'(t)Pt.$$

Проінтегруємо вираз $-P'(t)Pt = \lambda t P t$ від 0 до t звідки:

$$P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}.$$

Формула $P(t) = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}$ зв'язує ймовірність безвідмовної роботи

кормозбиральних комбайнів з інтенсивністю їх відмов для будь-якого закону зміни інтенсивності у часі (закону розподілу відмов).

Статистичне визначення інтенсивності відмов:

$$\lambda(\Delta t) = \frac{n(\Delta t) / \Delta t}{N_{cp}}$$

де N_{cp} – середня кількість кормозбиральних комбайнів, які працювали безвідмовно на інтервалі часу Δt :

$$N_{cp} = \frac{N_1 + N_2}{2}$$

де N_1, N_2 – кількість кормозбиральних комбайнів, які працювали безвідмовно відповідно до початку і до кінця інтервалу часу Δt .

Інтенсивність відмов є показником безвідмовності неремонтуючих і невідновлюваних кормозбиральних комбайнів.

Наробіток – тривалість чи обсяг роботи кормозбиральних комбайнів. Наробіток може бути як неперервною величиною (тривалість роботи у годинах, мотогодинах пробігу тощо), так і цілочисельною величиною (кількість робочих циклів, спрацьовувань тощо).

Наробіток до відмови – наробіток кормозбирального комбайна від початку його експлуатації до виникнення першої відмови.

Середній наробіток до відмови – математичне сподівання наробітку кормозбирального комбайна до першої відмови.

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} f(t) dt = \int_0^{\infty} P(t) dt,$$

де t – наробіток до відмови;

$P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи (функція безвідмовності).

Статистичне визначення середнього наробітку до відмови:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^{n_0} t_i}{N_0},$$

де t_i – наробіток до відмови i -го кормозбирального комбайна.

Наробіток між відмовами – наробіток кормозбирального комбайна від завершення відновлення його працездатного стану після відмови до виникнення наступної відмови.

Середній наробіток на відмову (середній наробіток між відмовами) – відношення сумарного наробітку відновного кормозбирального комбайна до математичного сподівання кількості його відмов протягом цього наробітку.

Статистична оцінка середнього наробітку на відмову:

$$T_0 = \frac{\sum_i^n t_{oi}}{n},$$

де t_{oi} – наробіток відновного кормозбирального комбайна між двома його сусідніми відмовами, тобто від початку його функціонування або відновлення до моменту наступної відмови;

n – кількість відмов одного відновного кормозбирального комбайна.

Якщо випробовують N однотипних зразків кормозбиральних комбайнів, тоді середній наробіток на відмову визначають за формулою

$$T_c = \frac{\sum_i^n t_{ci}}{N_0},$$

де t_{ci} – середній наробіток між відмовами i – зразка кормозбирального комбайна.

Параметр потоку відмов – відношення математичного сподівання кількості відмов відновного кормозбирального комбайна за досить малий його наробіток до значення цього наробітку.

Для визначення статистичної оцінки параметра потоку відмов використовують формулу:

$$\omega(\Delta t) = \frac{n(\Delta t) / \Delta t}{N_0},$$

де N_0 – кількість кормозбиральних комбайнів, які поставлено на випробування (кормозбиральні комбайни, що відмовили, замінюються на нові).