

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ І РОЗДАЧІ КОРМІВ

А. В. Новицький, кандидат технічних наук

Анотація. *Проведено дослідження динаміки зміни показників надійності засобів для приготування і роздачі кормів. Отримана аналітична залежність для визначення ймовірності безвідмовної роботи системи в період погіршення технічного стану машини і зниження професійного та психофізіологічного рівня оператора.*

Ключові слова: *засіб, корма, надійність*

Постановка проблеми. Надійність багатоопераційних сільськогосподарських машин, як складних технічних систем залежить не тільки від досконалості їх конструкцій, але і від професійного рівня обслуговуючого персоналу. Нестабільність умов експлуатації, дія зовнішнього середовища, зниження впливу ремонтно-обслуговуючої бази на підтримку техніки в працездатному стані, погіршення технічного стану машин, професійний і психофізіологічний рівень операторів істотно ускладнюють оцінку якісних та кількісних показників надійності.

Аналіз останніх досліджень. Для системного аналізу надійності складної технічної системи «Людина – Машина» (СТС «ЛМ») з використанням математичного апарату марківських випадкових процесів, в роботах професорів І. А. Ушакова, В. І. Нечипоренко [1, 2,] запропоновано введення додаткових фіктивних станів. В результаті таких перетворень ускладнюється граф станів і переходів, проте спрощується математичний апарат їх визначення.

Як підтверджує практика, ефективна експлуатація засобів для приготування і роздавання кормів (ЗПРК) залежить не тільки від рівня надійності машин, але професійного рівня людини-оператора. В останні роки в наукових виданнях України з'явилися дослідження, в яких розглядаються: питання забезпечення надійності сільськогосподарської техніки за рахунок удосконалення системи «Машина-база технічного обслуговування» [4]; способи активного та пасивного резервування машин і окремих вузлів [3]; особливості забезпечення надійності технологічного процесу [6]. Але, як показує аналіз, в роботах не відображено вплив людського фактора на надійність техніки, не взята до уваги підсистема «людина-оператор»,

© А. В. Новицький, 2016

яка забезпечує не лише ефективне використання, але й підтримання працездатності машин.

Метою досліджень є проведення досліджень, які дозволяють визначити закономірності зміни ймовірності безвідмовної роботи ЗПРК, як СТС «ЛМ». Основними методами досліджень є математичне моделювання СТС «ЛМ» на підставі побудови розміченого графа станів, отримання стохастичних диференціальних рівнянь балансу ймовірностей.

Результати досліджень. Проблемі визначення ймовірності безвідмовної роботи ЗПРК, як СТС «ЛМ» в умовах старіння техніки і зниження професійного рівня оператора, присвячено цілий ряд досліджень. Графічний опис поведінки складної технічної системи згідно зазначених умов функціонування представлено розміченим графом в роботі [5] і відображено на рис. 1.

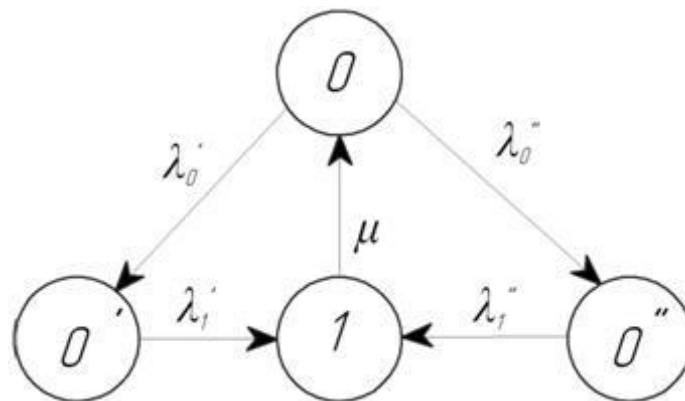


Рис. 1. Граф станів і переходів СТС «Людина – Машина».

На підставі побудованого графа для ймовірностей станів і переходів системи «ЛМ» складені диференційні рівняння динамічного балансу:

Охарактеризуємо представлений на рис. 1 граф, провівши опис станів: $P_0(t)$ – ймовірність перебування системи в працездатному стані; $P_0'(t)$ – ймовірність перебування системи в проміжному стані (фіктивне стані) – «старінні» машини; $P_0''(t)$ – ймовірність перебування системи в проміжному стані (фіктивне стані) – зниженні працездатності оператора; $P_1(t)$ – ймовірність перебування системи в непрацездатному стані; $\lambda_0', \lambda_0'', \lambda_1', \lambda_1''$ – інтенсивності відмов; μ – інтенсивності відновлень.

Рішення системи диференціальних рівнянь (1), яка була отримана в [5], припускає використання перетворень Лапласа, заміну другого рівняння нормувальною умовою і ряд перетворень, які дозволяють визначити невідомі відповідно правилу Крамера.

Після ряду перетворень отримана аналітична залежність для визначення ймовірності безвідмовної роботи СТС «ЛМ» в будь-який момент часу t при накопиченні пошкоджень:

$$\begin{aligned}
 P_0(t) = & \frac{\lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu}{S_3 S_4} + \\
 & + 1 - \frac{\lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu}{S_3 S_4} - \frac{-(\lambda''_1 + \lambda'_1 + \mu) - S_4 + \frac{\lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu}{S_4}}{(S_3 + S_4)} \times \\
 & \times \exp(-S_3 t) + \frac{-(\lambda''_1 + \lambda'_1 + \mu) - S_4 + \frac{\lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu}{S_4}}{(S_3 + S_4)} \exp(-S_4 t). \quad (2)
 \end{aligned}$$

Значення складових S_3 і S_4 можуть бути визначені з рівнянь (5) і (6), які були розглянуті в дослідженнях [5]. Для встановлення залежності ймовірності безвідмовної роботи СТС «ЛМ» тільки від інтенсивностей відмов і інтенсивностей відновлень проведемо заміну коренів S_3 і S_4 на їх значення (5) і (6) з [5]. Виходячи з цього, після відповідних математичних перетворень в кінцевому вигляді отримаємо аналітичну залежність для визначення ймовірності безвідмовної роботи в наступному вигляді:

$$P_0(t) = \frac{\lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu}{\lambda'_0 \lambda'_1 + \lambda''_0 \lambda'_1 + \lambda'_1 \lambda''_1 + \lambda''_1 \mu + \lambda'_1 \mu + \lambda''_0 \mu + \lambda'_0 \mu}. \quad (3)$$

Для практичної реалізації особливий інтерес представляє визначення не тільки граничних ймовірностей перебування системи в одному з станів з точки зору оцінки її надійності, але й динаміку зміни показників надійності протягом терміну експлуатації.

Нами проведено дослідження роботи засобів для приготування і роздавання кормів в умовах експлуатації на протязі 2012–2014 років. За встановлений період фіксувались напрацювання на відмову та середній час відновлення працездатності ЗПРК, розраховувались інтенсивності відмов та інтенсивності відновлень.

Використовуючи аналітичну залежність (3) та значення інтенсивностей відмов та інтенсивностей відновлень, які були отримані в умовах експлуатації, нами проведено дослідження динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи ЗПРК. Отримана графічна залежність динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи ЗПРК представлено на рис. 2. Аналіз динаміки зміни ймовірності безвідмовної роботи ЗПРК від інтенсивностей відмов показує, що більшим значенням характеризується складова «людина – оператор». Встановлено, що через 200 год роботи ЗПРК, що відповідає інтенсивності відмов 0,005 1/год, ймовірність

безвідмовної роботи оператора буде становити 0,88. В той же період ймовірність безвідмовної роботи машини буде становити 0,74.

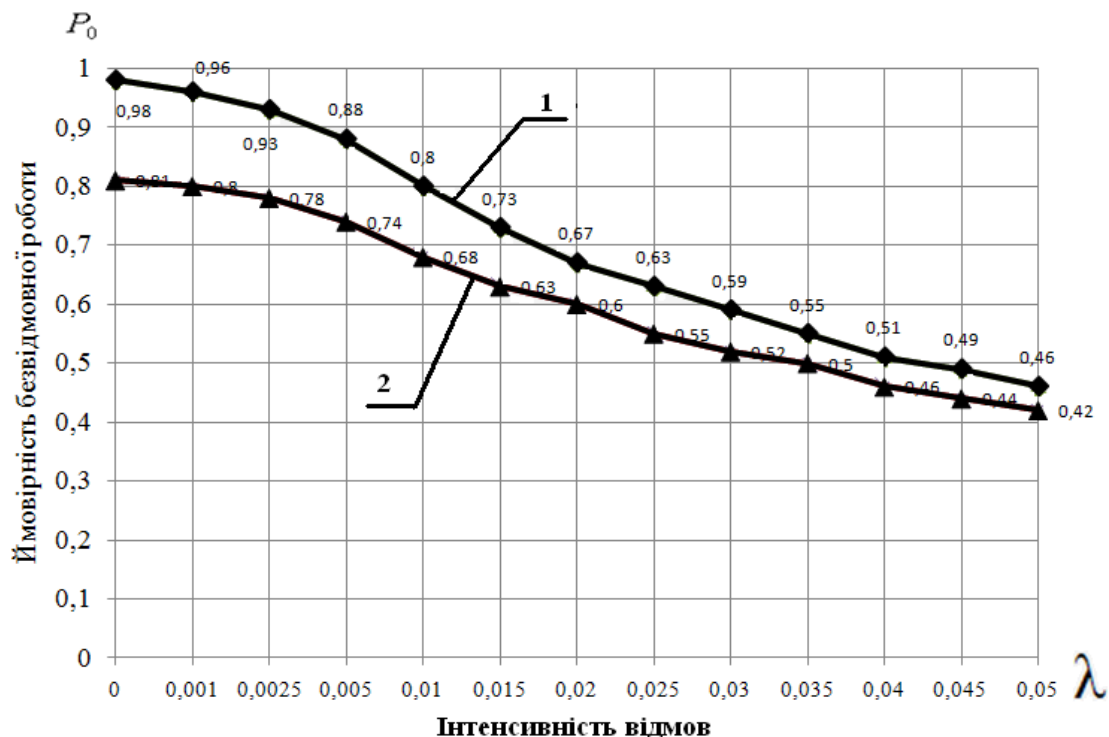


Рис. 2. Графік залежності ймовірності безвідмовної роботи ЗПК від: 1 – інтенсивності відмов людини-оператора; 2 – інтенсивності відмов машини.

Динамічні характеристики надійності розміченого графа станів представляють корисний матеріал у відношенні вибору раціонального напрямку досліджень по забезпеченню надійності ЗПК.

Висновок. На основі проведених досліджень отримано аналітичні залежності для визначення показників надійності ЗПК, як СТС «ЛМ». Отримана графічна залежність дозволяє дослідити зміну ймовірності безвідмовної роботи засобу для приготування і роздавання кормів в період «старіння» машини і зниженні професійно-психофізіологічного рівня оператора.

Список літератури

1. Нечипоренко В. И. Структурный анализ систем (эффективности и надежности) / В. И. Нечипоренко. – М.: Советское радио, 1977. – 211 с.
2. Ушаков А. И. Курс теории надёжности систем / А. И. Ушаков. – М.: Дрофа, 2008. – 239 с.
3. Бойко А. И. Математическая формализация описания состояний и переходов пассивно резервируемых технических систем / А. И. Бойко, А. В. Бондаренко, В. Н. Савченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Х., 2013. – Вип. 133. – С. 216–220.

4. *Думенко К. М.* Встановлення функції відновлення підсистем зернозбиральних комбайнів в умовах розвитку сфери технічного обслуговування / *К. М. Думенко, А. І. Бойко* // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. – Львів, 2010. – Т. 1, № 14. – С. 12–20.
5. *Новицкий А. В.* Определение вероятности безотказной работы сложной системы «человек – машина» / *А. В. Новицкий* // Третя Міжнародна науково-практична інтенет-конференція «Інновації та традиції в сучасній науковій думці». – К., 2014. – С. 19–24.
6. *Бойко А. И.* Стохастическое моделирование работы пневмомеханическая высевающего аппарата / *А. И. Бойко, А. А. Банний* // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – К., 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 112–118.

Аннотація. *Проведено дослідження динаміки змінення показателів надійності засад для приготування і роздачі кормів. Отримана аналітична залежність для визначення ймовірності безотказної роботи системи в період погіршення технічного стану машини і зниження професійного і психофізіологічного рівня оператора.*

Ключевые слова: *засад, корма, надійність*

Annotation. *The investigation of dynamics of change of reliability indices of funds for preparation and distribution of feed. The analytical dependence for determination of probability of failure of the system during the «aging» of machine and reducing professional and psychophysical level operator.*

Key words: *tool, feed, reliability*

УДК 631.3.02:001.57:635.2.001.4

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ ТА КОНСТРУКЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЇЇ ВИКОПУВАННЯ

Л. І. Мариніна, кандидат технічних наук

***ДНУ «Український НДІ прогнозування та випробування
техніки і технологій для сільськогосподарського
виробництва імені Леоніда Погорілого»***

Анотація. У статті наведено графі технологій вирощування цибулі ріпчастої та опис експериментальної установки для викопування цієї овочевої культури.

© Л. І. Мариніна, 2016