

9. Мобільний кормозмішувач «DeLaval». Інструкція по експлуатації. – 52 с.
10. Особенности использования смесителей-кормораздатиков // Сельскохозяйственная техника. Обслуживание и ремонт. – 2006. – №2. – С. 42–44.
11. Погорілий Л. Сучасна техніка для приготування кормів на фермах ВРХ / Л. Погорілий, В. Ясенецький, М. Лінник // Техніка АПК. – 1999. – №4. – С. 31–33.
12. Посібник. Машина для тваринництва та птахівництва / За ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. – 2009. – 207 с.
13. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106–114.
14. Смоляр В. Фермерський комбайн – універсальний технічний засіб / В. Смоляр, С. Постельга, Л. Кириченко, Ю. Калітинський // Техніка АПК. – 2007. – №10. – С. 34–35.
15. Сужаев Н. Мнение профессионалов о лучшем «Хозяине» // Сельскохозяйственная техника. Обслуживание и ремонт / Н. Сужаев. – 2007. – С. 15–17.

В статтє представлен анализ машин для приготовления и раздачи кормов. Предложенная методика определения показателей надежности машин.

Корм, система, надежность, приготовление.

In tpaper the analysis of machines is presented for preparation and distribution of forage. Offered methods of determination of reliability of machines indexes.

Forage, system, reliability, preparation.

УДК 631.173

МОДЕЛЬ ДОСЛІДЖЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМИ «ЛЮДИНА-МАШИНА-СЕРЕДОВИЩЕ (РОБ)»

А.В. Новицький, З.В. Ружило, кандидати технічних наук

В статті представлена логіко-імовірнісна модель дослідження надійності складної системи «людина-машина-середовище (РОБ)».

Машина, система, надійність, працездатність, оператор, середовище.

Постановка проблеми. Надійність багатоопераційних сільськогосподарських машин, як складних систем залежить не лише від досконалості їх конструкції, але й від професійного рівня

© А.В. Новицький, З.В. Ружило, 2012

операторів, впливу зовнішнього середовища, в якому вони працюють, рівня забезпечення їх працездатності. Виходячи з цього, починає проглядатися тенденція щодо необхідності вивчення таких багатоопераційних машин, як складних систем «людина-машина-середовище».

Досвід використання машин показує, що в процесі їх експлуатації виникають різні види несправностей та відмов, які в залежності від груп складності, потребують проведення регульовальних та ремонтно-профілактичних робіт. Це, в свою чергу, вимагає наявності відповідної ремонтно-обслуговуючої бази для відновлення справності або ж працездатності машин. Тобто, виникає необхідність дослідження впливу складової «середовище» (ремонтно-обслуговуюча база) на надійність складної системи «людина-машина-середовище (ремонтно-обслуговуюча база)» «ЛМС(РОБ)».

Виходячи з технічного стану машин, оператор повинен прийняти рішення, хто буде відновлювати їх працездатність: оператор шляхом проведення регульовальних робіт; оператор заміною деталей, які відмовили; слюсарі-ремонтники сервісної служби агрофірми в умовах ремонтної майстерні. Крім того, оператор повинен встановити, яке необхідне ремонтно-технологічне обладнання, інструмент та нормативно технічна документація для усунення відмов машин.

Аналіз останніх досліджень. Досвід використання сільськогосподарських машин та обладнання, показує, що середня змінна продуктивність в однакових умовах для різних операторів може відрізнитися більше, ніж у 2 рази. За рахунок удосконалення конструкції продуктивність машин може збільшуватися орієнтовно в 1,5–2,0 рази. Все більш чіткіше починає проглядатися тенденція щодо зниження рівня використання потенційних можливостей машин, фактична продуктивність яких у виробничих умовах дуже часто становить 50-60% від значень, які закладені в технічній характеристиці. Причиною цього є не лише низька надійність машин, але й неузгодженість складових системи «ЛМС(РОБ)».

Дослідженню функціонування та взаємозв'язку складових системи «ЛМС» присвячено цілий ряд науково-практичних досліджень вчених України, близького та далекого зарубіжжя [6, 8]. Зокрема, частина з них [4-6], присвячена забезпеченню надійності техніки за рахунок обґрунтування вимог до підготовки та кваліфікаційних характеристик фахівців; підвищення технічного стану ремонтно-технологічного обладнання та удосконалення технологічних процесів сервісних підприємств. Результати, які представлені в статтях [1-3] відображують питання оцінки та

забезпечення працездатності посівної та зернозбиральної техніки, машин та обладнання тваринництва на основі обґрунтування математичних моделей їх надійності. Проблеми забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів шляхом удосконалення систем «технічна система - база ТО» розглядаються в багатьох статтях, включаючи [1]. Серед опублікованих джерел значний інтерес мають роботи, в яких для дослідження складних систем пропонується розробка теоретичних моделей, включаючи логіко-імітаційні [3, 7]. Основною метою аналізу надійності машин з використанням логіко-імовірнісних моделей є визначення причин та розрахунок ризиків виникнення відмов, формування заходів для їх запобігання та усунення. Логіко-імітаційні моделі можуть бути використані для визначення ризику впливу основних складових на надійність систем «ЛМС», якими є засоби для приготування і роздавання кормів (ЗПРК).

Мета досліджень. Виходячи з проведеного вище аналізу, можна зауважити, що дослідження фактичного рівня надійності складної сільськогосподарської техніки, як систем «ЛМС(РОБ)», удосконалення методів і способів його забезпечення є актуальною проблемою, яка має важливе наукове і практичне значення. На сьогодні, дане питання не достатньо вивчене, особливо в напрямку впливу ремонтно-обслуговуючої бази на надійність систем «ЛМС(РОБ)».

Результати досліджень. При встановленні надійності складної системи «ЛМС(РОБ)», розглянемо основні компоненти: людина (оператор), машина, ремонтно-обслуговуюча база. Представлені складові є достатньо складними і, на сьогодні, не достатньо вивчене в розрізі ремонтно-обслуговуючої бази. Виходячи з цього, метою розробки логіко-імовірнісної моделі є визначення надійності складної системи «ЛМС(РОБ)».

Модель формування відмови системи розпочинається із встановлення послідовності небезпечних ситуацій (ПНС) - відмови системи. В логіко-імовірнісній теорії аналітичний опис небезпечного стану здійснюється з використанням логічних функцій відмов систем (ФВС), аргументами якої є вихідні умови (ВУ) та вихідні події (ВП). В якості яких ВУ виступають помилки оператора, слюсарів сервісної служби та відмови машин. В якості ВП виступає негативний вплив середовища, тобто неможливість РОБ забезпечити своєчасне та якісне усунення відмов. За результатами аналізу ВУ та ВП, складаємо та проводимо апробацію послідовностей небезпечних ситуацій, які є основою для складання ФВС - найкоротших шляхів виникнення відмов системи. Машина керується людиною-оператором і обслуговується слюсарем, тому персонал

розглядається, як важлива компонента, від якої залежить надійність, як складової системи «ЛМС(РОБ)». Сформуємо сценарій настання відмови машини (системи) відобразивши модель на рис. 1. Відмова системи обов'язково відбудеться (рис. 1), якщо виникне одна з вихідних умов та вихідних ситуацій. Вихідні умови: відмови оператора або ж слюсаря, які пов'язані з недостатньою їх кваліфікацією, помилкою або ж несвоєчасністю їх усунення ($P_1 - P_4$); відмови деталей, робочих органів, деталей приводу і відсутність своєчасного регулювання машини ($P_5 - P_8$).

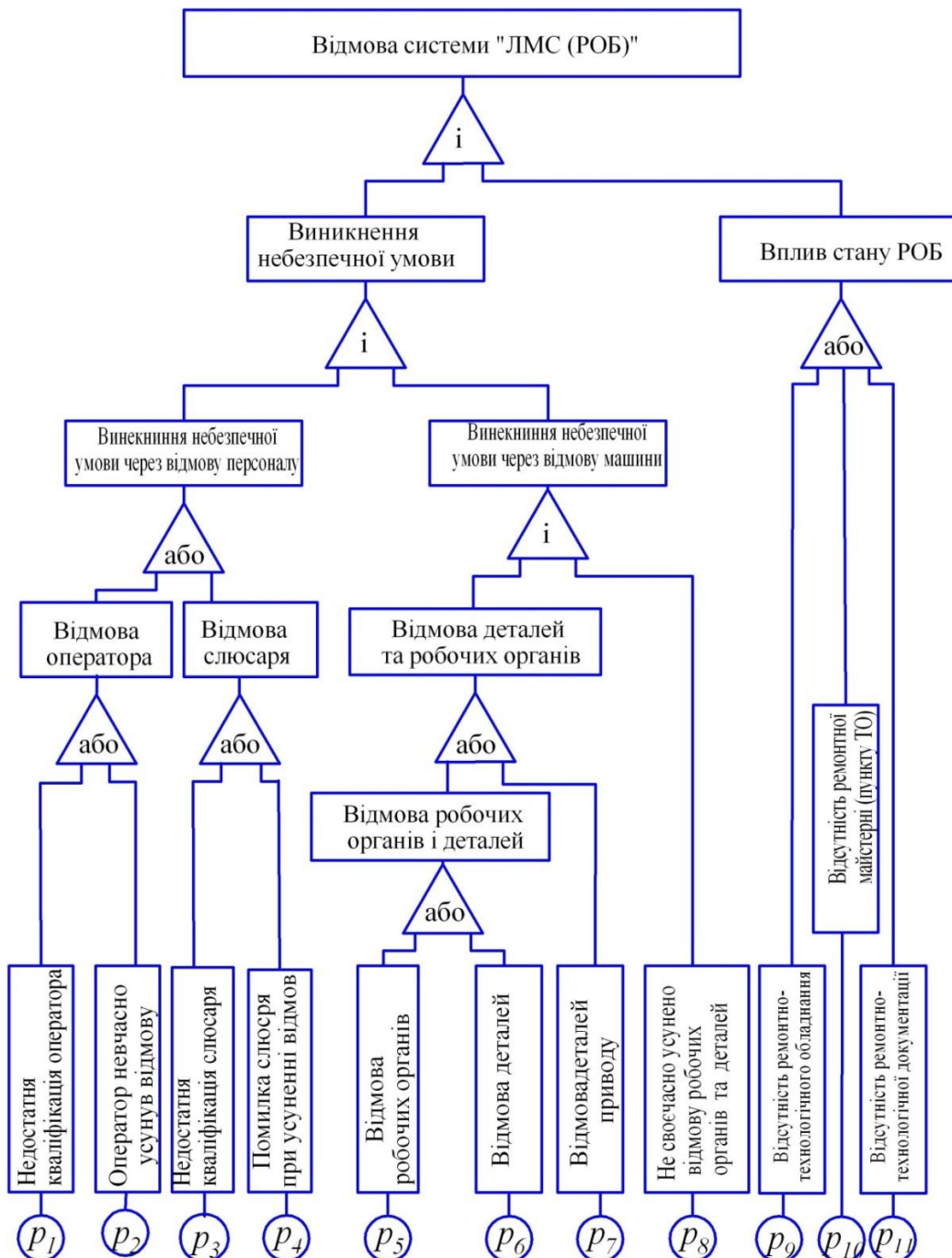


Рис 1. Модель формування відмови системи «ЛМС (ремонтно-обслуговуюча база)».

Вихідними небезпечними ситуаціями є відсутність ремонтно-технологічного обладнання, ремонтної майстерні або ж ремонтно-технологічної документації ($P_9 - P_{11}$), які в реальних умовах експлуатації машин не лише не можуть попередити виникнення відмов, але й не можуть забезпечити своєчасність їх усунення.

Для математичного опису представленої моделі доцільне використання логічних функцій відмов систем. Вони можуть бути записані у вигляді логічної матриці вихідних умов системи P_i :

$$y_c(P_1, \dots, P_{10}) = \begin{vmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P_5 \\ P_6 \\ P_7 \end{vmatrix} = |P_8| = \begin{vmatrix} P_9 \\ P_{10} \\ P_{11} \end{vmatrix}, \quad (1)$$

де P_i – вихідні події.

При розкритті дужок отримуються логічні функції відмов системи у вигляді диз'юнкції найкоротших шляхів виникнення відмов, які представлені у матриці (2).

Перетворюючи матрицю (2), можемо отримати логічної функції відмов систем у вигляді диз'юнкції чотирьох мінімальних перерізів попередження відмов (3).

Аналіз найкоротших шляхів виникнення відмов (2) та мінімальних перерізів їх попередження (3) вказують на те, що недопущення відмов машини достатньо своєчасного проведення контролю та регулювання робочих органів та інших деталей (тобто P_8 та P'_8).

На основі аналізу логічних функцій відмов підсистеми, які представлені в матрицях (2) і (3), можна запобігти втраті працездатності механізму подрібнення – змішування і таким шляхом зменшити ризик виникнення відмови об'єкт дослідження в цілому.

Для розв'язку аналітичної залежності (4) підставимо вихідні дані ймовірностей подій P_i із табл. 1 та розрахуємо ймовірність виникнення відмов системи «ЛМС(РОБ)».

1. Вихідні ймовірності подій P_i системи «ЛМС(РОБ)».

P_i , вихідні події	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	P_9	P_9	P_9
Q_{ki} , ймовірність вихідної події	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

Після підстановки вихідних ймовірностей виникнення подій в залежність (4) встановлено, що ймовірність виникнення відмови становить $Q_{ЛМСРОБ} = 0,099$.

$$\begin{aligned}
& y_c(P_1, \dots, P_{11}) = \left(\begin{array}{l}
P_1 P_5 P_8 P_9 \\
P_1 P_5 P_8 P_{10} \\
P_1 P_5 P_8 P_{11} \\
P_1 P_6 P_8 P_9 \\
P_1 P_6 P_8 P_{10} \\
P_1 P_6 P_8 P_{11} \\
P_1 P_7 P_8 P_9 \\
P_1 P_7 P_8 P_{10} \\
P_1 P_7 P_8 P_{11} \\
P_2 P_5 P_8 P_9 \\
P_2 P_5 P_8 P_{10} \\
P_2 P_5 P_8 P_{11} \\
P_2 P_6 P_8 P_9 \\
P_2 P_6 P_8 P_{10} \\
P_2 P_6 P_8 P_{11} \\
P_2 P_7 P_8 P_9 \\
P_2 P_7 P_8 P_{10} \\
P_2 P_7 P_8 P_{11} \\
P_3 P_5 P_8 P_9 \\
P_3 P_5 P_8 P_{10} \\
P_3 P_5 P_8 P_{11} \\
P_3 P_6 P_8 P_9 \\
P_3 P_6 P_8 P_{10} \\
P_3 P_6 P_8 P_{11} \\
P_3 P_7 P_8 P_9 \\
P_3 P_7 P_8 P_{10} \\
P_3 P_7 P_8 P_{11} \\
P_4 P_5 P_8 P_9 \\
P_4 P_5 P_8 P_{10} \\
P_4 P_5 P_8 P_{11} \\
P_4 P_6 P_8 P_9 \\
P_4 P_6 P_8 P_{10} \\
P_4 P_6 P_8 P_{11} \\
P_4 P_7 P_8 P_9 \\
P_4 P_7 P_8 P_{10} \\
P_4 P_7 P_8 P_{11} \\
P_1 P_5 P_8 \\
P_1 P_6 P_8 \\
P_1 P_7 P_8 \\
P_2 P_5 P_8 \\
P_2 P_6 P_8 \\
P_2 P_7 P_8 \\
P_3 P_5 P_8 \\
P_3 P_6 P_8 \\
P_3 P_7 P_8 \\
P_4 P_5 P_8 \\
P_4 P_6 P_8 \\
P_4 P_7 P_8
\end{array} \right) \cdot \tag{2}
\end{aligned}$$

$$y_c(P_1, \dots, P_{11}) = \begin{vmatrix} P_8 \\ P'_1 P'_2 P'_3 P'_4 \\ P'_5 P'_6 P'_7 \\ P'_9 P'_{10} P'_{11} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Представлену логічну функцію відмов системи також можна вирішити, тобто знайти ймовірність виникнення відмови безпосередньо з виразу (1):

$$Q_{\text{ЛМСРОБ}} = P \left\{ \begin{vmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} P_5 \\ P_6 \\ P_7 \end{vmatrix} = |P_8| = \begin{vmatrix} P_9 \\ P_{10} \\ P_{11} \end{vmatrix} \right\} = \\ = P_8 \cdot [1 - G_1 G_2 G_3 G_4] \cdot [1 - G_5 G_6 G_7] \cdot [1 - G_9 G_{10} G_{11}] \quad (4)$$

Також, на основі аналізу результатів розрахунку прослідкуємо вплив кожної складової Q_{ki} в залежності від ризику виникнення відмови $O_{\text{ЛМСРОБ}}$.

Висновок. Встановлення ризику виникнення відмов системи «ЛМС(РОБ)» дозволяє прогнозувати появу потенційних відмов в результаті впливу персоналу, виникнення відмов деталей машин, в недостатньому розвитку ремонтно-обслуговуючої бази. Це вказує на необхідність проводити пошук відповідних конструктивно-технологічних та організаційних заходів по їх запобіганню. Перспективними в цьому напрямку можуть бути дослідження, які направлені на більш детальний опис причин низького розвитку та старіння ремонтно-обслуговуючої бази.

Список літератури

1. *Бойко А.І.* Встановлення функції відновлення підсистем зернозбиральних комбайнів в умовах розвитку сфери технічного обслуговування / *А.І. Бойко, К.М. Думенко* // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. – Львів, 2010. – Т.1, № 14. – С. 12–20.
2. *Бойко А.І.* Стохастичне моделювання роботи пневмомеханічного висівного апарату / *А.І. Бойко, О.О. Банний* // Науковий вісник НУБІПУ. – К., 2011. – Вип. 166, ч. 1. – С. 112–118.
3. *Бойко А.І.* Оцінка ризиків виникнення відмов складної техніки / *А.І. Бойко, А.В. Новицький, О.О. Банний* // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, ХНТУСГ, 2012. – Вип. 122. – С. 241–249.
4. *Быков В.В.* Методологические и технологические основы системы технического сервиса лесных машин: дис. ... доктора техн. наук: 05.21.01/ *Быков Владимир Васильевич.* – М., 2005. – 233 с.
5. *Дац Ф.А.* Усовершенствование технической эксплуатации зарубежных лесозаготовительных машин: дис. ... кандидата техн. наук: 05.21.01/ *Дац Фёдор Анатольевич.* – М., 2011. – 355 с.
6. *Левшин А.Г.* Разработка методов повышения эффективности использования мобильных сельскохозяйственных агрегатов как человеко-машинных систем: дис. ... доктора техн. наук: 05.20.01/ *Левшин Александр Григорьевич.* – М., 2000. – 323 с.

7. Рябинин А.И. Надёжность и безопасность структурно-сложных систем / А.И. Рябинин. – Санкт-Петербург: Политехника, 2000. – 248 с.
8. Яворская Е.А. Приоритетное техническое обслуживание технологических комплексов машин : на примере зерноуборочных дис. ... кандидата техн. наук: 05.20.03 / Яворская Екатерина Александровна. – Барнаул, 2003. – 231 с.

В статье представлена логико-вероятностная модель исследования надёжности сложной системы «человек-машина-среда (РОБ)».

Машина, система, надёжность, работоспособность, оператор, среда.

The paper presents logical-and-probabilistic model of research into the reliability of complex system of «human-machine-environment (RMB)».

Machine, system, reliability, capacity, operator, environment.

УДК 631.171.075.3

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

І.Л. Роговський, кандидат технічних наук

В статті представлено результати опису методологічних підходів оцінення технології технічного обслуговування сільськогосподарських машин.

Методологія, оцінення, технічне обслуговування.

Постановка проблеми. В сучасних умовах економне витрачання палива, електричної енергії, трудових ресурсів і, особливо, їх непродуктивної витрати, яка виникає при недовикористанні ресурсу сільськогосподарських машин і їх складових частин в агропромисловому комплексі, є однією з актуальних задач науки. Неналежна увага до оцінки технічного стану машин при введенні в їх експлуатацію призводить до виникнення і появи умов непрацездатного стану та передчасного відправлення сільськогосподарських машин в ремонт. Це, в свою чергу, спричинює витрати коштів і, особливо, перевитрати енергії. Те саме стосується і відсутності вхідного контролю деталей, які формують обмінний фонд господарства для усунення несправностей.

© І.Л. Роговський, 2012