

## PROBABILITY OF PREVENTING LOSS OF EFFICIENCY OF AGRICULTURAL MACHINERY DURING EXPLOITATION

*I. L. Rogovskii*

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine  
e-mail: irogovskii@gmail.com*

**Abstract.** *Ensuring availability of agricultural machinery in the process of exploitation is a complex and important task that needs financial support, timely and rational implementation of complex of measures, in most cases, the system, in the context of the functioning of each element of the technical system.*

*In the activities of agricultural companies are always risks of failure of agricultural machinery in the period of harvesting crops. The consequences of failure can have negative character. In this regard, there is a need to manage the risk factors of occurrence of failures of the machines. The level of reliability of agricultural machines depends on the competitiveness of the agricultural company. Most large agricultural holdings, as a rule, have the highest indicators of reliability of agricultural machines.*

*The development of better methods and rules in the framework ensuring the efficiency of agricultural machinery in the process of exploitation to agricultural companies is a topical issue.*

*If the probability of avoiding failure as a result of implementation of measures to reduce the risk of failure is zero, then interventions are ineffective, all the events in this case are implemented. If the probability of avoiding failure as a result of implementation of measures to reduce the risk of failure tends to one, respectively, the interventions are effective.*

**Key words:** *probability, loss, exploitation, efficiency, agricultural machine*

**Introduction.** *Ensuring availability of agricultural machinery in the process of exploitation is a complex and important task that needs financial support, timely and rational implementation of complex of measures, in most cases, the system, in the context of the functioning of each element of the technical system.*

**Formulation of problem.** *In activities of agricultural companies are always risks of failure of agricultural machinery in period of harvesting crops. The consequences of failure can have negative character. In this regard, there is a need to manage the risk factors of occurrence*

of failures of machines. The level of reliability of agricultural machines depends on the competitiveness of the agricultural company. Most large agricultural holdings, as a rule, have the highest indicators of reliability of agricultural machines. The development of better methods and rules in the framework ensuring the efficiency of agricultural machinery in the process of exploitation to agricultural companies is a topical issue.

**Analysis of recent research results.** Activities to improve the level of reliability of agricultural machines includes the following tasks [1]:

- reduction in the number of failures of agricultural machinery;
- improving the reliability of the park of agricultural machines;
- elimination of human error affecting the level of reliability of agricultural machines;
- introduction into service of new grades of agricultural machinery.

After ranking the identified risks on the level of reliability of agricultural machines in agricultural companies is determined by management strategy risk factors separately for each type of risk allocation priorities. Priority priority of risks is determined on the basis of the following criteria [2–7]:

- proportion of relevant costs in the cost structure of agricultural companies, as well as indirect costs associated with the presence of a particular risk;
- greatest probability of failure (based on expert assessment);
- possible impact on the risk without additional funding;
- ability of risk analysis and risk treatment for early stages of major new projects agricultural company;
- continuation of already initiated projects.

To control the level of reliability of agricultural machinery used predictive strategy for risk management which is to identify potential previously occurring event having internal or external source and adversely affecting the reliability of machines, as well as the development of measures to reduce the risks of identified events (Fig. 1).

According to the developed methods in the management of operational parameters by factors of reliability of the farm equipment was identified four basic ways of responding to failures:

- avoidance of failure – the termination of activities related to the refusal;
- reduction of failure – action taken to reduce the probability of failure;
- reallocation failure – reducing the likelihood of failure by insurance or transfer of any activity to a third party;
- acceptance of failure – actions to reduce the probability of failure is taken.

Reducing the severity of the consequences or the probability of failure will reduce the associated risk can also be reduced as both variables and each variable separately, which produces a result to decrease the likelihood of failure.

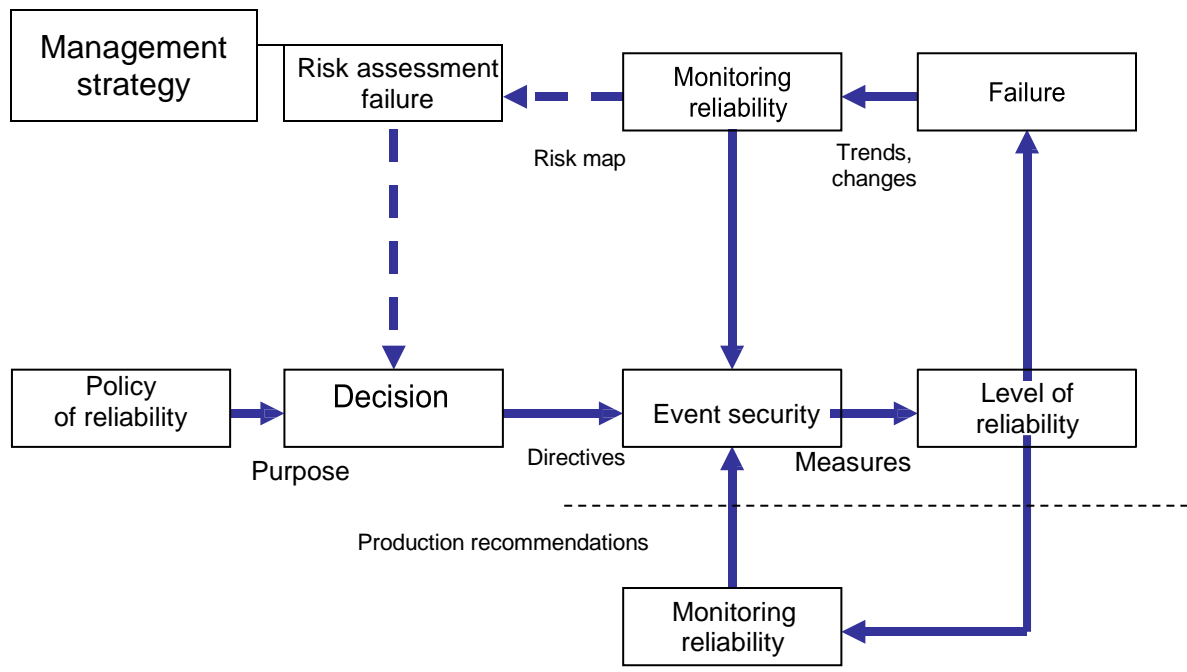


Fig. 1. Management strategy factors of reliability of agricultural machines.

In this regard, there are following options to reduce the likelihood of failure:

- technical measures;
- control measures;
- personnel decisions, economic impact on staff;
- organizational and production decisions.

Typically, analysis of industrial activity shows that to eliminate all hazards is impossible and not economically viable and, in this case, is in effect a rule of priority aims.

**Purpose of research** to summarize the analytical approaches to probability of preventing the loss of efficiency of agricultural machinery during operation.

**Results of research.** Suppose that in the framework of strategii introduced event to reduce the risk of failure (Fig. 2 and Fig. 3).

Measures to reduce the risk of failure represent a set of actions (action), aimed at reducing (in some cases prevent) the level of occurrence of a failure of agricultural technology. Prior to the introduction of the event the intensity of the flow failure is  $\lambda_1$ , after the introduction of –  $\lambda_2$ . If  $\lambda_1 < \lambda_2$ , then the result of the implementation of the event part of the

bounce is filtered, countered, destroyed. If  $\lambda_1 = \lambda_2$ , then events are not working, all the aviation events happen.

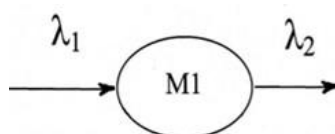


Fig. 2. Count prevent failure of agricultural machinery: M1 – event to reduce the risk of failure.

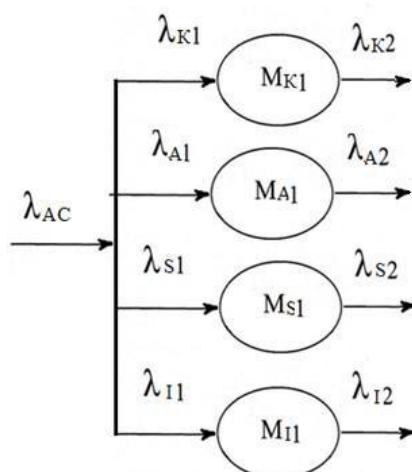


Fig. 3. Count prevent aviation failure of agricultural machinery:  $M_{K1}$  – event to reduce the risk of failure,  $M_{A1}$  – event to reduce the risk of failure,  $M_{S1}$  – event risk reduction of incidents  $M_{I1}$  event to reduce the risk of serious incidents.

Measures to reduce risk are characterized by the probability of preventing failure of agricultural machinery. The probability of preventing failure of agricultural machinery ( $P_1$ ) – the ratio of the intensity of flow of failures of agricultural machines of a certain type after implementation of the measures for the intensity of the flow of these events, which was prior to the implementation of the activities:

$$P_1 = \frac{\lambda_f}{\lambda_o}$$

where:  $\lambda_o$  – the original flow rate of the j-th type aviation events prior to the introduction of measures to reduce risks  $\lambda_f$  – flow rate of the aviation events of the j-th type, taking into account preventive measures.

Intensity flows prevented aviation events are forward-looking variables and are calculated by expert method.

For each factor of the risk reduction activities may be several. One event can prevent several factors.

The legend of the likelihood of the prevention of events following the introduction of measures to reduce risk of aviation events are shown in Table 1.

**1. Designation of probability of prevention of refusal of agricultural machinery following the implementation of measures to reduce the risk of failure of agricultural machinery.**

| Factors of failures | Measures to reduce the risk of failure |                       |      |                                    |      |                                    |
|---------------------|--|-----------------------|------|------------------------------------|------|------------------------------------|
|                     | M1                                     | M2                    | .... | M <sub>X</sub>                     | .... | M <sub>Z</sub>                     |
| F1                  | P(M1/F1)                               | P(M2/F1)              | .... | P(M <sub>X</sub> /F1)              | .... | P(M <sub>Z</sub> /F1)              |
| F2                  | P(M1/F2)                               | P(M2/F2)              | .... | P(M <sub>X</sub> /F2)              | .... | P(M <sub>Z</sub> /F2)              |
| F3                  | P(M1/F3)                               | P(M2/F3)              | .... | P(M <sub>X</sub> /F3)              | .... | P(M <sub>Z</sub> /F3)              |
| ...                 | ...                                    | ...                   | .... | ...                                | .... | ...                                |
| F <sub>a</sub>      | P(M1/F <sub>a</sub> )                  | P(M2/F <sub>a</sub> ) | .... | P(M <sub>X</sub> /F <sub>a</sub> ) | .... | P(M <sub>Z</sub> /F <sub>a</sub> ) |
| ...                 | ...                                    | ...                   | .... | ...                                | .... | ...                                |
| F <sub>g</sub>      | P(M1/F <sub>g</sub> )                  | P(M2/F <sub>g</sub> ) | .... | P(M <sub>X</sub> /F <sub>g</sub> ) | .... | P(M <sub>Z</sub> /F <sub>g</sub> ) |

If you are implementing multiple risk reduction activities (Fig. 3 and Fig. 4), then when  $\lambda_1=10$ ,  $\lambda_2=8$ ,  $\lambda_3=4$ , then probability of prevention activities M1 ( $P_{1M1}$ ):

$$P_{1M1} = \frac{4}{5}$$

then probability of prevention activities M2 ( $P_{1M2}$ ):

$$P_{1M2} = \frac{4}{8}$$

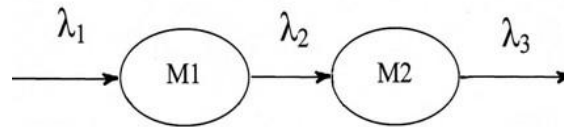


Fig. 3. Count prevent two failures of agricultural machinery: M1 – first event to reduce the risk of failure of agricultural machinery; M2 – second event to reduce the risk of failure of agricultural machinery;  $\lambda_1$  – intensity of the flow failure of agricultural machinery to implement the measures M1, M2;  $\lambda_2$  – intensity of the flow failure of agricultural machines after the implementation of measures M1 and M2 to implementation;  $\lambda_3$  – intensity of the flow failure of agricultural machines after the implementation of measures M1, M2.

Total probability of prevention following implementation of measures M1 ( $P_{01}$ ):

$$P_{01} = P_{1M1} \cdot P_{1M2} = \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{8} = \frac{2}{5}$$

Thus, if several activities, the cost of the implementation of  $\bar{C}_n$  risk mitigation will be summed, and the resulting probability of preventing the  $P_1$  will be equal to the product of the probabilities of the prevention of events  $P_{1n}$  the results of the implementation of each activity, reducing the risk of events:

$$\bar{C} = \sum_{n=1}^i \bar{C}_n \text{ and } P_1 = \prod_{n=1}^i P_{1n}$$

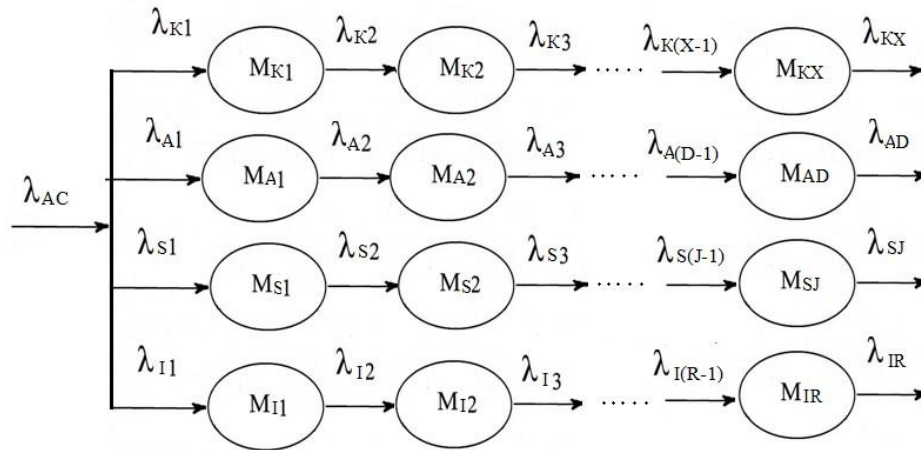


Fig. 4. Graph of prevent four types of failure:  $M_1$  – first event to reduce the risk of failure;  $M_2$  – second event to reduce the risk of failure;  $\lambda_K(X-1)$  – flow rate crashes to implementation of activities of  $M_{KX}$ ;  $\lambda_{KX}$  – flow rate of crashes after implementation of activities of  $M_{KX}$ ;  $\lambda_{A(D-1)}$  – flow rate crashes to implementation of measures  $M_{AD}$ ;  $\lambda_{AD}$  – flow rate of crashes after implementation of measures  $M_{AD}$ ;  $\lambda_{S(J-1)}$  – intensity of flow of failures prior to introduction of the event  $M_{SJ}$ ;  $\lambda_{SJ}$  – intensity of flow of failures after implementation of measures  $M_{SJ}$ ;  $\lambda_{I(R-1)}$  – intensity of flow of failures prior to introduction of the event  $M_{IR}$ ;  $\lambda_{IR}$  – intensity of flow of failures after implementation of measures  $M_{IR}$ .

The resulting probability prevent rejection  $P\left(\frac{M_x}{F_a}\right)$ :

$$P\left(\frac{M_x}{F_a}\right)_r = \prod_{X=1}^I P\left(\frac{M_x}{F_a}\right)$$

**Conclusions.** If the probability of avoiding failure as a result of implementation of measures to reduce the risk of failure is zero, then interventions are ineffective, all the events in this case are implemented. If the probability of avoiding failure as a result of implementation of measures to reduce the risk of failure tends to one, respectively, the interventions are effective.

## References

1. Rogovskii Ivan. (2014). Stochastic models ensure efficiency of agricultural machinery. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. T. 16. No. 3. 296-302.
2. Rogovskii Ivan. (2014). Methodology of development of normative documents ensure the efficiency of agricultural machinery. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. T. 16. No. 2. 253-264.
3. Rogovskii Ivan. (2016). Graph-modeling when the response and recovery of agricultural machinery. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. T. 18. No. 3. 155-164.

4. *Rogovskii I. L.* (2015). Methodologist vikonannya technologicznych operations vbnewline procedatos clinicopathogenetic machines with obojeni resources. Scientific Herald of National University of Life and Enviromental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 212. Part 1. 314-322.
5. *Voytyuk V. D., Rogovskii I. L.* (2016). Analitical model of parallel complex system of machinery of planting. Scientific Herald of National University of Life and Enviromental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 251. 400-409.
6. *Rogovskii I. L., Melnyk V. I.* (2016). Analyticity of spatial requirements for maintenance of agricultural machinery. Scientific Herald of National University of Life and Enviromental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 251. 426-433.
7. *Rogovskii I. L.* (2016). Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Scientific Herald of National University of Life and Enviromental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 254. 424-431.

### **Список літератури**

1. *Rogovskii Ivan.* Стохастические модели обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. 2014. Т. 16. №3. Р. 296—302.
2. *Rogovskii Ivan.* Методология разработки нормативной документации обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. 2014. Т. 16. №2. Р. 253—264.
3. *Rogovskii Ivan.* Граф-моделирование при восстановлении работоспособности сельскохозяйственных машин. Motrol: Motorization and power industry in agriculture. Lublin. 2016. Т. 18. №3. Р. 155—164.
4. *Роговський І. Л.* Методологічність виконання технологічних операцій відновлення працездатності сільськогосподарських машин при обмежених ресурсах. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2015. Вип. 212. Ч. 1. С. 314—322.
5. *Voytyuk V. D., Rogovskii I. L.* Analitical model of parallel complex system of machinery of planting. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 251. С. 400—409.
6. *Rogovskii I. L., Melnyk V. I.* Analyticity of spatial requirements for maintenance of agricultural machinery. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 251. С. 426—433.
7. *Rogovskii I. L.* Analysis of model of recovery of agricultural machines and interpretation of results of numerical experiment. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 254. С. 424—431.

### **ЙМОВІРНІСТЬ ЗАПОБІГАННЯ ВТРАТИ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**І. Л. Роговський**

**Анотація.** *Забезпечення працездатності сільськогосподарських машин у процесі експлуатації є складним і важливим завданням, що вимагає фінансового забезпечення,*

своєчасного і раціонального впровадження комплексу заходів, у більшості випадків системного, в розрізі функціонування кожного елемента технічної системи.

У діяльності аграрних компаній завжди присутні ризики виникнення відмов сільськогосподарських машин в період збирання врожаю сільськогосподарських культур. Наслідки відмов можуть мати збитковий характер. У зв'язку з цим є необхідність в управлінні факторами ризиків виникнення відмов машин. Рівень безвідмовності сільськогосподарських машин безпосередньо залежить від конкурентоспроможності аграрної компанії. Найбільші агрохолдинги, як правило, мають найвищі показники безвідмовності сільськогосподарських машин.

Розробка більш досконалих методів і правил у рамках забезпечення працездатності сільськогосподарських машин у процесі експлуатації для аграрних компаній є актуальним питанням.

Якщо ймовірність запобігання виникнення відмови за результатами впровадження заходів щодо зниження ризиків виникнення відмови дорівнює нулю, то заходи є неефективними, всі події в цьому випадку реалізуються. Якщо ймовірність запобігання виникнення відмови за результатами впровадження заходів щодо зниження ризиків виникнення відмови прагне до одиниці, відповідно, заходи є ефективними.

**Ключові слова:** ймовірність, втрата, експлуатація, працездатність, сільськогосподарська машина

## **ВЕРОЯТНОСТЬ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОТЕРИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**И. Л. Rogovskiy**

**Аннотация.** Обеспечение работоспособности сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации является сложной и важной задачей, требующей финансового обеспечения, своевременного и рационального внедрения комплекса мероприятий, в большинстве случаев системного, в разрезе функционирования каждого элемента технической системы.

В деятельности аграрных компаний всегда присутствуют риски возникновения отказов сельскохозяйственных машин в самый период уборки урожая сельскохозяйственных культур. Последствия отказов могут иметь убыточный характер. В связи с этим имеется необходимость в управлении факторами рисков возникновения отказов машин. Уровень безотказности сельскохозяйственных машин напрямую зависит от



конкурентоспособности аграрной компании. Самые крупные агрохолдинги, как правило, имеют самые высокие показатели безотказности сельскохозяйственных машин.

Разработка более совершенных методов и правил в рамках обеспечения работоспособности сельскохозяйственных машин в процессе эксплуатации для аграрных компаний является актуальным вопросом.

Если вероятность предотвращения возникновения отказа по результатам внедрения мероприятий по снижению рисков возникновения отказа равна нулю, то мероприятия являются неэффективными, все события в этом случае реализуются. Если вероятность предотвращения возникновения отказа по результатам внедрения мероприятий по снижению рисков возникновения отказа стремится к единице, соответственно, мероприятия являются эффективными.

**Ключевые слова:** вероятность, потеря, эксплуатация, работоспособность, сельскохозяйственная машина

УДК 631.47.2

## **ВІБРОНАВАНТАЖЕНІСТЬ РІЗЬБОВИХ З'ЄДНАНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН З ЛЮФТОМ**

**В. Г. Опалко, здобувач\***  
**e-mail: opalko\_viktoriya@ukr.net**

**Анотація.** Безперервно зростаючі вимоги до технічного рівня сільськогосподарських машин пов'язані з необхідністю забезпечувати їх надійність, високу продуктивність, які визначаються такими експлуатаційними показниками їх деталей та вузлів як зносостійкість, контактна жорсткість, герметичність з'єднань.

Під час оцінювання різьбових з'єднань сільськогосподарської техніки визначається їх здатність максимально тривалий час забезпечувати щільність або герметичність стиків. Розкриття стику деталей визначається як показниками якості самих нарізних елементів (обробка поверхонь стику, число стиків, точність нарізі), так і особливостями експлуатації посівної техніки (корозія, забруднення, зношування заводських покриттів

\*Науковий керівник – доктор технічних наук В. Д. Войтюк

© В. Г. Опалко, 2017