

Abstract

Prospects for energy-saving technologies of repair of vehicles

The perspectives of usage of aerobian polimer materials in repair production is stated in the article. Improvement of technologies allows considerably to reduce the spending resources of restoration details and transport means knots, machines and equipment.

УДК 621.43:631.3

МЕТОДИКА ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

Войтов В.А., д.т.н., профессор; **Шевченко С.А.**, к.т.н.; **Беляева О.С.**, аспирант
Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
им. П.Василенко, г. Харьков, Украина

Актуальность. В работе [1] была представлена вероятностная оценка надежности машинно-тракторного парка (МТП) в растениеводстве, где исправное и неисправное состояние представлено в виде следующего графа, рисунок 1.

Применяя основные положения теории исследования операций [2] в работе [1] получены формулы для вероятностной оценки коэффициента готовности K_g , который отражает потенциальную возможность всего МТП перед началом полевых работ и вероятностной оценки коэффициента технического использования K_{ti} , который отражает реальные (фактические) объемы выполненных работ.

Представленные в работе [1] формулы и методика расчета позволяют сделать вероятностный прогноз значений K_g и K_{ti} на будущий год по результатам использования МТП в предыдущем году.

Однако у специалистов по планированию и прогнозированию использования МТП будет вызывать интерес не только будущие значения K_g и K_{ti} в целом, но и какая из групп S_1-S_6 , представленных на рисунке 1, будет в большей степени влиять на снижение показателей надежности МТП, а также прогноз изменения K_g и K_{ti} внутри каждой отдельно взятой группы машин.

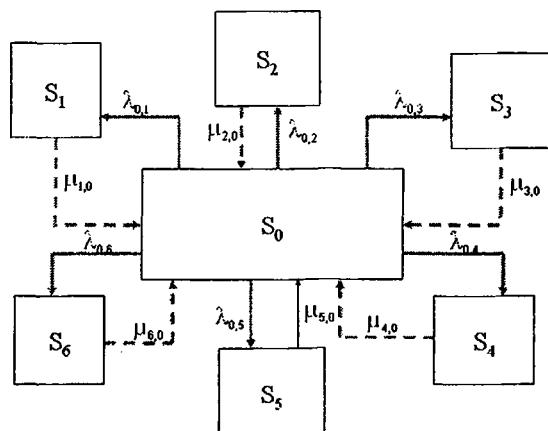


Рисунок 1 – Граф состояний МТП в растениеводстве

Граф состояний МТП в растениеводстве:

S_0 – исправное состояние МТП;

S_1 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -того количества тракторов;

S_2 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -го количества почвообрабатывающей техники;

S_3 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -го количества посевных агрегатов;

S_4 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -го количества машин для внесения удобрений;

S_5 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -го количества машин для защиты растений от вредителей;

S_6 – потеря производительности МТП вследствие выхода из строя i -го количества зерноуборочных комбайнов.

Поэтому целью данной работы является разработка общей методики вероятностной оценки показателей надежности внутри каждой группы машин от S_1 до S_6 , которая в дальнейшем будет использована для оценки снижения производительности составляющих МТП в растениеводстве. Информация о снижении производительности по группам машин позволит инженерам хозяйств принять решение либо на увеличение парка соответствующих машин, либо на разработку мероприятий по сокращению времени восстановления исправного состояния, которое зависит от времени закупки и доставки запасных частей, а также времени выполнения ремонтных работ в хозяйствах.

Методический подход. При разработке методики расчета и расчетных формул использовали основные положения теории исследования операций [2]. Схему выхода из строя техники внутри каждой из групп, а также восстановления работоспособного состояния представим в виде графа состояний, рисунок 2, с последовательным соединением элементов.

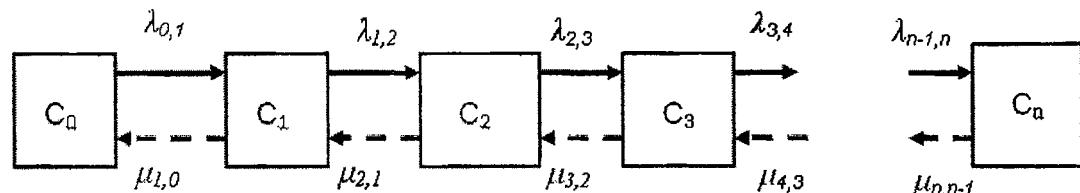


Рисунок 2 – Граф состояний техники внутри каждой из групп S :

C_0 – исправное состояние всех n - составляющих единиц техники;

C_1 – выход из строя одной единицы техники, например, одного трактора для S_1 , одного посевного агрегата для S_3 , или одного зерноуборочного комбайна для S_6 ;

C_2 – выход из строя двух единиц техники одновременно;

C_n – выход из строя n -единиц техники, т.е. всех тракторов или комбайнов одновременно, которые составляют группу однотипных машин

Последовательное соединение состояний в графе на рисунке 2 объясняется следующим. При исправном состоянии всех n составляющих, например, пяти тракторов, нагрузка при предпосевной обработке почвы на них распределяется равномерно, по аналогии с параллельными электрическими цепями, или пропорционально мощности двигателей. При выходе из строя одного трактора схема не прекращает своё функционирование, а вся нагрузка распределяется на остальные четыре трактора. Это приводит к увеличению интенсивности эксплуатации оставшихся тракторов. При выходе из строя четырех тракторов весь объем работ приходится на один трактор, а время восстановления четырех, одновре-

менно вышедших из строя тракторов, значительно увеличивается, т.к. уже существует очередь на восстановление.

Интенсивность выхода из строя единиц техники будем оценивать согласно [3]:

$$\lambda(t) = \frac{n(t + \Delta t) - n(t)}{N\Delta t},$$

где $n(t + \Delta t)$ – количество единиц техники, которые вышли из строя на отрезке времени $t + \Delta t; n(t)$ – количество единиц техники, которые вышли из строя на отрезке времени от 0 до $t; N$ – количество единиц техники, находящихся в исправном состоянии в начальный момент времени (при $t=0$).

Интенсивность восстановления единиц техники будем оценивать по формуле [3]:

$$\mu_i = \frac{1}{t_{i, \text{вост}}},$$

где $t_{i, \text{вост}}$ – среднестатистическое время, затраченное на восстановление работоспособного состояния с учетом заказа, доставки запасных частей, их монтажа и регулировки.

Применяя правило Колмогорова, изложенное в [2], построим систему алгебраических уравнений для графа состояний, представленного на рисунке 2:

$$\left. \begin{array}{l} \lambda_{0,1} p_0 = \mu_{1,0} p_1, \\ \lambda_{1,2} p_1 = \mu_{2,1} p_2, \\ \lambda_{2,3} p_2 = \mu_{3,2} p_3, \\ \dots \\ \lambda_{n-1,n} p_{n-1} = \mu_{n,n-1} p_n \end{array} \right\} \quad (1)$$

где p_i – вероятность нахождения группы в состоянии i .

Выразим из первого уравнения системы (1) p_1 через p_0 :

$$p_1 = \frac{\lambda_{0,1}}{\mu_{1,0}} p_0, \quad (2)$$

аналогично:

$$p_2 = \frac{\lambda_{1,2}}{\mu_{2,1}} p_1 = \frac{\lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{2,1} \mu_{1,0}} p_0, \quad (3)$$

$$p_3 = \frac{\lambda_{2,3}}{\mu_{3,2}} p_2 = \frac{\lambda_{2,3} \lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{3,2} \mu_{2,1} \mu_{1,0}} p_0, \quad (4)$$

$$p_n = \frac{\lambda_{n-1,n}}{\mu_{n,n-1}} p_{n-1} = \frac{\lambda_{n-1,n} \lambda_{n-2,n-1} \lambda_{n-3,n-2} \dots \lambda_{2,3} \lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{n,n-1} \mu_{n-1,n-2} \mu_{n-2,n-3} \dots \mu_{3,2} \mu_{2,1} \mu_{1,0}} p_0. \quad (5)$$

Подставляя полученные выражения в нормировочное условие $p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = 1$, выразим p_0 через p_1, \dots, p_n :

$$p_0 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{0,1}}{\mu_{1,0}} + \frac{\lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{2,1} \mu_{1,0}} + \frac{\lambda_{2,3} \lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{3,2} \mu_{2,1} \mu_{1,0}} + \dots + \frac{\lambda_{n-1,n} \lambda_{n-2,n-1} \lambda_{n-3,n-2} \dots \lambda_{2,3} \lambda_{1,2} \lambda_{0,1}}{\mu_{n,n-1} \mu_{n-1,n-2} \mu_{n-2,n-3} \dots \mu_{3,2} \mu_{2,1} \mu_{1,0}}}. \quad (6)$$

Вероятность p_0 в формуле (6) отражает коэффициент готовности. Согласно [3], коэффициент готовности – это вероятность нахождения техники в исправном состоянии перед началом полевых работ. K_T выражает потенциальную возможность техники.

Однако в процессе применения техники, особенно при интенсивном её использовании, возможны отказы и связанные с этим простой. Возникновение отказов и восстановления оценивается вероятностями p_1, \dots, p_n , формулы (2)-(5).

Вероятности p_1, \dots, p_n снижают потенциальную возможность использования техники, приводя её к фактической. Следовательно, фактическое использование техники оценивается коэффициентом технического использования, который всегда будет меньше K_T и выражается зависимостью:

$$K_{TII} = p_0 - \sum_{i=1}^n p_i. \quad (7)$$

Обсуждение полученных результатов и их приложение.

Надежность техники очень тесно связана с производительностью техники и эффективностью её использования.

Для оценки производительности машинно-тракторных агрегатов в работах [4-6] предлагается следующая формула:

$$W = 0,36 \frac{Ne}{Ka} \eta_{my} \cdot T_{CM} \cdot \tau, \quad (8)$$

где Ne – номинальная мощность двигателя, кВт;

η_{my} – условный коэффициент полезного действия трактора;

T_{CM} – время рабочей смены, час;

τ – коэффициент эффективности использования рабочей смены;

K_a – удельное сопротивление агрегата, кН/м.

Формула (8) является самым общим выражением, позволяющим комплексно оценить, как влияют на производительность те или иные параметры. Коэффициент эффективности использования рабочей смены, согласно работам [4-6], изменяется от 0,5 до 0,95, что можно выразить следующей формулой:

$$\tau = \frac{t_p}{t_p + t_{mo} + t_b}, \quad (9)$$

где t_p – оперативное время, затраченное на выполнение технологических операций в поле, час;

t_{mo} – время, затраченное на техническое обслуживание и подготовку техники к работе, час;

t_b – время, затраченное на восстановление рабочего состояния техники в случае отказов при выполнении полевых работ, час.

Как следует из выражения (9), коэффициент эффективности использования рабочей смены аналогичен выражению коэффициента технического использования [3] и может быть определен по формуле (7).

Следовательно, подставляя в формулу (8) вместо коэффициента эффективности использования рабочей смены τ значение K_T , формула (6), можно оценить потенциальную производительность машинно-тракторного парка перед началом выполнения полевых работ.

Если в формулу (8) вместо коэффициента τ подставить значение K_{TII} , формула (7), то получим вероятностную оценку фактической производительности машинно-тракторного парка.

Выводы. Вероятностная оценка потенциальной производительности W_{poten} и фактической производительности W_{fakt} позволит перед началом выполнения полевых работ оценить все составляющие машинно-тракторного парка в растениеводстве, рисунок 1, и разработать мероприятия, если фактическая и потенциальная производительность ниже, чем запланированная на будущий год.

ЛІТЕРАТУРА

1. Войтов В.А., Біляєва О.С. Ймовірнісна оцінка надійності машинно-тракторного парка в рослинництві / Вісник ХНТУСГ, вип. 75, том 1, 2008. – С. 369-375.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций / Е.С. Вентцель // М.: «Советское радио», 1972. – 552 с.
3. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення.
4. Иофинов, С.А. Эксплуатация машинотракторного парка / С.А. Иофинов // М.: Колос, 1974. – 400с.
5. Кугель, Р.В. Эксплуатационная надежность тракторов / Р.В. Кугель // М.: Агропромиздат, 1990. – 114 с.
6. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Под ред. Н.Э.Фере. // М.: Колос, 1978. – 256 с.

Аннотация

Методика вероятностной оценки надежности и производительности машинно-тракторных агрегатов

Приведены результаты теоретических исследований надежности и производительности машинно-тракторных агрегатов. Методами теории цепей Маркова получены расчетные зависимости, которые позволяют оценить коэффициент готовности и коэффициент технического использования машинно-тракторного парка при выполнении полевых работ.

Abstract

Technique of an estimation of reliability and productivity of machine and tractor units

The results of theoretical researches of reliability and productivity of machine and tractor units are given. The methods of the theory of Markov's circuits receive settlement dependences, which allow to estimate factor of readiness and factor of technical use of machine and tractor park at performance of field works.

УДК 669.72.15

ЕНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МОЙКИ ПРИ РЕМОНТЕ МАШИН

Бохан Н.И., к.т.н., профессор; **Мелещенко Б.А.**, **Костюченко А.В.**, **Турцевич Е.Ф.**
*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

Одной из важнейших проблем любого ремонтного производства является мойка и очистка машин, их узлов и деталей.

В настоящее время в Республике Беларусь и других государствах используются различные специальные моющие машины, в которых в качестве моющей и очищающей среды используются различные синтетические моющие средства (СМС).