биоразнообразия сельскохозяйственных растений и животных в Международном масштабе занимается ФАО, особенно, осуществляя интенсивное сотрудничество со странами ЕС. Кыргызстану тоже следовало бы подключиться к этим проектам ФАО и на современном, должном, уровне подходить к решению непростых проблем сохранения генофонда крупного рогатого скота, в том числе, несомненно, аборигенного биоразнообразия, иначе завтра может быть поздно.

1. Камалдинов Е. В. Генофонд пород крупного рогатого скота и свиней Западной Сибири: автореферат дис. ... доктора биологических наук, 2013.
2. Столповский, Ю.А., Популяционно-генетические основы сохранения ресурсов генофондов domesticированных видов животных. автореферат дис.... доктора биологических наук, 2010.
3. Shevkhezhev A.F., Ulimbashev M.B., Taov I.K., Getokov O.O., Gosteva E.R., Variability of hematological indices of brown swiss cattle with different technologies of keeping, Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2017. Т. 8. № 6. С. 591-596.
4. Жумаканов К.Т., Абдурасулов А.Х., Жунушов А.Т., Сохранение генофонда сельскохозяйственных животных кыргыстана - проблема государственного значения, Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2016. Т. 1. № 9. -50-54с.
5. Абдурасулов Б.А., Абдурасулов А.Х. Жумаканов К.Т., Культурное биоразнообразие сельскохозяйственных животных в Кыргызстане, Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2018, №12 (170). С.61-67.

Рудюк М.Ю., Григорьева А.П., Шаповалов Д.И.
Анализ факторов, влияющих на принятие решения при покупке тракторов
различных тяговых классов

ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет»
(Россия, Пенза)

doi: 10.18411/lj-08-2019-73

idsp: ljjournal-08-2019-73

Аннотация

Авторы анализируют, каким должен быть правильный подход сельхозпроизводителя при выборе тракторов различных тяговых классов. При этом расчет производился для случая покупки новой техники и ее случайных отказов. Показано, что если необходима вероятность безотказной работы 95%, то при наличии в хозяйстве одного экземпляра техники максимальная продолжительность ремонта не должна превышать двух дней. Далее, при необходимости приобретения двух видов тракторов для выполнения различных операций есть оптимальное число более мощных тракторов, которые приобретаются в меньшем количестве и выход каждого из которых является риском для предприятия.

Ключевые слова: трактор, тяговый класс, случайный отказ, ремонт, принятие решения

Abstract

The authors analyze what the correct approach of the agricultural producer should be when choosing tractors of various traction classes. The calculation was made for the case of the purchase of new equipment and its accidental failures. It is shown that if 95% probability of failure-free operation is required, then if there is one instance of equipment in the farm, the maximum repair time should not exceed two days. Further, if it is necessary to purchase two types of tractors for performing various operations, there is an optimal number of more powerful tractors, which are purchased in less quantity and the output of each of which is a risk to the enterprise.

Keywords: трактор, тяговый класс, случайный отказ, ремонт, принятие решения

В производстве сельскохозяйственной продукции трактора используют как при выполнении различных операций, так и проведении транспортных работ [3]. В данный момент в России отмечается большая нехватка колесных и полноприводных тракторов всех тяговых классов, особенно, тягового класса 0,6–3, а также моделей 4К4а классической комплектации [4]. Соответственно, перед сельхозпроизводителями встает вопрос о том, какие трактора и в каком соотношении приобретать, а перед тракторостроителями – каким должен быть ассортимент выпускаемой продукции [5]. В данной работе авторы сделали попытку анализа этой задачи, которая решается тем или иным образом на уровне каждого сельхозпредприятия.

Для анализа выберем случай покупки новых тракторов и начального периода эксплуатации, когда ресурсные отказы исключены. В этом случае зависимость числа исправных изделий n от времени t описывается формулой [2]

$$n(t) = n_0 \cdot e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где n_0 – первоначальное число исправных изделий, а число вышедших из строя изделий

$$n(t) = n_0 \cdot (1 - e^{-\lambda t}). \quad (2)$$

Если предположить, что ремонт вышедшего из строя изделия занимает в среднем время T , то число отремонтированных изделий из числа первоначально исправных можно найти по (2) с учетом сдвига по времени

$$n(t) = n_0 \cdot (1 - e^{-\lambda(t-T)}). \quad (3)$$

Отремонтированные изделия также будут испытывать случайные отказы и, в таком случае, общее число исправных изделий определяется формулой

$$n_{\Sigma}(t) = \sum_{j=0}^{\infty} n_j, \quad (4)$$

$$n_j(t) = n_{j-1} \cdot (1 - e^{-\lambda(t-jT)}) \cdot e^{-\lambda(t-jT)}. \quad (5)$$

Если число изделий n_0 невелико, вплоть до случая $n_0 = 1$, то при условии достаточно большого T будут эпизоды, когда в наличии будет меньше одного исправного изделия ($t \leq \frac{-\ln(P(t))}{\lambda}$). Из (1) следует, что это произойдет в момент времени

$$t \geq \frac{-\ln(P(t))}{\lambda}. \quad (6)$$

Имеет место следующее неравенство:

$$T \geq t \geq \frac{-\ln(P(t))}{\lambda}, \quad (7)$$

откуда можно получить формулу для расчета максимальной длительности ремонта:

$$T = \frac{-\ln(P(t))}{\lambda}. \quad (8)$$

Если в качестве критерия выбрать вероятность безотказной работы 50%, то при интенсивности случайных отказов $\lambda = 1,389 \cdot 10^{-3}$, что одному отказу в месяц и вероятности безотказной работы 50% получаем максимальную продолжительность ремонта 0,693 месяца. Если мы хотим обеспечить вероятность безотказной работы на уровне 95%, тогда максимальная продолжительность ремонта должна составлять 0,051 месяца или не больше двух дней.

Коэффициент готовности [1] может быть найден (рис. 1) как

$$k = \frac{t'}{t' + T}, \quad (9)$$

где время t' соответствует формуле (6). Тогда

$$k = \frac{1}{1 + \frac{T \cdot \lambda}{-\ln(P')}} \quad (10)$$

Допустим, хозяйство имеет сумму N на приобретение тракторной техники. На эту сумму покупаются трактора двух типов, «А», числом n_A по цене c_A и «В», числом n_B по цене c_B . Трактора типа «А» могут выполнять работу «1» и «2», трактора типа «В» - только работу «2».

В сельскохозяйственных работах трактора типа «В» будут все соответствующее время τ выполнять работу «2» объема V_2 , а трактора типа «А» часть времени t_A будут выполнять работу «1» объемом V_1 , а оставшееся время - работу «2». Производительность тракторов типа «В» составляет ρ_2 , а тракторов типа «А» составляет ρ_1 при выполнении работ «1» и ρ_1' при выполнении работ «2». Тогда можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} \rho_1 \cdot t_A \cdot n_A = V_A \\ \rho_2 \cdot \tau \cdot n_B + \rho_1' \cdot (\tau - t_A) \cdot n_A = V_B \\ n_A \cdot c_A + n_B \cdot c_B = N \end{cases}, \quad (11)$$

а из нее – время, необходимое для выполнения работ «1» и «2»:

$$t_A = \frac{V_A}{\rho_1 \cdot n_A}, \quad (12)$$

$$\tau = \frac{V_B + \frac{\rho_1'}{\rho_1} V_A}{\rho_2 \cdot \frac{N - n_A \cdot c_A}{c_B} + \rho_1' \cdot n_A}. \quad (13)$$

В качестве критерия оптимальности можно использовать максимальное значение из t_A и τ , поскольку оно будет определяющим для времени выполнения работ. Был проведен численный эксперимент, в котором в качестве тракторов типа «В» рассматривались трактора тягового класса 0,9, а в качестве тракторов типа «А» - трактора тягового класса 3 по цене, соответственно, 170 и 500 тыс. руб [6]. Как видно из графика (рис. 2), есть оптимальное число более мощных тракторов типа «А».

Их особенность в том, что их объективно меньше, чем тракторов типа «В», а ремонт обходится дороже и продолжается дольше из-за большей трудоемкости. Если в организации один мощный трактор и он выходит из строя, то становится невозможным выполнять любые виды работ, в то время как при наличии двух или более дешевых тракторов вероятность их одновременной поломки существенно ниже. Данная

особенность учтена в значениях ρ_1 , ρ_1' и ρ_2 , которые должны соответствовать эффективной производительности с учетом коэффициента готовности.

В реальных условиях вопрос о том, каково должно быть соотношение между более мощными и дорогими тракторами с одной стороны и менее мощными, но и более дешевыми, будет определяться объемом различных работ и, конечно, уровнем развития ремонтной базы.

Выводы

Таким образом, в статье был произведен анализ принципов правильного подхода сельхозпроизводителя при выборе тракторов различных тяговых классов. Была получена зависимость общего числа исправных изделий от времени при наличии случайных отказов и проведении ремонтов. Далее, было показано, что если необходима вероятность безотказной работы 95%, то при наличии в хозяйстве одного экземпляра техники максимальная продолжительность ремонта не должна превышать двух дней. Соответствующая продолжительность для вероятности 50% составляет 21 день. Авторами было показано, что при необходимости приобретения двух видов тракторов для выполнения различных операций есть оптимальное число более мощных тракторов, которые приобретаются в меньшем количестве и выход каждого из которых является риском для предприятия.

1. ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения (принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 28 декабря 2015 г. N 83-П)
2. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: Учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин - СПб.: «Лань», 2012.- 320 с.
3. Мирошниченко, А.Н. Основы теории автомобиля и трактора: учебное пособие / А.Н. Мирошниченко. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. – 490 с.
4. Нефёдов, А. Мониторинг технического уровня перспективных отечественных тракторов для аграриев. URL: <https://os1.ru/article/4971-monitoring-tehnicheskogo-urovnya-perspektivnyh-otechestvennyh-traktorov-dlya-agrariyev> - статья в интернете (дата обращения: 27.08.2019).
5. Рудюк, М.Ю. Уровень обеспеченности сельского хозяйства России тракторной техникой / М.Ю. Рудюк, И.А. Кручинин, В.В. Шагалин // Современные научные исследования в сфере экономики: Сборник результатов научных исследований. -2018. - С. 887-890.
6. Класс трактора [Электронный ресурс], -<http://oselhoztehnike.ru/tractory/traktor-klassa.html>- статья в интернете (дата обращения: 27.08.2019).