

водства кормов на основе параметрического синтеза: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Т.М. Зубкова. – Оренбург, 2006. – 320 с.

7. Коротков, В.Г. Синтез процессов и оборудования экструзионной технологии для приготовления комбикормов : Автореф. дисс. докт. техн. наук: 05.20.01 / В.Г. Корот-

ков. – Оренбург, 2009. – 34 с.

8. Мусиенко, Д.А. Определение рациональных параметров работы экструдера и влияние их на качество экструдированных комбикормов: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Д.А. Мусиенко. – Оренбург, 2002. – 212 с.

УДК 631. 171

## СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ

**Новожилов Алексей Иванович**, кандидат технических наук, профессор

**Арютов Борис Александрович**, доктор технических наук, профессор кафедры прикладной механики

**Тихонов Александр Анатольевич**, кандидат технических наук, профессор кафедры надежности и ремонта машин

ФГОУ ВПО «Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия»  
603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97

Тел.: 8 (831)466-90-88, E-mail: [empt.ngsha@yandex.ru](mailto:empt.ngsha@yandex.ru)

**Ключевые слова:** коэффициент готовности, измерение, статистические характеристики

Рассчитан коэффициент готовности МТА при работе в условиях трех агропочвенных районов Нижегородской области. Приведена статистическая обработка полученных фотохронометражных наблюдений. Получен уточненный коэффициент технической готовности при работе МТА.

Для повышения уровня надежности, расчета состава и режимов работы машинно-тракторных агрегатов необходимо объективно количественно оценить их надежность.

Коэффициент готовности  $K_r$  [1], выражающий вероятность того, что агрегат окажется работоспособным в произвольный момент времени, - один из основных оценочных показателей надежности. Его определяют по формуле:

$$K_r = \frac{T}{(T + T_B)}, \quad (1)$$

где  $T$  - наработка на отказ, ч;

$T_B$  - общее время, затраченное на отыскание и устранение отказов и неисправностей, ч.

Для определения  $T$  необходимо в результате хронометража в процессе эксплуа-

тации техники получить следующие выборки [3, 4]:

$$\left. \begin{array}{l} T_1, T_2, \dots, T_N \\ T_{B1}, T_{B2}, \dots, T_{BN} \end{array} \right\}, \quad (2)$$

где  $T_i$  - время безостановочной работы между  $(i-1)$  и  $i$ -м отказами, ч;

$i = 1, \dots, N$  - число отказов ( $N$  - порядковый номер отказа);

$T_{Bi}$  - время отыскания и устранения  $i$ -го отказа, ч.

На основании совокупности (2) оценивается среднее значение коэффициента готовности техники по формуле:

$$\bar{K}_r = \frac{\bar{T}}{(\bar{T} + \bar{T}_B)}, \quad (3)$$

$$\text{где } \bar{T} = \frac{1}{N} \sum_1^N T_i, \quad \bar{T}_B = \frac{1}{N} \sum_1^N T_{Bi}$$

- соответственно средние значения наработки на отказ и времени восстановления, ч.

Рассматривая оценку коэффициента готовности  $K_r$ , как результат косвенного измерения, т.е. измерения, при котором искомое значение величины находят по зависимости (1), раскладывая (2) в ряд Тейлора, уточним формулу (1), вводя поправку  $\tilde{C}$ .

С учетом этой поправки уточненная формула оценки коэффициента готовности будет иметь вид:

$$\tilde{K}_r = \frac{\bar{T}}{(\bar{T} + \bar{T}_B)} + \tilde{C} = \bar{K}_r + \tilde{C} \quad (4)$$

В общем случае поправка

$$\tilde{C} = -\left( \frac{\bar{T}_B}{(\bar{T} + \bar{T}_B)^3 S_{T_1}^2} + \frac{T}{(\bar{T} + \bar{T}_B)^3 S_{T_2}^2} + \frac{\bar{T} - \bar{T}_B}{(\bar{T} + \bar{T}_B)^3 S_{T_1} S_{T_2} \beta_{1,2}} + \right. \\ \left. + (-1) \frac{\Pi}{(N(\bar{T} + \bar{T}_B)^{n+1})} \sum_0^{\Pi} M_{n-i} C_{\Pi}^i (\bar{T} - (n-i)\bar{T}_B) \right), \quad (5)$$

где

$$S_{T_1}^2 = NS_T^2, S_{T_2}^2 = NS_{TB}^2, \beta_{1,2} = 1 / N \sum_1^N T_i T_{TB} - \bar{T} \bar{T}_B / (S_T S_{TB} N)$$

- соответственно оценки дисперсий погрешностей измерений наработку на отказ, времени восстановления, коэффициента корреляции между величинами погрешностей;

$$\left. \begin{aligned} S_T &= \left( \sum_1^N (T_i - \bar{T})^2 / (N(N-1)) \right)^{1/2} \\ S_{TB} &= \left( \sum_1^N (T_{TB} - \bar{T}_B)^2 / (N(N-1)) \right)^{1/2} \end{aligned} \right\}$$

- оценки среднего квадратического отклонения средних арифметических значений  $\bar{T}$  и  $\bar{T}_B$ ;

$$M_{n-i} = 1 / N \sum_1^N (T_i - \bar{T}_B)^{n-i} (T_{TB} - \bar{T}_B)^i$$

- смешанные моменты  $n$ -го порядка.

При этом оценка остаточного члена ряда Тейлора

$$\tilde{R}_{n+1} = (-1)^{n+1} / ((n+1)(\bar{T} + \bar{T}_B)^{n+2}) \sum_0^{n-1} \Delta_1^{n+1-i} \Delta_2^i C_{n+1}^i (\bar{T} - (n+1-i)\bar{T}_B), \quad (6)$$

где  $\Delta_1 = t_{\alpha, f} S_{\bar{T}}$ ;  $\Delta_2 = t_{\alpha, f} S_{\bar{T}_B}$  - предельные значения погрешностей;

$t_{\alpha, f}$  - квантиль распределения Стьюдента при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  и числе степеней свободы  $f = N - 1$ .

Для определения степени разложения функции (1) в ряд Тейлора необходимо решить относительно  $n$  следующее неравенство:

$$\tilde{R}_{n+1} < \varepsilon, \quad (7)$$

где  $\varepsilon$  - заданная погрешность оценки  $K_A$ .

Для получения выборок (2) все агрегаты испытываются в одинаковых условиях и, следовательно, принадлежат одной генеральной совокупности.

Задача исследований состояла в определении основных характеристик надежности машинно-тракторных агрегатов, используемых в условиях трех агропочвенных районов Нижегородской области. Под контролем находился 31 агрегат, которые выполняли следующие виды работ: вспашка, лущение, дискование, культивация, посев, кошение, сволакивание, скирдование, транспортировка. В качестве способа наблюдения был выбран фотохронометраж.

Статистические характеристики результата согласованных измерений значений наработки на отказ и времени восстановления (данные эксперимента) приведены в таблице 1.

**Таблица 1**  
**Статистические характеристики экспериментальных данных**

Характеристики	Данные эксперимента	
	Наработка на отказ	Время восстановления
Начальные моменты:		
1-го порядка	15,57	6,18
2-го порядка	389,18	121,82
3-го порядка	13753,02	3466,52
4-го порядка	600756,75	118841,14
Несмещенная дисперсия	147,73	84,08
Центральные моменты:		
2-го порядка	146,90	83,60
3-го порядка	31222,24	1679,74
4-го порядка	134118,55	56673,02
Значение асимметрии	1,75	2,20
Эксцесс	3,22	5,11

Таблица 2

Уточненный расчет коэффициента готовности машинно-тракторных агрегатов (по данным эксперимента)

Показатель	Значение показателя
Наработка $\bar{T}$ на отказ, ч	15,6
Время $\bar{T}_B$ восстановления, ч	6,2
Оценка среднего квадратического отклонения, ч:	
$S_T$	0,9
$S_{TB}$	0,7
Коэффициент корреляции $\hat{\rho}_{1,2}$	0,012
Квантиль распределения $t_\alpha$	1,96
Степень разложения в ряд Тейлора	1
Требуемая погрешность $\varepsilon$ оценки $K_r$	0,01
Поправка $\tilde{C}$	0,15
Оценка $K_r$ по результатам исследований $\bar{K}_r$	0,72
Уточненная оценка $\tilde{K}_r$	0,85

Анализ экспериментальных данных обнаруживает совпадение характера нормированной корреляционной функции  $\rho(\tau)$  и нормированной спектральной плотности  $\sigma(\omega)$  процессов изменения значений наработки на отказ и времени восстановления. Основные спектры дисперсий сосредоточены в диапазоне от 0 до 10 ч<sup>-1</sup>. Широкие спектры дисперсий и малые отрезки времени спада нормированных корреляционных функций указывают на независимость экспериментальных данных. Наибольшая неупорядоченность наблюдается в процессе восстановления отказов.

В таблице 2 приведен уточненный расчет коэффициента готовности машинно-тракторных агрегатов, используемых в условиях Нижегородской области.

Полученное значение коэффициента готовности МТА практически соответствует значениям, рекомендованным в справочной и технической литературе [5].

По нашему мнению, низкий коэффи-

циент готовности обусловлен, главным образом, нарушением планово-предупредительной системы технического обслуживания.

Предлагаемая методика расчета позволяет уточнить коэффициент готовности для МТА, участвующих в сельскохозяйственных работах.

#### Библиографический список

1. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация тракторного парка – М.: Агропромиздат, 1991. – 367 с.
2. ГОСТ 27002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. - Введ. 01.07.90. – М.: Изд-во стандарт., 1990. - 37 с.
3. Юдин М.И. Планирование эксперимента и обработка его результатов [Текст]: Монография. - Краснодар: КГАУ, 2004. - 239 с.
4. ГОСТ 27502-83 (СТ СЭВ 3944-82). Система сбора и обработки информации. Планиро-

вание наблюдений [Текст]. – Введ. 01.07.84. – М.: Изд-во станд., 1983. – 23 с.

5. Киртбая Ю.К. Резервы в использова-

нии машинно-тракторного парка [Текст].- 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1982. – 319 с.

УДК 631.86

## К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖИТЕЛЯ ТРАКТОРОВ ТИПА РТ-М-160

**Окунев Геннадий Андреевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка»

**Кузнецов Николай Александрович**, кандидат технических наук

**Зеленин Александр Васильевич**, инженер

**Юлсанов Марс Ахатович**, аспирант

Челябинская государственная агроинженерная академия

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 75

Тел. 8 (351)266 65 78

**Ключевые слова:** трактор, колеса, тяговое усилие, работа, мощность, затраты, сила тяги; буксование; эксплуатация; давление на почву; механизированный процесс; технологическая операция; универсальность.

Рассмотрены методические подходы к управлению тяговыми показателями тракторов за счёт установки различных колесных движителей. Рекомендовано при выполнении работ общего назначения в весеннем полевом цикле устанавливать сдвоенные колёса с одинаковым диаметром колёс 1400 мм, которые состоят из колеса общего назначения и колеса, предназначенного для выполнения пропашных работ.

Необходимость проведения основных технологических операций в строго определённые периоды времени обуславливает сезонность сельскохозяйственного производства. Это приводит к неравномерной загрузке техники и механизаторов в период полевых работ. Применение техники в соответствии с энергетической и технологической потребностью при выполнении полевых работ вызывает снижение её годовой загрузки. Исследования и опыт показывают, что увеличить годовую загрузку техники можно путём повышения универсальности машинных комплексов, т.е. расширением диапазона их использования на разных технологических операциях, а также путём маневрирования их энергетическими возможностями в соответствии с энергоемкостью

выполняемых механизированных процессов [1].

В эту концепцию вписывается колесный трактор типа РТ-М-160, выпускаемый в г. Нижний Тагил производственным объединением «Уралвагонзавод». Этот универсально-пропашной трактор предназначен для возделывания пропашных культур, выполнения транспортных работ и работ общего назначения. Он оборудован передней и задней гидравлическими навесными системами, передним и задним валами отбора мощности. Сзади за кабиной расположена площадка для установки емкостей под технологические материалы. Трактор оснащен различными движителями для выполнения работ общего назначения и работ, выполняемых пропашными тракторами. Ос-