

УДК 631.354+62-192

## О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ О НАДЕЖНОСТИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

*К.В. Шленкин, к.т.н., доцент, тел. 44-69-39, k-shlenkin@yandex.ru  
ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»*

*Е.С. Зыкин, доктор технических наук, профессор,  
тел.: 8(8422) 55-95-95, evg-zykin@yandex.ru;*

*А.К. Шленкин, студент инженерного факультета,  
тел. 8(996)9532881, shlenkin15@yandex.ru  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

**Ключевые слова:** статическая обработка, надежность, сбор информации, зерноуборочный комбайн, отказ, группы сложности, основные звенья, статические характеристики.

*Рассмотрены вопросы проведения статической обработки результатов исследования о надежности зерноуборочного комбайна, о полном статическом анализе выборки  $A(N)$  по группам сложности и по основным звеньям комбайна и вопросы определения основных статистических параметров.*

Проблема повышения надежности зерноуборочных комбайнов является актуальной и в настоящее время, так как большинство вопросов остаются не решенными. В частности, практически отсутствуют научные труды по статистической обработке исследований надежности зерноуборочных комбайнов [1]. По этим данным определяют общие закономерности о случайных массовых явлениях сложных систем. Для проведения статической обработки результатов исследования необходимо [2, 3]:

1) распределить частоты и графически изобразить отказы по группам сложности;

2) провести полный статический анализ выборки  $A(N)$  по группам сложности и по основным звеньям комбайна;

3) провести корреляционный анализ полученных данных (наработка, отказы, затраты); выполнить статический анализ выборки  $A(N)$  по группам сложности и по основным звеньям комбайна (количеству групп и звеньев), что позволит выявить основные статические характеристики количественной изменчивости: среднюю арифметическую ( $\bar{x}$ ), дисперсию ( $S^2$ ), стандартное отклонение ( $S$ ), ошибку средней арифметической ( $S_{\bar{x}}$ ), коэффициент вариации ( $V$ ) и относительную ошибку вы-

борочной средней (S-%).

Корреляционно-регрессивный анализ характеризует тесноту связи между выбранными показателями и форму связей.

1. Распределение частот и графическое изображение отказов по группам сложности.

Для распределения частот и графического отображения отказов по группам сложности, предварительно следует сгруппировать  $X_1, X_2, \dots, X_n$  в  $k$  группы с интервалом  $i$ . Ориентировочно, количество групп должно быть равно корню квадратному из объема выборки, которое должно находиться в пределах от 5 до 20 [4].

Интервал групп определяют по соотношению:

$$i = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\text{число групп}} = \frac{R}{k}. \quad (1)$$

Размах варьирования измерения

$$R = X_{\max} - X_{\min}. \quad (2)$$

Устанавливают число групп  $k$  и размах интервала группировки

$\frac{i-R}{K}$

, подготавливают макет таблицы сгруппированного распределения частот результатов измерений и заносят в таблицу 1.

**Таблица 1 - Сгруппированное распределение частот по группам сложности**

Группа (интервал группировки)	Частоты

Подсчитывают число данных, соответствующих по своему значению каждому интервалу группировки. Визуальное представление о распределении частот будет более наглядным при графическом изображении данных.

Для построения кривой распределения отказов по группам сложности, на ось абсцисс наносят значения интервала группировки, а на ось ординат – численности этих значений или частоту  $f$  и получают ступенчатый график – гистограмму, а также получают полигон – кривую распределения [5].

Полученные кривые отказов по группам сложности отражают ха-

рактор распределения – случайные величины группируют вокруг центра распределения, при удалении от которого вправо или влево частоты убывают. Тенденция значений признака группироваться вокруг центра распределения частот, статистической характеристикой которого является средняя арифметическая,  $X$  – центральная тенденция, а также стандартное отклонение  $S$  – мера разброса отдельных отказов вокруг среднего значения. Таким образом, главная ценность статистических характеристик отказов по группам сложности – возможность при помощи немногих и простых показателей выразить существенные особенности эмпирических распределений.

2. Полный статистический анализ выборки  $A(N)$  по группам сложности и по основным звеньям комбайна.

Для статического анализа выборки  $A(N)$  по группам сложности принимаем исходные данные, полученные в результате предварительного сбора информации об отказах зерноуборочных комбайнов в течение выбранного срока наблюдений.

Рассмотрим основные статистические параметры [6, 7].

Средняя арифметическая  $X$  представляет собой обобщенную абстрактную характеристику всей совокупности в целом. Обозначив сумму всех вариантов  $(X_1 + X_2 + \dots + X_n)$  через  $\sum X$ , а число всех вариантов через  $n$ , средняя арифметическая будет равна:

$$x = \sum \frac{X}{n} \quad (3)$$

Взвешенную среднюю арифметическую вычисляют по формуле:

$$x = \frac{f_1x_1 + f_2x_2 + \dots + fnXn}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum fX}{r} \quad (4)$$

где  $X$  - значение признака, варианты;  $f(x)$  - частота встречаемости каждой варианты, признаки;  $n$  - общее число измеряемых значений, сумма всех частот,  $(n = \sum f)$ .

Дисперсия  $S^2$  и стандартное отклонение  $S$  служат основными мерами вариации и их определяют по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (5)$$

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{\frac{\sum (X - x)^2}{n-1}} \quad (6)$$

При вычислении средней арифметической все величины независимы друг от друга, поэтому их сумму делят на общее число вариантов  $n$ . При известных рядах наблюдений от  $X_1$  до  $X_n$ , каждое значение ряда, так же как и каждое отклонение  $(X - x)$ , можно определить по значениям остальных  $(n - 1)$  вариант ряда.

Стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности, является коэффициентом вариации  $V$  и его определяют по формуле [8]:

$$V = \frac{S}{x} \cdot 100 \quad (7)$$

Коэффициент вариации является относительным показателем изменчивости.

Ошибка выборочной средней определяют по формуле:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}} \quad (8)$$

Ошибки выборки выражают в тех же единицах измерений, что и варьирующий признак, и приписывают к соответствующим средним со знаком  $\pm$ .

Ошибка средней арифметической тем меньше, чем меньше варьирует опытный материал и чем из большего числа измерений вычислено среднее арифметическое. Ошибку выборки выражают в процентах от соответствующей средней:

$$S_x \% = \frac{S_x}{x} \cdot 100 \quad (9)$$

Полный статический анализ выборки  $A(N)$  по группам сложности и по основным звеньям, как правило, реализуют на ЭВМ. Полученные результаты заносят в таблицы «Результаты полного статистического анализа по группам сложности» и «Результаты полного статистического анализа по звеньям зерноуборочного комбайна».

#### *Библиографический список:*

1. Шленкин, К.В. Анализ надежности систем с помощью дерева отказов / К.В. Шленкин, Ю.А. Лапшин, С.В. Калачин // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции, 60-летию академии посвящается - Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России. – Улья-

- новск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2003. - С.211-213.
2. Шленкин, К.В. Общая структурная расчетная схема системы «дорога - шина - зерноуборочный комбайн - оператор» / К.В. Шленкин // Материалы Всероссийской научно-практической конференции - Современное развитие АПК: региональный опыт, проблемы, перспективы. – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2005. - С.373-376.
  3. Шленкин, К.В., Сафаров Р.К., Прошкин Е.Н. Организационные формы использования машинно-тракторного парка / К.В. Шленкин, Р.К. Сафаров, Е.Н. Прошкин // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции, 60-летию академии посвящается - Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России. - Ульяновск, ГСХА, 2003. - С.216-220.
  4. Шленкин, К.В. Характеристики отказов элементов зерноуборочных комбайнов семейства «ДОН» / К.В. Шленкин, С.В. Калачин, А.В. Погодин // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции, 60-летию академии посвящается - Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России. – Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2003. - С.214-216.
  5. Шленкин, К.В. Методы сбора информации о надежности сборочных единиц зерноуборочного комбайна «ДОН-1500» / К.В. Шленкин // Вестник УГСХА. Серия «Механизация сельского хозяйства». - 2002. - № 7. - С. 59-62.
  6. Шленкин, К.В. Вопросы надежности техники при дилерской системе технического сервиса в АПК / К.В. Шленкин // Сборник научных трудов - Организация системы технического сервиса машин в АПК. – Ульяновск, ГСХА, 1997. - С.71-74.
  7. Лезин, П.П. Формирование надежности сельскохозяйственной техники при ее ремонте. (Под редакцией Ю.А. Вантюсова). - Саратов.: Издательство Саратовского университета, 1987. -195с.
  8. Шленкин, К.В. Определение ресурса слабейшего звена зерноуборочного комбайна «ДОН-1500» последовательным методом / К.В. Шленкин // Материалы Областной межвузовской научно-практической конференции - Молодые ученые агропромышленному комплексу. Часть II. - Ульяновск, ГСХА, 2002. – С.32-33.

## ON THE STATISTICAL PROCESSING OF THE RESULTS OF STUDIES ON THE RELIABILITY OF THE COMBINE HARVESTER

*Slinkin K.V., Zykin E.S., Slinkin A.K.*

**Key words:** *static processing, reliability, data collection, combine harvester, failure, complexity groups, the main links, static characteristics.*

*The questions of static analysis of the results of the study on the reliability of the combine harvester, the full static analysis of the sample A(N) by complexity groups and the main links of the combine and the issues of determining the main statistical parameters are Considered.*