

Махмудова Ф.М., Алиев Ш.С.

ПРОВЕРКА ОДНОРОДНОСТИ СТАТИСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА  
О НАДЕЖНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

F.M. Makhmudova, Sh.S. Aliev

VERIFICATION OF THE HOMOGENEITY OF STATISTICAL MATERIAL  
ON A RELIABLE CAR

УДК: 656.13-047.58:625.711.812

Рассматривается вопрос о возможности объединения эмпирических данных о надежности автомобилей, полученных в разных условиях эксплуатации, в разные периоды времени и т.д., поскольку это может ухудшить качество информации и ее однородность. Для проверки обоснования объединения и однородности статистической информации при малых выборках использованы критерии Вилкоксона и W-статистики.

**Ключевые слова:** статистическая информация о надежности автомобилей, однородности статистического материала, критерия Вилкоксона и W-статистика.

The question of the possibility of combining empirical data on the reliability of the cars produced in different conditions in different periods of time, etc., because it can degrade the quality of information and its homogeneity. To verify the validity of association and homogeneity statistics for small samples used Wilcoxon's test and the W-statistic.

**Keywords:** statistical information about the reliability of the cars, the homogeneity of statistical material, Wilcoxon's test and the W-statistic.

Основным источником информации о надежности автомобилей является подконтрольная эксплуатация, где фиксируются данные об отказах, время наступления которых является случайным событием. Известно, что при многократном повторении наступление случайных событий обладает статистической устойчивостью, которая повышается с увеличением числа испытываемых объектов. Важным средством увеличения объема статистической информации является объединение эмпирических данных о надежности автомобилей, полученных в разных условиях эксплуатации, в разные периоды времени и т.д. однако это может ухудшить качество информации, ее однородность, что требует обоснования возможности и целесообразности объединения статистической информации.

Для исследования сформирована выборка автомобилей КамАЗ -5511, отвечающая условиям репрезентативности, т.е. требованию, чтобы члены выборки по возможности воспроизводили распределение всей генеральной совокупности. Ввиду сложности одновременного создания подконтрольной выборки, она была сформирована из двух групп, по мере поступления автомобилей в эксплуатацию, в объеме  $n_1=13$  и  $n_2=18$  автомобилей.

В связи с формированием выборки из двух групп возникла необходимость в проверке однородности исходного статистического

материала, которая преследует цель установить возможность объединения различных выборок в одну общую для дальнейшей обработки.

При решении данной задачи используются такие критерии, как  $\chi^2$  – критерий, критерий знаков, критерий серий, критерий Бартлетта, Стьюдента, Вилкоксона и др. которые выбираются на основании: предположения или ее отсутствия о виде распределения, количества выборок, объемов выборок и т.д. [1].

В данной работе используется критерий Вилкоксона, рекомендуемый для анализа однородности двух малых, независимых выборок и позволяющий проверить гипотезу о том, что функция распределения генеральных совокупностей  $F(x)$  и  $F(y)$  совпадают по всей области их определения, т.е.  $F(x) \equiv F(y)$ .

Значение критерий основано из вычислений инверсий U. После упорядочивания данных в обеих выборках  $n_1$  и  $n_2$  составляется общий вариационный ряд

$$x_1, y_1, x_2, x_3, y_2, y_3, \dots$$

значением критерий является вычисленной для  $x$  и  $y$  общее число инверсий U. Об инверсии можно говорить, когда в раннем порядке  $n_1+n_2$  наблюдений, например, число значений  $x$  предшествует рассматриваемому числу  $y$  т.е.

$$U=1+3+3+\dots$$

При этом оценка математического ожидания числа инверсий равна

$$U = n_1 n_2 / 2, \tag{1}$$

а оценку дисперсии числа инверсий вычисляют по уравнению

$$S^2(U) = n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1) / 12 \tag{2}$$

Известно [2], что если число наблюдений в каждой из двух выборок больше 10, то распределение случайного числа инверсий общего вариационного ряда асимптотически нормально, значит функция распределения симметрична. Следовательно, при проверке гипотезы об однородности двух выборок применяется критерий, т.е.

$$U_{\alpha H} = \bar{U} - u_{\alpha 2} \cdot S(U); \tag{3}$$

$$U_{\alpha B} = U + u_{\alpha 2} S(U), \tag{4}$$

где  $u_{\alpha 2}$  - квантиль нормального распределения для уровня значимости  $\alpha$ .

Таким образом, если  $U_{\alpha H} < U < U_{\alpha B}$  то гипотеза об однородности выборочных наблюдений применяется. Если значение  $U$  выходит за нижние или верхние границы, то гипотезу об однородности выборочных наблюдений необходимо отвергнуть.

В нашем случае (см. табл. графа 2) для меньшей выборки

$$U = 1+1+9+9+10+10+12+12+14+17+17+17+17+17 = 153$$

$$U = \frac{13 \cdot 18}{2} = 117;$$

$$S^2(U) = \frac{13 \cdot 18(13+18+1)}{12} = 624, \text{ откуда}$$

$$S(U) = 24,98. \text{ по [3], табл. 1.5.}$$

$$u_{\alpha} = 9,05 = u_{1-0,05} = 1,645, \text{ тогда}$$

$$U_{\alpha H} = 117 - 1,645 \cdot 24,98 = 75,91;$$

$$U_{\alpha B} = 117 + 1,645 \cdot 24,98 = 158,09.$$

следовательно,

$$U_{\alpha H} = 75,91 < U_2 = 153 < U_{\alpha B} = 158,09.$$

Таким образом, гипотеза об однородности двух выборок не отвергается.

Ранг элементов вариационного ряда

Таблица

Гаражный номер АТС	Пробег АТС, 10 <sup>3</sup> км	Ранг элементов	Гаражный номер АТС	Пробег АТС, 10 <sup>3</sup> км	Ранг элементов	Гаражный номер АТС	Пробег АТС, 10 <sup>3</sup> км	Ранг элементов
1	2	3	1	2	3	1	2	3
1872	172,3	1	1892	223,8	11	1876	270,4	21
1974*	193,6	2	1975*	225,3	12	1930*	271,3	22
1923*	196,5	3	1925*	237,4	13	1880	271,8	23
1877	202,9	4	1889	247,9	14	1885	272,4	24
1879	205,6	5	1927*	250,6	15	1881	275,8	25
1878	207,1	6	1884	253,9	16	1924*	282,4	26
1891	211,9	7	1890	256,4	17	1977*	285,2	27
1882	214,1	8	1922*	258,6	18	1931*	292,6	28
1874	220,2	9	1928*	259,4	19	1921*	295,7	29
1875	223,1	10	1873	267,3	20	1929*	297,4	30
						1883	329,9	31

**Примечание:** Гаражные номера АТС, вошедших в малую группу выборки ( $n_1=13$ ) отмечены звездочкой.

Расчеты показали, что гипотезы об однородности двух выборок, проверенные по критерию Вилкоксона, не отвергаются. Таким образом, выборка  $N=31$  единиц, сформированная из двух групп автомобилей ( $n_1=13$  и  $n_2=18$ ), является однородной и в дальнейших расчетах рассматривается как единая.

#### Литература

1. Керимов Ф.Ю. Теоретические основы сбора и обработки информации о надежности машин. М.:МАДИ, 1979, 135с.
2. Борисенко В.С., Аристов А.И. Надежность механических систем в процессе эксплуатации. М.:Знание, 1980, 37с.
3. Шор Я.Б., Кузьмин Ф.И. Таблицы для анализа и контроля надежности М.:Сов. радио, 1968, 228с.
4. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. М.:Наука, 1968, 476с.

**Рецензент: д.тех.н., профессор Шайырбеков Т.**