

## Определяне обема на статистическата информация при предварително зададени точност и доверителна вероятност

Михаил Милчев, Александър Стоянов

### **Determining the amount of statistical information at preset accuracy and level of confidence:**

*The publication shows the results of a study to determine the required amount of statistical information at preset level of confidence and accuracy of parameters on obtained laws of distribution.*

**Key words:** Amount of statistical information, accuracy, level of confidence.

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Въпроса за планирането на изпитването на различни технически системи не е загубил своята актуалност независимо от многобройните публикации и справочни материали. Обяснението е, че при използването на общи методи често е необходимо извършването на предварително изследване на конкретната техническа система за определяне на необходимите параметри. Освен това общите препоръки базираци се на методите на теорията на вероятностите и математическата статистика не винаги са оптимални за всеки конкретен случай.

Планирането на експлоатационните изпитвания на автомобилите, а също и построяването на оценките на отделните параметри на случайните величини, е базова задача за всеки изследовател, по резултатите на която се набелязват методите за повишаване на ефективността на експлоатацията на автомобилите и усъвършенстването на системата за техническото им поддържане. Решаването на тази задача съществено зависи от вида на закона на разпределение на изследваните случайни величини, коефициента на вариация, сложността на изделието а също и от желаната точност и достоверност на оценката за желаните показатели.

Целта на настоящото изследване е да се определи необходимия обем от статистическа информация за получаване на зададена доверителна вероятност и точност на резултатите.

Задачите, които трябва да се решат за осъществяването на целта са:

- ❖ предварително определяне законите на разпределение на отработката до отказ за отделните системи на извадка от лекотоварни автомобили "FIAT Doblo";
- ❖ определяне големината на извадката от статистически данни за отказите на наблюдаваните системи на автомобилите на базата на предварително зададена доверителна вероятност и точност на резултатите.

### **ИЗЛОЖЕНИЕ**

#### **1. Основни положения**

За оценка на надежността на автомобилите и техните агрегати, възли и детайли, в процеса на експлоатация, намират приложение различни методи (стендови изпитвания; полигонни изпитвания; пътни изпитвания; експлоатационни изследвания). Най-пълна и изчерпателна информация може да се получи в експлоатационни условия, когато се отчитат всички особености на реалната експлоатация – състоянието на пътя, интензивността на движение, квалификацията и стил на управление на водачите, вид и тегло на превозвания товар и др.

Основните принципи при събирането на информацията за експлоатационната надеждност са следните:

- непосредственост на получаване на информацията и осигуряване на нейната достоверност;
- отчитане условията на експлоатация на автомобилите;

- отчитане марката и модификацията на автомобилите;
- отчитане възрастта и пробега от началото на експлоатацията на автомобилите и системите им;
- класификация (разделяне) на информацията в съответствие с конструктивната структура на автомобила (по агрегати, системи, възли и механизми)
- определяне показателите на надеждността на дадена група автомобили на базата на получените данни от обработката на статистическата информация за извадка от тази група;
- използване на информацията за извадка от група автомобили за определяне на експлоатационната надеждност на цялата съвкупност от изследваните автомобили.

За определянето на обема на статистическата информация при предварително зададени точност и доверителна вероятност е необходимо предварително определяне на законите на разпределение на отказите за отделните системи на изследваните автомобили. Това се осъществява чрез използването на следната последователност на работа:

- 1) разпределяне и класифициране на отказите на отделните автомобили по системи;
- 2) определяне отработката до отказ в съответните системи на автомобилите;
- 3) статистическа обработка на информацията за отработките до отказ за отделните системи на автомобилите с използване на програмен продукт "Statistica 10", която включва следните етапи:
  - определяне оценката на средната стойност на изследвания параметър;
  - определяне на оценката на разсейване на изследвания параметър  $\sigma$ ;
  - определяне коефициента на вариацията на изследвания параметър  $v$ ;
  - построяване на хистограмата на опитното разпределение;
  - издигане хипотеза за теоретичен закон на разпределение и проверяването и по критерий  $\chi^2$ ;

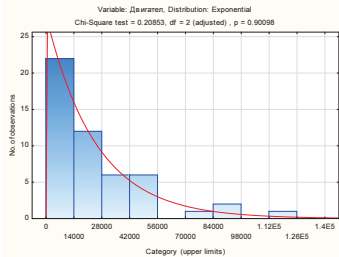
## *2. Определяне на законите на разпределение на отделните системи.*

Изследваните обекти, чиято статистическа информация се анализира са лекотоварни автомобили „FIAT Doblo“, експлоатирани от българска фирма за куриерски услуги на територията на цялата страна. Използват се за пренос на сравнително леки и малки товари на много малки разстояния в условията на градска среда. Това обуславя характера на тяхната експлоатация, а именно движение с честа промяна на скоростта на движение, често стартиране и спиране на двигателя. Това натоварва силно някои системи на автомобила и води до намаляване на ресурса на транспортното средство.

Изследваната статистическа информация представлява отработката до отказ на лекотоварни автомобили „FIAT Doblo“. Данните за отказите са разпределени в пет основни системи: двигател и неговите подсистеми, ходова система, електрическа система, трансмисия и купе. Обема на извадката, за предварителната обработка, по отделните групи е минимум 45 броя откази за всяка система, определен от изискването за статистическа обработка на информация с цел получаване на теоретичен закон на разпределение.

За статистическата обработка на данните е използван програмен продукт "Statistica 10". Резултатите от това изследване за отделните системи са:

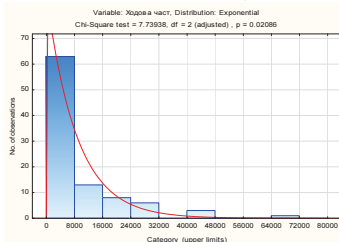
- *двигател и неговите системи,*



Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error	Skewness	Kurtosis	
Трансмисия	166.0000	68567.00	726468845	26953.09	119.6472	3850.441	1.092883	-0.123310	
Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Valid N	Mean	Geometric Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Sum	Minimum	Maximum
Трансмисия	49	22527.14	5324.939	7977.000	166.0000	6	1103830	1.000000	88622.00

Теоретичният закон на разпределение е експоненциален с основни параметри: оценка на средната стойност 22527км.; оценка на средноквадратичното отклонение 26953 км.; и коефициент на вариация 119,6%.

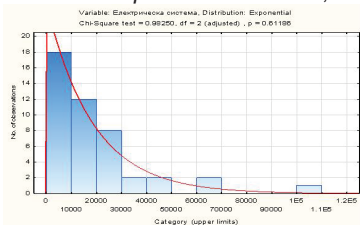
- *ходова система,*



Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Valid N	Mean	Geometric Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Sum	Minimum	Maximum
Ходова част	94	8637.723	2717.894	4651.000	Multiple		7 811946.0	10.00000	71563.00
Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error	Skewness	Kurtosis	
Ходова част	276.0000	25616.00	147244235	12134.42	140.4817	1251.570	2.525312	8.261318	

Теоретичният закон на разпределение е експоненциален с основни параметри: оценка на средната стойност 8637км.; оценка на средноквадратичното отклонение 12134 км.; и коефициент на вариация 140,48%.

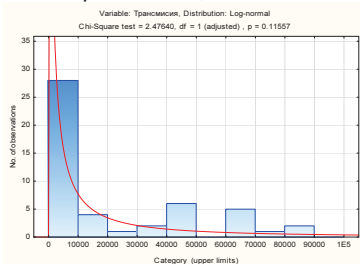
- *електрическа система,*



Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Valid N	Mean	Geometric Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Sum	Minimum	Maximum
Електрическа система	45	18648.13	9311.003	14056.00	14056.00	4	839166.0	3.000000	101149.0
Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error	Skewness	Kurtosis	
Електрическа система	1444.000	46205.00	417915886	20442.99	109.6249	3047.461	2.057611	5.350117	

Теоретичният закон на разпределение е експоненциален с основни параметри: оценка на средната стойност 18648км.; оценка на средноквадратичното отклонение 20442 км.; и коефициент на вариация 109,62%.

- *трансмисия,*

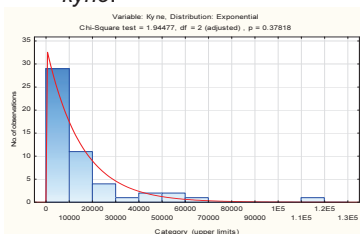


Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Valid N	Mean	Geometric Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Sum	Minimum	Maximum
Трансмисия	49	22527.14	5324.939	7977.000	166.0000	6	1103830	1.000000	88622.00
Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error	Skewness	Kurtosis	
Трансмисия	166.0000	68567.00	726468845	26953.09	119.6472	3850.441	1.092883	-0.123310	

Теоретичният закон на разпределение е експоненциален с основни параметри: оценка на средната стойност 22527км.; оценка на средноквадратичното отклонение

26953 км.; и коефициент на вариация 119,64%.

- *купе*.



Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)									
Variable	Valid N	Mean	Geometric Mean	Median	Mode	Frequency of Mode	Sum	Minimum	Maximum
Kупе	51	15022.35	4332.689	6628.000	1.000000	3	766140.0	1.000000	114300.0

Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)								
Variable	Percentile 10.00000	Percentile 90.00000	Variance	Std.Dev.	Coef.Var.	Standard Error	Skewness	Kurtosis
Kупе	716.0000	40692.00	446666684	21134.46	140.6870	2959.421	2.726760	9.356502

Теоретичният закон на разпределение е експоненциален с основни параметри: оценка на средната стойност 15022км.; оценка на средноквадратичното отклонение 21134 км.; и коефициент на вариация 140,68%.

3. *Определяне големината на извадката от статистически данни за отказите на наблюдаваните системи на автомобилите на базата на предварително зададена доверителна вероятност и точност на резултатите.*

На базата на получените теоретични закони на разпределение за отделните системи при зададена, доверителна вероятност  $P_x = 0,9$  и относителна грешка  $\epsilon_x = 0,1$ , необходимият минимален брой опитни данни за отделните системи (отработка до отказ) се получават от [1] както следва:

- ✓ Двигател – 120 бр.;
- ✓ Ходова система – 140 бр.;
- ✓ Електрическа система – 100 бр.;
- ✓ Трансмисия – 120 бр.;
- ✓ Купе на автомобиля – 120 бр.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получените резултати за системите, за които е определен теоретичен закон на разпределение дават възможност да се постигне гарантирана точност и достоверност на резултатите от изследването.

За системите, за които наличната информация не дава възможност да се определи теоретичният закон на разпределение, определянето на обема на извадката гарантираща зададена точност и достоверност може да се вземе като се използва неравнството на Чебишев или резултати от други аналогични изследвания. При липса на такава информация, е необходимо да се извършва статистическа обработка на наличната информация с междинно определяне на обема на извадката, с нарастване на обема и до достигане на необходимата доверителната вероятност.

## ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ 37.001.043-72 Надежность изделий автомобилостроения. Система сбора и обработки информации. Определение числа объектов наблюдений, проводимых в автотранспортных предприятиях – М.:Изд. Стандартов – 1973.

[2] Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. /2-е изд. прераб. и доп. – М., Транспорт, 1990.

[3] Wallas R.Blishke, D.N. Prabhakar Murty. Reliability, modelling, prediction and optimisation, John Wiley & Sons, 2000.

**За контакти:**

ас. Михаил Милчев, Катедра “Транспорт”, Русенски университет “Ангел Кънчев”,  
тел.: 082-888 605, e-mail: [mmilchev@uni-ruse.bg](mailto:mmilchev@uni-ruse.bg);

доц. д-р Александър Стоянов, Катедра “Транспорт”, Русенски университет  
“Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 605, e-mail: [astoyanov@uni-ruse.bg](mailto:astoyanov@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**