

Лабораторная работа №1

Анализ (обработка информации) показателей надежности уборочной техники

Цель работы: выполнить обработку информационных данных о показателях надёжности на основании экспериментальной информации о доремонтных ресурсах двигателей по варианту.

Общие сведения

Существует несколько методов обработки информации. Некоторые из них (например, метод максимального правдоподобия) сложны, трудоемки, нуждаются в применении электронно-вычислительной техники. Использование таких методов в хозяйствах и на ремонтных предприятиях для обработки информации о надежности тракторов и сельскохозяйственных машин не только затруднено, но и нецелесообразно, так как их точность превышает точность входной информации. Рекомендуемые ниже методы обработки информации просты и надежны. Их могут применять инженеры сельскохозяйственного производства без использования электронно-вычислительных машин.

После составления сводной таблицы информации в порядке возрастания показателя надежности (табл. 1.1) её обрабатывают в такой последовательности:

- Построение статистического ряда исходной информации и определение величины смещения начала рассеивания $t_{см}$.
- Определение среднего значения \bar{t} и среднего квадратического отклонения σ показателя надежности (ПН).
- Проверка информации на выпадающие точки.
- Построение гистограммы, полигона и кривой наклонных опытных вероятностей показателя надежности.
- Определения коэффициента вариации V .
- Выбор теоретического закона распределения (ТЗР), определение его параметров и графическое построение интегральной $F(t)$ и дифференциальной $f(t)$ функций.
- Проверка совпадения опытных и теоретических законов распределения ПН по критериям согласия.
- Определение доверительных границ рассеивания одиночных и средних значений показателя надежности и возможных наибольших ошибок переноса.

					Лабораторная работа №1							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Анализ (обработка информации) показателей надежности уборочной техники			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.	Лукьяненко.									1	8	
Провер.	Попов В.Б.							ГГТУ им. П.О.Сухого гр.С-41				
Реценз												
Н. Контр.												
Утверд.												

Таблица 1 Информация о доремонтных ресурсах двигателя по варианту

№ двигателя	Доремонт-ный ресурс	№ двигателя	Доремонт-ный ресурс	№ двигателя	Доремонт-ный ресурс
1	1450	24	3280	47	4610
2	1510	25	3320	48	4640
3	1560	26	3380	49	4790
4	1670	27	3420	50	4820
5	1680	28	3480	51	4940
6	1750	29	3510	52	4980
7	2010	30	3570	53	5030
8	2140	31	3600	54	5110
9	2290	32	3670	55	5200
10	2350	33	3780	56	5460
11	2410	34	3920	57	5580
12	2550	35	4020	58	5620
13	2690	36	4170	59	5750
14	2720	37	4210	60	6180
15	2880	38	4230	61	6280
16	2900	39	4250	62	6410
17	3040	40	4300	63	6680
18	3070	41	4360	64	6740
19	3100	42	4390	65	6820
20	3150	43	4460	66	7180
21	3180	44	4480	67	7350
22	3210	45	4530	68	7490
23	3250	46	4570	69	7870

1. Построение статистического ряда исходной информации и определение величины смещения начала рассеивания.

1.1. Количество интервалов статистического ряда n определяем из уравнения:

$$n = \sqrt{N}.$$

Полученный результат округляем в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Количество интервалов не должно выходить за пределы $n = 6 \dots 20$.

$$n = \sqrt{70} \approx 9 \text{ интервалов.}$$

1.2. Величину одного интервала A определяем из уравнения:

$$A = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{n},$$

где t_{\max} и t_{\min} – соответственно наибольшее и наименьшее значения показателей надежности в сводной таблице данных.

$$t_{\max} = T_{\text{др}70} = 8000 \text{ мото-ч}, t_{\min} = T_{\text{др}1} = 1450 \text{ мото-ч}.$$

$$A = \frac{8000 - 1450}{9} \approx 728 \text{ мото-ч}.$$

1.3. Определяем границы каждого интервала в единицах показателя надежности по формулам

$$t_{iH} = t_{(i-1)B},$$

$$t_{iB} = t_{iH} + A,$$

где t_{iH} и t_{iB} – нижняя и верхняя граница интервала соответственно.

За начало первого интервала t_{1H} следует принимать наименьшее значение показателя надёжности (ПН).

Для первого интервала $t_{1H} = T_{\text{др}1} = 1450$ мото-ч;

$$t_{1B} = t_{1H} + A = 1450 + 728 = 2178 \text{ мото-ч}.$$

Для второго интервала $t_{2H} = t_{1B} = 2178$ мото-ч;

$$t_{2B} = t_{2H} + A = 2178 + 728 = 2906 \text{ мото-ч}.$$

Для третьего интервала $t_{3H} = t_{2B} = 2906$ мото-ч;

$$t_{3B} = t_{3H} + A = 2906 + 728 = 3634 \text{ мото-ч}.$$

Для четвертого интервала $t_{4H} = t_{3B} = 3634$ мото-ч;

$$t_{4B} = t_{4H} + A = 3634 + 728 = 4362 \text{ мото-ч}.$$

Для пятого интервала $t_{5H} = t_{4B} = 4362$ мото-ч;

$$t_{5B} = t_{5H} + A = 4362 + 728 = 5090 \text{ мото-ч}.$$

Для шестого интервала $t_{6H} = t_{5B} = 5090$ мото-ч;

$$t_{6B} = t_{6H} + A = 5090 + 728 = 5818 \text{ мото-ч}.$$

Для седьмого интервала $t_{7H} = t_{6B} = 5818$ мото-ч;

$$t_{7B} = t_{7H} + A = 5818 + 728 = 6546 \text{ мото-ч}.$$

Для восьмого интервала $t_{8H} = t_{7B} = 6546$ мото-ч;

$$t_{8B} = t_{8H} + A = 6546 + 728 = 7274 \text{ мото-ч}.$$

Для девятого интервала $t_{9H} = t_{8B} = 7274$ мото-ч;

$$t_{9B} = t_{9H} + A = 7274 + 728 = 8002 \text{ мото-ч}.$$

1.4. Определяем количество случаев (частота m) в каждом интервале. Если точка информации попадает на границу между интервалами, то в предыдущий и в последующий интервалы вносят по 0,5 точки.

Для первого интервала $m_1 = 8$.

Для второго интервала $m_2 = 8$.

Для третьего интервала $m_3 = 15$.

Для четвертого интервала $m_4 = 10$.

Для пятого интервала $m_5 = 12$.

Для шестого интервала $m_6 = 6$.

Для седьмого интервала $m_7 = 3$.

Для восьмого интервала $m_8 = 4$.

Для девятого интервала $m_9 = 4$.

1.5. Определяем опытную вероятность появления показателя надежности в каждом интервале

$$P_i = m_i / N.$$

						Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Для первого интервала $P_1 = 8 / 70 = 0,114$.

Для второго интервала $P_2 = 8 / 70 = 0,114$.

Для третьего интервала $P_3 = 15 / 70 = 0,214$.

Для четвертого интервала $P_4 = 10 / 70 = 0,143$.

Для пятого интервала $P_5 = 12 / 70 = 0,171$.

Для шестого интервала $P_6 = 6 / 70 = 0,086$.

Для седьмого интервала $P_7 = 3 / 70 = 0,043$.

Для восьмого интервала $P_8 = 4 / 70 = 0,057$.

Для девятого интервала $P_9 = 4 / 70 = 0,057$.

1.6. Определяем накопленную (интегральную) опытную вероятность $\sum P_i$.

$$\sum P_i = P_i + \sum P_{i-1}$$

Для первого интервала $\sum P_1 = 0,114$.

Для второго интервала $\sum P_2 = 0,114 + 0,114 = 0,228$.

Для третьего интервала $\sum P_3 = 0,214 + 0,228 = 0,442$.

Для четвертого интервала $\sum P_4 = 0,143 + 0,442 = 0,585$

Для пятого интервала $\sum P_5 = 0,171 + 0,585 = 0,756$

Для шестого интервала $\sum P_6 = 0,086 + 0,756 = 0,842$

Для седьмого интервала $\sum P_7 = 0,043 + 0,842 = 0,885$

Для восьмого интервала $\sum P_8 = 0,057 + 0,885 = 0,942$

Для девятого интервала $\sum P_9 = 0,057 + 0,942 = 0,999$

1.7. Определяем смещение начала рассеивания показателя надежности.

При определении величины смещения начала рассеивания $t_{см}$ используем практические рекомендации:

- при наличии статистического ряда информации ($N > 25$) величина смещения $t_{см}$ равна:

$$t_{см} = t_{1н} - 0,5 \cdot A,$$

где $t_{1н}$ – значение начала первого интервала;

A – величина одного интервала.

$$t_{см} = 1450 - 0,5 \cdot 728 = 1086$$

2. Определение среднего значения и среднего квадратического отклонения показателя надежности.

2.1. Среднее значение является важной характеристикой показателя надежности. Зная средние значения, планируют работу машины, составляют заявку на запасные части, определяют объем ремонтных работ и т. д.

Среднее значение показателя надежности \bar{t} определяем по уравнению:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n t_{ic} \cdot P_i,$$

где n – количество интервалов в статистическом ряду;

t_{ic} – значение середины i -го интервала;

P_i – опытная вероятность i -го интервала.

Определим значения середины каждого интервала:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

$$t_{ic} = \frac{t_{in} + t_{ie}}{2}.$$

$$\begin{aligned} t_{1c} &= \frac{1450 + 2178}{2} = 1814; \quad t_{2c} = \frac{2178 + 2906}{2} = 2542; \\ t_{3c} &= \frac{2906 + 3634}{2} = 3270; \quad t_{4c} = \frac{3634 + 4362}{2} = 3998; \\ t_{5c} &= \frac{4362 + 5090}{2} = 4726; \quad t_{6c} = \frac{5090 + 5818}{2} = 5454; \\ t_{7c} &= \frac{5818 + 6546}{2} = 6182; \quad t_{8c} = \frac{6546 + 7274}{2} = 6910; \\ t_{9c} &= \frac{7274 + 8002}{2} = 7638. \end{aligned}$$

Среднее значение показателя

$$\bar{t} = \sum_1^9 1814 \cdot 0,114 + 2542 \cdot 0,114 + \dots + 6910 \cdot 0,057 + 7638 \cdot 0,057 = 4144$$

2.2. При определении среднего значения величин \bar{q} , обратных основным показателям надежности \bar{t} , воспользуемся средними гармоническими значениями, определяемыми по уравнению:

$$\bar{q} = \frac{1}{\bar{t}} = \frac{N}{\sum_{i=1}^N t_i}.$$

$$\bar{q} = \frac{1}{4144} = 2,4 \cdot 10^{-4}.$$

2.3. Среднее квадратическое отклонение определим по уравнению:

$$\sigma = \sqrt{\sum_1^N (t_i - \bar{t})^2 \cdot P_i}.$$

$$\sigma = \sqrt{(1814 - 4144)^2 \cdot 0,114 + \dots + (7638 - 4144)^2 \cdot 0,057} = 1612 \text{ мото-ч.}$$

3. Проверка информации на выпадающие точки.

3.1. Грубую проверку информации проводим по правилу

$$\bar{t} = \pm 3\sigma,$$

т. е. полученное расчетным путем среднее значение показателя надежности последовательно уменьшаем и увеличиваем на 3σ . Если крайние точки информации не выходят за пределы $\bar{t} = \pm 3\sigma$, все точки информации действительны.

$$4144 - 3 \cdot 1612 = -692 \text{ мото-ч (нижняя граница)}$$

$$4144 + 3 \cdot 1612 = 8980 \text{ мото-ч (верхняя граница).}$$

Наименьший доремонтный ресурс двигателя $T_{др1} = 1450$ мото-ч. Следовательно, эта точка информации действительна и должна быть учтена при дальнейших расчетах ($1450 > -692$).

Наибольший ресурс двигателя $T_{др70} = 8000$ также не выходит за верхнюю границу достоверности ($8000 > 8979$ мото-ч). Поэтому она тоже должна учитываться в дальнейших расчетах.

3.2. Проверим смежные точки информации по критерию λ (критерий Ирвина).

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Фактическое значение критерия $\lambda_{оп}$ определим по уравнению:

$$\lambda_{оп} = \frac{1}{\sigma} \cdot (t_i - t_{i-1}),$$

где t_i и t_{i-1} – смежные точки информации.

$\lambda_{оп}$ для крайних точек информации:

- для наименьшей точки информации ($T_{др1} = 1450$ мото-ч)

$$\lambda_{оп} = \frac{1}{\sigma} (T_{др1} - T_{др2}) = \frac{1510 - 1450}{1612} \approx 0,37;$$

- для наибольшей точки информации ($T_{др70} = 8000$ мото-ч)

$$\lambda_{оп} = \frac{1}{\sigma} (T_{др70} - T_{др69}) = \frac{8000 - 7870}{1612} \approx 0,08.$$

Сравним опытные и теоретические (см. табл. П.1) критерии при $N = 70$:

- первая точка информации $T_{др1} = 1450$ мото-ч является достоверной точкой ($\lambda_{оп} = 0,37 < \lambda = 1,1$) и её следует учитывать при дальнейших расчетах;
- последняя точка информации $T_{др70} = 8000$ мото-ч является достоверной точкой ($\lambda_{оп} = 0,08 < \lambda = 1,1$), и её следует учитывать в дальнейших расчетах.

Если проверка исключает точки информации, то необходимо вновь перестроить статистический ряд и пересчитать среднее значение и среднее квадратическое отклонение показателя надежности.

Приведем уточненный статистический ряд распределения доремонтного ресурса двигателя в таблицу.

Таблица 1.2 Уточненный статический ряд распределения

Интервал, мото-ч	m_i	P_i	$\sum P_i$
1450-2178	8	0,114	0,114
2178-2906	8	0,114	0,228
2906-3634	15	0,214	0,442
3634-4362	10	0,143	0,585
4362-5090	12	0,171	0,756
5090-5818	6	0,086	0,842
5818-6546	3	0,043	0,885
6546-7274	4	0,057	0,942
7274-8002	4	0,057	0,999

4. Построение гистограммы, полигона и кривой накопленных опытных вероятностей показателя надежности.

Составленный по данным исходной информации уточненный статистический ряд (табл. 1.2) дает полную характеристику опытного распределения показателя надежности.

По данным статистического ряда можно строим гистограмму, поли-

гон и кривую накопленных опытных вероятностей (рис. 1.1). По оси абсцисс откладываем в масштабе значение показателя надежности t , а по оси ординат – опытную вероятность P_i (у гистограммы и полигона) и накопленную опытную вероятность $\sum P_i$ (у кривой накопленных вероятностей).

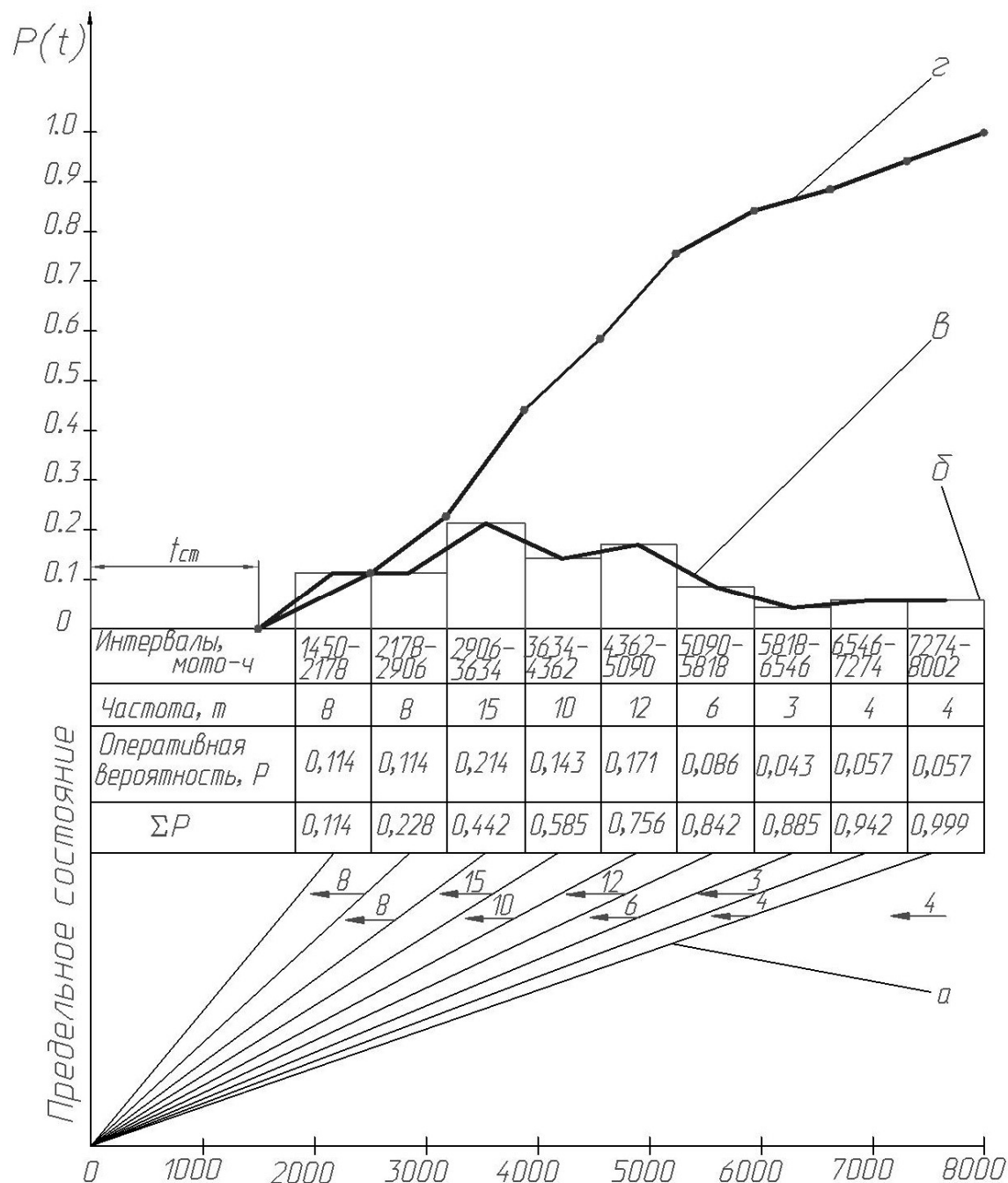


Рис. 1. Схема обработки информации о показателях надежности: а – распределение первичной информации; б – гистограмма распределения; в – полигон распределения; г – кривая накопленных вероятностей

5. Определим значение коэффициента вариации:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{t} - t_{cm}},$$

где $\bar{t} = 4163$ мото-ч; $\sigma = 1625$ мото-ч; $t_{cm} = 1079$.

$$v = \frac{1625}{4163 - 1079} = 0,526.$$

$$a = \frac{\sigma}{C_b} = \frac{1625}{0,526} = 3089,3 \text{ мото-ч.}$$

Вывод: в ходе данной работы были проанализированы показатели надежности уборочной техники на основании экспериментальной информации о до-ремонтных ресурсах двигателей

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		