

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О ПОКАЗАТЕЛЯХ НАДЁЖНОСТИ

Цель работы: изучить методику обработки информационных данных о показателях надёжности на основании собранной информации.

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 надёжности 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 надёжны. Их могут применять инженеры сельскохозяйственного производства без использования электронно-вычислительных машин.

После составления сводной таблицы информации (о показателях надёжности доремонтных ресурсов 70 двигателей СМД – 14 в течении их работы за период испытаний) в порядке возрастания показателя надёжности (таблица 1.1.) её обрабатывают в такой последовательности:

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

					Лабораторная работа №1							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ О ПОКАЗАТЕЛЯХ НАДЁЖ- НОСТИ			Лит.	Лист	Листов		
Разраб.										1	8	
Провер.								ГГТУ им.П.О.Сухого гр.С-41				

Исходные данные для выполнения лабораторной работы приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Информация о доремонтных ресурсах двигателя по варианту.

№ двигателя	Доремонтный ресурс (мото-ч)	№ двигателя	Доремонтный ресурс (мото-ч)	№ двигателя	Доремонтный ресурс (мото-ч)
1		24		47	
2		25		48	
3		26		49	
4		27		50	
5		28		51	
6		29		52	
7		30		53	
8		31		54	
9		32		55	
10		33		56	
11		34		57	
12		35		58	
13		36		59	
14		37		60	
15		38		61	
16		39		62	
17		40		63	
18		41		64	
19		42		65	
20		43		66	
21		44		67	
22		45		68	
23		46		69	
				70	

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  $n = 6 \dots 20$ .

$$n = \sqrt{\quad} \approx \quad \text{интервалов.}$$

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.

$$t_{\max} = T_{\text{дрп}} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}, \quad t_{\min} = T_{\text{дрп}} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

$$A = \text{_____} \approx \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

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  $t_{1H} = T_{\text{дрп}} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{1B} = t_{1H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для второго интервала  $t_{2H} = t_{1B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{2B} = t_{2H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для третьего интервала  $t_{3H} = t_{2B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{3B} = t_{3H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для четвертого интервала  $t_{4H} = t_{3B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{4B} = t_{4H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для пятого интервала  $t_{5H} = t_{4B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{5B} = t_{5H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для шестого интервала  $t_{6H} = t_{5B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{6B} = t_{6H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для седьмого интервала  $t_{7H} = t_{6B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{7B} = t_{7H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для восьмого интервала  $t_{8H} = t_{7B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{8B} = t_{8H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

Для девятого интервала  $t_{9H} = t_{8B} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч};$

$$t_{9B} = t_{9H} + A = \text{_____} + \text{_____} = \text{_____} \text{ МОТО-Ч}.$$

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  $m_1 =$   
 Для второго интервала  $m_2 =$   
 Для третьего интервала  $m_3 =$   
 Для четвертого интервала  $m_4 =$   
 Для пятого интервала  $m_5 =$   
 Для шестого интервала  $m_6 =$   
 Для седьмого интервала  $m_7 =$   
 Для восьмого интервала  $m_8 =$   
 Для девятого интервала  $m_9 =$

1.5. Определяем опытную вероятность появления показателя надежности в каждом интервале

$$P_i = m_i / N.$$

Для первого интервала  $P_1 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для второго интервала  $P_2 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для третьего интервала  $P_3 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для четвертого интервала  $P_4 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для пятого интервала  $P_5 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для шестого интервала  $P_6 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для седьмого интервала  $P_7 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для восьмого интервала  $P_8 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для девятого интервала  $P_9 = \quad / \quad = \underline{\hspace{2cm}}.$

1.6. Определяем накопленную (интегральную) опытную вероятность

$$\sum P_i.$$

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

Для первого интервала  $\sum P_1 =$   
 Для второго интервала  $\sum P_2 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для третьего интервала  $\sum P_3 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для четвертого интервала  $\sum P_4 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для пятого интервала  $\sum P_5 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для шестого интервала  $\sum P_6 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для седьмого интервала  $\sum P_7 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для восьмого интервала  $\sum P_8 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$   
 Для девятого интервала  $\sum P_9 = \underline{\hspace{2cm}} + \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}.$

1.7. Определяем смещение начала рассеивания показателя надежности.

При определении величины смещения начала рассеивания  $t_{см}$  исполь-

зуем практические рекомендации:

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

$$t_{cm} = t_{1H} - 0,5 \cdot A, \quad (1.3)$$

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

$A$  – величина одного интервала.

$$t_{cm} = \underline{\hspace{2cm}} - 0,5 \cdot \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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.

Определим значения середины каждого интервала:

$$t_{ic} = \frac{t_{iH} + t_{iB}}{2}.$$

$$t_{1c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{2c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{3c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{4c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{5c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{6c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{7c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{8c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

$$t_{9c} = \frac{\quad + \quad}{2} =$$

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.

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

					Лабораторная работа №1	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

$$\bar{q} = \frac{1}{\bar{t}} = .$$

2.3. Среднее квадратическое отклонение определим по уравнению:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N (t_i - \bar{t})^2 \cdot P_i}.$$

$$\sigma = \sqrt{\quad}$$

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  $3\sigma$ . Если крайние точки информации не выходят за пределы  $\bar{t} \pm 3\sigma$ , все точки информации действительны.

$$\underline{\quad} - 3 \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ мото-ч (нижняя граница)}$$

$$\underline{\quad} + 3 \cdot \underline{\quad} = \underline{\quad} \text{ мото-ч (верхняя граница)}.$$

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

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

3.2. Проверим смежные точки информации по критерию  $\lambda$  (критерий Ирвина).

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

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

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

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

- для наименьшей точки информации ( $T_{дрп} = \underline{\quad}$  мото-ч)

$$\lambda_{он} = \frac{1}{\sigma} (T_{дрп2} - T_{дрп1}) = \underline{\quad} \approx \underline{\quad};$$

- для наибольшей точки информации ( $T_{дрп} = \underline{\hspace{2cm}}$  мото-ч)

$$\lambda_{оп} = \frac{1}{\sigma} (T_{др70} - T_{др69}) = \underline{\hspace{2cm}} \approx \underline{\hspace{2cm}}.$$

Сравним опытные и теоретические (см. таблицу. П.1.1 приложения практического руководства) критерии при  $N=70$ :

- первая точка информации  $T_{дрп} = \underline{\hspace{2cm}}$  мото-ч является достоверной точкой ( $\lambda_{оп} = \underline{\hspace{2cm}} < \lambda = 1,1$ ) и её следует учитывать при дальнейших расчетах;
- последняя точка информации  $T_{дрп} = \underline{\hspace{2cm}}$  мото-ч является достоверной точкой ( $\lambda_{оп} = \underline{\hspace{2cm}} < \lambda = 1,1$ ), 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 доремонтного ресурса двигателя СМД - 14.

Интервал, мото-ч	$m_i$	$P_i$	$\sum P_i$

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

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

По данным статистического ряда можно строим гистограмму, полигон и кривую накопленных опытных вероятностей. По оси абсцисс откладываем в масштабе значение показателя надежности  $t$ , а по оси ординат – частоту или опытную вероятность  $P_i$  (у гистограммы и полигона) и накопленную опытную вероятность  $\sum P_i$  (у кривой накопленных вероятностей).

5. Определим значение коэффициента вариации:

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

$\bar{t} =$  \_\_\_\_\_ мото-ч;  $\sigma =$  \_\_\_\_\_ мото-ч;  $t_{cm} =$  \_\_\_\_\_.

$V =$  \_\_\_\_\_ =  
\_\_\_\_\_

6. Определяем параметры закона распределения Вейбулла

6.1. По коэффициенту вариации из таблицы П.2. приложения практического руководства выбираем коэффициенты:

$b =$  \_\_\_\_\_;  $K_b =$  \_\_\_\_\_;  $C_b =$  \_\_\_\_\_.

6.2. Параметр  $a$  находим по уравнению:

$$a = \frac{\sigma}{C_b} = \text{_____} = \text{_____ мото-ч.}$$



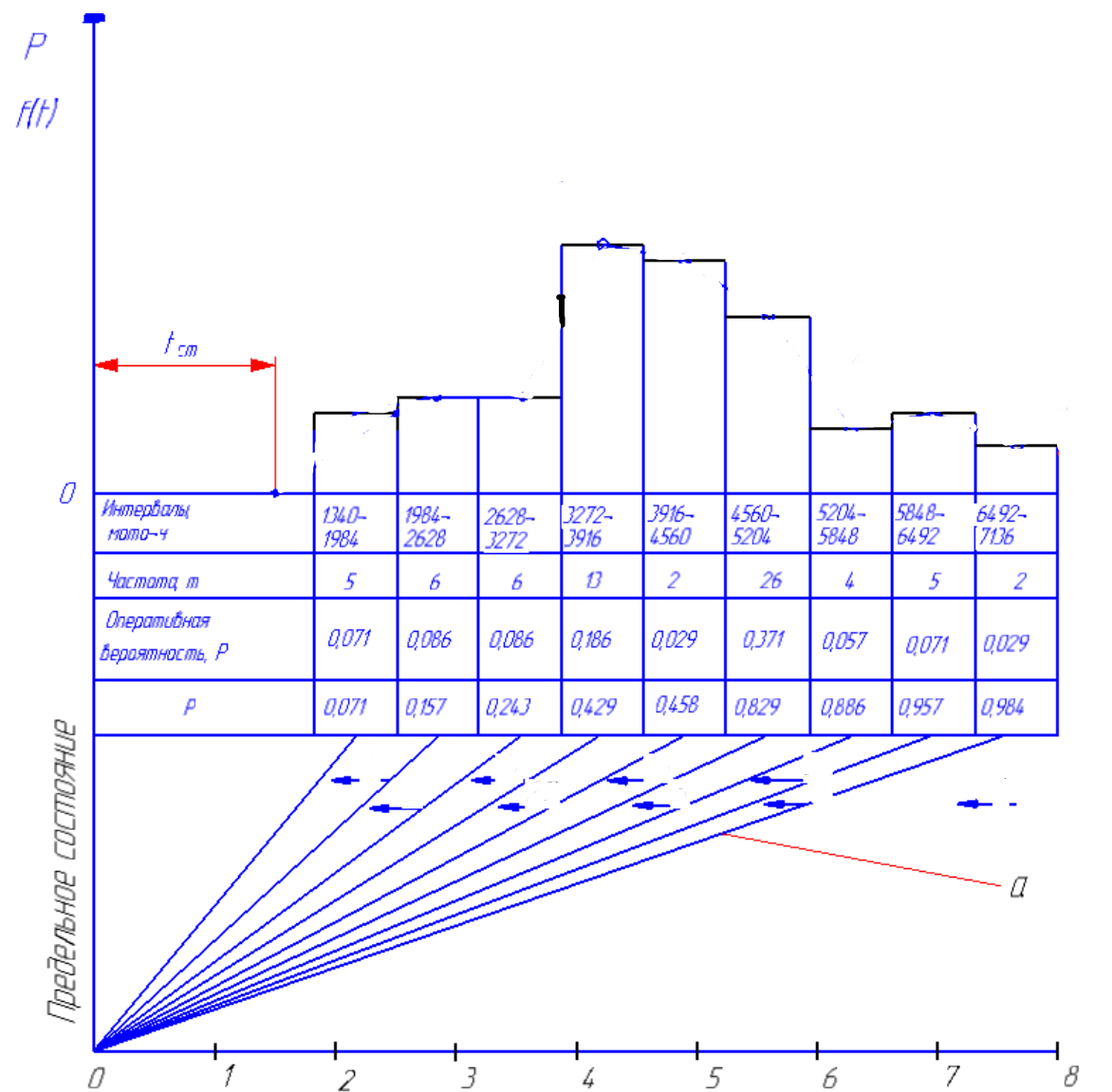


Рисунок. 1.1. Схема обработки информации о показателях надежности: а – распределение первичной информации; б – гистограмма распределения; в – полигон распределения; г – кривая накопленных вероятностей.

Вывод: изучили методику обработки информационных данных о показателях надёжности на основании собранной информации.