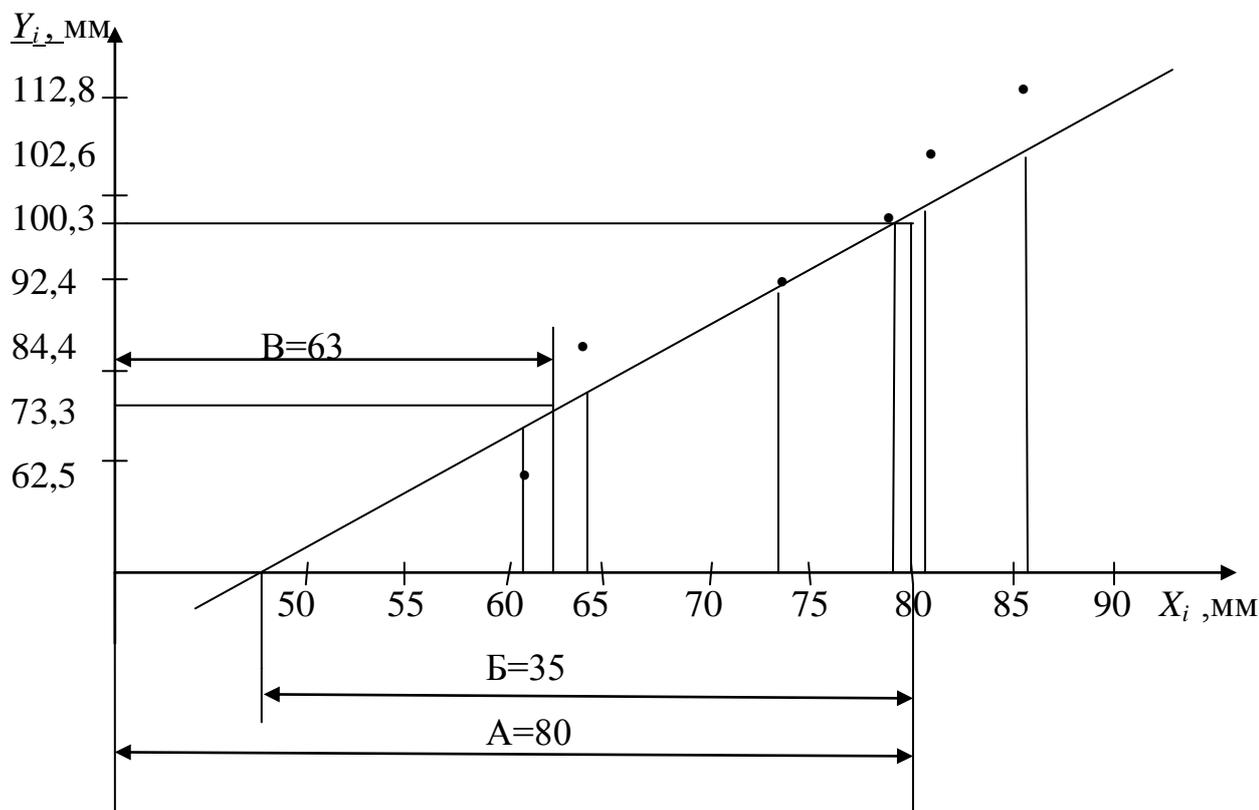


Бардадын Н.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ №2

«Обработки многократно усеченной опытной информации графическими методами, оценка качества ремонта сельскохозяйственной техники»

Методическое указание для студентов очной и заочной форм обучения,  
направления подготовки 36.03.06 - Агроинженерия,  
профиль - Технический сервис в АПК



**УДК 631.3.004.67(07)**

**ББК 40.72**

**Б 24**

Бардадын Н.А., «Обработки многократно усеченной опытной информации графическими методами, оценка качества ремонта сельскохозяйственной техники»: МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ №2 / Н.А. Бардадын. – Брянск: Издательство Брянский ГАУ, 2015. - 19 с.

Рецензент: Рецензент: доктор технических наук, профессор Купреенко А.И.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно - технологического факультета от 22 октября 2015 г., протокол №3.

© Бардадын Н.А., 2015

© Брянский ГАУ, 2015

## 1. ЦЕЛЬ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

Целью индивидуального задания является привитие навыков самостоятельного решения конкретных инженерных задач, связанных с методикой обработки многократно усеченной опытной информации методами вероятностной бумаги, оценки качества ремонта сельскохозяйственной техники. Закрепление и углубление знаний, полученных студентом на лекциях и лабораторных занятиях, а также в процессе самостоятельного изучения дисциплины «Основы надёжности технических систем».

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Статистическая обработка информации о показателях надежности объекта имеет конкретное значение, так как позволяет планировать сроки постановки в ремонт отдельных машин и их агрегатов, расход запасных частей, обосновать выбор рационального способа восстановления изношенной детали и рациональные способы обработки информации, оценить качество ремонта машин и др. Графические методы менее трудоёмки по сравнению с аналитическими и при соблюдении всех процедур расчёта, достаточно точны. В этой связи их используют всё шире в практике решения инженерных задач.

### МЕТОДИКА СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МНОГОКРАТНО УСЕЧЁННОЙ ИНФОРМАЦИИ, АНАЛИЗ РЕСУРСОВ И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РЕМОНТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Особенность методики обработки многократно усечённой информации заключается в том, что при использовании вероятностной бумаги отпадает необходимость в расчете параметров теоретических законов распределения -  $\bar{t}$ ,  $\sigma$  и  $V$ . Средний ресурс можно рассчитать с учётом вероятности отказа приостановленной машины, если предположить, что она продолжала бы работать

после наработки в момент выбытия с испытаний. Иными словами в ходе наблюдений некоторые объекты в процессе испытаний могут быть приостановлены не достигнув предельного состояния (например, в связи с окончанием сезонных работ часть наблюдаемых машин поставили на хранение). В этом случае информация является многократно усеченной.

При  $N \leq 10$  используют все имеющиеся опытные точки информации, которые называют координатными точками.

При  $N > 10$  выбирают 5-7 точек, равномерно расположенных в общем объеме.

### Цель работы

Освоить методику расчета  $\gamma$  %-ного ресурса и оценить качество ремонта двигателя А-41.

### Задание

Определить межремонтный 80%-ный гамма ресурс двигателя А-41 и коэффициент качества.

### Последовательность выполнения работы

1. Составить сводную ведомость информации в порядке возрастания показателя надёжности (ПН) до ремонтного ресурса двигателя А-41 (варианты 1–30 см. работу №1.). с учетом приостановленных двигателей в порядке возрастания  $T_{\text{мр}}^{\phi}$ .
2. Составить сводную таблицу исходной информации

2160	4040	4790	4920	5060	5390
6090	6150	6850	7010	7090	7895

3. Определить порядковый расчетный номер отказавших двигателей с учетом приостановленных

$$N_{pi}^o = N_{pi}^{on} + \frac{N + 1 - N_{pi}^{on}}{N + 1 - N_o - N_{np}},$$

где  $N_{pi}^o$  - расчетный номер  $i$ -го двигателя;

$N_{pi}^o$  - расчётный номер предыдущего двигателя;

$N$  – количество двигателей по ведомости информации;

$N_o$  - количество отказавших двигателей до  $N_{pi}^0$ ;

$N_{пр}$  – количество приостановленных двигателей до  $N_{pi}^0$ .

$N_{p1}^0=1$ , т.к. приостановленных двигателей до него не было.

$$N_{p2}^0=1 + \frac{12+1-1}{12+1-1-1} = 2,09$$

$$N_{p3}^0=2,09 + \frac{12+1-2,09}{12+1-2-2} = 3,3$$

$$N_{p4}^0=3,3 + \frac{12+1-2,09}{12+1-2-2} = 4,91$$

$$N_{p5}^0=4,91 + \frac{12+1-4,91}{12+1-4-4} = 6,53$$

$$N_{p6}^0=6,53 + \frac{12+1-6,53}{12+1-5-5} = 8,69$$

$$N_{p7}^0=8,69 + \frac{12+1-8,69}{12+1-6-5} = 10,85$$

Полученные таким образом значения заносим в таблицу 1.

Таблица 1

№№ п/п	$T_{\text{пр}}^{\phi}$	№№ п/п	$T_{\text{пр}}^{\phi}$
$P_1$	2160	$ПР_4$	6090
$ПР_1$	4040	$P_4$	6150
$P_2$	4790	$P_5$	6850
$ПР_2$	4920	$ПР_5$	7010
$P_3$	5060	$P_6$	7090
$ПР_3$	5390	$P_7$	7895

где  $P$  - номер отказавшего двигателя

$ПР$  – номер приостановленного двигателя

- приостановленные двигатели.

4. Выбираем 6 точек  $N_{pi}^0$  равномерно расположенных по всей информации:

2,09; 3,3; 4,91; 6,53; 8,69; 10,85.

Строим таблицу 2, при этом приостановленные двигатели во внимание не берутся.

Таблица 2.

$N_{pi}$		2	3	4	5	6	7
$N_{pi}^o$		2,09	3,3	4,91	6,53	8,69	10,85
$T_{mp}^\phi$		4790	5060	6150	6850	7090	7895
$\sum P_{оп}$		0,16	0,25	0,38	0,50	0,67	0,83
ЗНР	$x_i$	240	253	308	343	355	395
	$y_i$	66,6	82,5	101,0	116,3	138,3	164,0
ЗРВ	$x_i$	61	63,8	73,6	78,8	80,5	85,6
	$y_i$	62,5	73,3	84,4	92,4	102,6	112,8

5. Определяем сумму накопленных опытных вероятностей

$$\sum P_{oni} = \frac{N_{pi}^o}{N + 1},$$

где  $N_{pi}^o$  - расчетный номер  $i$ -го двигателя.

$$\sum P_{оп 2,09} = \frac{2,09}{12+1} = 0,16$$

$$\sum P_{оп 3,3} = \frac{3,3}{12+1} = 0,25$$

$$\sum P_{оп 4,91} = \frac{4,91}{12+1} = 0,38$$

$$\sum P_{оп 6,53} = \frac{6,53}{12+1} = 0,50$$

$$\sum P_{оп 8,69} = \frac{8,69}{12+1} = 0,67$$

$$\sum P_{оп 10,85} = \frac{10,85}{12+1} = 0,83$$

Полученные значения заносим в таблицу 2.

6. Определяем координаты  $(x_i; y_i)$  выбранных точек для теоретических законов распределения (ЗНР и ЗРВ):

$$- \text{ для ЗНР} \quad x_i = M T_{mpi}^\phi,$$

где  $M$  - масштаб (мм/мото-ч)

$T_{mpi}^\phi$  - фактический межремонтный ресурс, мото-ч.

Принимаем масштаб 1 мм = 20 мото-ч.

$$X_{2,09} = \frac{1}{20} 4790 = 239,5 \approx 240 \text{ мм.}$$

$$X_{3,3} = \frac{1}{20} 5060 = 253 \text{ мм.}$$

Аналогичным образом определяют абсциссы других точек. Полученные данные заносим в табл.2.

Ординаты выбранных точек  $Y_i$  определяем по формуле:

$$Y_i = 50 [ H_K ( 0,001) - H_K ( \sum P_{опi} ) ], \text{ мм}$$

где 50 – масштабный коэффициент

$H_K(0,01)$  – квантиль ЗНР;  $H_K(0,01) = 2,326$  Таблица 3 приложения.

$\sum P_{опi}$  - накопленная опытная вероятность

$$Y_{2,09} = 50 (2,326 - H_K (0,16)) = 50 (2,326 - 0,994) = 66,6 \text{ мм}$$

$$Y_{3,3} = 50 (2,326 - H_K (0,25)) = 50 (2,326 - 0,675) = 82,5 \text{ мм}$$

С целью облегчения подобных вычислений используем табл. 4 приложения.

В первом вертикальном столбце находим значения накопленных опытных вероятностей с точностью до 0,1, а в горизонтальном до 0,01. Находим значение  $Y_i$ , выраженное в мм. Так, например для  $\sum P_{3,3} = 0,25$ ;  $Y_{3,3} = 82,5$  мм. Полученные таким образом значения заносим в табл.2.

- для ЗРВ

$$x_i = 100 \text{ lq} (T_{мрi}^{\phi} - C), \text{ мм,}$$

где 100 – масштабный коэффициент оси абсцисс;

$T_{мрi}^{\phi}$  – значение фактического межремонтного ресурса  $i$  – того двигателя в мото-ч;

$C$  - сдвиг начала рассеивания в мото-ч.

$$C = T_{мр1}^{\phi} - \frac{T_{мр3}^{\phi} - T_{мр1}^{\phi}}{2} = 2160 \frac{5060 - 2160}{2} = 710 \text{ мото-ч.}$$

При определении абсцисс размерность ресурса рекомендуется выбирать так, чтобы в скобках была получена цифра, имеющая один знак перед запятой. В нашем расчёте для этого принята размерность ресурса в тыс. мото-ч.

$$X_{0,9} = 100 \lg (4,79 - 0,710) = 61 \text{ мм.}$$

$$X_{3,3} = 100 \lg (5,06 - 0,710) = 63,8 \text{ мм.}$$

$$X_{4,91} = 100 \lg (6,15 - 0,710) = 73,6 \text{ мм.}$$

$$X_{6,53} = 100 \lg (6,85 - 0,710) = 78,8 \text{ мм.}$$

$$X_{8,69} = 100 \lg (7,09 - 0,710) = 80,5 \text{ мм.}$$

$$X_{10,85} = 100 \lg (7,895 - 0,710) = 85,6 \text{ мм.}$$

Полученные таким образом значения заносим в таблицу 2.

Значения ординат выбранных точек определяем по уравнению

$$y_i = M_y \left[ 2,37 + \lg \lg \frac{1}{1 - \sum_1^i p_i} \right]$$

- где  $M_y$  - масштаб построения оси ординат;
- $t_i$  - значение показателя надёжности;
- $\sum_1^i p_{опi}$  - накопленная опытная вероятность.

или таблице 5 приложения по известной величине накопленных опытных вероятностей по той же методике что и для ЗНР. Полученные данные заносим в табл.2.

7. По данным таблицы 2 строим интегральные прямые для ЗНР (рис. 1) и ЗРВ (рис. 2)

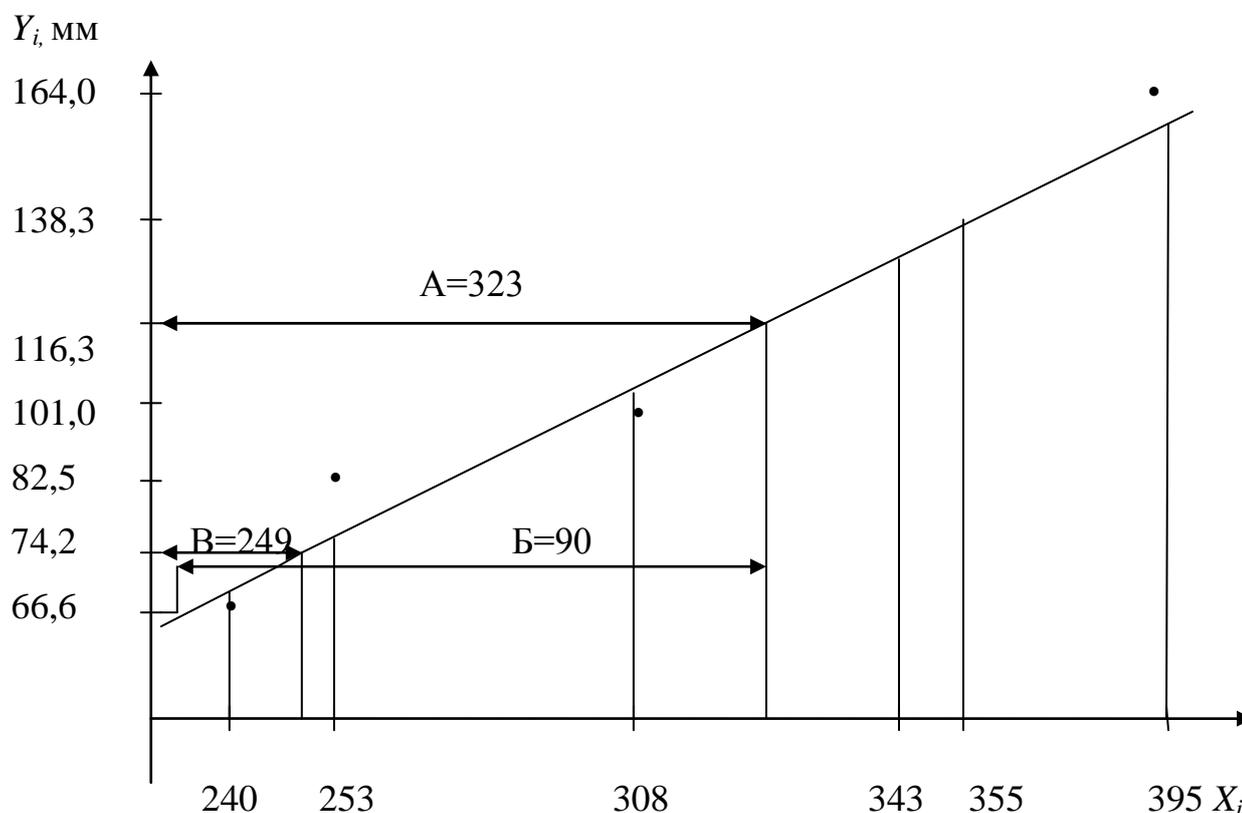


Рисунок 1. –Графическое изображение интегральной прямой для ЗНР

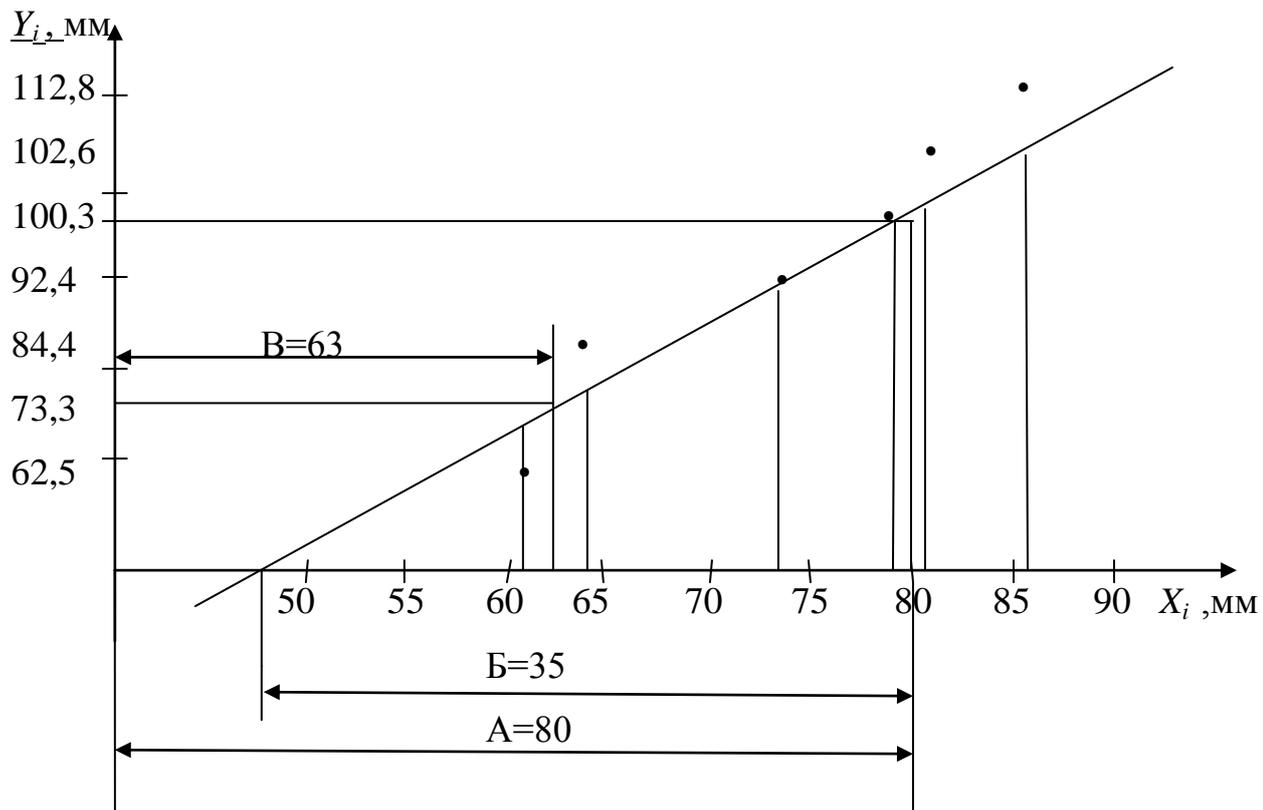


Рисунок 2. –Графическое изображение интегральной прямой для ЗРВ

8. Выбираем теоретический закон распределения межремонтных ресурсов двигателя А-41.

Теоретический закон распределения выбираем по критерию согласия:

$$\chi^2 = \sum_1^n \frac{(m_{\text{оп}i} - m_{\text{т}i})^2}{m_{\text{т}i}}$$

где  $n$  - количество отказавших двигателей;

Опытная частота ( $m_{\text{оп}i}$ ) определяется как разность между соседними номерами двигателей:  $m_{\text{оп}i} = N_{pi}^0 - N_{pi-1}^0$

$$m_2 = 2,09 - 0 = 2,09$$

$$m_3 = 3,3 - 2,09 = 1,21$$

$$m_4 = 4,91 - 3,3 = 1,61$$

$$m_5 = 6,53 - 4,91 = 1,62$$

$$m_6 = 8,69 - 6,53 = 2,16$$

$$m_7 = 10,85 - 8,69 = 2,16$$

Теоретическая частота ( $m_{Ti}$ ) определяется по формуле:

$$m_{Ti} = N [\sum P_{Ti} - P_{Ti-1}],$$

где  $N$  – количество испытываемых объектов.

Накопленная теоретическая вероятность определяется по интегральным прямым (рис.1,2). Для этого измерим в мм ординаты  $Y_{Ti}$  опытных точек  $Y_2, Y_3, Y_4 \dots$  до пересечения с соответствующими интегральными прямыми. Далее с этими значениями входим в таблицу 1 приложения для ЗНР и таблицу 2 приложения для ЗРВ для определения значений накопленной теоретической вероятности и заносим их в таблицу 3.

Для ЗНР

$$\begin{aligned} m_{T2} &= 12 (0,18 - 0) = 2,16 \\ m_{T3} &= 12 (0,22 - 0,18) = 0,48 \\ m_{T4} &= 12 (0,44 - 0,22) = 2,64 \\ m_{T5} &= 12 (0,59 - 0,44) = 1,8 \\ m_{T6} &= 12 (0,64 - 0,59) = 0,6 \\ m_{T7} &= 12 (0,79 - 0,64) = 1,8 \end{aligned}$$

Для ЗРВ

$$\begin{aligned} m_{T2} &= 12 (0,17 - 0) = 2,04 \\ m_{T3} &= 12 (0,21 - 0,17) = 0,48 \\ m_{T4} &= 12 (0,42 - 0,21) = 2,52 \\ m_{T5} &= 12 (0,56 - 0,42) = 1,68 \\ m_{T6} &= 12 (0,63 - 0,56) = 0,84 \\ m_{T7} &= 12 (0,77 - 0,63) = 1,68 \end{aligned}$$

Таблица 3

N	$N_{pi}^o$	$m_{опi}$	ЗНР			ЗРВ		
			$Y_{Ti},$ мм	$\Sigma P_{Ti}$	$m_{Ti}$	$Y_{Ti},$ мм	$\Sigma P_{Ti}$	$m_{Ti}$
2	2,09	2,09	70	0,18	2,16	64	0,17	2,04
3	3,3	1,21	78	0,22	0,48	69	0,21	0,48
4	4,91	1,61	108	0,44	2,64	88	0,42	2,52
5	6,53	1,62	128	0,59	1,8	96	0,56	1,68
6	8,69	2,16	134	0,64	0,6	100	0,63	0,84
7	10,85	2,16	157	0,79	1,8	109	0,77	1,68

$$\chi_{\text{зпр}}^2 = \frac{(2,09-2,16)^2}{2,16} + \frac{(1,21-0,48)^2}{0,48} + \frac{(1,61-2,64)^2}{2,64} + \frac{(1,62-1,8)^2}{1,8} + \frac{(2,16-0,6)^2}{0,6} + \frac{(2,16-1,8)^2}{1,8} = 5,66$$

$$\chi_{\text{зрв}}^2 = \frac{(2,09-2,04)^2}{2,04} + \frac{(1,21-0,48)^2}{0,48} + \frac{(1,61-2,52)^2}{2,52} + \frac{(1,62-1,68)^2}{1,68} + \frac{(2,16-0,84)^2}{0,84} + \frac{(2,16-1,68)^2}{16,8} = 3,65$$

Для дальнейших расчётов выбираем тот закон распределения, у которого расчётное значение критерия Пирсона  $\chi^2$  получилось меньше.

Т.к.  $\chi_{\text{зрв}}^2 < \chi_{\text{зпр}}^2$ , то дальнейшие расчёты ведём по ЗРВ.

8. Определяем параметры теоретического закона распределения Вейбулла.

Параметры распределения Вейбулла определяются по интегральной прямой рис. 2 следующим образом:

- параметр  $a$  – антилогарифм абсциссы точки пересечения интегральной прямой с горизонталью  $\sum P_{\text{оп}} = 0,63$ , проведенной на расстоянии 100,3 мм от оси абсцисс.

$$a = \text{анти лг} \frac{A}{100} = \text{анти лг} \frac{80}{100} = 6,309 \text{ тыс. мото-ч} = 6309 \text{ мото-ч.}$$

$$\text{- параметр } b = \frac{200}{B} = \frac{200}{35} = 5,7$$

9. Определяем среднее значение межремонтного ресурса  $\bar{T}_{\text{мр}}^{\Phi}$  и среднее квадратическое отклонение  $\sigma$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\Phi} = a K_b + c = 6309 \times 0,91 + 710 = 6451 \text{ мото-ч.},$$

где  $K_b$  – вспомогательный коэффициент (определяется из табл. 1 приложения по известному значению параметра  $b$ ,  $K_b = 0,91$ ).

$$\sigma = a C_b,$$

где  $C_b$  – вспомогательный коэффициент (определяется из табл. 1 приложения по известному значению параметра  $b$ ,  $C_b = 0,25$ ).

$$\sigma = 6451 \times 0,25 = 1612 \text{ мото-ч.}$$

10. Определяем 80% межремонтный гамма-ресурс.

Для ЗРВ гамма-ресурс определяется следующим образом. На оси ординат откладываем отрезок, равный 67,8 мм, что соответствует накопленной опытной вероятности  $\sum P_{\text{оп}} = 0,20$  и проводим прямую параллельную оси абсцисс до

пересечения с интегральной прямой ЗРВ. Замеряем длину отрезка В, рис.2 и определяем 80% гамма-ресурс:

$$T_{(80)\text{мр}} = \text{анти лг} \frac{B}{100} + C = \text{анти лг} \frac{63}{100} + 710 = 4,265 + 0,710 = 4265 + 710 = 4975$$

мото-ч.

11. Определяем доверительные границы рассеивания среднего значения межремонтного ресурса и относительную ошибку переноса.

Доверительные границы рассеивания и ошибка переноса определяются при односторонней доверительной вероятности  $\alpha_0 = 0,90$  для ЗРВ по следующим уравнения:

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\Phi} = (\bar{T}_{\text{мр}} - C) \sqrt[r_1]{b} + C;$$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\text{H}} = (\bar{T}_{\text{мр}} - C) \sqrt[r_3]{b} + C,$$

где  $r_1$  и  $r_3$  – коэффициенты Вейбулла (таблица 2 приложения)

$$N/\alpha = 12/0,9 = 13,3; r_1 = 1,5; r_3 = 1,5.$$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\Phi} = (6451 - 710) \sqrt[5,7]{1,5} + 710 = 6874 \text{ мото-ч.}$$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\text{H}} = (6451 - 710) \sqrt[5,7]{0,73} + 710 = 6142 \text{ мото-ч.}$$

Относительная предельная ошибка для односторонней доверительной вероятности определяется по формуле:

$$\delta_0 = \frac{\bar{T}_{\text{мр}}^{\Phi} - \bar{T}_{\text{мр}}}{\bar{T}_{\text{мр}} - C} 100 = \frac{6874 - 6451}{6451 - 710} 100 = 7,3\%$$

12. Определяем коэффициент качества ремонта по 80% межремонтному  $\gamma$  – ресурсу

$$K_{(80)\text{мр}} = \frac{T_{(80)\text{мр}}}{T_{(80)\text{мр}}^{\text{H}} K_3},$$

где  $T_{(80)\text{мр}}^{\text{H}}$  – нормированный 80%-й межремонтный  $\gamma$  – ресурс двигателя А-41

$$T_{(80)\text{мр}}^{\text{H}} = 1600 \text{ мото-ч.}$$

$K_3$  - зональный коэффициент

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}} = \frac{4975}{1600 \times 0,8} = 3,88$$

Доверительные границы рассеивания коэффициента качества  $K_{(80\%)_{\text{MP}}}$

Определяем по формулам:

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}}^H = 0,8 \times K_{(80\%)_{\text{MP}}} = 0,8 \times 3,88 = 3,104$$

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}}^B = 1,2 \times K_{(80\%)_{\text{MP}}} = 1,2 \times 3,88 = 4,656$$

13. Определяем коэффициент качества ремонта и его доверительные границы рассеивания по среднему межремонтному ресурсу

$$\bar{K}_{\text{MP}} = \frac{\bar{T}_{\text{MP}}}{1,45 T_{(80\%)_{\text{MP}}}^H K_3} = \frac{6451}{1,45 \times 1600 \times 0,8} = 3,48$$

$$\bar{K}_{\text{MP}}^H = 0,8 \bar{K}_{\text{MP}} = 0,8 \times 3,48 = 2,8$$

$$\bar{K}_{\text{MP}}^B = 1,2 \bar{K}_{\text{MP}} = 1,2 \times 3,48 = 4,2$$

Заключение: Проверкой качества ремонта двигателей А-41, прошедших ремонт на специализированных ремонтных предприятиях центрального региона России установлено, что коэффициент 80%  $\gamma$  – ресурса находится в интервале 3,104 – 4,656 при среднем значении 3,88, а коэффициент качества среднего ресурса находится в интервале 2,8-4,2 при среднем значении 3,48. Качество ремонта можно признать удовлетворительным.

### **В том случае, если предпочтение отдано ЗНР**

8. Определение значения среднего ресурса  $\bar{T}_{\text{MP}}^{\Phi}$  производится по интегральной прямой ЗНР (рис.1) следующим образом: на оси ординат откладываем отрезок 116,3 мм, что соответствует  $\sum P_{\text{оп}} = 0,50$  и проводим из этой точки прямую параллельную оси абсцисс до пересечения с интегральной прямой (отрезок «А»)

$$\text{Тогда } \bar{T}_{\text{мр}}^{\phi} = M \times A,$$

где  $M$  – масштаб оси ординат (1мм = 20мото-ч)

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\phi} = 20 \times 323 = 6460 \text{ мото - ч.}$$

Среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  определим как разность между отрезком «А» и абсциссой точки пересечения интегральной прямой с горизонталью 66,6 мм, что соответствует  $\sum P_{\text{оп}i} = 0,16$  отрезок «Б», умноженный на масштаб

$$\sigma = M \times B = 20 \times 90 = 1800 \text{ мото-ч.}$$

9. Определяем 80%-й межремонтный  $\gamma$ - ресурс  $T_{(80\%)\text{мр}}$

На оси ординат откладываем отрезок 74,2 мм, что соответствует  $\sum P_{\text{оп}i} = 0,20$  и прямую, параллельную оси абсцисс до пересечения с интегральной прямой ЗНР. Замерим длину отрезка В в мм.

$$T_{(80\%)\text{мр}} = M \times B = 20 \times 249 = 4980 \text{ мото-ч.}$$

10. Определяем доверительные границы рассеивания среднего значения межремонтного ресурса и относительную ошибку переноса

$$\bar{T}^{\text{H(B)}} = \bar{T}_{\text{мр}} \pm t_{\alpha} \frac{\sigma}{\sqrt{N}},$$

где  $t_{\alpha}$  –коэффициент Стьюдента (таблица 2 приложения)

Для  $\alpha_0 = 0,90$  и  $N=12$ . При этом  $\alpha_0 = \alpha$  (для двухсторонних доверительных границ, но взятом колонкой левее, т.е.  $\alpha_0 = 0,90$  равно  $\alpha = 0,80$ ).

В нашем случае  $N/\alpha = 12/0,9 = 13,3$ ;  $t_{\alpha} = 1,36$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\text{B}} = 6460 + 1,36 \frac{1800}{\sqrt{12}} = 7168 \text{ мото-ч.}$$

$$\bar{T}_{\text{мр}}^{\text{H}} = 6460 - 1,36 \frac{1800}{\sqrt{12}} = 5752 \text{ мото-ч.}$$

Относительная предельная ошибка переноса определяется по формуле:

$$\delta_0 = \frac{\bar{T}_{\text{MP}}^{\text{B}} - \bar{T}_{\text{MP}}}{\bar{T}_{\text{MP}} - C} 100 = \frac{7168 - 6460}{6460 - 710} 100 = 12,3\%$$

11. Определяем коэффициент качества ремонта по 80% межремонтному  $\gamma$  – ресурсу

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}} = \frac{T_{(80\%)_{\text{MP}}}}{T_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{H}} K_3},$$

где  $T_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{H}}$  – нормированный 80%-й межремонтный  $\gamma$  – ресурс двигателя А-41.

$$T_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{H}} = 1600 \text{ мото-ч.}$$

$K_3$  - зональный коэффициент

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}} = \frac{4980}{1600 \times 0,8} = 3,89$$

Доверительные границы рассеивания коэффициента качества  $K_{(80\%)_{\text{MP}}}$

Определяем по формулам:

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{H}} = 0,8 \times K_{(80\%)_{\text{MP}}} = 0,8 \times 3,89 = 3,1$$

$$K_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{B}} = 1,2 \times K_{(80\%)_{\text{MP}}} = 1,2 \times 3,89 = 4,6$$

11. Определяем коэффициент качества ремонта и его доверительные границы рассеивания по среднему межремонтному ресурсу

$$\bar{K}_{\text{MP}} = \frac{\bar{T}_{\text{MP}}}{1,45 T_{(80\%)_{\text{MP}}}^{\text{H}} K_3} = \frac{6460}{1,45 \times 1600 \times 0,8} = 3,48$$

$$\bar{K}_{\text{MP}}^{\text{H}} = 0,8 \bar{K}_{\text{MP}} = 0,8 \times 3,48 = 2,784$$

$$\bar{K}_{\text{MP}}^{\text{B}} = 1,2 \bar{K}_{\text{MP}} = 1,2 \times 3,48 = 4,176$$

Заключение: Проверкой качества ремонта двигателей А-41, прошедших ремонт на специализированных ремонтных предприятиях центрального региона России установлено, что коэффициент 80%  $\gamma$  – ресурса находится в интервале 3,1 – 4,6 при среднем значении 3,89, а коэффициент качества среднего ресурса находится в

интервале 2,7-4,1 при среднем значении 3,48. Качество ремонта можно признать удовлетворительным.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1 - Параметры и коэффициенты распределения Вейбулла

$V$	$b$	$K_b$	$C_b$	$V$	$b$	$K_b$	$C_b$	$V$	$b$	$K_b$	$C_b$
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1,26	0,80	1,13	1,43	0,55	1,90	0,89	0,49	0,36	3,00	0,89	0,33
1,11	0,90	1,07	1,20	0,52	2,00	0,89	0,46	0,35	3,10	0,89	0,32
1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	2,10	0,89	0,44	0,34	3,20	0,90	0,31
0,91	1,10	0,97	0,88	0,48	2,20	0,89	0,43	0,33	3,30	0,90	0,30
0,84	1,20	0,94	0,79	0,46	2,30	0,89	0,41	0,33	3,40	0,90	0,29
0,78	1,30	0,92	0,72	0,44	2,40	0,89	0,39	0,32	3,50	0,90	0,29
0,72	1,40	0,91	0,66	0,43	2,50	0,89	0,38	0,31	3,60	0,90	0,28
0,68	1,50	0,90	0,61	0,41	2,60	0,89	0,37	0,30	3,70	0,90	0,27
0,64	1,60	0,90	0,57	0,40	2,70	0,89	0,35	0,29	3,80	0,90	0,27
0,61	1,70	0,89	0,54	0,39	2,80	0,89	0,34	0,29	3,90	0,91	0,26
0,58	1,80	0,89	0,51	0,38	2,90	0,89	0,34	0,28	4,00	0,91	0,25

$$\bar{t} = aK_b + C; \sigma = aC_b$$

Таблица 2 – Коэффициенты  $t_a$ ,  $r_1$  и  $r_3$  для двухсторонних доверительных границ

$a$	0,80			0,90			0,95			0,99		
	$t_a$	$r_1$	$r_3$									
3	1,89	1,95	0,70	2,92	2,73	0,57	4,30	3,66	0,48	9,92	6,88	0,36
4	0,64	1,74	0,73	2,35	2,29	0,60	3,18	2,93	0,52	5,84	4,85	0,40
5	1,53	1,62	0,75	2,13	2,05	0,62	2,78	2,54	0,55	4,60	3,91	0,43
6	1,48	1,54	0,76	2,02	1,90	0,65	2,57	2,29	0,57	4,03	3,36	0,46
7	1,44	1,48	0,77	1,94	1,80	0,67	2,45	2,13	0,59	3,71	3,00	0,48
8	1,42	1,43	0,78	1,90	1,72	0,68	2,36	2,01	0,61	3,50	2,75	0,50
9	1,40	1,40	0,79	1,86	1,66	0,69	2,31	1,91	0,63	3,36	2,56	0,52
10	1,38	1,37	0,80	1,83	1,61	0,70	2,26	1,83	0,64	3,25	2,42	0,553
11	1,37	1,35	0,80	1,81	1,57	0,70	2,23	1,78	0,64	3,17	2,31	0,54
12	1,36	1,33	0,81	1,80	1,53	0,71	2,20	1,73	0,65	3,11	2,21	0,56
13	1,36	1,31	0,81	1,78	1,50	0,73	2,18	1,69	0,66	3,06	2,13	0,57
14	1,35	1,29	0,83	1,77	1,48	0,74	2,16	1,65	0,67	3,01	2,06	0,58
15	1,34	1,28	0,83	1,76	1,46	0,74	2,15	1,62	0,68	2,98	2,01	0,59
20	1,33	1,54	0,85	1,73	1,37	0,77	2,09	1,51	0,72	2,85	1,81	0,63
25	1,32	1,21	0,86	1,71	1,33	0,79	2,06	1,44	0,74	2,80	1,68	0,66
30	1,31	1,18	0,87	1,70	1,29	0,80	2,04	1,39	0,76	2,75	1,60	0,68
40	1,30	1,16	0,88	1,68	1,24	0,83	2,02	1,32	0,78	2,7	1,50	0,71
50	1,30	1,14	0,89	1,68	1,21	0,84	2,01	1,28	0,80	2,68	1,43	0,74
60	1,30	1,12	0,90	1,67	1,19	0,86	2,00	1,25	0,82	2,66	1,38	0,76
80	1,29	1,10	0,91	1,66	1,16	0,87	1,99	1,21	0,84	2,64	1,32	0,78
100	1,29	1,09	0,92	1,66	1,14	0,88	1,98	1,19	0,86	2,63	1,28	0,80

Таблица 3 -Квантили нормального распределения

<b>P</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0,5</b>	0,000	0,025	0,050	0,075	0,100	0,126	0,151	0,176	0,202	0,227
<b>0,6</b>	0,253	0,279	0,305	0,332	0,358	0,385	0,412	0,440	0,468	0,496
<b>0,7</b>	0,524	0,553	0,583	0,613	0,643	0,675	0,706	0,739	0,772	0,806
<b>0,8</b>	0,842	0,878	0,915	0,954	0,994	1,036	1,080	1,126	1,175	1,227
<b>0,9</b>	1,282	1,341	1,405	1,476	1,555	1,645	1,751	1,881	2,054	2,326

Таблица 4- Ордината « у» в мм при ЗНР

$\Sigma P_{oni}$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0,0</b>	—	-	13,6	22,3	28,8	34,0	38,5	42,5	46,0	49,3
<b>0,1</b>	52,2	55,0	57,5	60,0	62,3	64,5	66,6	68,6	70,5	72,4
<b>0,2</b>	74,2	76,0	77,7	79,3	81,0	82,5	84,1	85,6	87,1	88,6
<b>0,3</b>	90,1	91,5	92,99	94,3	95,7	97,0	98,4	99,7	101,0	102,2
<b>0,4</b>	103,6	104,9	106,2	107,5	108,7	110,0	110,3	112,5	113,8	115,0
<b>0,5</b>	116,3	117,6	118,8	120,1	121,3	122,6	123,9	125,1	126,4	127,7
<b>0,6</b>	129,0	130,3	131,6	132,9	134,2	135,6	136,9	138,3	139,7	141,1
<b>0,7</b>	142,5	144,0	145,5	147,0	148,5	150,1	151,6	153,3	154,9	156,6
<b>0,8</b>	158,4	160,2	162,1	164,0	166,0	168,1	170,3	172,3	175,1	177,6
<b>0,9</b>	180,4	183,3	186,6	190,1	194,1	198,6	203,8	210,3	219,0	-

Таблица 5 - Ордината « у» в мм при ЗРВ

$\Sigma P_{oni}$	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>0,0</b>	-	0,5	15,7	24,6	30,9	35,9	40,0	43,4	46,4	49,1
<b>0,1</b>	61,5	53,7	55,7	57,6	59,3	60,9	62,5	63,9	65,3	66,6
<b>0,2</b>	67,8	69,0	70,2	71,3	72,3	73,3	74,3	75,3	76,2	77,1
<b>0,3</b>	78,0	78,9	79,7	80,5	81,3	82,1	82,9	83,6	84,4	85,1
<b>0,4</b>	85,8	86,5	87,2	87,9	88,6	89,2	89,9	90,5	91,2	91,8
<b>0,5</b>	92,4	93,1	93,7	94,3	94,9	95,5	94,1	96,7	97,3	97,9
<b>0,6</b>	95,5	99,1	99,7	100,3	100,8	101,4	102,0	102,6	103,2	103,8
<b>0,7</b>	104,4	105,0	105,6	106,2	106,9	107,5	108,1	108,7	109,4	110,1
<b>0,8</b>	110,7	111,4	112,1	112,8	113,5	114,3	115,1	118,9	116,7	117,6
<b>0,9</b>	118,5	119,5	120,5	121,6	122,9	124,2	125,8	127,6	130,0	133,6

## Литература

1. Лисунов Е.А. Практикум по надёжности технических систем.-СПб.:Лань, 2015.
2. Тюрева А.А., Козарез И.В. Восстановление типовых поверхностей и деталей сельскохозяйственной техники. Брянск: Издательство БГСХА, 2013. – 151 с.
3. Малафеев С.И. Надёжность технических систем, Примеры и задачи.- СПб.:Лань,2012.
4. Курчаткин В.В., Тельнов Н.Ф., Ачкасов К.А. и др. Надёжность и ремонт машин. Колос, 2000
5. Серый И.С., Смелов А.П., Черкун В.Е. Курсовое и дипломное проектирование по надёжности и ремонту машин: учеб. Пособие для вузов М.: Агропромиздат, 1991.
6. Артемьев Ю.Н. Основы надёжности сельскохозяйственной техники: лекции и расчетные упражнения. М.: МИИСП, 1973.
7. Бардадын Н.А. Восстановление и упрочнение прецизионных деталей топливной аппаратуры диффузионным бороникелированием: автореф. на соиск. уч. степени к.т.н./ Н.А. Бардадын. – Москва, 1995. – 20 с.

Учебное издание

Бардадын Николай Александрович

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ №2**

**«Обработки многократно усеченной опытной информации графическими  
методами, оценка качества ремонта сельскохозяйственной техники»**

Редактор Павлютина И.П.

Подписано в печать 27. 10.2015 г. Формат 60x84 1/16.  
Бумага типографская офсетная. Усл. печ. л. 1,10. Тираж 25 экз.  
Изд. № 3737. Издательство Брянского ГАУ.

243365 Брянская обл., Выгоничский р-он, с. Кокино,  
Брянский ГАУ

