

1. Белгілі бір уақыт аралығында бір нысанның жұмысы бақыланды. Барлық кезең ішінде  $n = 15$  істен шығу тіркелді. Бақылаулар басталғанға дейін объект 258 сағат жұмыс істесе, бақылаудың соңында жұмыс уақыты 1233 сағатты құрады. Атқарылған жұмыс көлемінің орташа уақытын  $t_{cp}$  анықтаңыз.

Берілгені:

Табу керек:  $t_{cp}$

$$n = 15$$

$$t_1 = 258 \text{ сағат}$$

$$t_2 = 1233 \text{ сағат}$$

Шешімі:

Берілген кезеңдегі атқарылған жұмыс уақыты:

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1233 - 258 = 975 \text{ ч.}$$

Статистикалық мәліметтер бойынша атқарылған жұмыс көлемінің орташа уақыты төмендегі формула бойынша анықталады:

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}$$

мұндағы  $t_i$  –  $(i - 1)$  және  $i$  ақаулары арасындағы дұрыс жұмыс істеу уақыты;

$n - t$  уақыттағы істен шығу саны.

Егер  $\sum_{i=1}^n t_i = 975$  сағат болса, істен шығулар арасындағы орташа уақытты анықтауға болады

$$t_{cp} = \frac{975}{15} = 65 \text{ сағат}$$

<i>1 есеп варианттары</i>	<i>n</i>	<i>t1</i>	<i>t2</i>
1	25	350	1500
2	18	285	1456
3	36	428	2013
4	122	855	3050
5	4	158	896
6	62	1452	4256
7	41	426	1256
8	9	174	548
9	74	468	1658
10	21	284	1240
11	18	196	923
12	15	167	763
13	1	87	296
14	26	214	846
15	30	300	1200

2. Бір біріне ұқсас үш нысанның жұмысы бақыланды. Бақылау кезеңінде бірінші нысан бойынша – 6, екінші – 11, үшінші – 8 істен шығу тіркелді. Бірінші объектінің атқарылған жұмыс уақыты  $t_1=181$  сағат, екінші  $t_2=329$  сағат, үшінші  $t_3=245$  сағат. Объектілердің істен шығуы арасындағы орташа уақытты анықтаңыз.

Берілгені:

Табу керек:  $t_{cp}$

$$n_1 = 6 \text{ дана}$$

$$n_2 = 11 \text{ дана}$$

$$n_3 = 8 \text{ дана}$$

$$t_1 = 181 \text{ сағат}$$

$$t_2 = 329 \text{ сағат}$$

$$t_3 = 245 \text{ сағат}$$

Шешімі:

$$t_{cp1} = \frac{t_1}{n_1}; t_{cp2} = \frac{t_2}{n_2}; t_{cp3} = \frac{t_3}{n_3};$$

$$t_{cp1} = \frac{181}{6} = 30,2 \text{ сағат}; t_{cp2} = \frac{329}{11} = 29,9 \text{ сағат}; t_{cp3} = \frac{245}{8} = 30,6 \text{ сағат};$$

$$t_{cp} = \frac{30,2+29,9+30,6}{3} = 30,2 \text{ сағат.}$$

2 есеп варианттары	$n_1$	$n_2$	$n_3$	$t_1$	$t_2$	$t_3$
1	25	28	30	350	1500	2800
2	18	14	26	285	1456	2560
3	36	45	68	428	2013	3024
4	122	100	200	855	3050	4500
5	4	12	24	158	896	1485
6	62	21	39	1452	4256	6536
7	41	38	84	426	1256	2178
8	9	15	21	174	548	962
9	74	58	96	468	1658	2356
10	21	20	35	284	1240	2108
11	18	12	36	196	923	1756
12	15	25	15	167	763	1423
13	1	4	6	87	296	578
14	26	25	48	214	846	1478
15	30	45	36	300	1200	1860

3. Гироскоп роторының осьтеріндегі шарикті подшипниктері бар гироскопиялық құрылғының ақаусыз жұмыс істеу уақыты  $k = 1,5$ ,  $\lambda_0 = 10^{-4}$  сағат<sup>-1</sup> параметрлері бар Вейбулл-Гнеденко заңына бағынады, ал оның жұмыс уақыты  $t = 100$  сағат. Мұндай құрылғылардың сенімділігінің сандық сипаттамаларын есептеу қажет.

Берілгені:

Табу керек:  $P(t)$ ,  $f(t)$ ,  $\lambda(t)$ ,  $t_{cp}$

$$k = 1,5$$

$$\lambda_0 = 10^{-4} \text{ сағат}^{-1}$$

$$t = 100 \text{ сағат}$$

Шешімі:

Сандық сипаттамаларды анықтау үшін Вейбулл-Гнеденко заңының формулалары қолданылады. Ақаусыз жұмыс істеу ықтималдығы анықталады:

$$P(t) = e^{-\lambda_0 \cdot t^k};$$

$$P(100) = e^{-10^{-4} \cdot 100^{1,5}} = 0,9$$

Істен шығу жиілігі келесі формула бойынша анықталады:

$$f(t) = \lambda_0 \cdot k \cdot t^{k-1} \cdot e^{-\lambda_0 \cdot t^k}$$

$$f(100) = 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 100^{0,5} \cdot 0,9 = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ сағат}^{-1}$$

Істен шығу қарқындылығы келесі формула бойынша анықталады:

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)};$$

$$\lambda(100) = \frac{f(100)}{P(100)} = \frac{1,35 \cdot 10^{-3}}{0,9} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ сағат}^{-1}$$

Бірінші істен шығуға дейінгі орташа уақыт есептеледі:

$$t_{cp} = \frac{\Gamma(x)}{\lambda_0^{\frac{1}{k}}};$$

$\Gamma(x)$  формула бойынша есептелетін  $x$  мәнінен таңдалады (1-қосымша):

$$x = \left(\frac{1}{k} + 1\right)$$

$$x = \left(\frac{1}{1,5} + 1\right) = 1,67$$

$x$	$\Gamma(x)$
1,67	0,90330

$$t_{cp} = \frac{0,90330}{(10^{-4})^{1/1,5}} \approx 418 \text{ сағат.}$$

<i>3 есеп варианттары</i>	<i>k</i>	$\lambda_0$	<i>t</i>
1	2,5	$5 \cdot 10^{-4}$	10
2	1	$10^{-5}$	25
3	2,5	$2 \cdot 10^{-4}$	50
4	2	$10^{-2}$	200
5	4	$8 \cdot 10^{-4}$	25
6	2	$4 \cdot 10^{-3}$	100
7	4,5	$10^{-4}$	25
8	2	$2 \cdot 10^{-5}$	200
9	1	$10^{-4}$	10
10	1,5	$5 \cdot 10^{-2}$	25
11	1,5	$2 \cdot 10^{-5}$	40
12	2	$10^{-3}$	100
13	2	$10^{-4}$	125
14	2,5	$3 \cdot 10^{-5}$	50
15	1,5	$5 \cdot 10^{-3}$	100

1-қосымша - Гамма функциясының мәндері

x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$	x	$\Gamma(x)$
1,00	1,00000	1,25	0,90640	1,50	0,88623	1,75	0,91906
1	0,99433	6	0,90440	1	0,88659	6	0,92137
2	0,98884	7	0,90250	2	0,88704	7	0,92376
3	0,98355	8	0,90072	3	0,88757	8	0,92623
4	0,97844	9	0,89904	4	0,88818	9	0,92877
1,05	0,97350	1,30	0,89747	1,55	0,88887	1,80	0,93138
6	0,96874	1	0,89600	6	0,88964	1	0,93408
7	0,96415	2	0,89464	7	0,89049	2	0,93685
8	0,95973	3	0,89338	8	0,89142	3	0,93369
9	0,95546	4	0,89222	9	0,89243	4	0,94261
1,10	0,95135	1,35	0,89115	1,60	0,89352	1,85	0,94561
1	0,94740	6	0,89018	1	0,89468	6	0,94869
2	0,94359	7	0,88931	2	0,89592	7	0,95184
3	0,93993	8	0,88854	3	0,89724	8	0,95507
4	0,93642	9	0,88785	4	0,89864	9	0,95838
1,15	0,93304	1,40	0,88726	1,65	0,90012	1,90	0,96177
6	0,92980	1	0,88676	6	0,90167	1	0,96523
7	0,92670	2	0,88636	7	0,90330	2	0,96877
8	0,92373	3	0,88604	8	0,90500	3	0,97240
9	0,02089	4	0,88581	9	0,90678	4	0,97610
1,20	0,91817	1,45	0,88566	1,70	0,90864	1,95	0,97988
1	0,91558	6	0,88560	1	0,91057	6	0,98374
2	0,91311	7	0,88563	2	0,91258	7	0,98768
3	0,91075	8	0,88575	3	0,91467	8	0,99171
4	0,90852	9	0,88595	4	0,91683	9	0,99581
						2,00	1,00000