ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ ПЛАНЫ КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВРЕМЕНИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ПО ЗАКОНУ ВЕЙБУЛЛА

ГОСТ 27.411—81
(СТ СЭВ 1193—78)

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ
Москва

gost.e-ecolog.ru

УДК 62—192 : 658.562 : 006.354 Группа Т59

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ. ОДНОСТУПЕНЧАТЫЕ ПЛАНЫ КОНТРОЛЯ ПО АЛЬТЕРНАТИВНОМУ ПРИЗНАКУ ПРИ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВРЕМЕНИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ПО ЗАКОНУ ВЕЙБУЛЛА

Reliability in technique. Single stage alternative testing plans with. Weibull no failure operation time distribution.

ГОСТ 27.411—81 (СТ СЭВ 1193—78)

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 15 апреля 1981 г. № 1962 срок введения установлен

с 01.01. 1982 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает одноступенчатые планы выборочного контроля надежности серийно выпускаемых изделий по альтернативному признаку без замены отказавших в процессе испытаний изделий. Стандарт распространяется на случаи, когда время безотказной работы изделий распределено по закону Вейбулла с известным и постоянным параметром формы.

Настоящий стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 1193—78.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Выборочный контроль по альтернативному признаку исходит из классификации контролируемых изделий партии на годные и негодные относительно заданных требований. Основой контроля является доля отказавших изделий в партии.

1.2. Планы контроля, устанавливаемые настоящим стандартом, составлены по критерию интенсивности отказов при известном и постоянном параметре формы b и при параметре положения $c=0$ распределения Вейбулла (обозначения, применяемые в стандарте, приведены в справочном приложении 1).

1.3. Путем выборочного контроля определяется соответствие надежности предъявленной партии изделий заданным требованиям. Качество партии характеризуется долей ненадежных изделий P в этой партии.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

☆

© Издательство стандартов, 1981

При контроле по критерию надежности ненадежным считается такое изделие, которое не отвечает заданным требованиям по времени безотказной работы.

Выборочный контроль по альтернативному признаку планируется так, чтобы при $P=q_\alpha/100$ была обеспечена высокая вероятность принятия партии и чтобы приемка партии при q_β или выше осуществлялась с вероятностью не большей β. Значение q_α является входным значением, а значение q_β — информативным. Значение $1-q_\alpha$ представляет собой максимальный уровень безотказности, который при выборочном контроле можно считать приемлемым в качестве среднего уровня безотказности в представленных партиях.

Решение о надежности изделий, составляющих партию объемом N, принимается на основе результатов испытаний n изделий, случайно выбранных из партии. Если изделия, составляющие выборку, не могут быть испытаны в течение заданного времени безотказной работы t_0, испытания проводятся в течение времени $t_1<t_0$ и определяется число отказавших при испытании изделий d.

Для приемки по критерию надежности план контроля определяется тремя параметрами n, C и t_1, где C — приемочное число.

Выбор плана контроля зависит от заданных требований, выбранного значения q_α и величины интенсивности отказов $\lambda(t)$.

1.4. В общем случае функция распределения Вейбулла имеет вид

$$F(t, a, b, c)=1-\exp\left[-\left(\frac{t-c}{a}\right)^b\right],$$

где $0\leqslant c<t<+\infty$; $a>0$, $b>0$.

Так как $c=0$, функция распределения для этого случая имеет вид

$$F(t, a, b)=1-\exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^b\right],$$

где $t\geqslant 0$, $a>0$, $b>0$.

В случаях, когда параметр $c\neq 0$ и известен, в таблицах стандарта, а также в схемах выбора планов контроля применяется $t_1'=t_1-c$ вместо t_1 (или $t_0'=t_0-c$, учитывая, что $t_1\leqslant t_0$).

Интенсивность отказов имеет вид

$$\lambda(t, a, b)=\frac{b}{a}\cdot\left(\frac{t}{a}\right)^{b-1},$$

где $t\geqslant 0$, $a>0$, $b>0$

и статистически определяется отношением количества изделий, отказавших в единицу времени, к количеству изделий, подвергшихся испытаниям.

1.4.1. Для выбора плана контроля применяется следующее соотношение между долей ненадежных изделий в партии P и интенсивностью отказов $\lambda(t)$

$$t\lambda(t) = -b \ln (1-P). \qquad (1)$$

Для облегчения расчетов в таблицах стандарта приведены значения $100\ t\lambda(t)$. Если результатом расчета является значение, отсутствующее в таблице, то выбирают ближайшее меньшее значение.

1.4.2. При проведении выборочного контроля по альтернативному признаку в соответствии с настоящим стандартом должны использоваться статистические данные (время безотказной работы), распределенные по закону Вейбулла с известными параметрами.

1.4.3. Применяемые методы для установления вида распределения и получения оценок его параметров должны быть согласованы между поставщиком и потребителем.

1.4.4. При необходимости, применяя уравнение (1), можно вычислить и другие величины, связанные с долей ненадежных изделий и вероятностью приемки, на основе ГОСТ 18242—72 (СТ СЭВ 548—77).

2. ПЛАНЫ КОНТРОЛЯ

2.1. Планы контроля составлены для значений приемочного уровня q_α =0,01; 0,015; 0,025; 0,04; 0,065; 0,10; 0,15; 0,25; 0,40; 0,65; 1,0; 1,5; 4; 6,5; 10, выраженных в процентах, для значений параметра формы $b=1/3$; 1/2; 1; 4/3; 5/3; 2; 5/2; 10/3; 4, рисков $\alpha=0{,}05$ и $\beta=0{,}1$.

Значения q_α должны приводиться в технической документации на изделие.

2.2. Для принятия решения о приемке или браковке партий выполняются действия, указанные в пп. 2.2.1—2.2.6.

2.2.1. На основании заданных величин в соответствии с п. 2.3 по табл. 1—4 определяются параметры плана контроля n, C.

2.2.2. Из представленной на контроль партии изделий объема N отбирается случайным образом выборка объема n.

2.2.3. Изделия выборки подвергаются испытаниям в течение времени t_1.

2.2.4. Регистрируется количество изделий выборки d, отказавших в течение t_1.

Таблица 1

Объем выборки n и приемочное число C в зависимости от объема партии и приемочного уровня q_α при $\alpha=0{,}05$ и $\beta=0{,}10$

Диапазон объемов партии N	Объем выборки n	Приемочное число для уровня q_α, %															
		0,01	0,015	0,025	0,04	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10
2—8	2	↓	0	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↓
9—15	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↑	↓
16—25	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↑	↓	1
26—50	8	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	0	↑	↓	1	2
51—90	13	→	→	→	→	→	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3
91—150	20	→	→	→	→	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5
151—280	32	→	→	→	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7
281—500	50	→	→	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10
501—1200	80	→	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14
1201—3200	125	→	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14	21
3201—10000	200	→	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14	21	↑
10001—35000	315	→	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14	21	↑	→
35001—150000	500	→	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14	21	↑	→	→
150001—500000	800	↓	0	↑	↓	1	2	3	5	7	10	14	21	↑	→	→	→
500001 и более	1250	0	↑	1	1	2	3	5	7	10	14	21	↑	→	→	→	→

↓, ↑ — применяется та часть плана, которая расположена соответственно под или над стрелкой.

Таблица 2

Значения 100 $t\lambda_1(t)$ в зависимости от значений уровня q_α и параметра b

q_α, %	b									
	1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
0,010	0,0033	0,0055	0,0067	0,010	0,013	0,017	0,020	0,025	0,033	0,040
0,015	0,0050	0,0075	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,038	0,050	0,060
0,025	0,0083	0,012	0,017	0,025	0,033	0,042	0,050	0,063	0,083	0,10
0,040	0,013	0,020	0,027	0,040	0,053	0,067	0,080	0,10	0,13	0,16
0,065	0,022	0,032	0,043	0,065	0,087	0,11	0,13	0,16	0,22	0,26
0,10	0,033	0,050	0,067	0,10	0,13	0,17	0,20	0,25	0,33	0,40
0,15	0,050	0,075	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,38	0,50	0,60
0,25	0,083	0,13	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,63	0,83	1,00
0,40	0,13	0,20	0,27	0,40	0,54	0,67	0,80	1,00	1,34	1,60
0,65	0,22	0,33	0,44	0,65	0,87	1,09	1,30	1,63	2,17	2,61
1,0	0,34	0,50	0,67	1,01	1,34	1,68	2,01	2,51	3,35	4,02
1,5	0,50	0,76	1,01	1,51	2,02	2,52	3,02	3,78	5,04	6,04
2,5	0,84	1,27	1,69	2,53	2,38	4,22	5,06	6,33	8,44	10,1
4,0	1,36	2,04	2,72	4,08	5,44	6,80	8,16	10,2	13,6	16,3
6,5	2,24	3,36	4,48	6,72	8,96	11,2	13,4	16,8	22,4	26,9
10	3,51	5,27	7,02	10,5	14	17,6	21,1	26,3	35,1	42,1

Таблица 3

Значения 100 $t\lambda_2(t)$ в зависимости от объема выборки n и уровней безотказности при различных значениях параметра b

n	q_α	q_β	b									
			1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
2	6,5	68,4	37	54	76	110	150	180	220	280	379	470
3	4,0	53,6	25	38	50	77	100	130	150	190	260	310
5	2,5	36,9	15	22	30	46	61	76	92	110	150	180
	10	58,4	28	43	57	86	110	140	170	210	290	350
8	1,5	25,0	9,6	14	19	29	38	48	57	72	96	110
	6,5	40,6	17	26	35	53	71	88	100	130	170	210
	10	53,9	25	38	50	77	100	130	150	190	260	310
15	1,0	16,2	5,8	8,7	11	17	23	29	35	42	58	70
	4,0	26,8	10	15	21	31	42	53	63	78	100	120
	6,5	36,0	14	22	29	45	60	75	90	110	150	180
	10	44,4	19	28	38	59	77	97	110	140	190	230
20	0,65	10,9	3,9	5,7	7,8	11	15	19	23	29	38	47
	2,5	18,1	6,6	9,9	13	20	26	33	40	50	66	80
	4,0	24,5	9,6	14	19	28	38	48	57	72	96	110
	6,5	30,4	12	18	24	36	47	59	71	89	120	140
	10	41,5	18	27	36	54	73	92	110	130	180	220

Продолжение табл. 3

n	q_α	q_β	b									
			1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
32	0,40	6,94	2,3	3,5	4,7	7,2	9,5	12	14	18	23	28
	1,5	11,6	4,3	4,6	8,5	13	17	21	25	32	42	51
	2,5	15,8	5,8	8,7	11	17	23	29	35	42	58	70
	4,0	19,7	7,4	11	15	22	30	37	44	56	74	89
	6,5	27,1	10	15	21	31	42	53	63	78	100	120
	10	34,1	13	20	27	42	58	70	85	100	140	170
50	0,25	4,50	1,5	2,3	3	4,6	6,1	7,6	9,3	11	15	18
	1,0	7,56	2,6	3,9	5,3	7,9	10	13	16	19	26	31
	1,5	10,3	3,5	5,2	7	10	14	17	21	26	35	42
	2,5	12,9	4,7	6,9	9,3	14	18	23	28	35	46	56
	4,0	17,8	6,6	9,9	13	20	26	33	40	50	66	80
	6,5	22,4	8,3	12	16	25	33	41	50	62	81	100
	10	29,1	11	17	22	34	46	57	69	86	110	130
80	0,15	2,84	0,95	1,4	1,8	2,8	3,7	4,7	5,7	7,1	9,5	11
	0,65	4,78	1,6	2,4	3,2	4,9	6,5	8,2	9,9	12	16	19
	1,0	6,52	2,2	3,3	4,5	6,7	8,9	11	13	17	22	27
	1,5	8,16	2,8	4,2	5,7	8,6	11	14	17	21	28	34
	2,5	11,3	3,9	5,7	7,8	11	15	19	23	29	38	47
	4,0	14,2	5	7,5	10	15	20	25	30	37	50	61
	6,5	18,6	7	10	14	21	28	34	42	53	70	86
	10	24,2	9,1	13	18	27	36	45	55	69	90	110
125	0,10	1,84	0,60	0,90	1,2	1,9	2,4	3	3,6	4,5	6	7,2
	0,40	3,11	1	1,5	2	3,2	4,2	5,3	6,3	7,8	10	12

Продолжение табл. 3

n	q_α	q_β	b									
			1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
125	0,65	4,26	1,4	2,2	2,9	4,4	5,8	7,3	8,9	11	14	17
	1,0	5,35	1,8	2,7	3,6	5,6	7,3	9,2	11	13	18	21
	1,5	7,42	2,5	3,8	5,1	7,6	10	13	15	19	25	30
	2,5	9,42	3,2	4,9	6,6	9,9	13	16	19	23	32	39
	4,0	12,3	4,2	6,4	8,5	13	17	21	25	32	42	51
	6,5	16,1	5,8	8,7	11	18	23	29	35	42	58	70
	10	22,5	8,7	13	17	25	35	43	53	66	86	100
200	0,065	1,15	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2	2,4	3	4	4,8
	0,25	1,95	0,67	1	1,3	2	2,7	3,3	4,0	5	6,7	8,1
	0,40	2,66	0,91	1,3	1,8	2,7	3,6	4,6	5,5	6,8	9,1	11
	0,65	3,34	1,1	1,6	2,2	3,4	4,4	5,5	6,7	8,4	11	13
	1,0	4,64	1,5	2,3	3,1	4,8	6,3	7,8	9,5	11	15	19
	1,5	5,89	2	3	4	6,1	8,1	10	12	15	20	24
	2,5	7,70	2,6	3,9	5,3	8	10	13	16	20	26	32
	4,0	10,1	3,5	5,2	7	11	14	17	21	26	35	42
	6,5	14,1	5	7,5	10	15	20	25	30	37	50	61
315	0,040	0,731	0,25	0,36	0,49	0,73	0,96	1,2	1,4	1,8	2,4	2,9
	0,15	1,23	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2	2,4	3	4	4,8
	0,25	1,69	0,56	0,84	1,1	1,7	2,3	2,8	3,4	4,2	5,7	6,8
	0,40	2,12	0,70	1	1,4	2,1	2,8	3,5	4,2	5,3	7	8,5
	0,65	2,94	0,98	1,4	1,9	3,0	3,9	4,9	6	7,4	9,8	11
	1,0	3,74	1,2	1,9	2,5	3,8	5	6,7	7,6	9,4	12	15
	1,5	4,89	1,6	2,5	3,3	5	6,7	8,4	10	12	16	20
	2,5	6,39	2,2	3,3	4,4	6,6	8,7	11	13	16	21	26
	4,0	8,95	3,1	4,6	6,3	9,4	12	15	19	23	31	38

Продолжение табл. 3

n	q_α	q_β	b									
			1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
500	0,025	0,461	0,15	0,23	0,31	0,46	0,60	0,76	0,92	1,1	1,5	1,8
	0,10	0,778	0,26	0,39	0,52	0,78	1	1,3	1,5	1,9	2,6	3,1
	0,15	1,06	0,37	0,55	0,74	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,7	4,4
	0,25	1,34	0,44	0,65	0,88	1,3	1,7	2,2	2,6	3,2	4,4	5,2
	0,40	1,86	0,63	0,95	1,2	1,9	2,5	3,2	3,8	4,8	6,3	7,6
	0,65	2,35	0,80	1,2	1,6	2,4	3,2	4	4,8	6	8,1	9,7
	1,0	3,08	1	1,5	2	3,1	4,2	5,3	6,3	7,8	10	12
	1,5	4,03	1,3	2	2,7	4,1	5,4	6,8	8,1	10	13	16
	2,5	5,64	1,9	2,8	3,8	5,8	7,7	9,5	11	14	19	23
800	0,015	0,288	0,096	0,14	0,19	0,29	0,36	0,48	0,58	0,72	0,95	1,1
	0,065	0,486	0,16	0,24	0,32	0,49	0,65	0,81	0,98	1,2	1,6	1,9
	0,10	0,665	0,22	0,33	0,45	0,67	0,89	1,1	1,3	1,6	2,2	2,7
	0,15	0,835	0,28	0,42	0,56	0,84	1,1	1,4	1,7	2,1	2,8	3,4
	0,25	1,16	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2	2,4	3	4	4,8
	0,40	1,47	0,50	0,75	1	1,5	2	2,5	3	3,7	5	6
	0,65	1,93	0,64	0,95	1,3	1,9	2,5	3,2	3,8	4,8	6,4	7,6
	1,0	2,52	0,84	1,2	1,6	2,5	3,3	4,2	5	6,3	8,4	10
	1,5	3,52	1,2	1,8	2,3	3,5	4,7	6	7,2	8,9	12	14
1250	0,010	0,184	0,06	0,09	0,12	0,18	0,24	0,30	0,36	0,45	0,60	0,71
	0,040	0,310	0,10	0,15	0,20	0,31	0,40	0,51	0,62	0,77	1	1,2
	0,10	0,534	0,17	0,26	0,35	0,53	0,70	0,87	1	1,3	1,7	2,1
	0,15	0,742	0,25	0,37	0,50	0,74	0,97	1,2	1,4	1,8	2,4	3
	0,25	0,942	0,31	0,47	0,63	0,94	1,2	1,5	1,9	2,3	3,2	3,8
	0,40	1,23	0,40	0,60	0,80	1,2	1,6	2	2,4	3	4	4,8
	0,65	1,61	0,54	0,80	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	4	5,4	6,4
	1,0	2,25	0,77	1,1	1,5	2,3	3,1	3,9	4,7	5,8	7,7	9,3

Таблица 4

Отношение $\lambda(t_0)/\lambda(t_1)$ для различных комбинаций $\frac{t_0}{t_1}$ и b

$\frac{t_0}{t_1}$	b									
	1/3	1/2	2/3	1	4/3	5/3	2	5/2	10/3	4
1,25	0,862	0,894	0,928	1,00	1,08	1,16	1,25	1,40	1,68	2,95
1,50	0,763	0,816	0,873	1,00	1,14	1,31	1,50	1,84	2,57	3,38
1,75	0,689	0,756	0,823	1,00	1,21	1,45	1,75	2,32	3,69	5,36
2,00	0,630	0,707	0,794	1,00	1,26	1,59	2,00	2,83	5,04	8,00
2,25	0,583	0,667	0,763	1,00	1,31	1,72	2,25	3,38	6,64	11,4
2,50	0,543	0,632	0,734	1,00	1,36	1,84	2,50	3,95	8,49	15,6
2,75	0,510	0,603	0,714	1,00	1,40	1,96	2,75	4,56	10,6	20,8
3,00	0,481	0,577	0,694	1,00	1,44	2,08	3,00	5,20	13,0	27,0
3,25	0,456	0,555	0,675	1,00	1,48	2,19	3,25	5,86	15,6	34,3
3,50	0,434	0,534	0,659	1,00	1,52	2,30	3,50	6,55	18,4	42,9
3,75	0,414	0,516	0,644	1,00	1,55	2,42	3,75	7,26	21,8	52,7
4,00	0,397	0,500	0,630	1,00	1,59	2,52	4,00	8,00	25,4	64,0
4,25	0,381	0,485	0,617	1,00	1,62	2,62	4,25	8,76	29,3	76,8
4,50	0,367	0,472	0,606	1,00	1,65	2,73	4,50	9,54	33,4	91,1
4,75	0,354	0,459	0,595	1,00	1,68	2,83	4,75	10,4	37,9	107
5,00	0,342	0,447	0,585	1,00	1,71	2,92	5,00	11,2	42,8	125

2.2.5. Сравнивается полученное число d с приемочным числом C плана контроля.

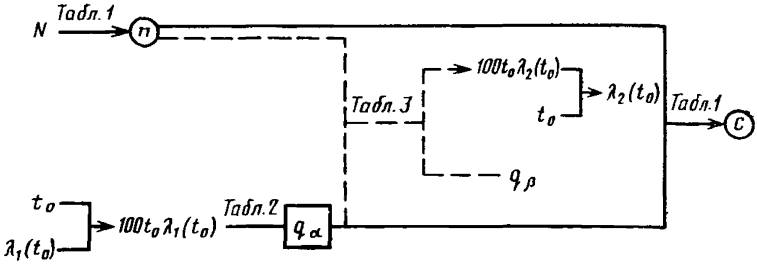
2.2.6. Решение по результатам принимается следующим образом:

партия принимается, если $d \leqslant C$ и

бракуется, если $d \geqslant C+1$.

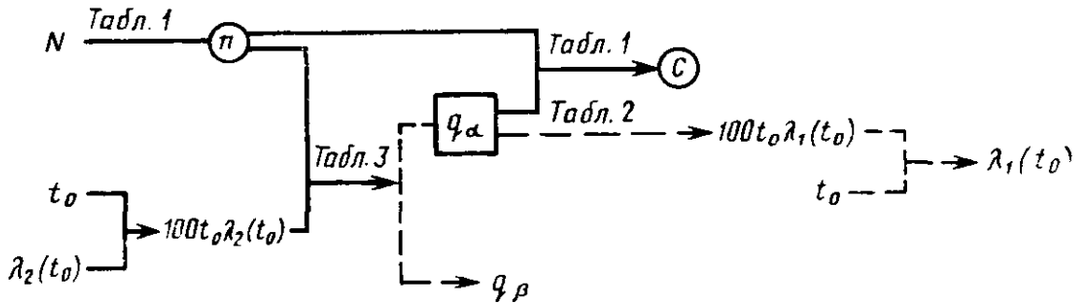
2.3. В зависимости от характера исходных данных выбирается схема плана контроля (черт. 1—8). На схемах параметры плана контроля обозначены сплошными линиями, вспомогательные величины — прерывистыми.

2.3.1. Продолжительность испытаний равна времени безотказной работы $t_1 = t_0$.



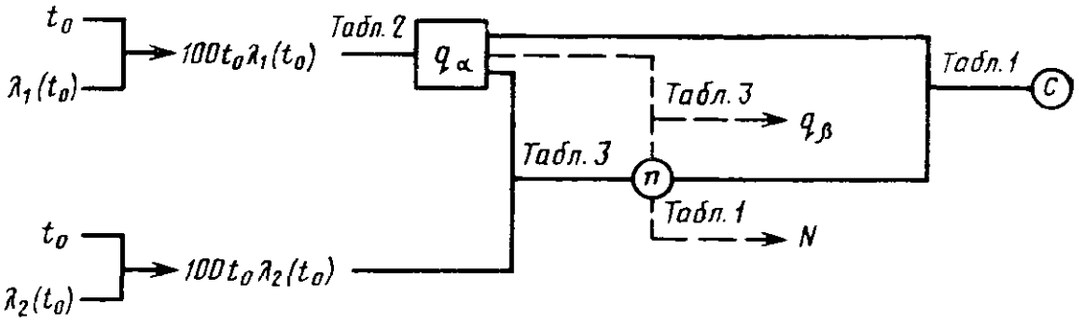
Известные величины: N, t_0, $\lambda_1(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_2(t_0)$, q_β.

Черт. 1



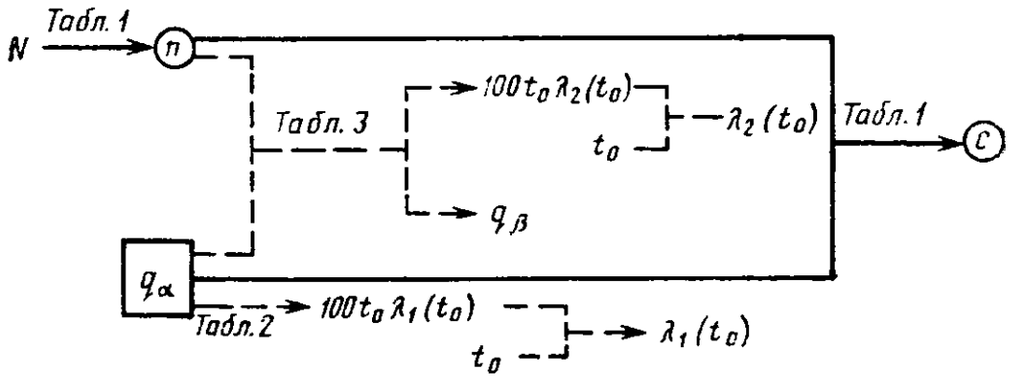
Известные величины: N, t_0, $\lambda_2(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_1(t_0)$, q_β.

Черт. 2



Известные величины: t_0, $\lambda_1(t_0)$, $\lambda_2(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины N_0, q_β.

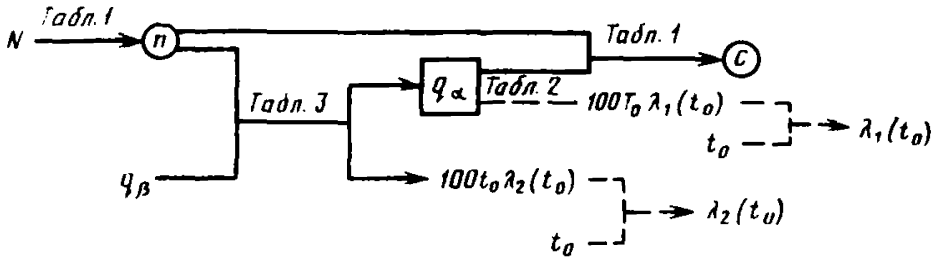
Черт. 3



Известные величины: N, t_0, q_α.

Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_1(t_0)$, $\lambda_2(t_0)$, q_β.

Черт. 4

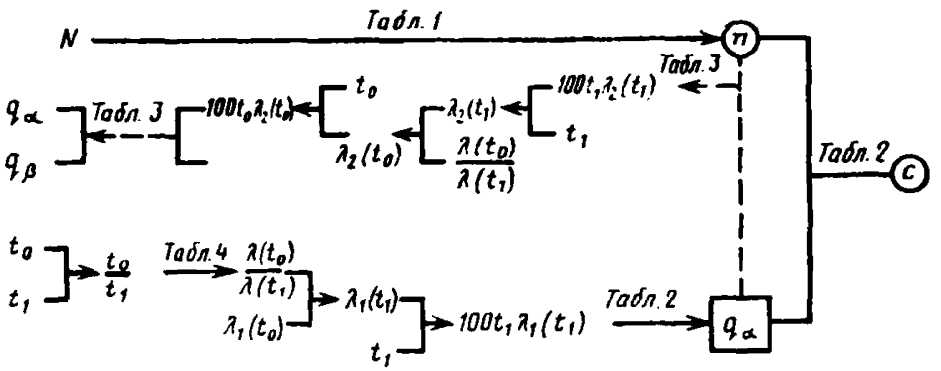


Известные величины: N, t_0, q_β.

Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_1(t_0)$, $\lambda_2(t_0)$.

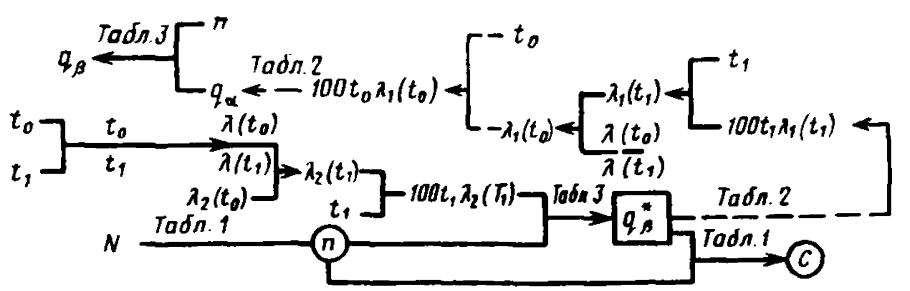
Черт. 5

2.3.2. Продолжительность испытаний меньше, чем заданное время безотказной работы $t_1 < t_0$.



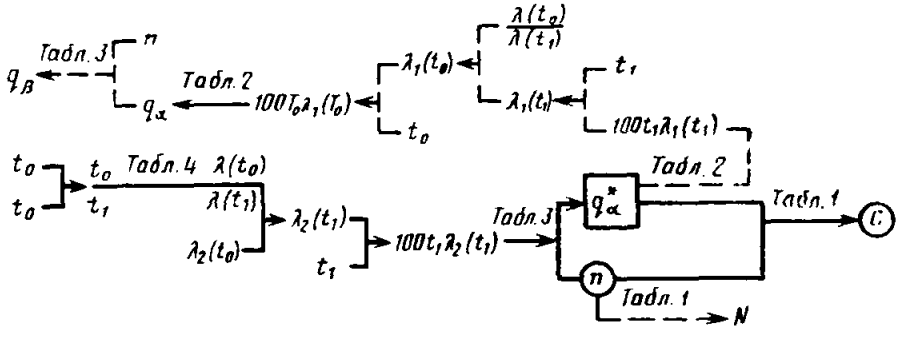
Известные величины: N, t_0, t_1, $\lambda_1(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_2(t_0)$, q_α, q_β.

Черт. 6



Известные величины: N, t_0, t_1, $\lambda_2(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины $\lambda_1(t_0)$, q_α, q_β.

Черт. 7



Известные величины: t_0, t_1, $\lambda_2(t_0)$.
Определяемые величины:
параметры плана контроля n, C;
вспомогательные величины N, $\lambda_1(t_0)$, q_α, q_β.

Черт. 8

2.4. Примеры выбора плана контроля приведены в справочном приложении 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТАНДАРТЕ

P — доля ненадежных изделий в партии;

$1-q_\alpha$ — приемочный уровень безотказности;

α, β — соответственно риск поставщика и потребителя;

$1-q_\alpha^*$ — условное значение приемочного уровня безотказности, необходимое для выбора плана контроля в случае, когда $t_1<t_0$;

$1-q_\beta$ — браковочный уровень безотказности;

t_0 — заданное время безотказной работы;

t_1 — заданная продолжительность испытаний ($t_1 \leqslant t_0$);

N — объем партии изделий, поступившей на контроль;

n — объем контролируемой выборки;

C — приемочное число плана контроля;

d — число отказавших изделий в выборке объема n в течение времени t_1;

$\lambda_1(t_0)$, $\lambda_2(t_0)$ — соответственно интенсивности отказов для случаев, когда $P=q_\alpha$ /100 и $P=q_\beta$ /100;

a, b, c — соответственно параметры масштаба, формы и положения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ПРИМЕРЫ ВЫБОРА ПЛАНА

Пример 1. Применение плана контроля по схеме на черт. 1 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения того, что интенсивность отказов находится на приемочном уровне.

Задано: $N=700$ изделий; $t_0=800$ ч; $\lambda_1(t_0)=0{,}0000083$ отказов в час; закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=2/3$.

Выбор параметров плана контроля:

в табл. 1 настоящего стандарта для $N=700$ находим $n=80$;

с помощью известных значений t_0 и $\lambda_1(t_0)$ вычисляется $100\ t_0\lambda_1(t_0)=100\times\times800\times0{,}0000083=0{,}664$;

в табл. 2 настоящего стандарта для $b=2/3$ ближайшим значением к 0,664 будет 0,67, которому в той же таблице соответствует $q_\alpha=1\%$;

для $q_\alpha=1\%$ и $n=80$ в табл. 1 настоящего стандарта находим $C=2$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема 80 случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытаниям в течение 800 ч, в результате чего выявляется d отказавших изделий.

Партия принимается, если $d \leqslant 2$ и бракуется, если $d \geqslant 3$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=80$ и $q_\alpha=1\%$ находим значение $100\ t_0\lambda_2(t_0)=4{,}5$, далее, для $t_0=800$ ч подсчитывается

$$\lambda_2\ (t_0)=\frac{4{,}5}{100\times800}=0{,}0000562;$$

в табл. 3 настоящего стандарта также для $n=80$ и $q_\alpha=1\%$ имеет $q_\beta=6{,}52\%$.

Пример 2. Применение плана контроля по схеме на черт. 2 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения того, что интенсивность отказов находится на браковочном уровне.

Задано: $N=2000$ изделий; $t_0=1000$ ч; $\lambda_2(t_0)=0{,}0001$ отказов в час. Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=4/3$.

Выбор параметров плана контроля:

в табл. 1 настоящего стандарта для $N=2000$ находим $n=125$;

с помощью известных значений $t_0=1000$ ч и $\lambda_2(t_0)=0{,}0001$ отказов в час определяется

$$100\ t_0\ \lambda_2\ (t_0)=100\times1000\times0{,}0001=10;$$

в табл. 3 настоящего стандарта при $b=4/3$, $100\ t_0\lambda_2(t_0)=10$; и $n=125$ значение $q_\alpha=1{,}5\%$;

для $q_\alpha=1{,}5\%$ и $n=125$ в табл. 1 настоящего стандарта находим $C=5$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=125$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию в течение $t_0=1000$ ч, в результате чего выявляется d отказавших изделий.

Партия принимается, если $d\leqslant5$ и бракуется, если $d\geqslant6$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 2 настоящего стандарта для $q_\alpha=1{,}5\%$ и $b=4/3$ находим значение

$$100\ t_0\lambda_1(t_0)=2{,}02,\ \text{откуда}\quad \lambda_1\ (t_0)=\frac{2{,}02}{100\times1000}=0{,}0000202;$$

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=125$ и $q_\alpha=1{,}5\%$ находим $q_\beta=7{,}42\%$.

Пример 3. Применение плана контроля по схеме на черт. 3 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения того, что интенсивность отказов находится между приемочным и браковочным уровнями для партии изделий, от которых требуется обеспечить за $t_0=700$ ч испытания $\lambda_1(t_0)=0{,}0000574$ отказов в час и $\lambda_2(t_0)=0{,}0002714$ отказов в час. Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=4$.

Выбор параметров плана контроля:

с помощью известных значений $t_0=700$ ч и $\lambda_1(t_0)=0{,}0000574$ отказов в час, вычисляется $100\ t_0\lambda_1=100\times700\times0{,}0000574=4{,}02$;

в табл. 2 настоящего стандарта для значения 4,02 и $b=4$ находим $q_\alpha=1\%$;

для $t_0=700$ ч и $\lambda_2(t_0)=0{,}0002714$ отказов в час вычисляется $100\ t_0\lambda_2(t_0)=100\times700\times0{,}0002714=19$;

в табл. 3 настоящего стандарта для $q_\alpha=1\%$, $100\ t_0\lambda_2(t_0)=19$ и $b=4$ находим значение $n=200$;

в табл. 1 настоящего стандарта для $n=200$ и $q_\alpha=1\%$ находим значение $C=5$.

Вывод. Необходимо испытать $n=200$ изделий в течение $t_0=700$ ч.

Партия принимается, если $d\leqslant 5$ и бракуется, если $d\geqslant 6$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 3 настоящего стандарта при $q_\alpha=1\%$ и $n=200$ находим $q_\beta=4{,}64\%$.

Примечание. Согласно табл. 1 настоящего стандарта данный план контроля можно применить к партиям изделий объемом от 3200 до 10000 единиц.

Пример 4. Применение плана контроля по схеме на черт. 4 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения приемочного уровня q_α партии изделий объемом $N=250$.

Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=5/2$. Задано $q_\alpha=2{,}5\%$ и $T_0=1500$ ч.

Выбор параметров плана контроля:

в табл. 1 настоящего стандарта для $N=250$ находим $n=32$, $q_\alpha=2{,}5\%$ и $C=2$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=32$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию в течение $t_0=1500$ ч.

Партия принимается, если $d\leqslant 2$ и бракуется, если $d\geqslant 3$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 2 настоящего стандарта для $q_\alpha=2{,}5\%$ и $b=5/2$ находим значение $100\ t_0\lambda_1(t_0)=6{,}33$, откуда

$$\lambda_1\ (t_0)=\frac{6{,}33}{100\times 1500}=0{,}0000422;$$

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=32$ и $q_\alpha=2{,}5\%$ находим $q_\beta=15{,}8\%$ и при $b=5/2$ находим значение $100\ t_0\lambda_2(t_0)=42$, откуда

$$\lambda_2\ (t_0)=\frac{42}{100\times 1500}=0{,}00028.$$

Пример 5. Применение плана контроля по схеме на черт. 5 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения браковочного уровня $q_\beta=7{,}42\%$ для партий изделий объемом $N=1500$. Продолжительность испытаний $t_0=1000$ ч. Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b={}^{10}/_{3}$.

Выбор параметров плана контроля:

в табл. 1 настоящего стандарта для $N=1500$ находим $n=125$;

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=125$ и $q_\beta=7{,}42$ находим $q_\alpha=1{,}5\%$;

в табл. 1 настоящего стандарта для $q_\alpha=1{,}5\%$ и $n=125$ находим значение $C=5$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=125$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию в течение $t_0=100$ ч.

Партия принимается, если $d\leqslant 5$ и бракуется, если $d\geqslant 6$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 2 настоящего стандарта для $q=1{,}5\%$ находим $100\ t_0\lambda_1(t_0)=5{,}04$, откуда

$$\lambda_1\ (t_0)=\frac{5{,}04}{100\times 1000}=0{,}0000504;$$

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=125$, $q_\beta = 7{,}42\%$ и $b=10/3$ находим значение $100\ t_0\lambda_2(t_0)=25$, откуда

$$\lambda_2\ (t_0) = \frac{25}{100\times1000} = 0{,}00025.$$

Пример 6. Применение плана контроля по схеме на черт. 6 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения того, что интенсивность отказов находится на приемочном уровне для партии объемом $N=12000$ изделий, для которых приемочная интенсивность отказов установлена $\lambda_1(t_0)=0{,}000025$ за $t_0=1000$ ч. Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла, с параметром формы $b=5/2$. Продолжительность испытаний $t_1=500$ ч.

Выбор параметров плана контроля:

для $t_0=1000$ и $t_1=500$ получаем $\frac{t_0}{t_1}=2$;

в табл. 4 настоящего стандарта для $\frac{t_0'}{t_1}=2$ и $b=5/2$ находим $\frac{\lambda\ (t_0)}{\lambda\ (t_1)} = 2{,}83$;

для $\lambda_1(t_0)$ и $\frac{\lambda\ (t_0)}{\lambda\ (t_1)}=2{,}83$ находим $\lambda_1(t_1) = \frac{\lambda_1\ (t_0)}{2{,}83} = \frac{0{,}000025}{2{,}83} = 0{,}0000088$;

для $\lambda_1(t_1)$ и t_1 вычисляется $100\ t_1\lambda_1(t_1)=100\times500\times0{,}0000088=0{,}44$;

в табл. 2 настоящего стандарта самое близкое значение к 0,44 для $b=5/2$ будет 0,38, которому соответствует значение $q_\alpha = 0{,}15\%$;

в табл. 1 настоящего стандарта при $N=12000$ находим $n=315$ и $C=1$ при значении $q_\alpha^* = 0{,}15\%$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=315$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию в течение $t_1=500$ ч.

Партия принимается, если $d \leqslant 1$ и бракуется, если $d \geqslant 2$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 3 настоящего стандарта для значения $q_\alpha^* = 0{,}15\%$, $n=315$ и $b=5/2$ находим значение $100\ t_1\lambda_2(t_1)=3$, откуда

$$\lambda_2\ (t_1) = \frac{3}{100\times500} = 0{,}00006;$$

учитывая, что из табл. 4 настоящего стандарта $\frac{\lambda\ (t_0)}{\lambda\ (t_1)}=2{,}83$,

получаем $\lambda_2(t_0)=\lambda_2(t_1)\times2{,}83=0{,}0001698$;

для $t_0=1000$ и $\lambda_2(t_0)=0{,}0001698$ получаем $100\ t_0\lambda_2(t_0)=100\times1000\times\times0{,}0001698=16{,}98$;

в табл. 3 настоящего стандарта для $b=5/2$ и $n=315$ самое близкое к 16,98 будет значение 16, которому соответствуют значения $q_\alpha = 2{,}5\%$ и $q_\beta = 6{,}39\%$.

Пример 7. Применение плана контроля по схеме на черт. 7 настоящего стандарта.

Требуется выбрать план контроля для подтверждения интенсивности отказов на браковочном уровне для партии объемом $N=450$ изделий, для которых браковочный уровень интенсивности отказов установлен $\lambda_2(t_0)=0{,}00059$ отказов в час при заданном времени безотказной работы $t_0=1000$ ч.

Заданная продолжительность испытаний $t_1=600$ ч.

Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=5/3$.

Выбор параметров плана контроля:

в табл. 1 настоящего стандарта для $N=450$ находим $n=50$;

при $t_0=1000$ и $t_1=600$ вычисляется $\frac{t_0}{t_1}=1,66$;

в табл. 4 настоящего стандарта самое близкое к 1,66 будет значение 1,75, на основе которого и при $b=5/3$ вычисляется $\frac{\lambda\,(t_0)}{\lambda\,(t_1)}=1,45$;

на основе $\frac{\lambda\,(t_0)}{\lambda\,(t_1)}=1,45$ и $\lambda_2(t_0)=0,00059$ вычисляется $\lambda_2(t_1)=\frac{\lambda\,(t_0)}{1,45}=$

$=\frac{0,00059}{1,45}=0,00041$;

на основе $t_1=600$ и $\lambda_2(t_1)=0,00041$ получаем $100\ t_1\lambda_2(t_1)=100\times600\times$ $\times0,0004=24,6$;

в табл. 3 настоящего стандарта самое близкое к 24,6 будет значение 23, соответствующее $n=50$ и $b=5/3$, которые в этой же таблице дают значение $q_\alpha^*=2,5\%$;

в табл. 1 настоящего стандарта $q_\alpha^*=2,5\%$ и $n=50$ дают $C=3$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=50$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию в течение $t_1=600$ ч. Партия принимается, если $d\leqslant3$ и бракуется, если $d\geqslant4$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 2 настоящего стандарта при значении $q_\alpha^*=2,5\%$ и для $b=5/3$ находим $100\ t_1\lambda_1(t_1)=4,22$, откуда:

$$\lambda_1\,(t_1)=\frac{4,22}{100}=\frac{4,22}{100\times600}=0,00007;$$

на основе $\frac{\lambda\,(t_0)}{\lambda\,(t_1)}=1,45$ и $\lambda_1(t_1)=0,00007$ получаем $\lambda_1(t_0)=1,45\times\lambda_1(t_1)=$ $=1,45\times0,00007=0,0001$;

на основе $\lambda_1(t_0)=0,0001$ и $t_0=1000$ ч находим $100\ t_0\lambda_1(t_0)=100\times1000\times$ $\times0,0001\times10$;

в табл. 2 настоящего стандарта для $b=5/3$ самое близкое к 10 будет значение 11,2, которому соответствует $q_\alpha=6,5\%$;

в табл. 3 настоящего стандарта при $n=50$ и $q_\alpha=6,5\%$ находим значение $q_\beta=22,4\%$.

Пример 8. Применение плана контроля по схеме на черт. 8 настоящего стандарта.

Требуется определить план контроля для подтверждения интенсивности отказов на браковочном уровне для партии изделий, для которых интенсивность отказов на браковочном уровне была бы $\lambda_2(t_0)=0,00078$ при заданном времени безотказной работы $t_0=1500$ ч. Заданная продолжительность испытаний изделий $t_1=350$ ч. Закон распределения наработок до отказа — Вейбулла с параметром формы $b=2$.

Выбор параметров плана контроля:

на основе $t_0=1500$ и $t_1=850$ получаем $\frac{t_0}{t_1}=1,76$;

в табл. 4 настоящего стандарта самое близкое к 1,76 будет значение 1,75, на основе которого вычисляется $\frac{\lambda\,(t_0)}{\lambda\,(t_1)}=1,75$ для $b=2$;

на основе $\frac{\lambda\ (t_0)}{\lambda\ (t_1)}=1{,}75$ и $\lambda_2(t_0)=0{,}00078$ вычисляется $\lambda_2(t_1)=\frac{\lambda_2\ (t_0)}{1{,}75}=$

$=\frac{0{,}00078}{1{,}75}=0{,}00044$, откуда $100\ t_1\lambda_2(t_1)=100\times850\times0{,}00044=37{,}4$;

в табл. 3 настоящего стандарта самые близкие к 37,4 значения при $b=2$ сведены в табл. 1.

Таблица 1

n	$100\ t_1\ \lambda_2\ (t_1)$	q_α^*
13	35	1,0%
32	35	2,5%
125	35	6,5%

Для выбора оптимального плана контроля необходимо определить приемочную интенсивность отказов $\lambda_1(t_0)$ для каждого из трех вариантов табл. 1 для установленного $T_0=1500$ ч. Для этого по табл. 2 настоящего стандарта для $b=2$ определяются значения $100\ t_1\lambda_1(t_1)$, соответствующие каждому значению q_α^* из табл. 1, для которого по табл. 2 настоящего стандарта находим:

$$\lambda_1(t_1)=\frac{\text{значение } 100\ t_1\lambda_1(t_1) \text{ из табл. 2 настоящего стандарта}}{100\times850}$$

на основе $\frac{\lambda_1\ (t_0)}{\lambda_1\ (t_1)}=1{,}75$ определяется $\lambda_1(t_0)=1{,}75\times\lambda_1(t_1)$.

Результаты вычислений даются в табл. 2.

Таблица 2

n	q^*	$100\ t_1\ \lambda_1\ (t_1)$	$\lambda_1\ (t_1)$	$\lambda_1\ (t_0)$
13	1,0%	2,01	0,0000236	0,0000413
32	2,5%	5,06	0,0000595	0,0001641
125	6,5%	13,4	0,0001576	0,0002758

Предположим, что оптимальным планом контроля будет тот, который соответствует $n=32$ и $\lambda_1(t_0)=0{,}0001041$. Тогда в табл. 1 для $q_\alpha^*=2{,}5\%$ и $n=32$ находим $C=2$.

Вывод. Из контролируемой партии извлекается выборка объема $n=32$ случайно отобранных изделий, которые подвергаются испытанию на протяжении $t_1=850$ ч.

Партия принимается, если $d\leqslant 2$ и бракуется, если $d\geqslant 3$.

Определение вспомогательных величин:

в табл. 1 настоящего стандарта для $n=32$ значение N будет находиться между 151—280 единицами.

На основе $\lambda_1(t_0)=0{,}0001041$ и $t_0=1500$ вычисляется $100\ t_0\lambda_1(t_0)=15{,}61$, которому в табл. 2 настоящего стандарта соответствует самое близкое значение 13,4, соответствующее $b=2$. Этому значению в той же таблице соответствует $q_\alpha=6{,}5\%$;

в табл. 3 настоящего стандарта для $n=32$ и $q_\alpha=6{,}5\%$ находим $q_\beta=27{,}1\%$.

Редактор *С. И. Бобарыкин*
Технический редактор *О. Н. Никитина*
Корректор *А. Г. Старостин*

Сдано в наб. 16.06.81 Подп. к печ. 17.09.81 1,25 п. л. 1,31 уч.-изд. л. Тир. 25000 Цена 5 коп.

Почета» Издательство стандартов, 123557, Москва, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 984

gost.e-ecolog.ru