

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

МЕТОД ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

ГОСТ 17331—71

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СТАНДАРТОВ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
Москва

gost.e-ecolog.ru

РАЗРАБОТАН Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор **Дербишер А. В.**
Зам. директора по научной работе **Маев Ф. Р.**
Руководитель темы **Воскобойников В. В.**
Исполнители: **Лосицкий О. Г., Воскобойников В. В., Гракин А. И., Диманштейн С. В., Самойленко Ю. А., Бирюкова И. А.**
Научные консультанты: **Шор Я. Б., Бендерский А. М., Груничев А. С., Петров О. М.**

ВНЕСЕН Всесоюзным научно-исследовательским институтом стандартизации (ВНИИС)

Директор **Дербишер А. В.**

ПОДГОТОВЛЕН К УТВЕРЖДЕНИЮ Техническим управлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР

Начальник Технического управления **Лямин Б. Н.**
Начальник отдела общетехнических стандартов **Антоновский А. И.**
Ст. инженер **Панин Ю. В.**

Отделом научных основ проблемы надежности и контроля качества промышленной продукции Всесоюзного научно-исследовательского института стандартизации (ВНИИС)

Зав. отделом **Лосицкий О. Г.**
Ответственный исполнитель **Диманштейн С. В.**

УТВЕРЖДЕН Государственным комитетом стандартов Совета Министров СССР 28 сентября 1971 г. (протокол № 138)

Председатель отраслевой научно-технической комиссии зам. председателя Госстандарта СССР **Ткаченко В. В.**
Члены комиссии: **Шаронов Г. Н., Скрипниченко В. Л., Верченко В. Р.**

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 15 декабря 1971 г. № 2036

УДК 62-19.001.4(083.74) Группа Т59

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

Метод последовательных испытаний

The engeneering relybility.
Sequential Tests

ГОСТ 17331—71

Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 15/XII 1971 г. № 2036 срок введения установлен

с 1/I 1973 г.

Несоблюдение стандарта преследуется по закону

Настоящий стандарт устанавливает планы контрольных последовательных испытаний на надежность промышленной продукции с экспоненциальным распределением наработки до отказа (промежутка времени между отказами).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Последовательные испытания на надежность относятся к категории контрольных испытаний и проводятся с целью оценки соответствия фактического уровня надежности изделий требуемому.

1.2. Планирование и оценка результатов последовательных испытаний на надежность производятся по наработке на отказ (среднему времени безотказной работы) испытываемых изделий.

1.3. Последовательные испытания на надежность планируются с учетом их возможного усечения с вынесением решения о соответствии партии изделий установленным требованиям.

1.4. Последовательные испытания на надежность проводятся по графическому плану, выбираемому согласно указаниям настоящего стандарта.

1.5. Основанием для выбора плана испытаний должны являться: риск поставщика α, риск потребителя β, приемочное значение наработки на отказ (среднего времени безотказной работы) T_0 и браковочное значение наработки на отказ (среднего времени безотказной работы) T_1. При этом вероятность приемки изделий с приемочным уровнем надежности T_0 равна $1-\alpha$, а вероятность приемки изделий с браковочным уровнем надежности T_1 равна β.

Издание официальное **Перепечатка воспрещена**

★

1.6. Значения величин риска поставщика α и риска потребителя β выбираются в зависимости от специфики изделий, возможностей промышленности, требований заказчика, особенностей функционирования изделий.

1.7. Методика планирования последовательных испытаний на надежность, изложенная в данном стандарте, предполагает одновременное испытание всех образцов изделий с фиксацией отказов изделий в моменты их возникновения.

1.8. Пояснения к основным положениям настоящего стандарта и дополнительные характеристики планов испытаний приведены в приложениях 1—5 к настоящему стандарту.

2. ВЫБОР ПЛАНА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

2.1. Для установленных значений приемочного T_0 и браковочного T_1 уровней надежности определяется величина отношения T_0/T_1.

2.2. По табл. 1—16 планов испытаний находят в графе T_0/T_1 значение, ближайшее к найденной величине отношения T_0/T_1, и затем в графе «Код» находят по этому значению соответствующий код плана испытаний.

2.3. По найденному коду в каждой таблице определяют величины $r_{\text{усеч}}$, c, d, r_0 и $t_{\Sigma\,\text{усеч}}/T_0$, необходимые для графического представления выбранного плана последовательных испытаний на надежность (см. чертеж).

2.4. Величины $r_{\text{усеч}}$ и $t_{\Sigma\,\text{усеч}}/T_0$ рекомендуется использовать только в случае усечения последовательных испытаний на надежность.

2.5. При последовательных испытаниях на надежность без восстановления работоспособности отказавших изделий или без замены отказавших изделий новыми минимальный объем выборки $n_{\min}$ численно равен величине $r_{\text{усеч}}$ и определяется из табл. 1—16.

2.6. При последовательных испытаниях на надежность с восстановлением работоспособности отказавших изделий или с заменой отказавших изделий новыми объем выборки может быть любым. При этом рекомендуемый объем выборки $n \geqslant r_{\text{усеч}}$.

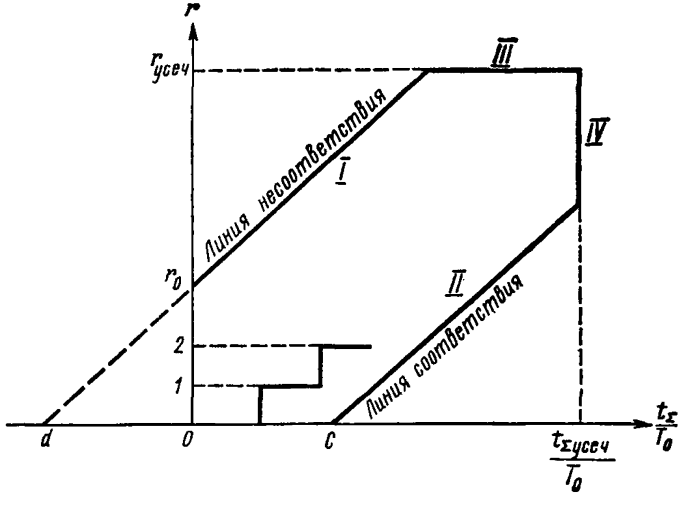
3. ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ВЫБРАННОГО ПЛАНА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

3.1. По данным табл. 1—16 в прямоугольной системе координат r; t_Σ/T_0 (см. чертеж) через точки с координатами $r=0$; $t_\Sigma/T_0=d$ и $r=r_0$; $t_\Sigma/T_0=0$ проводится прямая линия несоответст-

вия надежности партии изделий установленным требованиям (линия *I*).

3.2. По данным табл. 1—16 через точку (см. чертеж) с координатами $r=0$; $t_\Sigma/T_0=c$ параллельно линии несоответствия надежности партии изделий установленным требованиям проводится линия соответствия надежности партии изделий установленным требованиям (линия *II*).

График последовательных испытаний



3.3. По данным табл. 1—16 через точку (см. чертеж) с координатами $r=r_{усеч}$; $t_\Sigma/T_0=0$ параллельно оси t_Σ/T_0 проводится линия усечения по числу отказов (линия *III*).

3.4. По данным табл. 1—16 через точку (см. чертеж) с координатами $r=0$; $t_\Sigma/T_0=t_{\Sigma\,усеч}/T_0$ параллельно оси r проводится линия усечения по суммарной наработке (линия *IV*).

4. ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ И ВЫНЕСЕНИЕ РЕШЕНИЯ О СООТВЕТСТВИИ ИЛИ НЕСООТВЕТСТВИИ НАДЕЖНОСТИ ПАРТИИ ИЗДЕЛИЙ УСТАНОВЛЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

4.1. При наличии отказов изделий в процессе испытаний графиком последовательных испытаний на надежность является ступенчатая линия (см. чертеж), сумма отрезков которой, параллельных оси t_Σ/T_0, численно равна отношению суммарной наработки изделий в данный момент времени t испытаний к значению

величины T_0, а сумма отрезков, параллельных оси r, равна числу отказов изделий к моменту t испытаний.

4.2. При отсутствии отказов изделий в процессе испытаний график последовательных испытаний на надежность является прямой линией с началом в точке O, совпадающей с осью t_Σ/T_0 (см. чертеж), при этом величина суммарной наработки изделий t_Σ в процессе испытаний определяется по формуле

$$t_\Sigma = nt.$$

4.3. При последовательных испытаниях на надежность с восстановлением работоспособности отказавших изделий или с заменой отказавших изделий новыми суммарная наработка изделий t_Σ в момент времени t испытаний определяется по формуле

$$t_\Sigma = nt - \sum_{j=1}^{r} t_{jb},$$

где t_{jb} — длительность восстановления работоспособности j-го из r отказавших изделий или длительность замены j-го из r отказавших изделий новым.

4.4. При последовательных испытаниях на надежность без восстановления работоспособности отказавших изделий или без замены отказавших изделий новыми суммарная наработка изделий в момент времени t испытаний определяется по формуле

$$t_\Sigma = (n-r)t + \sum_{j=1}^{r} t_j,$$

где t_j — наработка до отказа j-го из r отказавших изделий, отсчитываемая с момента начала испытаний.

4.5. Последовательные испытания на надежность заканчиваются вынесением решения о соответствии надежности партии изделий установленным требованиям, если график последовательных испытаний на надежность (см. чертеж) достигает линии соответствия (линия *II*), т. е., когда

$$t_\Sigma \geqslant t_{\Sigma_{пр}}.$$

4.6. Последовательные испытания на надежность могут быть усечены с вынесением решения о соответствии надежности партии изделий установленным требованиям, если число отказов изделий в процессе испытаний $r < r_{усеч}$ и $t_\Sigma \geqslant t_{\Sigma\ усеч}$, т. е. график последовательных испытаний на надежность достигает (см. чертеж) отрезка *IV* прямой

$$t_\Sigma/T_0 = t_{\Sigma усеч}/T_0.$$

4.7. Последовательные испытания на надежность заканчиваются вынесением решения о несоответствии надежности партии изделий установленным требованиям, если график последовательных испытаний на надежность достигает (см. чертеж) линии несоответствия (линия *I*), т. е. когда

$$t_{\Sigma} \leqslant t_{\Sigma бр}.$$

4.8. При усечении последовательных испытаний на надежность выносится решение о несоответствии надежности партии изделий установленным требованиям, если график последовательных испытаний на надежность (см. чертеж) достигает отрезка *III* прямой $r=r_{усеч}$, т. е. когда $r=r_{усеч}$ и $t_{\Sigma} < t_{\Sigma усеч}$.

Таблица 1

$\alpha=0{,}05$, $\beta=0{,}05$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
A_1—1	58,82	3	—0,051	0,051	0,723	0,211
A_1—2	13,33	6	—0,239	0,239	1,137	1,260
A_1—3	7,692	9	—0,440	0,440	1,443	2,743
A_1—4	5,682	12	—0,628	0,628	1,695	4,452
A_1—5	4,651	15	—0,806	0,806	1,916	6,315
A_1—6	4,032	18	—0,971	0,971	2,112	8,276
A_1—7	3,636	21	—1,117	1,117	2,281	10,282
A_1—8	3,300	24	—1,280	1,280	2,466	12,458
A_1—9	3,077	27	—1,418	1,418	2,620	14,607
A_1—10	2,898	30	—1,551	1,551	2,767	16,812
A_1—11	2,747	33	—1,685	1,685	2,914	19,084
A_1—12	2,631	36	—1,804	1,804	3,043	21,348
A_1—13	2,531	39	—1,922	1,922	3,170	23,650
A_1—14	2,445	42	—2,037	2,037	3,293	25,990
A_1—15	2,369	45	—2,149	2,149	3,413	28,346
A_1—16	2,096	60	—2,684	2,684	3,977	40,506
A_1—17	1,942	75	—3,126	3,126	4,437	52,838
A_1—18	1,835	90	—3,527	3,527	4,851	65,430

Таблица 2

$\alpha=0{,}05,\ \beta=0{,}10$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$		c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
A_2—1	45,45	3	—0,064	0,050	0,757	0,257
A_2—2	10,99	6	—0,289	0,225	1,207	1,439
A_2—3	6,493	9	—0,526	0,410	1,545	3,064
A_2—4	4,878	12	—0,745	0,580	1,824	4,904
A_2—5	4,065	15	—0,943	0,735	2,061	6,862
A_2—6	3,546	18	—1,135	0,884	2,283	8,949
A_2—7	3,205	21	—1,311	1,020	2,481	11,09
A_2—8	2,958	24	—1,476	1,149	2,665	13,29
A_2—9	2,770	27	—1,632	1,272	2,837	15,54
A_2—10	2,618	30	—1,786	1,391	3,003	17,84
A_2—11	2,500	33	—1,927	1,500	3,154	20,16
A_2—12	2,398	36	—2,067	1,610	3,304	22,51
A_2—13	2,315	39	—2,197	1,711	3,444	24,90
A_2—14	2,242	42	—2,327	1,812	3,579	27,30
A_2—15	2,178	45	—2,453	1,909	3,712	29,73
A_2—16	1,961	60	—3,008	2,343	4,292	42,05
A_2—17	1,815	75	—3,554	2,762	4,850	54,85
A_2—18	1,721	90	—4,007	3,122	5,323	67,77

Таблица 3

$\alpha=0{,}05,\ \beta=0{,}20$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
A_3—1	31,25	3	—0,092	0,052	0,805	0,341
A_3—2	3,403	6	—0,374	0,210	1,302	1,725
A_3—3	5,235	9	—0,654	0,367	1,675	3,517
A_3—4	4,032	12	—0,913	0,513	1,988	5,517
A_3—5	3,413	15	—1,148	0,645	2,258	7,617
A_3—6	3,030	18	—1,365	0,767	2,501	9,830
A_3—7	2,762	21	—1,574	0,884	2,728	12,11
A_3—8	2,570	24	—1,764	0,992	2,936	14,43
A_3—9	2,427	27	—1,942	1,092	3,127	16,77
A_3—10	2,309	30	—2,116	1,190	3,312	19,17
A_3—11	2,217	33	—2,277	1,280	3,482	21,58
A_3—12	2,137	36	—2,438	1,370	3,651	24,04
A_3—13	2,070	39	—2,590	1,454	3,809	25,52
A_3—14	2,012	42	—2,739	1,539	3,965	29,01
A_3—15	1,961	45	—2,886	1,622	4,117	31,53
A_3—16	1,779	60	—3,557	2,000	4,811	44,37
A_3—17	1,669	75	—4,142	2,327	5,410	57,42
A_3—18	1,597	90	—4,639	2,607	5,919	70,55

Таблица 4

$\alpha=0{,}05,\ \beta=0{,}30$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
A_4—1	23,25	3	—0,118	0,051	0,839	0,424
A_4—2	6,850	6	—0,451	0,197	1,371	1,973
A_4—3	4,425	9	—0,770	0,336	1,774	3,908
A_4—4	3,484	12	—1,062	0,464	2,114	6,029
A_4—5	2,994	15	—1,323	0,578	2,406	8,247
A_4—6	2,681	18	—1,569	9,686	2,767	10,599
A_4—7	2,469	21	—1,797	0,785	2,920	12,92
A_4—8	2,315	24	—2,007	0,877	3,144	15,32
A_4—9	2,193	27	—2,211	0,965	3,360	17,77
A_4—10	2,102	30	—2,397	1,046	3,555	20,23
A_4—11	2,020	33	—2,586	1,129	3,753	22,75
A_4—12	1,957	36	—2,757	1,204	3,931	25,26
A_4—13	1,901	39	—2,928	1,278	4,107	27,80
A_4—14	1,855	42	—3,084	1,347	4,270	30,34
A_4—15	1,815	45	—3,238	1,414	4,428	32,91
A_4—16	1,658	60	—4,007	1,750	5,216	46,09
A_4—17	1,567	75	—4,652	2,030	5,872	59,40
A_4—18	1,515	90	—5,123	2,238	6,351	72,58

Таблица 5

$\alpha=0{,}10,\ \beta=0{,}05,$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Б_1$—1	28,57	3	—0,082	0,105	0,671	0,364
$Б_1$—2	8,928	6	—0,284	0,364	1,028	1,656
$Б_1$—3	5,714	9	—0,477	0,613	1,291	3,326
$Б_1$—4	4,444	12	—0,653	0,839	1,509	5,196
$Б_1$—5	3,759	15	—0,816	1,048	1,700	7,197
$Б_1$—6	3,333	18	—0,964	1,238	1,870	9,288
$Б_1$—7	3,039	21	—1,104	1,417	2,025	11,44
$Б_1$—8	2,825	24	—1,234	1,538	2,169	13,65
$Б_1$—9	2,659	27	—1,356	1,742	2,301	15,91
$Б_1$—10	2,525	30	—1,475	1,894	2,430	18,22
$Б_1$—11	2,416	33	—1,590	2,053	2,553	20,56
$Б_1$—12	2,325	36	—1,698	2,181	2,667	22,91
$Б_1$—13	2,247	39	—1,805	2,317	2,780	25,32
$Б_1$—14	2,183	42	—1,912	2,443	2,883	27,71
$Б_1$—15	2,127	45	—1,996	2,562	2,982	30,12
$Б_1$—16	1,915	60	—2,458	3,157	3,463	42,59
$Б_1$—17	1,792	75	—2,842	3,649	3,859	55,23
$Б_1$—18	1,706	90	—3,186	4,092	4,212	68,08

Таблица 6

$\alpha=0{,}10,\ \beta=0{,}10$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Б_2$—1	21,74	3	—0,106	0,106	0,713	0,445
$Б_2$—2	7,299	6	—0,349	0,349	1,105	1,893
$Б_2$—3	4,831	9	—0,574	0,574	1,395	3,700
$Б_2$—4	3,831	12	—0,775	0,775	1,636	5,693
$Б_2$—5	3,289	15	—0,960	0,960	1,845	7,801
$Б_2$—6	2,941	18	—1,132	1,132	2,037	10,00
$Б_2$—7	2,703	21	—1,290	1,290	2,210	12,26
$Б_2$—8	2,525	24	—1,440	1,440	2,378	14,53
$Б_2$—9	2,392	27	—1,577	1,577	2,519	16,91
$Б_2$—10	2,283	30	—1,712	1,712	2,661	19,30
$Б_2$—11	2,193	33	—1,842	1,842	2,806	21,66
$Б_2$—12	2,118	36	—1,964	1,964	2,926	24,16
$Б_2$—13	2,057	39	—2,078	2,078	3,045	26,61
$Б_2$—14	2,004	42	—2,188	2,188	3,160	29,08
$Б_2$—15	1,953	45	—2,305	2,305	3,282	31,60
$Б_2$—16	1,792	60	—2,774	2,774	3,766	44,18
$Б_2$—17	1,672	75	—3,268	3,268	4,273	57,37
$Б_2$—18	1,602	90	—3,646	3,646	4,659	70,44

Таблица 7

$\alpha=0{,}10,\ \beta=0{,}20$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Б_3$—1	15,38	3	—0,144	0,105	0,761	0,570
$Б_3$—2	5,650	6	—0,447	0,323	0,372	2,234
$Б_3$—3	3,891	9	—0,719	0,519	1,530	4,320
$Б_3$—4	3,164	12	—0,960	0,694	1,805	6,385
$Б_3$—5	2,762	15	—1,180	0,852	2,046	8,647
$Б_3$—6	2,519	18	—1,368	0,990	2,251	10,95
$Б_3$—7	2,331	21	—1,562	1,129	2,457	13,35
$Б_3$—8	2,198	24	—1,736	1,255	2,640	15,78
$Б_3$—9	2,096	27	—1,897	1,371	2,809	18,23
$Б_3$—10	2,012	30	—2,054	1,485	2,974	20,72
$Б_3$—11	1,945	33	—2,199	1,590	3,124	23,22
$Б_3$—12	1,887	36	—2,345	1,696	2,275	25,77
$Б_3$—13	1,838	39	—2,480	1,794	2,416	28,32
$Б_3$—14	1,798	42	—2,604	1,883	3,542	30,87
$Б_3$—15	1,760	45	—2,734	1,977	3,676	33,46
$Б_3$—16	1,626	60	—3,322	2,402	4,278	46,58
$Б_3$—17	1,538	75	—3,863	2,791	4,827	60,00
$Б_3$—18	1,486	90	—4,278	3,095	5,251	73,35

Таблица 8

$\alpha=0{,}10,\ \beta=0{,}30$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
Б$_4$—1	11,36	3	—0,187	0,105	0,800	0,703
Б$_4$—2	4,587	6	—0,542	0,305	1,277	2,538
Б$_4$—3	3,278	9	—0,853	0,482	1,838	4,690
Б$_4$—4	2,732	12	—1,123	0,634	1,936	6,968
Б$_4$—5	2,421	15	—1,370	0,773	2,200	9,331
Б$_4$—6	2,222	18	—1,591	0,898	2,437	11,76
Б$_4$—7	2,083	21	—1,796	1,013	2,651	14,23
Б$_4$—8	1,980	24	—1,986	1,121	2,848	16,72
Б$_4$—9	1,897	27	—2,167	1,224	3,037	19,27
Б$_4$—10	1,831	30	—2,339	1,321	3,215	21,83
Б$_4$—11	1,776	33	—2,506	1,414	3,387	24,42
Б$_4$—12	1,730	36	—2,666	1,505	3,549	27,02
Б$_4$—13	1,692	39	—2,812	1,587	3,701	29,62
Б$_4$—14	1,658	42	—2,955	1,667	3,846	32,27
Б$_4$—15	1,638	45	—3,096	1,746	3,989	34,91
Б$_4$—16	1,515	60	—3,776	2,132	4,683	48,39
Б$_4$—17	1,445	75	—4,370	2,467	5,285	62,05
Б$_4$—18	1,408	90	—4,762	2,689	5,681	75,47

Таблица 9

$\alpha=0{,}20,\ \beta=0{,}05$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
В$_1$—1	13,51	3	—0,124	0,221	0,598	0,624
В$_1$—2	5,747	6	—0,328	0,583	0,891	2,210
В$_1$—3	4,098	9	—0,502	0,894	1,104	4,098
В$_1$—4	3,378	12	—0,655	1,166	1,280	6,141
В$_1$—5	2,967	15	—0,792	1,409	1,432	8,292
В$_1$—6	2,695	18	—0,919	1,634	1,571	10,53
В$_1$—7	2,500	21	—1,038	1,848	1,700	12,83
В$_1$—8	2,358	24	—1,147	2,040	1,816	15,16
В$_1$—9	2,247	27	—1,248	2,223	1,924	17,53
В$_1$—10	2,155	30	—1,349	2,399	2,029	19,94
В$_1$—11	2,079	33	—1,443	2,570	2,129	22,38
В$_1$—12	2,016	36	—1,534	2,728	2,222	24,84
В$_1$—13	1,961	39	—1,620	2,886	2,314	27,33
В$_1$—14	1,916	42	—1,701	3,027	2,327	29,81
В$_1$—15	1,872	45	—1,785	3,176	2,482	32,35
В$_1$—16	1,718	60	—2,170	3,861	2,878	45,21
В$_1$—17	1,628	75	—2,479	4,409	3,194	58,19
В$_1$—18	1,565	90	—2,756	4,908	3,479	71,35

Таблица 10

$\alpha=0{,}20,\ \beta=0{,}10$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
B_2—1	10,31	3	0,162	0,223	0,645	0,752
B_2—2	4,717	6	—0,405	0,560	0,969	2,503
B_2—3	3,472	9	—0,608	0,841	1,208	4,531
B_2—4	2,907	12	—0,788	1,090	1,409	6,715
B_2—5	2,590	15	—0,945	1,308	1,580	8,976
B_2—6	2,375	18	—1,093	1,511	1,738	11,32
B_2—7	2,227	21	—1,225	1,695	1,878	13,70
B_2—8	2,110	24	—1,355	1,872	2,014	16,15
B_2—9	2,020	27	—1,473	2,037	2,139	18,61
B_2—10	1,949	30	—1,585	2,191	2,253	21,09
B_2—11	1,890	33	—1,690	2,335	2,362	23,72
B_2—12	1,838	36	—1,794	2,480	2,470	26,15
B_2—13	1,795	39	—1,892	2,614	2,570	28,69
B_2—14	1,757	42	—1,986	2,745	2,667	31,26
B_2—15	1,724	45	—2,076	2,871	2,761	33,84
B_2—16	1,608	60	—2,473	3,421	3,168	46,87
B_2—17	1,520	75	—2,892	4,000	3,593	60,39
B_2—18	1,468	90	—3,210	4,439	3,915	73,81

Таблица 11

$\alpha=0{,}20,\ \beta=0{,}20$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
B_3—1	7,246	3	—0,221	0,221	0,700	0,951
B_3—2	3,636	6	—0,525	0,525	1,074	2,937
B_3—3	2,785	9	—0,777	0,777	1,353	5,162
B_3—4	2,404	12	—0,988	0,988	1,580	7,497
B_3—5	2,174	15	—0,181	1,181	1,785	9,922
B_3—6	2,024	18	—1,354	1,354	1,966	12,39
B_3—7	1,919	21	—1,507	1,507	2,126	14,89
B_3—8	1,835	24	—1,659	1,659	2,284	17,45
B_3—9	1,770	27	—1,800	1,800	2,428	20,02
B_3—10	1,718	30	—1,931	1,931	2,561	22,61
B_3—11	1,675	33	—2,054	2,054	2,687	25,22
B_3—12	1,636	36	—2,177	2,177	2,814	27,86
B_3—13	1,605	39	—2,292	2,292	2,930	30,49
B_3—14	1,577	42	—2,402	2,402	3,042	33,15
B_3—15	1,460	45	—2,508	2,508	3,150	35,82
B_3—16	1,398	60	—3,012	3,012	3,664	49,37
B_3—17	1,362	75	—3,477	3,477	4,132	63,13
B_3—18	1,553	90	—3,823	3,823	4,482	76,81

Таблица 12

$\alpha=0{,}20,\ \beta=0{,}30$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
B_4—1	5,405	3	—0,285	0,222	0,742	1,149
B_4—2	2,958	6	—0,639	0,500	1,155	3,323
B_4—3	2,358	9	—0,992	0,722	1,460	5,684
B_4—4	2,074	12	—1,166	0,913	1,716	8,247
B_4—5	1,908	15	—1,378	1,080	1,938	10,87
B_4—6	1,795	18	—1,576	1,232	2,141	13,24
B_4—7	1,715	21	—1,750	1,372	2,322	15,84
B_4—8	1,653	24	—1,919	1,501	2,493	18,47
B_4—9	1,602	27	—2,080	1,628	2,656	21,12
B_4—10	1,562	30	—2,228	1,744	2,807	23,80
B_4—11	1,529	33	—2,367	1,852	2,950	26,48
B_4—12	1,501	36	—2,497	1,955	3,082	29,18
B_4—13	1,475	39	—2,637	2,065	3,224	31,91
B_4—14	1,453	42	—2,763	2,162	3,350	34,64
B_4—15	1,435	45	—2,881	2,254	3,470	51,23
B_4—16	1,360	60	—3,475	2,721	4,069	51,23
B_4—17	1,316	75	—3,967	3,104	4,564	65,18
B_4—18	1,292	90	—4,292	3,358	4,890	78,97

Таблица 13

$\alpha=0{,}30,\ \beta=0{,}05$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
Γ_1—1	8,403	3	—0,155	0,356	0,541	0,862
Γ_1—2	4,329	6	—0,346	0,792	0,787	2,641
Γ_1—3	3,289	9	—0,503	1,152	0,986	4,681
Γ_1—4	2,809	12	—0,637	1,458	1,116	6,851
Γ_1—5	2,519	15	—0,758	1,738	1,248	9,121
Γ_1—6	2,235	18	—0,868	1,991	1,366	11,46
Γ_1—7	2,188	21	—0,970	2,221	1,472	13,84
Γ_1—8	2,083	24	—1,063	2,436	1,570	16,26
Γ_1—9	2,000	27	—1,152	2,638	1,663	18,71
Γ_1—10	1,930	30	—1,238	2,836	1,752	21,20
Γ_1—11	1,876	33	—1,315	3,013	1,832	23,69
Γ_1—12	1,825	36	—1,398	3,199	1,916	26,25
Γ_1—13	1,786	39	—1,466	3,359	1,988	28,78
Γ_1—14	1,748	42	—1,540	3,526	2,063	31,35
Γ_1—15	1,715	45	—1,611	3,688	2,129	34,05
Γ_1—16	1,595	60	—1,938	4,437	2,469	47,08
Γ_1—17	1,524	75	—2,198	5,032	2,734	60,28
Γ_1—18	1,473	90	—2,439	5,582	2,978	73,68

Таблица 14

$\alpha=0{,}30,\ \beta=0{,}10$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Г_2$—1	6,451	3	—0,201	0,357	0,589	1,026
$Г_2$—2	3,548	6	—0,432	0,764	0,968	2,983
$Г_2$—3	2,785	9	—0,615	1,089	1,072	5,162
$Г_2$—4	2,415	12	—0,776	1,374	1,246	7,467
$Г_2$—5	2,202	15	—0,914	1,846	1,391	9,849
$Г_2$—6	2,053	18	—1,043	2,057	1,527	12,29
$Г_2$—7	1,945	21	—1,162	2,248	1,651	14,77
$Г_2$—8	1,865	24	—1,269	2,437	1,762	17,28
$Г_2$—9	1,798	27	—1,376	2,600	1,871	19,85
$Г_2$—10	1,748	30	—1,467	2,765	1,967	22,39
$Г_2$—11	1,703	33	—1,562	2,930	2,062	24,98
$Г_2$—12	1,664	36	—1,654	3,080	2,157	27,61
$Г_2$—13	1,631	39	—1,739	3,228	2,245	30,23
$Г_2$—14	1,602	42	—1,822	3,371	2,329	32,87
$Г_2$—15	1,577	45	—1,902	3,966	2,411	35,52
$Г_2$—16	1,490	60	—2,240	4,606	2,753	48,82
$Г_2$—17	1,422	75	—2,599	5,079	3,117	62,55
$Г_2$—18	1,383	90	—2,866	5,079	3,386	76,19

Таблица 15

$\alpha=0{,}30,\ \beta=0{,}20$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Г_3$—1	4,525	3	—0,278	0,355	0,650	1,284
$Г_3$—2	2,732	6	—0,566	0,722	0,976	3,198
$Г_3$—3	2,237	9	—0,837	0,071	1,218	6,193
$Г_3$—4	1,966	12	0,984	1,256	1,419	8,328
$Г_3$—5	1,852	15	—1,150	1,469	1,592	10,85
$Г_3$—6	1,751	18	—1,304	1,667	1,750	13,42
$Г_3$—7	1,678	21	—1,445	1,849	1,985	16,03
$Г_3$—8	1,621	24	—1,580	2,018	2,031	18,67
$Г_3$—9	1,577	27	—1,699	2,169	2,152	21,31
$Г_3$—10	1,538	30	—1,820	2,326	2,277	24,00
$Г_3$—11	1,508	33	—1,929	2,463	2,386	26,03
$Г_3$—12	1,481	36	—1,037	2,600	2,495	29,39
$Г_3$—13	1,460	39	—2,133	2,727	2,602	31,97
$Г_3$—14	1,439	42	—2,236	2,852	2,695	34,83
$Г_3$—15	1,420	45	—2,331	2,980	2,794	37,57
$Г_3$—16	1,353	60	—2,778	3,544	3,242	51,38
$Г_3$—17	1,309	75	—2,174	4,055	3,643	65,34
$Г_3$—18	1,282	90	—3,477	4,441	3,946	79,28

Таблица 16

$\alpha=0{,}30,\ \beta=0{,}30$

Код	T_0/T_1	$r_{усеч}$	d	c	r_0	$t_{\Sigma усеч}/T_0$
$Г_4$—1	3,378	3	—0,356	0,356	0,696	0,535
$Г_4$—2	2,222	6	—0,693	0,693	1,061	3,920
$Г_4$—3	1,890	9	—0,951	0,951	1,330	6,436
$Г_4$—4	1,724	12	—1,169	1,169	1,555	9,025
$Г_4$—5	1,621	15	—1,365	1,365	1,754	11,67
$Г_4$—6	1,550	18	—1,538	1,538	1,932	14,34
$Г_4$—7	1,499	21	—1,696	1,696	2,092	17,03
$Г_4$—8	1,460	24	—1,841	1,841	2,239	19,75
$Г_4$—9	1,426	27	—1,987	1,987	2,385	22,48
$Г_4$—10	1,400	30	—2,115	2,115	2,515	25,23
$Г_4$—11	1,377	33	—2,244	2,244	2,646	27,99
$Г_4$—12	1,358	36	—2,364	2,363	2,764	30,96
$Г_4$—13	1,342	39	—2,474	2,474	2,878	33,54
$Г_4$—14	1,328	42	—2,583	2,583	2,987	36,32
$Г_4$—15	1,314	45	—2,699	2,699	3,102	39,12
$Г_4$—16	1,261	60	—2,246	3,246	3,654	53,30
$Г_4$—17	1,230	75	—3,684	3,684	4,093	67,50
$Г_4$—18	1,215	90	—3,938	3,938	4,349	81,50

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к ГОСТ 17331—71
Рекомендуемое

ПОЯСНЕНИЯ К СТАНДАРТУ

Построение плана испытаний на надежность при заданных значениях величин T_1 и β с одной стороны и T_0 и α — с другой стороны сводится к выбору такого значения величины $r_{пред}$, при котором вероятности приемки равны

$$L(T_0) = 1 - \alpha \text{ и } L(T_1) = \beta.$$

Это условие выполняется, если значение величины таково, что

$$\frac{\chi^2_{1-\alpha;\ 2\ r_{пред}}}{\chi^2_{\beta;\ 2\ r_{пред}}} \geqslant \frac{T_1}{T_0}.$$

Значения T_0/T_1, приведенные в таблицах настоящего стандарта, определялись из выражения

$$\frac{T_0}{T_1} = \frac{\chi^2_{\beta;\ 2\ r_{пред}}}{\chi^2_{1-\alpha;\ 2\ r_{пред}}}$$

для 18 значений $r_{пред} = 1, 2, 3, \ldots, 15, 20, 25, 30$.

Если усеченное число отказов $r_{усеч}$ (число отказов, при котором заранее планируется прекращение испытаний на надежность) равно

$$r_{усеч} = 3\,r_{пред},$$

то величины рисков α и β изменяются незначительно.

Значения $r_{усеч} = 3r_{пред}$ для устанавливаемых стандартом планов испытаний приведены в табл. 1—16 стандарта.

Усечение испытаний на надежность при $r_{усеч}$ отказах приводит к усечению суммарной наработки изделий в процессе испытаний до величины

$$\frac{t_{\Sigma\ усеч}}{T_0} = \frac{k}{T_0}\, r_{усеч},$$

где $\frac{k}{T_0} = \frac{\ln T_0/T_1}{T_0/T_1 - 1}$ — тангенс угла наклона линий соответствия и несоответствия надежности партии изделий установленным требованиям.

Значения величины $t_{\Sigma\ усеч}/T_0$ приведены в таблицах настоящего стандарта.

Значения остальных величин c, d и r_0, приведенных в таблицах настоящего стандарта и определяющих выбранный план последовательных испытаний на надежность, находились из выражений

$$\frac{c}{T_0} = -\frac{1}{T_0/T_1 - 1} \ln \frac{\beta}{1-\alpha};$$

$$\frac{d}{T_0} = \frac{1}{T_0/T_1 - 1} \ln \frac{1-\beta}{\alpha};$$

$$r_0 = \ln \frac{1-\beta}{\alpha} / \ln \frac{T_0}{T_1},$$

получаемых из основных соотношений

$$t_{\Sigma\ пр} = \frac{T_0/T_1}{T_0/T_1 - 1} T_1 \left(r \ln \frac{T_0}{T_1} - \ln \frac{\beta}{1-\alpha} \right);$$

$$t_{\Sigma\ бр} = \frac{T_0/T_1}{T_0/T_1 - 1} T_1 \left(r \ln \frac{T_0}{T_1} - \ln \frac{1-\beta}{\alpha} \right)$$

метода последовательных испытаний на надежность.

В случае последовательных испытаний на надежность оперативные характеристики рассматриваемых стандартных планов с одним и тем же значением риска поставщика α и различными значениями риска потребителя β практически одинаковы. Поэтому каждая четверка оперативных характеристик стандартных планов последовательных испытаний на надежность с одним и тем же значением величины $r_{пред}$, но с различными значениями величины β=0,05; 0,10; 0,20; 0,30 заменена одной оперативной характеристикой с β=0,10 и соответствующим значением величины α. Например, четыре оперативные характеристики стандартных планов испытаний $А_2$—3; $Б_2$—3; $В_2$—3 и $Г_2$—3 заменены одной оперативной характеристикой плана $Б_2$—3. В результате 288 планов испытаний на надежность в настоящем стандарте представлены 72 оперативными характеристиками в графическом виде и в виде таблиц значений их координат.

С целью более полной характеристики каждого из стандартных планов последовательных испытаний на надежность в стандарте представлены дополнительные показатели стандартных планов испытаний на надежность в виде математического ожидания продолжительности и математического ожидания числа отказов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 к ГОСТ 17331—71
Справочное

ОПЕРАТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАНОВ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

Координаты оперативных характеристик планов последовательных испытаний на надежность определяются следующей совокупностью уравнений

$$L(T/T_0)=\frac{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^h-1}{\left(\frac{1-\beta}{\alpha}\right)^h-\left(\frac{\beta}{1-\alpha}\right)^h};$$

$$\frac{T}{T_0}=\frac{\left(\frac{T_0}{T_1}\right)^h-1}{h\left(\frac{T_0}{T_1}-1\right)},$$

решение которых проводилось на ЭЦВМ. При этом диапазон значений величины T/T_0 от 0 до 1 был разбит на 20 значений с интервалом 0,05. Для каждого значения T/T_0 (0,05, 0,10, 0,15, ...) при заданном значении отношения T_0/T_1 из второго уравнения определялась величина h, которая из первого уравнения при установленных значениях величин α и β однозначно определяла величину $L(T_0/T_1)$.

Значения величины вероятности приемки $L(T/T_0)$ при отношении T/T_0, равном 0,05; 0,10; 0,25; 0,35; 0,50; 0,75; 0,85; 0,95 для различных значений величин α и $r_{\text{пред}}$ приведены в табл. 1—4. Таблицы составлены с учетом того, что оперативные характеристики четырех стандартных планов последовательных испытаний на надежность с различными величинами β ($\beta=0{,}05$; $\beta=0{,}10$; $\beta=0{,}20$; $\beta=0{,}30$) для каждой пары значений величин α и $r_{\text{пред}}$ практически одинаковы.

В таблицах каждые четыре оперативные характеристики для каждой пары значений величин α и $r_{\text{пред}}$ заменены оперативной характеристикой с $\beta=0{,}10$. Например, в строке табл. 1 для $r_{\text{пред}}=10$ и $\alpha=0{,}05$ представлены координаты оперативных характеристик следующих четырех планов испытаний:

$r_{\text{пред}}=10$;	$\alpha=0{,}05$;	$\beta=0{,}05$;
$r_{\text{пред}}=10$;	$\alpha=0{,}05$;	$\beta=0{,}10$;
$r_{\text{пред}}=10$;	$\alpha=0{,}05$;	$\beta=0{,}20$;
$r_{\text{пред}}=10$;	$\alpha=0{,}05$;	$\beta=0{,}30$.

В строке табл. 3 для $r_{\text{пред}}=20$ и $\alpha=0{,}20$ представлены координаты оперативных характеристик следующих четырех планов испытаний:

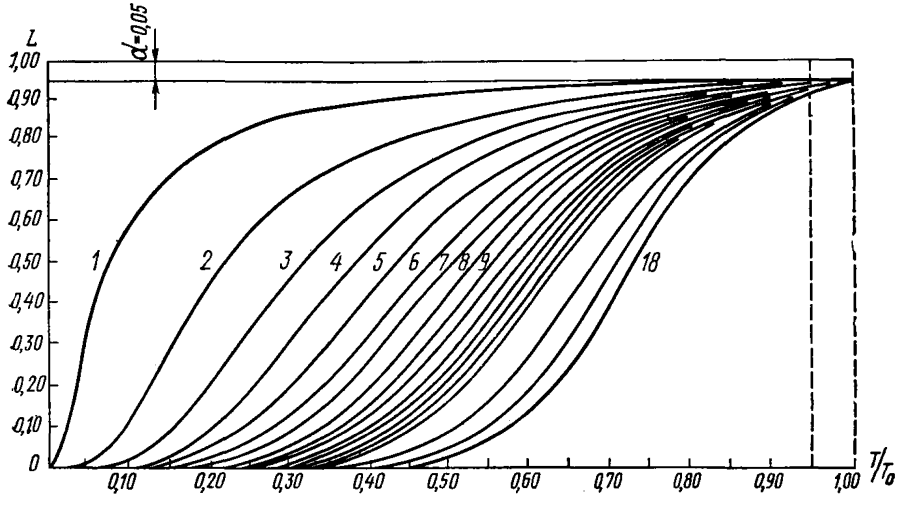
$r_{\text{пред}}=20$;	$\alpha=0{,}20$;	$\beta=0{,}05$;
$r_{\text{пред}}=20$;	$\alpha=0{,}20$;	$\beta=0{,}10$;

$r_{пред}=20$; $\alpha=0{,}20$; $\beta=0{,}20$;
$r_{пред}=20$; $\alpha=0{,}20$; $\beta=0{,}30$

и т. д.

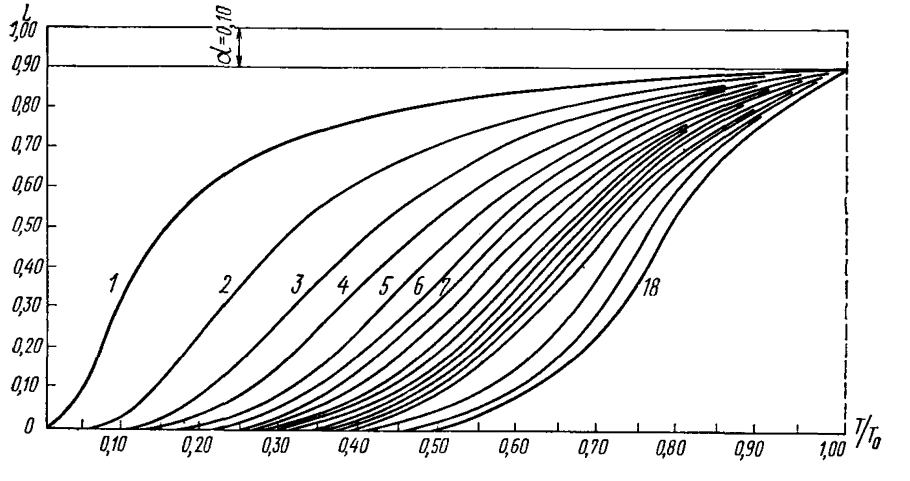
В итоге в табл. 1—4 288 стандартных планов последовательных испытаний на надежность представлены 72 оперативными характеристиками.

Оперативные характеристики при $\alpha=0{,}05$



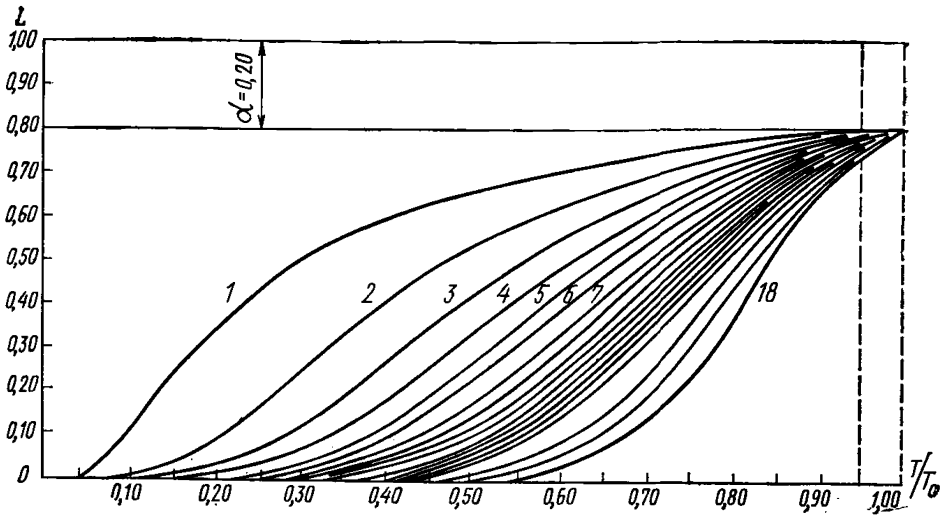
Черт. 1

Оперативные характеристики при $\alpha=0{,}10$



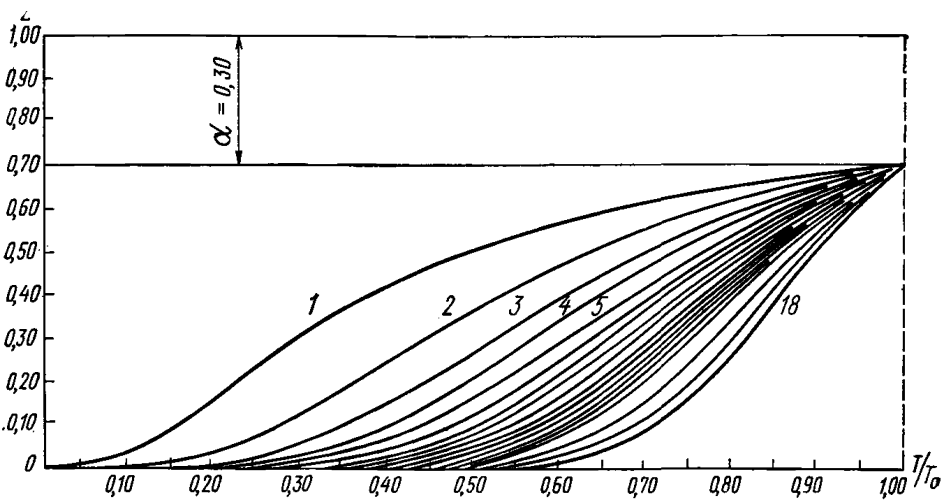
Черт. 2

Оперативные характеристики при α=0,20



Черт. 3

Оперативные характеристики при α=0,30



Черт. 4

По данным табл. 1—4 на черт. 1—4 представлены оперативные характеристики для планов испытаний с α=0,05; α=0,10; α=0,20; α=0,30 соответственно. Числа 1—18 на черт. 1—4 являются номерами оперативных характеристик в кодовых обозначениях планов испытаний и соответствуют восемнадцати значениям величины $r_{\text{пред}}$=1—15, 20, 25, 30 по порядку их следования.

Таблица 1

ЗНАЧЕНИЯ КООРДИНАТ ОПЕРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК при $\alpha=0{,}05$

$r_{пред}$	Значения L (T/T_0) при T/T_0							
	0,05	0,10	0,25	0,35	0,50	0,75	0,85	0,95
1	0,361	0,607	0,821	0,868	0,905	0,934	0,941	0,947
2	0,011	0,127	0,582	0,735	0,846	0,920	0,934	0,945
3	0	0,019	0,348	0,581	0,780	0,906	0,928	0,944
4	0	0,003	0,192	0,436	0,710	0,892	0,922	0,942
5	0	0	0,105	0,317	0,638	0,879	0,917	0,941
6	0	0	0,059	0,227	0,568	0,866	0,912	0,940
7	0	0	0,034	0,163	0,501	0,853	0,907	0,939
8	0	0	0,020	0,117	0,440	0,840	0,902	0,938
9	0	0	0,012	0,085	0,384	0,826	0,987	0,937
10	0	0	0,007	0,062	0,334	0,813	0,892	0,936
11	0	0	0,004	0,046	0,290	0,800	0,888	0,935
12	0	0	0,003	0,034	0,352	0,786	0,863	0,934
13	0	0	0,002	0,026	0,219	0,773	0,878	0,932
14	0	0	0,001	0,019	0,190	0,760	0,874	0,931
15	0	0	0	0,015	0,165	0,746	0,869	0,928
20	0	0	0	0,004	0,084	0,680	0,847	0,924
25	0	0	0	0,001	0,043	0,615	0,824	0,921
30	0	0	0	0	0,025	0,554	0,802	0,921

Таблица 2

ЗНАЧЕНИЯ КООРДИНАТ ОПЕРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК при $\alpha=0{,}10$

$r_{пред}$	Значения L (T/T_0) при T/T_0							
	0,05	0,10	0,25	0,35	0,50	0,75	0,85	0,95
1	0,121	0,354	0,666	0,748	0,825	0,870	0,884	0,895
2	0	0,035	0,369	0,556	0,721	0,845	0,872	0,891
3	0	0,003	0,178	0,386	0,629	0,823	0,861	0,889
4	0	0	0,084	0,258	0,542	0,801	0,952	0,886
5	0	0	0,041	0,171	0,462	0,781	0,843	0,884
6	0	0	0,021	0,113	0,392	0,762	0,835	0,882
7	0	0	0,011	0,076	0,331	0,743	0,827	0,880
8	0	0	0,006	0,052	0,278	0,725	0,819	0,879
9	0	0	0,003	0,036	0,234	0,706	0,812	0,877
10	0	0	0,002	0,025	0,197	0,689	0,805	0,876
11	0	0	0,001	0,018	0,166	0,671	0,798	0,874
12	0	0	0	0,012	0,140	0,654	0,791	0,873
13	0	0	0	0,009	0,118	0,637	0,784	0,871
14	0	0	0	0,006	0,100	0,621	0,777	0,870
15	0	0	0	0,005	0,085	0,605	0,771	0,869
20	0	0	0	0,001	0,039	0,529	0,739	0,862
25	0	0	0	0	0,019	0,460	0,709	0,857
30	0	0	0	0	0,010	0,400	0,680	0,851

Таблица 3

ЗНАЧЕНИЯ КООРДИНАТ ОПЕРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК при $\alpha = 0{,}20$

$r_{пред}$	Значения L (T/T_0) при T/T_0							
	0,05	0,10	0,25	0,35	0,50	0,75	0,85	0,95
1	0,011	0,107	0,419	0,539	0,684	0,746	0,771	0,791
2	0	0,004	0,157	0,321	0,519	0,706	0,751	0,785
3	0	0	0,058	0,185	0,414	0,673	0,735	0,781
4	0	0	0,022	0,107	0,329	0,644	0,720	0,777
5	0	0	0,009	0,063	0,261	0,617	0,708	0,774
6	0	0	0,004	0,038	0,207	0,591	0,696	0,771
7	0	0	0,002	0,023	0,165	0,568	0,685	0,768
8	0	0	0,001	0,015	0,132	0,545	0,674	0,765
9	0	0	0	0,009	0,106	0,524	0,664	0,763
10	0	0	0	0,006	0,085	0,503	0,584	0,760
11	0	0	0	0,004	0,069	0,484	0,644	0,758
12	0	0	0	0,003	0,056	0,465	0,635	0,756
13	0	0	0	0,002	0,046	0,447	0,626	0,754
14	0	0	0	0,001	0,038	0,430	0,628	0,752
15	0	0	0	0,001	0,031	0,414	0,609	0,750
20	0	0	0	0	0,012	0,341	0,570	0,740
25	0	0	0	0	0,005	0,282	0,534	0,792
30	0	0	0	0	0,002	0,330	0,501	0,724

Таблица 4

ЗНАЧЕНИЯ КООРДИНАТ ОПЕРАТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК при $\alpha = 0{,}30$

$r_{пред}$	Значения L (T/T_0) при T/T_0							
	0,05	0,10	0,25	0,35	0,50	0,75	0,85	0,95
1	0	0,27	0,245	0,369	0,499	0,626	0,660	0,687
2	0	0	0,067	0,180	0,363	0,578	0,635	0,680
3	0	0	0,020	0,090	0,268	0,540	0,616	0,675
4	0	0	0,007	0,047	0,199	0,508	0,599	0,670
5	0	0	0,002	0,025	0,149	0,479	0,584	0,666
6	0	0	0,001	0,014	0,113	0,452	0,570	0,662
7	0	0	0	0,008	0,086	0,428	0,558	0,659
8	0	0	0	0,005	0,066	0,406	0,546	0,656
9	0	0	0	0,003	0,051	0,385	0,535	0,653
10	0	0	0	0,002	0,040	0,366	0,524	0,650
11	0	0	0	0,001	0,031	0,347	0,514	0,647
12	0	0	0	0	0,025	0,330	0,504	0,644
13	0	9	0	0	0,020	0,314	0,494	0,642
14	0	0	0	0	0,016	0,299	0,485	0,639
15	0	0	0	0	0,013	0,285	0,476	0,637
20	0	0	0	0	0,004	0,224	0,436	0,636
25	0	0	0	0	0,002	0,177	0,400	0,616
30	0	0	0	0	0	0,142	0,369	0,607

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 к ГОСТ 17331—71
Рекомендуемое

ЗНАЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОЖИДАНИЙ ЧИСЛА ОТКАЗОВ $E_T(r)$ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ $E_T(t)$ СТАНДАРТНЫХ ПЛАНОВ УСЕЧЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ

В приложении приведены значения величин математических ожиданий числа отказов $E_T(r)$ и продолжительности $E_T(t)$ стандартных планов усеченных последовательных испытаний на надежность (с заменой и без замены изделий, отказавших в процессе испытаний) при $T=T_0$ и $n=r_{\text{усеч}}$.

Математическое ожидание числа отказов $E_T(r)$ для усеченных последовательных испытаний на надежность с заменой или без замены изделий, отказавших в процессе испытаний, определяется выражением

$$E_T(r) \cong \frac{-d - L(T/T_0)(c-d)}{k/T_0 - T/T_0}.$$

При $T=T_0$ $L(T/T_0=1)=1-\alpha$

$$\text{и } E_{T_0}(r) \cong \frac{-d-(1-\alpha)(c-d)}{k/T_0-1}.$$

Математическое ожидание продолжительности $E_T(t)$ усеченных последовательных испытаний на надежность без замены изделий, отказавших в процессе испытаний, определяется выражением

$$\frac{E_T(t)}{T_0} \cong \frac{1}{T_0/T} \ln\left[\frac{n}{n-E_T(r)}\right].$$

При $T=T_0$

$$\frac{E_{T_0}(t)}{T_0} \cong \ln\left[\frac{n}{n-E_{T_0}(r)}\right].$$

Ожидаемая продолжительность $E_T(t)$ усеченных последовательных испытаний на надежность с заменой изделий, отказавших в процессе испытаний, определяется выражением

$$\frac{E_T(t)}{T_0} = \frac{E_T(r)}{n(T_0/T)}.$$

При $T=T_0$

$$\frac{E_{T_0}(t)}{T_0} = \frac{E_{T_0}(r)}{n}.$$

При усеченных последовательных испытаниях на надежность максимальное число отказов $r_{\max}=r_{\text{усеч}}$ для каждого из планов испытаний определяется по табл. 1—16 настоящего стандарта.

Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$	Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$
A_1—1	0,049	0,016	0,017	A_3—16	6,626	0,110	0,117
A_1—2	0,272	0,045	0,046	A_3—17	8,580	0,114	0,121
A_1—3	0,570	0,063	0,065	A_3—18	10,58	0,117	0,125
A_1—4	0,898	0,075	0,078	A_4—1	0,049	0,016	0,017
A_1—5	1,253	0,083	0,087	A_4—2	0,249	0,042	0,042
A_1—6	1,617	0,090	0,094	A_4—3	0,496	0,055	0,056
A_1—7	1,972	0,094	0,099	A_4—4	0,778	0,065	0,067
A_1—8	2,395	0,100	0,105	A_4—5	1,071	0,071	0,074
A_1—9	2,783	0,103	0,108	A_4—6	1,386	0,077	0,080
A_1—10	3,179	0,106	0,112	A_4—7	1,706	0,081	0,084
A_1—11	3,602	0,109	0,115	A_4—8	2,016	0,084	0,088
A_1—12	3,987	0,111	0,117	A_4—9	2,350	0,087	0,091
A_1—13	4,392	0,112	0,119	A_4—10	2,674	0,089	0,093
A_1—14	4,790	0,114	0,121	A_4—11	3,036	0,092	0,096
A_1—15	5,232	0,116	0,124	A_4—12	3,338	0,094	0,099
A_1—16	7,476	0,125	0,133	A_4—13	3,712	0,095	0,100
A_1—17	9,489	0,126	0,135	A_4—14	4,012	0,096	0,101
A_1—18	11,76	0,131	0,140	A_4—15	4,342	0,096	0,102
A_2—1	0,048	0,016	0,016	A_4—16	6,362	0,106	0,112
A_2—2	0,262	0,044	0,045	A_4—17	8,293	0,110	0,117
A_2—3	0,551	0,061	0,063	A_4—18	9,998	0,111	0,118
A_2—4	0,869	0,072	0,075	$Б_1$—1	0,098	0,033	0,037
A_2—5	1,199	0,080	0,083	$Б_1$—2	0,413	0,069	0,071
A_2—6	1,558	0,086	0,091	$Б_1$—3	0,799	0,089	0,093
A_2—7	1,912	0,091	0,095	$Б_1$—4	1,216	0,101	0,107
A_2—8	2,283	0,095	0,100	$Б_1$—5	1,657	0,110	0,117
A_2—9	2,654	0,098	0,103	$Б_1$—6	2,101	0,117	0,124
A_2—10	3,044	0,101	0,107	$Б_1$—7	2,562	0,122	0,130
A_2—11	3,414	0,103	0,109	$Б_1$—8	3,012	0,125	0,134
A_2—12	3,815	0,106	0,112	$Б_1$—9	3,490	0,129	0,138
A_2—13	4,210	0,107	0,114	$Б_1$—10	3,952	0,132	0,141
A_2—14	4,576	0,109	0,115	$Б_1$—11	4,497	0,136	0,146
A_2—15	4,995	0,111	0,117	$Б_1$—12	4,914	0,137	0,147
A_2—16	6,923	0,115	0,126	$Б_1$—13	5,445	0,139	0,150
A_2—17	8,990	0,123	0,127	$Б_1$—14	5,882	0,140	0,151
A_2—18	11,16	0,124	0,132	$Б_1$—15	6,398	0,142	0,154
A_3—1	0,051	0,017	0,017	$Б_1$—16	9,037	0,150	0,163
A_3—2	0,254	0,042	0,043	$Б_1$—17	11,32	0,152	0,164
A_3—3	0,519	0,057	0,059	$Б_1$—18	14,01	0,155	0,169
A_3—4	0,817	0,068	0,070	$Б_2$—1	0,099	0,033	0,033
A_3—5	1,129	0,075	0,078	$Б_2$—2	0,408	0,068	0,071
A_3—6	1,455	0,081	0,084	$Б_2$—3	0,779	0,087	0,091
A_3—7	1,795	0,085	0,089	$Б_2$—4	1,179	0,098	0,104
A_3—8	2,142	0,089	0,093	$Б_2$—5	1,607	0,107	0,112
A_3—9	2,494	0,092	0,097	$Б_2$—6	2,037	0,113	0,120
A_3—10	2,842	0,095	0,100	$Б_2$—7	2,476	0,118	0,126
A_3—11	3,196	0,097	0,102	$Б_2$—8	2,924	0,122	0,130
A_3—12	3,565	0,099	0,104	$Б_2$—9	3,372	0,125	0,134
A_3—13	3,910	0,100	0,105	$Б_2$—10	3,830	0,127	0,136
A_3—14	4,272	0,102	0,107	$Б_2$—11	4,296	0,130	0,139
A_3—15	4,658	0,103	0,109	$Б_2$—12	4,790	0,133	0,142

Продолжение

Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$	Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$
Б$_2$—13	5,256	0,134	0,146	В$_1$—9	4,370	0,162	0,176
Б$_2$—14	5,652	0,135	0,147	В$_1$—10	4,949	0,165	0,181
Б$_2$—15	6,161	0,135	0,147	В$_1$—11	5,501	0,167	0,182
Б$_2$—16	8,377	0,139	0,150	В$_1$—12	6,089	0,169	0,185
Б$_2$—17	11,03	0,147	0,158	В$_1$—13	6,620	0,170	0,186
Б$_2$—18	13,30	0,149	0,160	В$_1$—14	7,229	0,172	0,189
Б$_3$—1	0,099	0,033	0,033	В$_1$—15	7,736	0,173	0,192
Б$_3$—2	0,392	0,065	0,068	В$_1$—16	10,84	0,181	0,199
Б$_3$—3	0,745	0,083	0,086	В$_1$—17	13,66	0,182	0,201
Б$_3$—4	1,129	0,094	0,099	В$_1$—18	15,85	0,186	0,204
Б$_3$—5	1,530	0,102	0,108	В$_2$—1	0,195	0,065	0,067
Б$_3$—6	1,926	0,107	0,113	В$_2$—2	0,630	0,105	0,111
Б$_3$—7	2,359	0,112	0,119	В$_2$—3	1,111	0,123	0,132
Б$_3$—8	2,796	0,116	0,124	В$_2$—4	1,624	0,135	0,145
Б$_3$—9	3,232	0,119	0,127	В$_2$—5	2,135	0,142	0,154
Б$_3$—10	3,647	0,122	0,129	В$_2$—6	2,681	0,149	0,161
Б$_3$—11	4,053	0,123	0,131	В$_2$—7	3,208	0,153	0,166
Б$_3$—12	4,576	0,127	0,136	В$_2$—8	3,748	0,156	0,170
Б$_3$—13	5,017	0,128	0,138	В$_2$—9	4,297	0,159	0,173
Б$_3$—14	5,443	0,129	0,139	В$_2$—10	4,844	0,161	0,176
Б$_3$—15	5,878	0,130	0,140	В$_2$—11	5,372	0,163	0,177
Б$_3$—16	8,335	0,139	0,149	В$_2$—12	5,966	0,166	0,181
Б$_3$—17	10,768	0,143	0,155	В$_2$—13	6,386	0,167	0,181
Б$_3$—18	13,135	0,146	0,158	В$_2$—14	7,029	0,167	0,183
Б$_4$—1	0,099	0,033	0,033	В$_2$—15	7,496	0,168	0,184
Б$_4$—2	0,383	0,064	0,066	В$_2$—16	10,34	0,172	0,188
Б$_4$—3	0,728	0,081	0,084	В$_2$—17	13,45	0,179	0,197
Б$_4$—4	1,091	0,091	0,095	В$_2$—18	16,18	0,178	0,199
Б$_4$—5	1,478	0,098	0,105	В$_3$—1	0,194	0,065	0,067
Б$_4$—6	1,868	0,104	0,110	В$_3$—2	0,616	0,103	0,108
Б$_4$—7	2,261	0,107	0,114	В$_3$—3	1,091	0,121	0,129
Б$_4$—8	2,674	0,111	0,118	В$_3$—4	1,574	0,131	0,140
Б$_4$—9	3,111	0,115	0,122	В$_3$—5	2,083	0,139	0,149
Б$_4$—10	3,499	0,117	0,124	В$_3$—6	2,592	0,144	0,155
Б$_4$—11	3,977	0,120	0,128	В$_3$—7	3,115	0,148	0,160
Б$_4$—12	4,365	0,121	0,129	В$_3$—8	3,603	0,150	0,163
Б$_4$—13	4,744	0,122	0,129	В$_3$—9	4,178	0,155	0,168
Б$_4$—14	5,243	0,125	0,133	В$_3$—10	4,733	0,158	0,171
Б$_4$—15	5,684	0,126	0,135	В$_3$—11	5,128	0,160	0,173
Б$_4$—16	8,242	0,137	0,147	В$_3$—12	5,878	0,163	0,178
Б$_4$—17	10,31	0,138	0,148	В$_3$—13	6,459	0,165	0,181
Б$_4$—18	12,05	0,139	0,149	В$_3$—14	6,952	0,166	0,182
В$_1$—1	0,192	0,064	0,066	В$_3$—15	7,252	0,167	0,183
В$_1$—2	0,634	0,106	0,112	В$_3$—16	10,19	0,170	0,186
В$_1$—3	1,129	0,125	0,134	В$_3$—17	13,49	0,179	0,198
В$_1$—4	1,643	0,137	0,147	В$_3$—18	15,23	0,182	0,202
В$_1$—5	2,169	0,145	0,156	В$_4$—1	0,195	0,065	0,067
В$_1$—6	2,698	0,149	0,162	В$_4$—2	0,610	0,102	0,107
В$_1$—7	3,265	0,155	0,169	В$_4$—3	1,031	0,114	0,121
В$_1$—8	3,814	0,159	0,173	В$_4$—4	1,541	0,128	0,137

Продолжение

Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$	Код	$E_{T_0}(r)$	С заменами $E_{T_0}(t)/T_0$	Без замен $E_{T_0}(t)/T_0$
B_4—5	2,047	0,136	0,147	Γ_2—12	6,566	0,182	0,201
B_4—6	2,504	0,139	0,149	Γ_2—13	7,241	0,185	0,205
B_4—7	3,094	0,147	0,159	Γ_2—14	7,811	0,186	0,205
B_4—8	3,505	0,148	0,160	Γ_2—15	8,199	0,186	0,206
B_4—9	4,042	0,150	0,162	Γ_2—16	11,30	0,188	0,209
B_4—10	4,548	0,152	0,164	Γ_2—17	14,46	0,193	0,214
B_4—11	5,141	0,153	0,169	Γ_2—18	16,94	0,198	0,218
B_4—12	5,582	0,155	0,169	Γ_3—1	0,288	0,096	0,101
B_4—13	5,953	0,155	0,169	Γ_3—2	0,798	0,133	0,142
B_4—14	6,550	0,156	0,170	Γ_3—3	1,432	0,159	0,173
B_4—15	6,901	0,158	0,172	Γ_3—4	1,920	0,160	0,174
B_4—16	10,16	0,169	0,185	Γ_3—5	2,458	0,164	0,179
B_4—17	13,90	0,185	0,205	Γ_3—6	3,042	0,169	0,185
B_4—18	14,27	0,188	0,213	Γ_3—7	3,664	0,174	0,191
Γ_1—1	0,284	0,095	0,099	Γ_3—8	4,205	0,175	0,192
Γ_1—2	0,805	0,134	0,144	Γ_3—9	4,865	0,180	0,199
Γ_1—3	1,366	0,152	0,165	Γ_3—10	5,482	0,183	0,202
Γ_1—4	1,934	0,161	0,176	Γ_3—11	6,067	0,184	0,202
Γ_1—5	2,526	0,168	0,184	Γ_3—12	6,584	0,184	0,202
Γ_1—6	3,106	0,172	0,189	Γ_3—13	7,141	0,185	0,202
Γ_1—7	3,714	0,177	0,195	Γ_3—14	7,748	0,185	0,204
Γ_1—8	4,281	0,178	0,196	Γ_3—15	8,404	0,187	0,204
Γ_1—9	4,891	0,181	0,200	Γ_3—16	11,46	0,191	0,212
Γ_1—10	5,506	0,183	0,203	Γ_3—17	14,68	0,196	0,217
Γ_1—11	6,137	0,185	0,205	Γ_3—18	17,33	0,198	0,221
Γ_1—12	6,637	0,186	0,206	Γ_4—1	0,292	0,097	0,103
Γ_1—13	7,372	0,189	0,209	Γ_4—2	0,798	0,133	0,142
Γ_1—14	7,964	0,190	0,210	Γ_4—3	1,336	0,148	0,160
Γ_1—15	8,685	0,191	0,211	Γ_4—4	1,863	0,155	0,169
Γ_1—16	11,44	0,191	0,211	Γ_4—5	2,446	0,163	0,178
Γ_1—17	14,24	0,191	0,211	Γ_4—6	3,029	0,168	0,184
Γ_1—18	17,12	0,191	0,211	Γ_4—7	3,620	0,172	0,189
Γ_2—1	0,288	0,096	0,101	Γ_4—8	4,151	0,173	0,190
Γ_2—2	0,806	0,134	0,144	Γ_4—9	4,759	0,176	0,194
Γ_2—3	1,352	0,150	0,163	Γ_4—10	5,327	0,177	0,196
Γ_2—4	1,941	0,162	0,176	Γ_4—11	5,925	0,179	0,198
Γ_2—5	2,497	0,166	0,181	Γ_4—12	6,508	0,181	0,200
Γ_2—6	3,075	0,171	0,187	Γ_4—13	7,078	0,181	0,201
Γ_2—7	3,719	0,177	0,195	Γ_4—14	7,645	0,182	0,201
Γ_2—8	4,221	0,177	0,196	Γ_4—15	8,285	0,184	0,204
Γ_2—9	4,907	0,182	0,200	Γ_4—16	11,33	0,189	0,208
Γ_2—10	5,478	0,182	0,201	Γ_4—17	14,74	0,196	0,218
Γ_2—11	5,980	0,182	0,201	Γ_4—18	16,67	0,198	0,221

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 к ГОСТ 17331—71
Справочное

ПРИМЕР ПЛАНИРОВАНИЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ НА НАДЕЖНОСТЬ ИЗДЕЛИЙ ТИПА «КРАНЫ ПРОБКОВЫЕ ПРОХОДНЫЕ НАТЯЖНЫЕ МУФТОВЫЕ И ФЛАНЦЕВЫЕ $P_у$=6 кгс/см²».

Испытания проводятся без замены кранов, отказавших в процессе испытаний.

Значение величин риска α и β установлены равными $\alpha=\beta=0{,}1$.

Приемочное значение наработки на отказ принимается равным $T_0=1500$ циклов. За браковочное значение наработки на отказ принимается значение $T_1=600$ циклов.

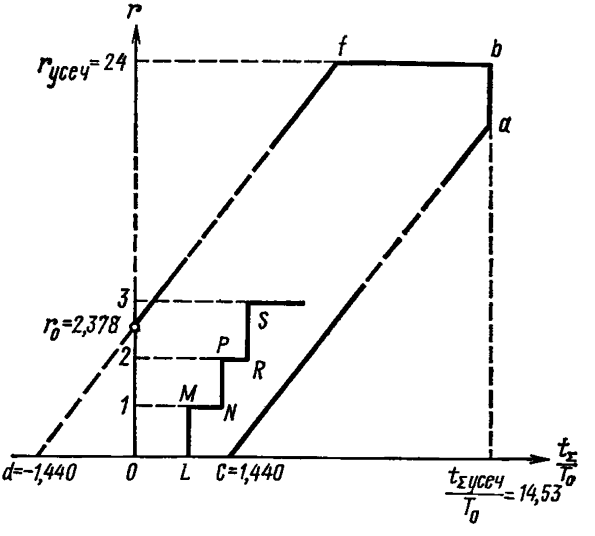
1. Определяется величина отношения

$$\frac{T_0}{T_1}=\frac{1500 \text{ циклов}}{600 \text{ циклов}}=2{,}5.$$

2. По табл. 6 настоящего стандарта устанавливается, что числом, ближайшим к $T_0/T_1=2{,}5$, является число 2,525, что соответствует коду $Б_2$—8.

3. Соответствующая выбранному плану последовательных испытаний на надежность оперативная характеристика находится по табл. 2 приложения 3.

4. По найденному коду из табл. 6 настоящего стандарта определяется план последовательных испытаний на надежность (без замен) $n_{min}=r_{усеч}=24$; $d=-1{,}440$; $c=1{,}440$; $r_0=2{,}378$; $t_{\Sigma усеч}/T_0=14{,}53$.



5. В прямоугольной системе координат (см. чертеж) через точки с координатами $r=0$; $d=-1{,}440$ и $r=r_0=2{,}378$; $t_\Sigma/T_0=0$ проводится прямая линия несоответствия партии изделий установленным требованиям.

6. Через точку с координатами $r=0$; $c=1{,}440$ параллельно линии несоответствия проводится линия соответствия партии изделий установленным требованиям.

7. Через точку с координатами $r=r_{\text{усеч}}=24$; $t_{\Sigma}/T_0=0$ параллельно оси t_{Σ}/T_0 проводится линия усечения по числу отказов.

8. Через точку с координатами $r=0$; $t_{\Sigma\ \text{усеч}}/T_0=14{,}53$ параллельно оси r проводится линия усечения по суммарной наработке.

9. Если график последовательных испытаний на надежность (ступенчатая линия *OLMNPRS*) достигает линии *ca* или *ab*, то испытания заканчиваются вынесением решения о соответствии надежности партии изделий установленным требованиям.

10. Если график последовательных испытаний на надежность (ступенчатая линия *OLMNPRS*) достигает линии *df* или *fb*, то испытания заканчиваются вынесением решения о несоответствии надежности партии изделий установленным требованиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5 к ГОСТ 17331—71
Рекомендуемое

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАНДАРТА ДЛЯ ВЫБОРА ПЛАНА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Настоящий стандарт может быть использован для выбора плана контроля качества в случае, когда число дефектных единиц в партии распределено по закону Пуассона (что имеет место при малых значениях доли брака в партии).

В этом случае, как и для надежности

α — риск поставщика;

β — риск потребителя

и далее

p_0 — приемочный уровень качества;

p_1 — браковочный уровень качества;

n_1 — объем первой выборки;

n_1+1 — объем первых двух выборок;

$n_1+\kappa$ — объем первых $\kappa+1$ выборок;

$Д_1$ — число дефектных единиц в первой выборке;

$Д_2$ — число дефектных единиц в первых двух выборках;

$Д_\kappa$ — число дефектных единиц в первых κ выборках.

Для выбора плана контроля качества надо вычислить отношение p_1/p_0, по табл. 1—16 настоящего стандарта (величина p_1/p_0 берется вместо T_0/T_1) определить кодовую букву плана и по точкам в соответствии с указаниями разд. 3 стандарта провести линии приемки и браковки партии (для надежности они называются линиями соответствия и несоответствия). При этом по оси абсцисс откладывается величина np_0, а по оси ординат — число дефектных изделий $Д$.

Оценка результатов контроля качества осуществляется следующим образом.

Для выборки объемом n_1 определяется число дефектных единиц $Д_1$ и на график стандарта наносится точка $(np_0; Д_1)$. Если она ниже линии соответствия — вся партия принимается; если выше линии несоответствия — вся партия бракуется; если между линиями соответствия и несоответствия — процесс продолжается по следующему правилу: если точка с координатами $\{(n_1+\kappa)p_0; Д_\kappa\}$ $(\kappa=0, 1, 2, \ldots)$ расположена ниже линии соответствия — вся партия принимается; выше линии несоответствия — вся партия бракуется; если между линиями соответствия и несоответствия — контроль продолжается до тех пор, пока не будет принято решение.

Редактор *М. Т. Аненкова*

Сдано в наб. 16/III 1972 г. Подп. в печ. 6/IV 1972 г. 1,75 п. л. Тир. 40000

Издательство стандартов. Москва, Д-22, Новопресненский пер., 3
Тип. «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 292

gost.e-ecolog.ru