

ГОСТ 27.402—95

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

Надежность в технике

**ПЛАНЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
СРЕДНЕЙ НАРАБОТКИ ДО ОТКАЗА
(НА ОТКАЗ)**

Ч а с т ь 1

Экспоненциальное распределение

Издание официальное

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ
ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
М и н с к

ГОСТ 27.402—95

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН МТК 119 «Надежность в технике»

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 7 от 26 апреля 1995 г.)

За принятие проголосовали:

| Наименование государства | Наименование национального органа по стандартизации |
|--------------------------|---|
| Республика Белоруссия | Белстандарт |
| Республика Казахстан | Госстандарт Республики Казахстан |
| Республика Молдова | Молдовстандарт |
| Российская Федерация | Госстандарт России |
| Республика Узбекистан | Узгосстандарт |
| Украина | Госстандарт Украины |

3 Постановлением Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 26 июня 1996 г. межгосударственный стандарт ГОСТ 27.402—95 введен в действие непосредственно в качестве государственного стандарта Российской Федерации 1 января 1997 г.

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания на территории Российской Федерации без разрешения Госстандартов России

Надежность в технике

ПЛАНЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СРЕДНЕЙ НАРАБОТКИ ДО ОТКАЗА (НА ОТКАЗ)

Часть 1
Экспоненциальное распределение

Dependability in technics

Compliance test plans for mean time between failures (to failure) Part 1. Exponential case

Дата введения 1997—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на объекты (изделия), распределения наработок до отказа или между отказами которых аппроксимируют экспоненциальным распределением, и устанавливает планы контрольных испытаний для проверки соответствия средней наработки до отказа или на отказ заданным требованиям. Планы испытаний можно использовать также для контроля средних значений других случайных величин, если допустима аппроксимация их распределений экспоненциальным распределением, и значение приемочного уровня превышает значение браковочного уровня.

2 Обозначения и определения

T — истинное (неизвестное) значение средней наработки до отказа или на отказ;

T_a — приемочное значение средней наработки (приемочный уровень);

T_b — браковочное значение средней наработки (браковочный уровень);

$D = T_a/T_b$ — разрешающий коэффициент, равный отношению приемочного уровня к браковочному;

t — суммарная учитываемая наработка, выраженная в абсолютных единицах измерения;

t/T_a — суммарная учитываемая наработка, выраженная в долях приемочного уровня T_a ;

r — число учитываемых отказов;

r^* — предельное (браковочное) число учитываемых отказов.

Риск поставщика (изготовителя) — вероятность принять решение о браковке изделий с приемочным уровнем T_a :

α — номинальное (заданное) значение риска поставщика (изготовителя);

α' — истинное значение риска поставщика (изготовителя).

Риск потребителя — вероятность принять решение о приемке изделий с браковочным уровнем T_b :

β — номинальное (заданное) значение риска потребителя;

β' — истинное значение риска потребителя;

$L(T)$ — оперативная характеристика — вероятность принять решение о приемке при истинном значении средней наработки до отказа или на отказ;

$T_0(T)$ — средняя ожидаемая суммарная наработка — среднее значение (математическое ожидание) суммарной наработки испытуемых изделий до принятия решения о приемке или браковке;

$T_0^*(T)$ — средняя ожидаемая суммарная наработка до принятия решения о приемке — среднее значение (математическое ожидание) суммарной наработки испытуемых изделий до принятия решения о приемке.

3 Основные положения

3.1 Контролируемыми показателями безотказности являются:

средняя наработка до отказа невосстанавливаемых изделий;

средняя наработка на отказ (наработка на отказ) восстанавливаемых изделий;

интенсивность отказов.

Контроль показателя «интенсивность отказов» осуществляют путем перехода к рассмотрению обратной величины — средней наработки на отказ или до отказа.

3.2 Наработку изделия измеряют временем его работы или количеством выпущенной продукции, расстоянием (для транспортных средств), количеством циклов срабатываний, оборотов и др.

3.3 По результатам испытаний в отношении контролируемого показателя принимают одно из двух возможных решений:

соответствие установленным требованиям (приемка);

несоответствие установленным требованиям (брakovка).

3.4 Исходными данными для выбора плана испытаний являются:

номинальные значения риска поставщика α , риска потребителя β , значения приемочного T_a и браковочного T_b уровней (разрешающего коэффициента D).

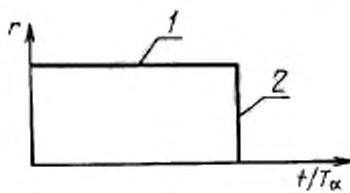
3.5 Планы испытаний задают границами приемки и браковки в виде таблиц значений и графиков, на которых границы изображают в координатах (рисунок 4.1):

ось абсцисс — суммарная учитываемая наработка t/T_a ;

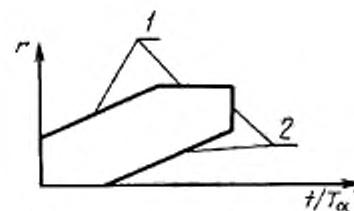
ось ординат — число учитываемых отказов r .

4 Виды, характеристики качества и ограничения планов испытаний

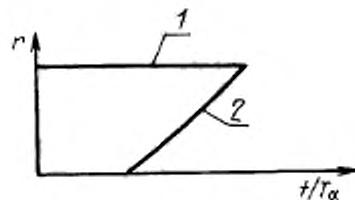
4.1 В зависимости от формы границ установлены три вида планов испытаний: ограниченные продолжительностью или числом отказов (одноступенчатые); последовательные усеченные; комбинированные (рисунок 4.1).



Одноступенчатый план испытаний



Последовательный усеченный план испытаний



Комбинированный план испытаний
1 — граница браковки; 2 — граница приемки

Рисунок 4.1

4.2 Характеристиками качества планов испытаний каждого вида в стандарте являются:
средняя ожидаемая суммарная наработка $T_0(T)$;

средняя ожидаемая суммарная наработка до принятия решения о приемке $T_0^+(T)$.

П р и м е ч а н и е — По указанным характеристикам, при необходимости, может быть определена еще одна характеристика качества плана испытаний — средняя ожидаемая наработка до принятия решения о браковке.

4.3 Основным ограничением при выборе планов испытаний является максимальная суммарная наработка изделий, которую определяют по максимально допустимой календарной продолжительности испытаний.

При этом учитывают число одновременно испытуемых изделий, предполагаемый способ и продолжительность восстановления (ремонта) или замены отказавших изделий, возможные перерывы в проведении испытаний по любым техническим, организационным или иным причинам.

5 Методика испытаний и правила принятия решений

5.1 Изделие или несколько изделий подвергают испытательным воздействиям в соответствии с программой испытаний и последовательно суммируют учитываемую наработку и учитываемые отказы. На графике плана испытаний результат суммирования изображают в виде ступенчатой линии реализации процесса отказов (рисунок 5.1).

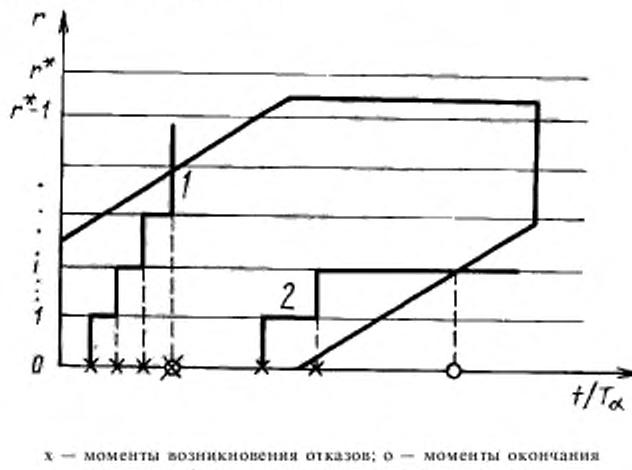


Рисунок 5.1

5.2 Суммарную учитываемую наработку рассчитывают в соответствии с приложением А.

5.3 Учитываемые наработку и отказы суммируют до тех пор, пока впервые не будет выполнено одно из условий принятия решения для плана испытаний соответствующего вида, после чего испытания завершают.

5.4 Для одноступенчатого плана испытаний условием приемки является достижение суммарной учитываемой наработкой значения, установленного принятым планом испытаний.

Условием браковки является достижение числом учитываемых отказов предельного числа, установленного данным планом испытаний.

5.5 Для последовательного усеченного плана испытаний условием приемки является достижение суммарной учитываемой наработкой одного из значений, установленных принятым планом испытаний при достигнутом числе учитываемых отказов.

Условием браковки является достижение числом учитываемых отказов одного из предельных чисел, при которых значения суммарной учитываемой наработки меньше соответствующих значений, установленных данным планом.

ГОСТ 27.402—95

5.6 Для комбинированного плана испытаний условием приемки является достижение суммарной учитываемой наработкой одного из значений, установленных принятим планом испытаний при достигнутом числе отказов.

Условием браковки является достижение числом учитываемых отказов предельного числа, установленного данным планом испытаний.

5.7 Графически условия завершения испытаний представляют собой первое достижение или пересечение линией реализации процесса отказов одной из границ плана испытаний (рисунок 5.1).

6 Исходные данные для планов испытаний

6.1 В стандарте приведены планы испытаний для значений исходных данных, указанных в таблице 6.1.

Таблица 6.1

| $\alpha = \beta$ | $D = T_s / T_p$ | | | |
|------------------|-----------------|-----|-----|-----|
| 0,1 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | 5,0 |
| 0,2 | 1,5 | 2,0 | 3,0 | — |
| 0,3 | 1,5 | 2,0 | — | — |

Исходные данные таблицы 6.1 являются предпочтительными.

6.2 Допускается задавать исходные данные, отличные от данных таблицы 6.1.

Значения рисков выбирают из ряда 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30. При этом значения рисков могут быть не равны друг другу $\alpha \neq \beta$.

Разрешающий коэффициент D может принимать любое значение в интервале 1,5 — 5,0. Не рекомендуется задавать значения D меньше 1,5 и больше 3,0.

6.3 В приложении Б приведены планы испытаний для значений исходных данных, указанных в таблице 6.2.

Таблица 6.2

| $\alpha = \beta$ | $D = T_s / T_p$ | | |
|------------------|-----------------|-----|-----|
| 0,15 | 1,5 | 2,0 | 3,0 |
| 0,25 | 1,5 | 2,0 | — |

7 Выбор плана испытаний

7.1 Из планов испытаний, приведенных в стандарте, отвечающих одному набору исходных данных таблиц 6.1 или 6.2, выбирают один план, по характеристикам качества наиболее подходящий к конкретным условиям с учетом ограничения на максимальную суммарную наработку изделий.

7.2 План испытаний выбирают по результатам анализа таблиц и графиков сопоставляемых планов, а также с учетом таблицы 7.1, в которой даны общие соотношения свойств планов трех видов.

Таблица 7.1

| Свойства планов испытаний | Вид плана | | |
|---|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | одноступенчатый | последовательный усеченный | комбинированный |
| 1 Средняя ожидаемая суммарная наработка | Максимальная | Близка к минимальной | Близка к минимальной |
| 2 Средняя ожидаемая суммарная наработка до принятия решения о приемке | Максимальная | Близка к минимальной | Минимальная |
| 3 Максимальная суммарная наработка | Минимальная | Варьируется в широких пределах | Варьируется в широких пределах |

Окончание таблицы 7.1

| Свойства планов испытаний | Вид плана | | |
|---|-----------------------|--|-----------------------|
| | одноступенчатый | последовательный усеченный | комбинированный |
| 4 Устойчивость риска поставщика к отклонениям от экспоненциального распределения на начальном периоде испытаний (из-за возможной приработки изделий) | Относительно устойчив | Неустойчив (возможно неконтролируемое увеличение риска изготавителя) | Относительно устойчив |
| 5 Устойчивость риска потребителя к отклонениям от экспоненциального распределения на заключительном периоде испытаний (из-за возможного старения и/или износа) | Относительно устойчив | Неустойчив | Неустойчив |
| 6 Диапазоны изменения продолжительности испытаний, количества испытуемых изделий, затрат на проведение испытаний. Организационные проблемы, связанные с контролем работоспособности и др. | Минимальные | Максимальные | Близки к максимальным |

7.3 Одноступенчатые планы испытаний применяют в следующих случаях:

имеются жесткие ограничения на максимально допустимую продолжительность испытаний; затруднен или невозможен непрерывный или частый периодический контроль работоспособности испытуемых изделий;

незначительны затраты на проведение испытаний;

возможны различные отклонения от экспоненциального распределения наработка изделия до отказа или между отказами на начальном и заключительном периодах испытаний.

7.4 Последовательные усеченные планы испытаний применяют в следующих случаях:

значительные затраты на проведение испытаний;

имеется достаточная уверенность в экспоненциальном распределении наработка между отказами или до отказа изделий в течение всей продолжительности испытаний.

7.5 Комбинированные планы испытаний применяют в следующих случаях:

значительны затраты на проведение испытаний;

имеются сомнения в экспоненциальной модели отказов на начальном периоде испытаний из-за возможной приработки изделий.

8 Таблицы и графики планов испытаний

8.1 Для одного набора исходных данных таблиц 6.1 и 6.2 в стандарте приведены в общем случае пять планов испытаний в разделах 10—18 и приложении Б:

один одноступенчатый;

два последовательных усеченных;

два комбинированных.

Усечение последовательных планов проведено так, чтобы они по максимально возможной суммарной наработке соответствовали комбинированным планам.

8.2 Для каждого плана испытаний даны в таблицах и на графиках:

границы приемки и браковки;

оперативная характеристика $L(T)$;

средняя ожидаемая суммарная наработка $T_0(T)$;

средняя ожидаемая суммарная наработка до принятия решения о приемке $T_0^+(T)$.

П р и м е ч а н и е. Оперативные характеристики представлены только в виде таблиц.

8.3 Значения наработок в таблицах и на графиках представлены в масштабе 1 : T_a . Для получения абсолютных значений наработок нужно табличные значения умножить на приемочное значение средней наработки на отказ или до отказа T_a .

8.4 На рисунках приняты следующие условные обозначения:

тонкая сплошная линия — одноступенчатые планы;

штриховая линия — усеченные последовательные планы;

сплошная линия — комбинированные планы.

На рисунках указаны также соответствующие номера планов.

Значения средней ожидаемой суммарной наработки $T_0(T_a)$ и средней ожидаемой суммарной наработки до принятия решения о приемке $T_0^+(T_a)$ последовательных усеченных и комбинированных планов испытаний приведены в соответствующих (оканчивающихся цифрой 2) таблицах разделов 10—18 и приложения Б в строке при $T/T_a = 1,000$.

8.5 Истинные значения рисков α' , β' усеченных последовательных и комбинированных планов испытаний совпадают с номинальными значениями α и β , указанными в таблицах 6.1 и 6.2.

Для одноступенчатых планов испытаний не могут быть установлены значения суммарной учитываемой наработки и предельного числа учитываемых отказов таким образом, чтобы истинные значения рисков в точности равнялись номинальным значениям. Истинные значения рисков α' , β' одноступенчатых планов указаны в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| Исходные данные | | D | Предельная суммарная учитываемая наработка | Предельное (браковочное) число отказов | Истинные риски | | | | |
|-------------------|---------|-----|--|--|----------------|----------|--|--|--|
| Номинальные риски | | | | | α' | β' | | | |
| α | β | | | | | | | | |
| 0,10 | 0,10 | 1,5 | 32,168 | 40 | 0,1009 | 0,1009 | | | |
| 0,10 | 0,10 | 2,0 | 9,475 | 14 | 0,1003 | 0,1003 | | | |
| 0,10 | 0,10 | 3,0 | 3,116 | 6 | 0,0961 | 0,0961 | | | |
| 0,10 | 0,10 | 5,0 | 1,078 | 3 | 0,0953 | 0,0953 | | | |
| 0,20 | 0,20 | 1,5 | 14,328 | 18 | 0,1970 | 0,1970 | | | |
| 0,20 | 0,20 | 2,0 | 3,931 | 6 | 0,2042 | 0,2042 | | | |
| 0,20 | 0,20 | 3,0 | 1,471 | 3 | 0,1838 | 0,1838 | | | |
| 0,30 | 0,30 | 1,5 | 5,409 | 7 | 0,2997 | 0,2997 | | | |
| 0,30 | 0,30 | 2,0 | 1,854 | 3 | 0,2840 | 0,2840 | | | |

8.6 Расчет границ и характеристик планов испытаний проведен по формулам и алгоритмам, приведенным в приложении В.

9 Применение других планов испытаний

9.1 Стандарт содержит ограниченное количество базовых планов. Применительно к конкретным условиям всегда могут быть построены (рассчитаны) планы испытаний, по характеристикам качества более предпочтительные, чем базовые планы, особенно в тех случаях, когда ограничения на максимальную продолжительность испытаний существенно отличаются от максимальных продолжительностей базовых планов.

9.2 Допускается применять другие планы испытаний с отличными от приведенных в стандарте исходными данными и ограничениями на максимальную продолжительность испытаний.

9.3 Во всех случаях для применяемого плана должен быть указан способ расчета границ и характеристик.

10 Планы испытаний

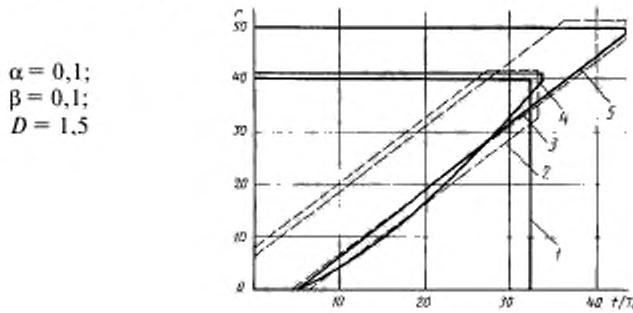


Рисунок 10.1

Таблица 10.1

| Число учитыва- емых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---|----------------|---|----------------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают |
| 0 | — | | | 6,570 | | 4,504 | — | 5,486 | — | 4,826 |
| 1 | — | | | 7,381 | | 5,315 | — | 6,833 | — | 5,612 |
| 2 | — | | | 8,192 | | 6,126 | — | 7,985 | — | 6,399 |
| 3 | — | | | 9,003 | | 6,937 | — | 9,033 | — | 7,186 |
| 4 | — | | | 9,814 | | 7,748 | — | 10,014 | — | 7,972 |
| 5 | — | | | 10,625 | | 8,557 | — | 10,945 | — | 8,759 |
| 6 | — | | | 11,436 | | 9,370 | — | 11,837 | — | 9,546 |
| 7 | — | | | 12,247 | 0,499 | 10,181 | — | 12,697 | — | 10,332 |
| 8 | — | | | 13,058 | 1,310 | 10,992 | — | 13,531 | — | 11,119 |
| 9 | — | | 0,760 | 13,869 | 2,121 | 11,803 | — | 14,342 | — | 11,905 |
| 10 | — | | 1,571 | 14,680 | 2,932 | 12,614 | — | 15,133 | — | 12,692 |
| 11 | — | | 2,382 | 15,491 | 3,743 | 13,425 | — | 15,905 | — | 13,479 |
| 12 | — | | 3,193 | 16,302 | 4,554 | 14,235 | — | 16,660 | — | 14,265 |
| 13 | — | | 4,004 | 17,112 | 5,365 | 15,046 | — | 17,401 | — | 15,052 |
| 14 | — | | 4,814 | 17,923 | 6,176 | 15,857 | — | 18,127 | — | 15,839 |
| 15 | — | | 5,625 | 18,734 | 6,986 | 16,668 | — | 18,840 | — | 16,625 |
| 16 | — | | 6,436 | 19,545 | 7,797 | 17,479 | — | 19,541 | — | 17,412 |
| 17 | — | | 7,247 | 20,356 | 8,608 | 18,290 | — | 20,230 | — | 18,199 |
| 18 | — | | 8,058 | 21,167 | 9,419 | 19,101 | — | 20,908 | — | 18,985 |
| 19 | — | | 8,869 | 21,978 | 10,230 | 19,912 | — | 21,575 | — | 19,772 |
| 20 | — | | 9,680 | 22,789 | 11,041 | 20,723 | — | 22,231 | — | 20,559 |
| 21 | — | | 10,491 | 23,600 | 11,852 | 21,534 | — | 22,878 | — | 21,345 |
| 22 | — | | 11,302 | 24,411 | 12,663 | 22,345 | — | 23,514 | — | 22,132 |
| 23 | — | | 12,113 | 25,222 | 13,474 | 23,156 | — | 24,141 | — | 22,918 |
| 24 | — | | 12,924 | 26,033 | 14,285 | 23,967 | — | 24,759 | — | 23,705 |
| 25 | — | | 13,735 | 26,844 | 15,096 | 24,778 | — | 25,368 | — | 24,492 |
| 26 | — | 32,168 | 14,546 | 27,655 | 15,907 | 25,588 | — | 25,967 | — | 25,278 |
| 27 | — | | 15,357 | 28,466 | 16,718 | 26,399 | — | 26,558 | — | 26,065 |
| 28 | — | | 16,167 | 29,276 | 17,529 | 27,210 | — | 27,139 | — | 26,852 |
| 29 | — | | 16,978 | 30,087 | 18,339 | 28,021 | — | 27,712 | — | 27,638 |
| 30 | — | | 17,789 | 30,898 | 19,150 | 28,832 | — | 28,276 | — | 28,425 |
| 31 | — | | 18,600 | 31,709 | 19,961 | 29,643 | — | 28,831 | — | 29,212 |
| 32 | — | | 19,411 | 32,520 | 20,772 | 30,454 | — | 29,377 | — | 29,998 |
| 33 | — | | 20,222 | 33,000 | 21,583 | 31,265 | — | 29,914 | — | 30,785 |
| 34 | — | | 21,033 | 33,000 | 22,394 | 32,076 | — | 30,441 | — | 31,572 |
| 35 | — | | 21,844 | 33,000 | 23,205 | 32,887 | — | 30,960 | — | 32,358 |
| 36 | — | | 22,655 | 33,000 | 24,016 | 33,698 | — | 31,469 | — | 33,145 |
| 37 | — | | 23,466 | 33,000 | 24,827 | 34,509 | — | 31,969 | — | 33,931 |
| 38 | — | | 24,277 | 33,000 | 25,638 | 35,320 | — | 32,458 | — | 34,718 |
| 39 | — | | 25,088 | 33,000 | 26,449 | 36,131 | — | 32,938 | — | 35,505 |
| 40 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 25,899 | 33,000 | 27,260 | 36,942 | — | 33,408 | — | 36,291 |
| 41 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 28,071 | 37,752 | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | — | 37,078 |
| 42 | 40 и более | | 28,882 | 38,563 | | | 41 и более | | — | 37,865 |
| 43 | | | 29,693 | 39,374 | | | | | — | 38,651 |
| 44 | 41 и более | | 30,503 | 40,185 | | | 41 и более | | — | 39,438 |
| 45 | | | 31,314 | 40,996 | | | | | — | 40,225 |
| 46 | | | 32,125 | 41,807 | | | | | — | 41,011 |
| 47 | | | 32,936 | 42,618 | | | | | — | 41,798 |
| 48 | | | 33,747 | 43,371 | | | | | — | 42,585 |
| 49 | | | 34,558 | 43,371 | | | | | — | 43,371 |
| 50 | | | 35,369 | 43,371 | | | | | Бракуют при чис- ле учитываемых отказов 50 и бо- лее | |
| 51 | | | 36,180 | 43,371 | | | | | | |

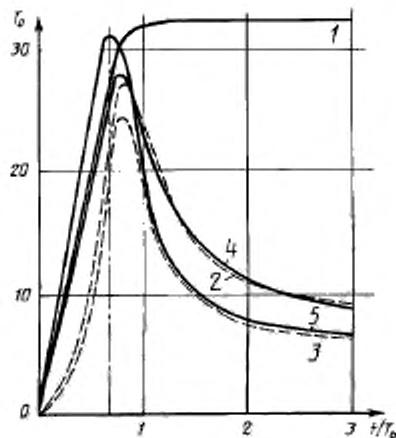


Рисунок 10.2

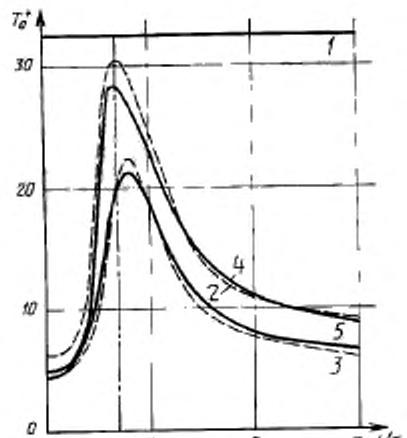


Рисунок 10.3

Таблица 10.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* |
| 0,200 | 8,000 | | 2,250 | 7,110 | 1,805 | 4,874 | 8,200 | 5,534 | 10,000 | 5,267 |
| 0,400 | 16,000 | | 6,659 | 12,491 | 5,333 | 7,471 | 16,400 | 9,542 | 19,999 | 8,291 |
| 0,600 | 23,960 | | 17,264 | 29,931 | 14,420 | 15,871 | 24,454 | 28,032 | 29,391 | 16,668 |
| 0,800 | 30,065 | | 27,101 | 28,740 | 24,425 | 22,390 | 27,876 | 26,549 | 29,717 | 21,393 |
| 1,000 | 31,918 | 24,635 | 24,249 | 19,376 | 18,402 | 23,467 | 22,676 | 20,173 | 18,088 | |
| 1,200 | 32,148 | 32,168 | 19,188 | 19,096 | 13,602 | 13,511 | 18,679 | 18,555 | 13,913 | 13,704 |
| 1,400 | 32,166 | | 15,490 | 15,481 | 10,675 | 10,671 | 15,550 | 15,538 | 11,011 | 10,998 |
| 1,600 | 32,168 | | 13,308 | 13,307 | 9,128 | 9,128 | 13,535 | 13,534 | 9,493 | 9,492 |
| 1,800 | 32,168 | | 11,955 | 11,955 | 8,196 | 8,196 | 12,162 | 12,162 | 8,572 | 8,572 |
| 2,000 | 32,168 | | 11,051 | 11,051 | 7,576 | 7,576 | 11,177 | 11,177 | 7,954 | 7,954 |
| 2,200 | 32,168 | | 10,406 | 10,406 | 7,134 | 7,134 | 10,438 | 10,438 | 7,512 | 7,512 |
| 2,400 | 32,168 | | 9,923 | 9,923 | 6,803 | 6,803 | 9,866 | 9,866 | 7,179 | 7,179 |
| 2,600 | 32,168 | | 9,549 | 9,549 | 6,546 | 6,546 | 9,410 | 9,410 | 6,919 | 6,919 |
| 2,800 | 32,168 | | 9,249 | 9,249 | 6,341 | 6,341 | 9,039 | 9,039 | 6,711 | 6,711 |
| 3,000 | 32,168 | | 9,004 | 9,004 | 6,173 | 6,173 | 8,732 | 8,732 | 6,541 | 6,541 |

Таблица 10.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_a)$

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 0,400 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0000 | 0,0001 |
| 0,600 | 0,0228 | 0,0226 | 0,0296 | 0,0228 | 0,0290 |
| 0,800 | 0,4658 | 0,4654 | 0,4485 | 0,4643 | 0,4442 |
| 1,000 | 0,8991 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 |
| 1,200 | 0,9898 | 0,9899 | 0,9896 | 0,9902 | 0,9920 |
| 1,400 | 0,9992 | 0,9992 | 0,9987 | 0,9993 | 0,9996 |
| 1,600 | 0,9999 | 0,9999 | 0,9997 | 0,9999 | 1,0000 |
| 1,800 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9999 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,200 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,400 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,600 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,800 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |
| 3,000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |

11 Планы испытаний

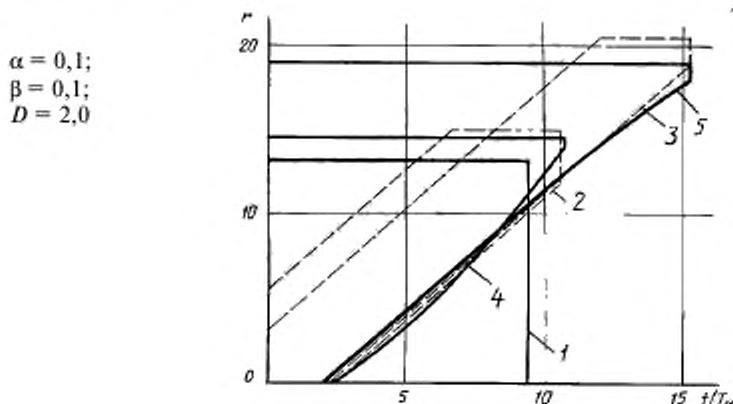


Рисунок 11.1

Таблица 11.1

| Число учитыва- емых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---------|---|---------|----------------|--------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | |
| 0 | — | | | | 2,479 | | 2,212 | | 2,589 | — | 2,089 |
| 1 | — | | | | 3,173 | | 2,906 | | 3,400 | — | 2,860 |
| 2 | — | | | | 3,866 | | 3,599 | | 4,107 | — | 3,571 |
| 3 | — | | | | 4,559 | | 4,292 | | 4,760 | — | 4,262 |
| 4 | — | | | | 5,252 | 0,582 | 4,985 | | 5,380 | — | 4,948 |
| 5 | — | | | | 5,945 | 1,275 | 5,678 | | 5,975 | — | 5,635 |
| 6 | — | | 0,331 | | 6,638 | 1,968 | 6,371 | | 6,550 | — | 6,327 |
| 7 | — | 9,475 | 1,024 | | 7,331 | 2,662 | 7,064 | | 7,111 | — | 7,027 |
| 8 | — | | 1,717 | | 8,025 | 3,355 | 7,758 | | 7,658 | — | 7,734 |
| 9 | — | | 2,410 | | 8,718 | 4,048 | 8,451 | | 8,194 | — | 8,450 |
| 10 | — | | 3,104 | | 9,411 | 4,741 | 9,144 | | 8,721 | — | 9,174 |
| 11 | — | | 3,797 | | 10,104 | 5,434 | 9,837 | | 9,239 | — | 9,908 |
| 12 | — | | 4,490 | | 10,500 | 6,127 | 10,530 | | 9,750 | — | 10,649 |
| 13 | — | | 5,183 | | 10,500 | 6,821 | 11,223 | | 10,253 | — | 11,399 |
| 14 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 5,876 | | 10,500 | 7,514 | 11,916 | | 10,750 | — | 12,157 |
| 15 | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 8,207 | 12,610 | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | — | 12,923 |
| 16 | | | 14 и более | | 8,900 | 13,303 | | 15 и более | | — | 13,695 |
| 17 | | | | | 9,593 | 13,996 | | | | — | 14,475 |
| 18 | | | | | 10,286 | 14,689 | | | | — | 15,261 |
| 19 | | | | | 10,979 | 15,261 | | | | | |
| 20 | | | | | 11,673 | 15,261 | | | | | |
| | | | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | | | | | |
| | | | | | 21 и более | | | | | | |

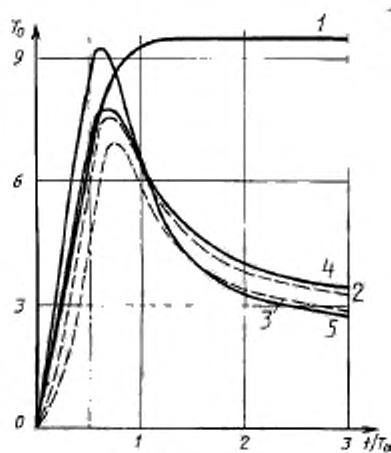


Рисунок 11.2

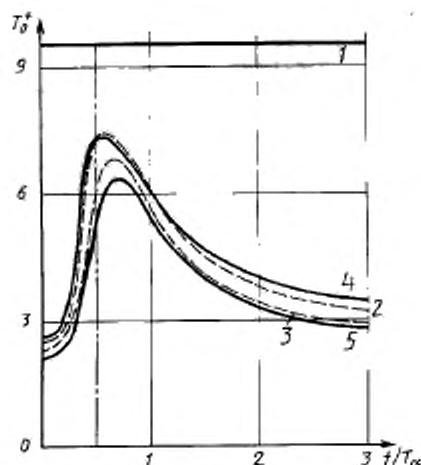


Рисунок 11.3

Таблица 11.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* |
| 0,200 | 2,800 | | 1,666 | 2,825 | 0,999 | 2,521 | 3,000 | 2,888 | 3,800 | 2,326 |
| 0,400 | 5,590 | | 4,903 | 6,040 | 3,194 | 4,426 | 5,948 | 6,498 | 7,459 | 4,107 |
| 0,600 | 7,913 | | 7,454 | 7,418 | 6,343 | 6,735 | 7,724 | 7,285 | 9,255 | 6,062 |
| 0,800 | 9,010 | | 7,400 | 6,932 | 6,844 | 6,656 | 7,383 | 6,794 | 8,077 | 6,245 |
| 1,000 | 9,350 | | 6,381 | 6,105 | 5,830 | 5,735 | 6,373 | 6,072 | 6,269 | 5,568 |
| 1,200 | 9,441 | | 5,451 | 5,339 | 4,895 | 4,879 | 5,527 | 5,411 | 5,015 | 4,801 |
| 1,400 | 9,465 | 9,475 | 4,788 | 4,748 | 4,269 | 4,272 | 4,934 | 4,893 | 4,262 | 4,202 |
| 1,600 | 9,472 | | 4,334 | 4,321 | 3,857 | 3,862 | 4,523 | 4,509 | 3,799 | 3,783 |
| 1,800 | 9,474 | | 4,018 | 4,013 | 3,576 | 3,579 | 4,229 | 4,224 | 3,496 | 3,491 |
| 2,000 | 9,474 | | 3,789 | 3,787 | 3,374 | 3,376 | 4,010 | 4,008 | 3,284 | 3,282 |
| 2,200 | 9,475 | | 3,618 | 3,617 | 3,223 | 3,225 | 3,842 | 3,842 | 3,127 | 3,127 |
| 2,400 | 9,475 | | 3,485 | 3,485 | 3,107 | 3,108 | 3,710 | 3,709 | 3,008 | 3,007 |
| 2,600 | 9,475 | | 3,380 | 3,380 | 3,014 | 3,015 | 3,602 | 3,602 | 2,913 | 2,913 |
| 2,800 | 9,475 | | 3,295 | 3,295 | 2,939 | 2,939 | 3,513 | 3,513 | 2,836 | 2,836 |
| 3,000 | 9,475 | | 3,224 | 3,224 | 2,876 | 2,876 | 3,439 | 3,439 | 2,772 | 2,772 |

Таблица 11.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_a)$

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 0,400 | 0,0125 | 0,0158 | 0,0200 | 0,0149 | 0,0218 |
| 0,600 | 0,2918 | 0,2844 | 0,2765 | 0,2856 | 0,2657 |
| 0,800 | 0,6979 | 0,6927 | 0,6919 | 0,6933 | 0,6745 |
| 1,000 | 0,8997 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 |
| 1,200 | 0,9688 | 0,9701 | 0,9668 | 0,9700 | 0,9737 |
| 1,400 | 0,9902 | 0,9910 | 0,9873 | 0,9910 | 0,9933 |
| 1,600 | 0,9968 | 0,9972 | 0,9943 | 0,9972 | 0,9983 |
| 1,800 | 0,9989 | 0,9991 | 0,9971 | 0,9991 | 0,9995 |
| 2,000 | 0,9996 | 0,9997 | 0,9984 | 0,9997 | 0,9999 |
| 2,200 | 0,9998 | 0,9999 | 0,9990 | 0,9999 | 1,0000 |
| 2,400 | 0,9999 | 1,0000 | 0,9994 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,600 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9996 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,800 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9997 | 1,0000 | 1,0000 |
| 3,000 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9998 | 1,0000 | 1,0000 |

12 Планы испытаний

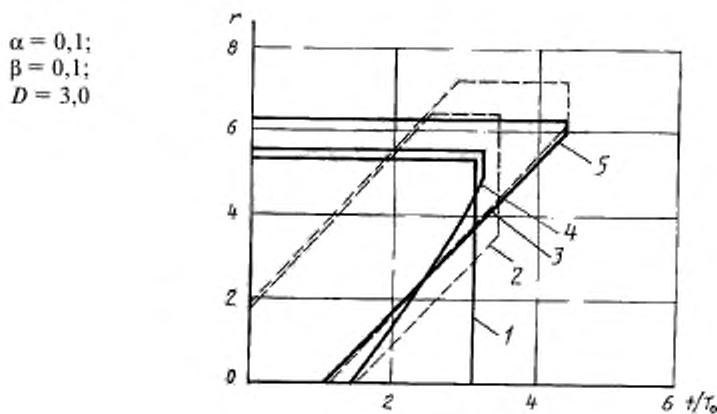


Рисунок 12.1

Таблица 12.1

| Число учитыва- емых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------|---------|--|---------|----------------|--|----------------|--|----------------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают |
| 0 | — | | | 1,499 | | 1,126 | — | 1,427 | — | 1,087 |
| 1 | — | | | 2,048 | | 1,676 | — | 1,888 | — | 1,644 |
| 2 | — | | 0,109 | 2,597 | 0,088 | 2,225 | — | 2,284 | — | 2,201 |
| 3 | — | 3,116 | 0,658 | 3,147 | 0,637 | 2,774 | — | 2,644 | — | 2,758 |
| 4 | — | | 1,207 | 3,450 | 1,187 | 3,324 | — | 2,980 | — | 3,316 |
| 5 | — | | 1,757 | 3,450 | 1,736 | 3,873 | — | 3,296 | — | 3,873 |
| 6 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 6 и более | | 2,306 | 3,450 | 2,285 | 4,422 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 6 и более | | — | 4,430 |
| 7 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 7 и более | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 7 и более | 2,835 | 4,430 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 8 и более | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 7 и более | |

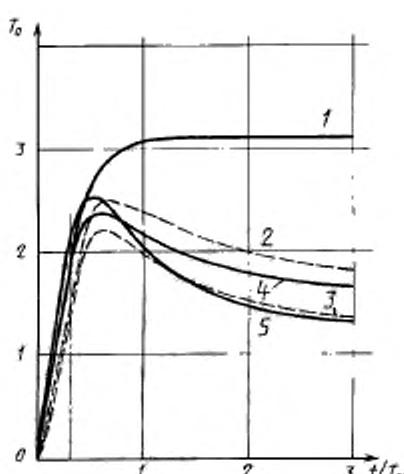


Рисунок 12.2

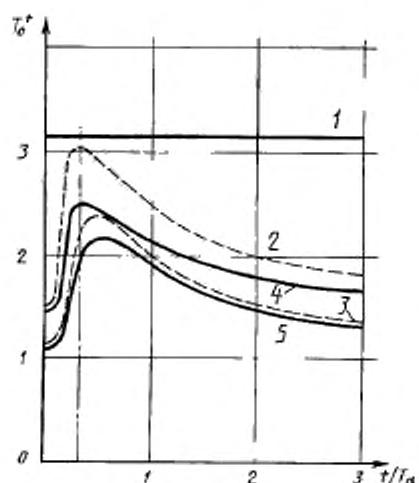


Рисунок 12.3

Таблица 12.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* |
| 0,200 | 1,199 | | 0,689 | 2,711 | 0,699 | 1,453 | 1,198 | 2,231 | 1,391 | 1,376 |
| 0,400 | 2,243 | | 1,816 | 3,005 | 1,781 | 2,319 | 2,120 | 2,499 | 2,379 | 2,073 |
| 0,600 | 2,774 | | 2,380 | 2,852 | 2,206 | 2,366 | 2,369 | 2,400 | 2,522 | 2,184 |
| 0,800 | 2,977 | | 2,468 | 2,664 | 2,152 | 2,194 | 2,306 | 2,267 | 2,311 | 2,079 |
| 1,000 | 3,055 | | 2,399 | 2,493 | 1,995 | 2,012 | 2,184 | 2,145 | 2,072 | 1,936 |
| 1,200 | 3,087 | | 2,298 | 2,349 | 1,850 | 1,861 | 2,071 | 2,044 | 1,882 | 1,806 |
| 1,400 | 3,101 | | 2,202 | 2,233 | 1,735 | 1,743 | 1,980 | 1,962 | 1,741 | 1,698 |
| 1,600 | 3,108 | 3,116 | 2,120 | 2,140 | 1,646 | 1,653 | 1,908 | 1,896 | 1,636 | 1,612 |
| 1,800 | 3,112 | | 2,051 | 2,065 | 1,578 | 1,583 | 1,850 | 1,843 | 1,558 | 1,544 |
| 2,000 | 3,113 | | 1,994 | 2,004 | 1,524 | 1,528 | 1,804 | 1,799 | 1,498 | 1,489 |
| 2,200 | 3,115 | | 1,946 | 1,954 | 1,481 | 1,484 | 1,767 | 1,763 | 1,450 | 1,445 |
| 2,400 | 3,115 | | 1,906 | 1,912 | 1,446 | 1,449 | 1,736 | 1,733 | 1,412 | 1,409 |
| 2,600 | 3,116 | | 1,872 | 1,877 | 1,417 | 1,419 | 1,710 | 1,708 | 1,381 | 1,379 |
| 2,800 | 3,116 | | 1,843 | 1,847 | 1,393 | 1,395 | 1,688 | 1,687 | 1,355 | 1,354 |
| 3,000 | 3,116 | | 1,818 | 1,821 | 1,372 | 1,374 | 1,669 | 1,668 | 1,334 | 1,333 |

Таблица 12.3 — Оперативная характеристика L(T/T_a)

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0019 | 0,0021 | 0,0056 | 0,0029 | 0,0066 |
| 0,400 | 0,2112 | 0,2191 | 0,2080 | 0,2127 | 0,2013 |
| 0,600 | 0,5820 | 0,5922 | 0,5751 | 0,5764 | 0,5557 |
| 0,800 | 0,8013 | 0,8033 | 0,7976 | 0,7956 | 0,7876 |
| 1,000 | 0,9039 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 | 0,9000 |
| 1,200 | 0,9512 | 0,9449 | 0,9465 | 0,9488 | 0,9513 |
| 1,400 | 0,9738 | 0,9672 | 0,9690 | 0,9723 | 0,9752 |
| 1,600 | 0,9853 | 0,9791 | 0,9806 | 0,9843 | 0,9868 |
| 1,800 | 0,9913 | 0,9859 | 0,9871 | 0,9907 | 0,9926 |
| 2,000 | 0,9947 | 0,9900 | 0,9910 | 0,9943 | 0,9957 |
| 2,200 | 0,9966 | 0,9927 | 0,9935 | 0,9964 | 0,9974 |
| 2,400 | 0,9978 | 0,9945 | 0,9951 | 0,9976 | 0,9984 |
| 2,600 | 0,9985 | 0,9957 | 0,9962 | 0,9984 | 0,9990 |
| 2,800 | 0,9990 | 0,9966 | 0,9970 | 0,9989 | 0,9993 |
| 3,000 | 0,9993 | 0,9972 | 0,9976 | 0,9992 | 0,9995 |

13 Планы испытаний

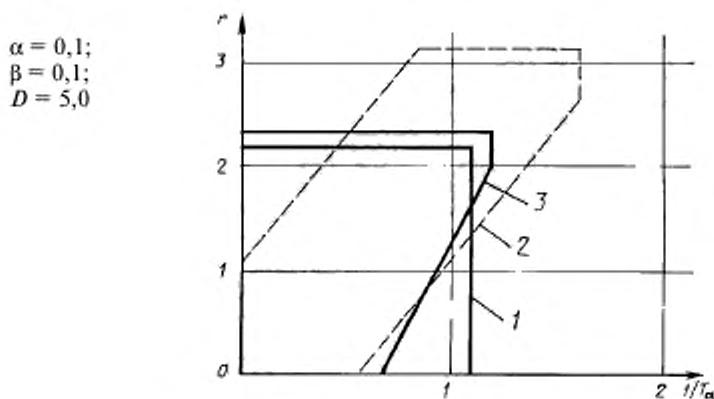


Рисунок 13.1

Таблица 13.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---------|-----------|---|-----------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | | 0,558 | — | 0,631 |
| 1 | — | | | 0,961 | — | 0,914 |
| 2 | — | 1,078 | 0,375 | 1,363 | — | 1,189 |
| 3 | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | | 0,777 | 1,600 | Бракуют при числе учитываемых отказов 4 и более | |

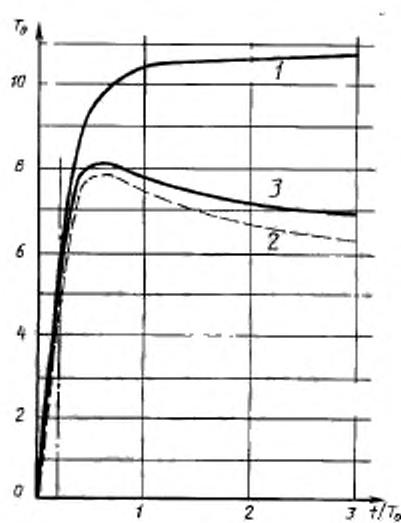


Рисунок 13.2

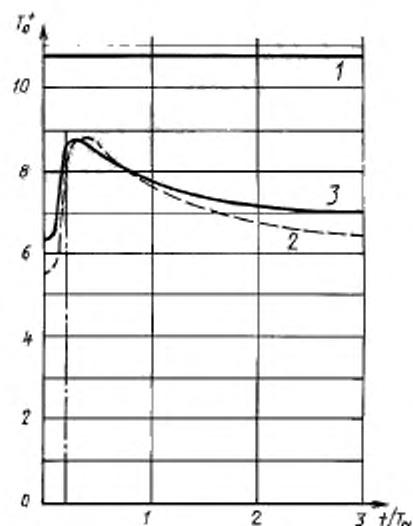


Рисунок 13.3

Таблица 13.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_1 | T_0' | T_1 | T_0' | T_0 | T_0' |
| 0,200 | 0,574 | | 0,466 | 0,794 | 0,556 | 0,861 |
| 0,400 | 0,875 | | 0,738 | 0,874 | 0,775 | 0,862 |
| 0,600 | 0,984 | | 0,782 | 0,840 | 0,809 | 0,832 |
| 0,800 | 1,028 | | 0,769 | 0,799 | 0,800 | 0,805 |
| 1,000 | 1,048 | | 0,746 | 0,765 | 0,783 | 0,782 |
| 1,200 | 1,059 | | 0,724 | 0,737 | 0,766 | 0,764 |
| 1,400 | 1,065 | | 0,706 | 0,716 | 0,752 | 0,749 |
| 1,600 | 1,069 | 1,078 | 0,691 | 0,698 | 0,739 | 0,737 |
| 1,800 | 1,072 | | 0,678 | 0,684 | 0,729 | 0,727 |
| 2,000 | 1,073 | | 0,667 | 0,672 | 0,720 | 0,718 |
| 2,200 | 1,074 | | 0,658 | 0,662 | 0,713 | 0,711 |
| 2,400 | 1,075 | | 0,650 | 0,654 | 0,706 | 0,705 |
| 2,600 | 1,076 | | 0,643 | 0,646 | 0,701 | 0,700 |
| 2,800 | 1,076 | | 0,638 | 0,640 | 0,696 | 0,695 |
| 3,000 | 1,077 | | 0,632 | 0,635 | 0,692 | 0,691 |

Таблица 13.3 — Оперативная характеристика L(T/T_0)

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0953 | 0,1000 | 0,1000 |
| 0,400 | 0,4946 | 0,4877 | 0,4877 |
| 0,600 | 0,7313 | 0,7264 | 0,7231 |
| 0,800 | 0,8459 | 0,8415 | 0,8395 |
| 1,000 | 0,9047 | 0,9000 | 0,9000 |
| 1,200 | 0,9374 | 0,9324 | 0,9339 |
| 1,400 | 0,9568 | 0,9517 | 0,9542 |
| 1,600 | 0,9689 | 0,9640 | 0,9670 |
| 1,800 | 0,9770 | 0,9723 | 0,9755 |
| 2,000 | 0,9825 | 0,9780 | 0,9813 |
| 2,200 | 0,9863 | 0,9822 | 0,9854 |
| 2,400 | 0,9892 | 0,9853 | 0,9884 |
| 2,600 | 0,9913 | 0,9876 | 0,9906 |
| 2,800 | 0,9928 | 0,9895 | 0,9923 |
| 3,000 | 0,9941 | 0,9909 | 0,9936 |

14 Планы испытаний

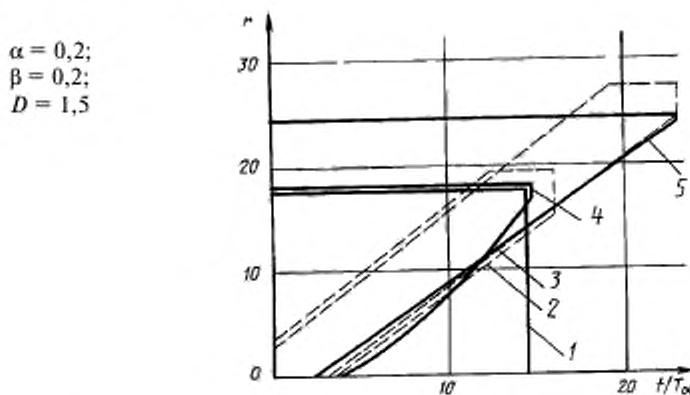


Рисунок 14.1

Таблица 14.1

| Число учиты- ваемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|---|----------------|---------|----------------|---|----------------|---------|----------------|-------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | |
| 0 | — | | | | 3,301 | | 2,808 | — | 3,689 | — | 2,482 |
| 1 | — | | | | 4,112 | | 3,619 | — | 4,760 | — | 3,432 |
| 2 | — | | | | 4,923 | | 4,430 | — | 5,673 | — | 4,302 |
| 3 | — | | | | 5,733 | | 5,241 | — | 6,502 | — | 5,139 |
| 4 | — | | 0,135 | 6,544 | 0,527 | 6,052 | — | 7,273 | — | 5,962 | |
| 5 | — | | 0,946 | 7,355 | 1,338 | 6,863 | — | 8,000 | — | 6,779 | |
| 6 | — | | 1,757 | 8,166 | 2,149 | 7,674 | — | 8,691 | — | 7,595 | |
| 7 | — | 14,328 | 2,568 | 8,977 | 2,960 | 8,484 | — | 9,351 | — | 8,414 | |
| 8 | — | | 3,378 | 9,788 | 3,770 | 9,295 | — | 9,984 | — | 9,236 | |
| 9 | — | | 4,189 | 10,599 | 4,581 | 10,106 | — | 10,592 | — | 10,064 | |
| 10 | — | | 5,000 | 11,410 | 5,392 | 10,917 | — | 11,177 | — | 10,898 | |
| 11 | — | | 5,811 | 12,221 | 6,203 | 11,728 | — | 11,740 | — | 11,739 | |
| 12 | — | | 6,622 | 13,032 | 7,014 | 12,539 | — | 12,281 | — | 12,587 | |
| 13 | — | | 7,433 | 13,843 | 7,825 | 13,350 | — | 12,802 | — | 13,442 | |
| 14 | — | | 8,244 | 14,654 | 8,636 | 14,161 | — | 13,301 | — | 14,305 | |
| 15 | — | | 9,055 | 15,465 | 9,447 | 14,972 | — | 13,779 | — | 15,174 | |
| 16 | — | | 9,866 | 16,000 | 10,258 | 15,783 | — | 14,236 | — | 16,051 | |
| 17 | — | | 10,677 | 16,000 | 11,069 | 16,594 | — | 14,670 | — | 16,935 | |
| 18 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 11,488 | 16,000 | 11,880 | 17,405 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | — | — | 17,826 | |
| 19 | | | 12,299 | 16,000 | 12,691 | 18,216 | | — | — | 18,723 | |
| 20 | | | Бракуют при чис- ле учитывае- мых отказов | | 13,502 | 19,027 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | — | — | 19,627 | |
| 21 | 18 и более | | 14,313 | 19,837 | 14,313 | 19,837 | 18 и более | — | — | 20,537 | |
| 22 | | | 15,124 | 20,648 | 15,124 | 20,648 | | — | — | 21,453 | |
| 23 | | | 15,934 | 21,459 | 15,934 | 21,459 | | — | — | 22,375 | |
| 24 | | | 16,745 | 22,270 | 16,745 | 22,270 | | — | — | 23,303 | |
| 25 | | | 17,556 | 23,081 | 17,556 | 23,081 | | | | | |
| 26 | | | 18,367 | 23,303 | 18,367 | 23,303 | | | | | |
| 27 | | | 19,178 | 23,303 | 19,178 | 23,303 | | | | | |
| | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 28 и более | | | | | | | | |

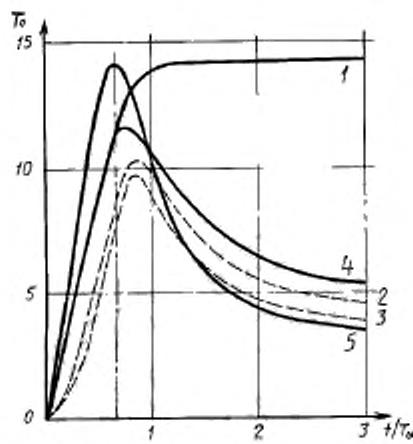


Рисунок 14.2

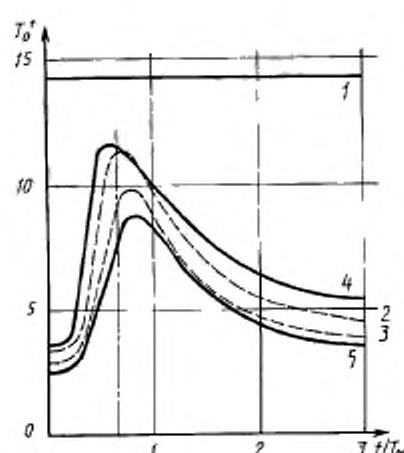


Рисунок 14.3

Таблица 14.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|---------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ |
| 0,200 | 3,600 | | 1,129 | 3,572 | 0,996 | 3,038 | 3,600 | 3,808 | 5,000 | 2,604 |
| 0,400 | 7,200 | | 3,308 | 6,186 | 2,919 | 4,641 | 7,197 | 9,343 | 9,951 | 3,993 |
| 0,600 | 10,663 | | 7,419 | 11,002 | 6,732 | 8,195 | 10,419 | 11,614 | 13,733 | 6,961 |
| 0,800 | 13,018 | | 10,186 | 11,086 | 9,590 | 9,857 | 11,513 | 11,132 | 13,492 | 8,734 |
| 1,000 | 13,960 | | 9,894 | 9,894 | 8,992 | 8,925 | 10,638 | 10,164 | 10,526 | 8,389 |
| 1,200 | 14,234 | | 8,583 | 8,525 | 7,489 | 7,486 | 9,350 | 9,115 | 7,922 | 7,240 |
| 1,400 | 14,304 | 14,328 | 7,406 | 7,385 | 6,334 | 6,351 | 8,283 | 8,194 | 6,323 | 6,145 |
| 1,600 | 14,321 | | 6,553 | 6,550 | 5,568 | 5,582 | 7,494 | 7,463 | 5,386 | 5,343 |
| 1,800 | 14,326 | | 5,956 | 5,957 | 5,055 | 5,063 | 6,915 | 6,905 | 4,805 | 4,795 |
| 2,000 | 14,327 | | 5,531 | 5,532 | 4,696 | 4,700 | 6,480 | 6,477 | 4,417 | 4,415 |
| 2,200 | 14,328 | | 5,218 | 5,219 | 4,432 | 4,435 | 6,145 | 6,144 | 4,141 | 4,141 |
| 2,400 | 14,328 | | 4,980 | 4,981 | 4,232 | 4,234 | 5,880 | 5,880 | 3,935 | 3,934 |
| 2,600 | 14,328 | | 4,794 | 4,795 | 4,075 | 4,077 | 5,666 | 5,665 | 3,774 | 3,774 |
| 2,800 | 14,328 | | 4,645 | 4,645 | 3,949 | 3,950 | 5,489 | 5,489 | 3,646 | 3,646 |
| 3,000 | 14,328 | | 4,522 | 4,523 | 3,846 | 3,846 | 5,340 | 5,340 | 3,541 | 3,541 |

Таблица 14.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_0)$

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 0,400 | 0,0004 | 0,0014 | 0,0035 | 0,0007 | 0,0052 |
| 0,600 | 0,0909 | 0,0956 | 0,1015 | 0,0947 | 0,1068 |
| 0,800 | 0,4771 | 0,4769 | 0,4725 | 0,4763 | 0,4600 |
| 1,000 | 0,8030 | 0,8000 | 0,8000 | 0,8000 | 0,8000 |
| 1,200 | 0,9393 | 0,9350 | 0,9326 | 0,9375 | 0,9460 |
| 1,400 | 0,9825 | 0,9787 | 0,9750 | 0,9817 | 0,9875 |
| 1,600 | 0,9949 | 0,9924 | 0,9892 | 0,9947 | 0,9972 |
| 1,800 | 0,9985 | 0,9969 | 0,9948 | 0,9984 | 0,9994 |
| 2,000 | 0,9995 | 0,9986 | 0,9972 | 0,9995 | 0,9999 |
| 2,200 | 0,9998 | 0,9993 | 0,9984 | 0,9998 | 1,0000 |
| 2,400 | 0,9999 | 0,9996 | 0,9990 | 0,9999 | 1,0000 |
| 2,600 | 1,0000 | 0,9998 | 0,9994 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,800 | 1,0000 | 0,9998 | 0,9996 | 1,0000 | 1,0000 |
| 3,000 | 1,0000 | 0,9999 | 0,9997 | 1,0000 | 1,0000 |

15 Планы испытаний

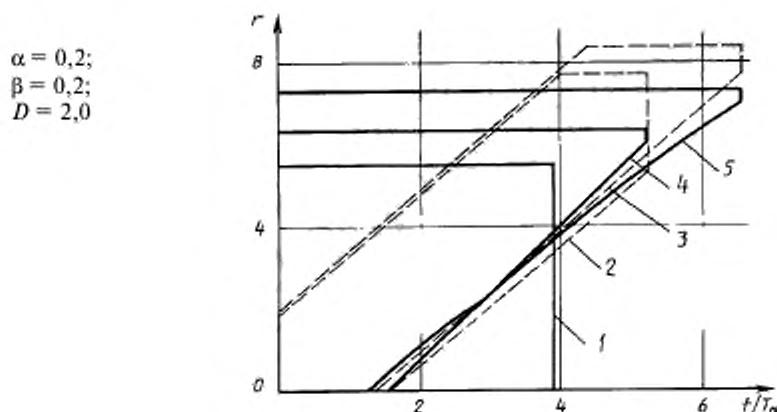


Рисунок 15.1

Таблица 15.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|-----------|---|-----------|---------|-----------|--|-----------|---------|--|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | | 1,543 | | 1,396 | — | 1,517 | — | 1,345 |
| 1 | — | | | 2,236 | | 2,089 | — | 2,172 | — | 2,036 |
| 2 | — | | 0,108 | 2,929 | 0,069 | 2,782 | — | 2,791 | — | 2,734 |
| 3 | — | 3,931 | 0,801 | 3,622 | 0,762 | 3,475 | — | 3,404 | — | 3,457 |
| 4 | — | | 1,495 | 4,315 | 1,455 | 4,168 | — | 4,020 | — | 4,210 |
| 5 | — | | 2,188 | 5,009 | 2,148 | 4,862 | — | 4,643 | — | 4,990 |
| 6 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 6 и более | | 2,881 | 5,275 | 2,842 | 5,555 | — | 5,275 | — | 5,797 |
| 7 | | | 3,574 | 5,275 | 3,535 | 6,248 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 7 и более | | | 6,627 |
| 8 | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 6 и более | | 4,228 | 6,627 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 9 и более | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 8 и более |

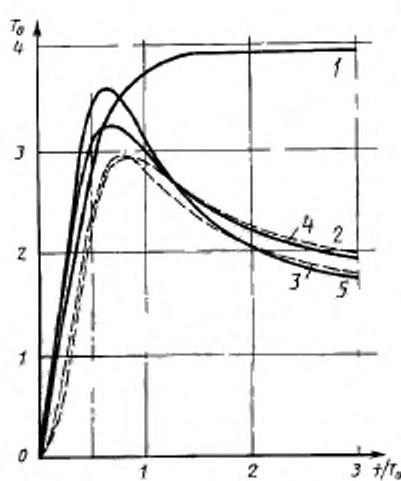


Рисунок 15.2

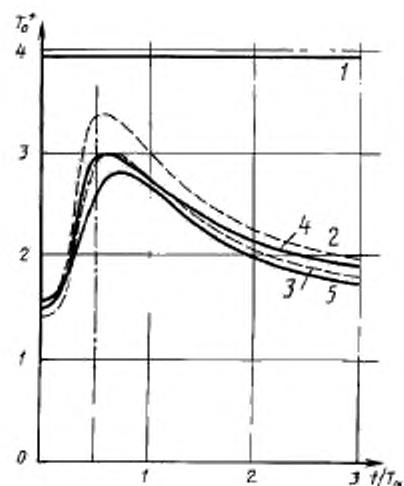


Рисунок 15.3

Таблица 15.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_a | T_0^* | T_a | T_0^* | T_a | T_0^* | T_a | T_0^* | T_a | T_0^* |
| 0,200 | 1,200 | | 0,640 | 1,776 | 0,658 | 1,589 | 1,399 | 1,797 | 1,598 | 1,528 |
| 0,400 | 2,351 | | 1,756 | 3,114 | 1,784 | 2,487 | 2,643 | 2,728 | 2,976 | 2,272 |
| 0,600 | 3,155 | | 2,670 | 3,390 | 2,687 | 2,978 | 3,208 | 2,979 | 3,539 | 2,741 |
| 0,800 | 3,562 | | 2,947 | 3,246 | 2,904 | 2,963 | 3,197 | 2,916 | 3,426 | 2,800 |
| 1,000 | 3,750 | | 2,896 | 3,026 | 2,786 | 2,789 | 2,987 | 2,770 | 3,096 | 2,687 |
| 1,200 | 3,838 | | 2,749 | 2,815 | 2,595 | 2,593 | 2,760 | 2,615 | 2,774 | 2,527 |
| 1,400 | 3,880 | | 2,596 | 2,634 | 2,417 | 2,419 | 2,566 | 2,474 | 2,515 | 2,370 |
| 1,600 | 3,902 | 3,931 | 2,461 | 2,487 | 2,270 | 2,276 | 2,412 | 2,354 | 2,317 | 2,233 |
| 1,800 | 3,914 | | 2,349 | 2,368 | 2,154 | 2,160 | 2,291 | 2,254 | 2,168 | 2,118 |
| 2,000 | 3,920 | | 2,257 | 2,271 | 2,061 | 2,067 | 2,195 | 2,171 | 2,053 | 2,023 |
| 2,200 | 3,924 | | 2,182 | 2,192 | 1,987 | 1,992 | 2,118 | 2,103 | 1,964 | 1,946 |
| 2,400 | 3,927 | | 2,119 | 2,128 | 1,926 | 1,931 | 2,056 | 2,046 | 1,894 | 1,883 |
| 2,600 | 3,928 | | 2,067 | 2,074 | 1,877 | 1,881 | 2,005 | 1,998 | 1,837 | 1,830 |
| 2,800 | 3,929 | | 2,022 | 2,028 | 1,835 | 1,838 | 1,962 | 1,958 | 1,791 | 1,786 |
| 3,000 | 3,930 | | 1,985 | 1,989 | 1,800 | 1,802 | 1,926 | 1,923 | 1,752 | 1,749 |

Таблица 15.3 — Оперативная характеристика L(T/T_0)

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0001 | 0,0006 | 0,0012 | 0,0007 | 0,0015 |
| 0,400 | 0,0739 | 0,0734 | 0,0798 | 0,0774 | 0,0836 |
| 0,600 | 0,3616 | 0,3589 | 0,3529 | 0,3533 | 0,3472 |
| 0,800 | 0,6311 | 0,6350 | 0,6296 | 0,6281 | 0,6222 |
| 1,000 | 0,7958 | 0,8000 | 0,8000 | 0,8000 | 0,8000 |
| 1,200 | 0,8858 | 0,8871 | 0,8898 | 0,8928 | 0,8962 |
| 1,400 | 0,9342 | 0,9328 | 0,9361 | 0,9413 | 0,9454 |
| 1,600 | 0,9608 | 0,9578 | 0,9608 | 0,9668 | 0,9705 |
| 1,800 | 0,9758 | 0,9720 | 0,9746 | 0,9806 | 0,9836 |
| 2,000 | 0,9846 | 0,9806 | 0,9827 | 0,9883 | 0,9906 |
| 2,200 | 0,9900 | 0,9861 | 0,9877 | 0,9928 | 0,9944 |
| 2,400 | 0,9933 | 0,9896 | 0,9910 | 0,9954 | 0,9966 |
| 2,600 | 0,9954 | 0,9921 | 0,9932 | 0,9970 | 0,9979 |
| 2,800 | 0,9968 | 0,9938 | 0,9947 | 0,9980 | 0,9986 |
| 3,000 | 0,9977 | 0,9950 | 0,9958 | 0,9986 | 0,9991 |

16 Планы испытаний

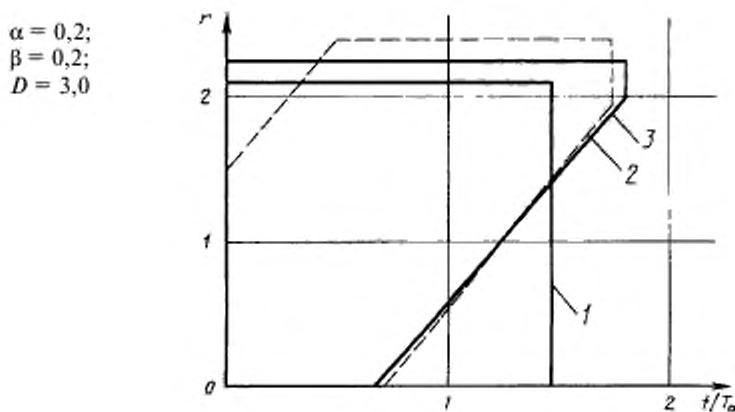


Рисунок 16.1

Таблица 16.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | |
|------------------------------|--|-----------|--|-----------|--|-----------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | | 0,700 | | 0,681 |
| 1 | — | 1,471 | | 1,249 | | 1,256 |
| 2 | — | | 0,279 | 1,750 | | 1,831 |
| | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | |

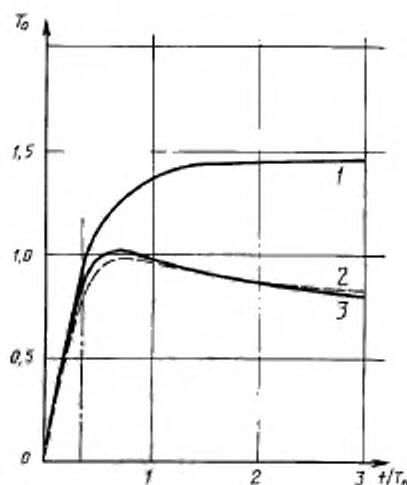


Рисунок 16.2

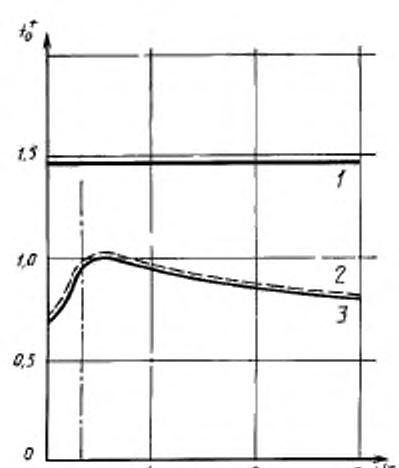


Рисунок 16.3

Таблица 16.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ |
| 0,200 | 0,594 | | 0,497 | 0,857 | 0,577 | 0,816 |
| 0,400 | 1,027 | | 0,849 | 1,006 | 0,906 | 0,979 |
| 0,600 | 1,236 | | 0,964 | 1,017 | 1,004 | 1,002 |
| 0,800 | 1,335 | | 0,984 | 0,997 | 1,013 | 0,987 |
| 1,000 | 1,386 | | 0,973 | 0,972 | 0,994 | 0,964 |
| 1,200 | 1,415 | | 0,954 | 0,948 | 0,968 | 0,940 |
| 1,400 | 1,432 | | 0,933 | 0,926 | 0,942 | 0,918 |
| 1,600 | 1,443 | 1,471 | 0,914 | 0,907 | 0,918 | 0,898 |
| 1,800 | 1,450 | | 0,896 | 0,890 | 0,898 | 0,880 |
| 2,000 | 1,455 | | 0,881 | 0,875 | 0,880 | 0,865 |
| 2,200 | 1,458 | | 0,867 | 0,862 | 0,864 | 0,852 |
| 2,400 | 1,461 | | 0,855 | 0,851 | 0,850 | 0,840 |
| 2,600 | 1,463 | | 0,845 | 0,841 | 0,838 | 0,830 |
| 2,800 | 1,464 | | 0,836 | 0,833 | 0,828 | 0,820 |
| 3,000 | 1,465 | | 0,827 | 0,825 | 0,818 | 0,812 |

Таблица 16.3 — Оперативная характеристика L(T/T_0)

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 |
|-------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0227 | 0,0394 | 0,0413 |
| 0,400 | 0,2895 | 0,2974 | 0,2961 |
| 0,600 | 0,5565 | 0,5458 | 0,5433 |
| 0,800 | 0,7204 | 0,7041 | 0,7028 |
| 1,000 | 0,8162 | 0,8000 | 0,8000 |
| 1,200 | 0,8739 | 0,8595 | 0,8604 |
| 1,400 | 0,9102 | 0,8978 | 0,8992 |
| 1,600 | 0,9340 | 0,9234 | 0,9251 |
| 1,800 | 0,9501 | 0,9411 | 0,9429 |
| 2,000 | 0,9614 | 0,9537 | 0,9555 |
| 2,200 | 0,9696 | 0,9629 | 0,9647 |
| 2,400 | 0,9756 | 0,9698 | 0,9716 |
| 2,600 | 0,9801 | 0,9751 | 0,9768 |
| 2,800 | 0,9836 | 0,9792 | 0,9808 |
| 3,000 | 0,9863 | 0,9824 | 0,9839 |

17 Планы испытаний

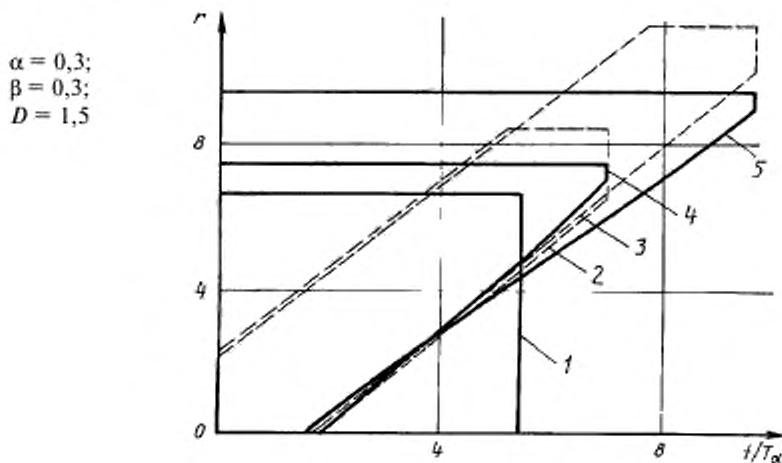


Рисунок 17.1

Таблица 17.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---|---|---------|-----------|---|-----------|---------|---|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | | 1,855 | | 1,716 | — | 1,854 | — | 1,443 |
| 1 | — | | | 2,666 | | 2,527 | — | 2,602 | — | 2,376 |
| 2 | — | | 0,004 | 3,477 | 0,125 | 3,338 | — | 3,350 | — | 3,309 |
| 3 | — | | 0,815 | 4,288 | 0,936 | 4,149 | — | 4,098 | — | 4,242 |
| 4 | — | | 1,626 | 5,099 | 1,747 | 4,960 | — | 4,846 | — | 5,175 |
| 5 | — | 5,409 | 2,437 | 5,910 | 2,558 | 5,771 | — | 5,594 | — | 6,108 |
| 6 | — | | 3,248 | 6,721 | 3,369 | 6,582 | — | 6,342 | — | 7,041 |
| 7 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов | | 4,059 | 7,090 | 4,180 | 7,393 | — | 7,090 | — | 7,974 |
| 8 | | | 4,870 | 7,090 | 4,991 | 8,204 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов | | | 8,908 |
| 9 | | | Бракуют при чис- ле учитывае- мых отказов | | 5,802 | 9,015 | | | | 9,841 |
| 10 | 7 и более | | | | 6,613 | 9,826 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов | | | |
| 11 | | | отказов 9 и более | | 7,423 | 9,841 | 8 и более | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 10 и более |
| | | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 12 и более | | | | | | |

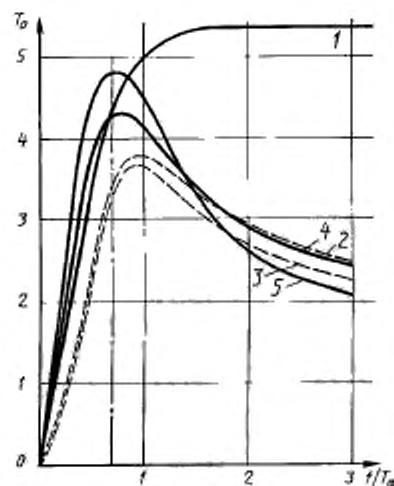


Рисунок 17.2

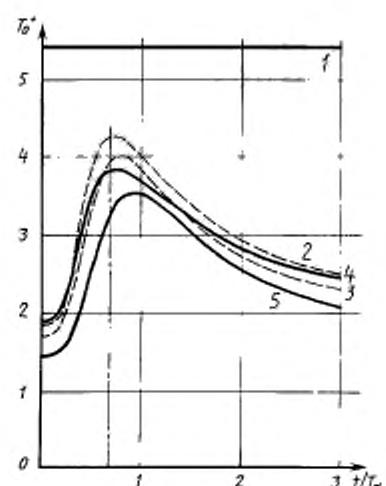


Рисунок 17.3

Таблица 17.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* | T_0 | T_0^* |
| 0,200 | 1,400 | | 0,654 | 2,008 | 0,610 | 1,857 | 1,600 | 2,056 | 1,998 | 1,513 |
| 0,400 | 2,788 | | 1,769 | 3,288 | 1,652 | 2,739 | 3,128 | 3,095 | 3,837 | 2,078 |
| 0,600 | 3,958 | | 3,052 | 4,189 | 2,921 | 3,757 | 4,111 | 3,738 | 4,917 | 2,976 |
| 0,800 | 4,676 | | 3,708 | 4,231 | 3,591 | 4,020 | 4,326 | 3,822 | 5,014 | 3,476 |
| 1,000 | 5,044 | | 3,805 | 4,019 | 3,652 | 3,857 | 4,124 | 3,696 | 4,569 | 3,535 |
| 1,200 | 5,222 | | 3,660 | 3,754 | 3,464 | 3,578 | 3,808 | 3,506 | 4,013 | 3,383 |
| 1,400 | 5,310 | | 3,454 | 3,502 | 3,232 | 3,306 | 3,508 | 3,312 | 3,526 | 3,162 |
| 1,600 | 5,354 | 5,409 | 3,254 | 3,284 | 3,023 | 3,075 | 3,259 | 3,134 | 3,145 | 2,939 |
| 1,800 | 5,378 | | 3,081 | 3,103 | 2,851 | 2,889 | 3,059 | 2,981 | 2,857 | 2,741 |
| 2,000 | 5,390 | | 2,937 | 2,954 | 2,712 | 2,740 | 2,901 | 2,852 | 2,639 | 2,573 |
| 2,200 | 5,398 | | 2,818 | 2,831 | 2,599 | 2,621 | 2,775 | 2,744 | 2,473 | 2,435 |
| 2,400 | 5,402 | | 2,720 | 2,730 | 2,507 | 2,524 | 2,674 | 2,654 | 2,344 | 2,321 |
| 2,600 | 5,404 | | 2,638 | 2,646 | 2,432 | 2,445 | 2,591 | 2,578 | 2,241 | 2,228 |
| 2,800 | 5,406 | | 2,569 | 2,576 | 2,369 | 2,379 | 2,523 | 2,514 | 2,159 | 2,151 |
| 3,000 | 5,407 | | 2,510 | 2,516 | 2,315 | 2,324 | 2,465 | 2,459 | 2,091 | 2,086 |

Таблица 17.3 — Оперативная характеристика L(T/T_0)

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0008 |
| 0,400 | 0,0190 | 0,0256 | 0,0310 | 0,0285 | 0,0436 |
| 0,600 | 0,2054 | 0,2073 | 0,2091 | 0,2096 | 0,2159 |
| 0,800 | 0,4859 | 0,4856 | 0,4848 | 0,4828 | 0,4772 |
| 1,000 | 0,7003 | 0,7000 | 0,7000 | 0,7000 | 0,7000 |
| 1,200 | 0,8301 | 0,8281 | 0,8271 | 0,8334 | 0,8402 |
| 1,400 | 0,9031 | 0,8990 | 0,8965 | 0,9079 | 0,9170 |
| 1,600 | 0,9435 | 0,9382 | 0,9347 | 0,9483 | 0,9569 |
| 1,800 | 0,9662 | 0,9605 | 0,9566 | 0,9703 | 0,9772 |
| 2,000 | 0,9793 | 0,9736 | 0,9698 | 0,9825 | 0,9877 |
| 2,200 | 0,9869 | 0,9816 | 0,9782 | 0,9895 | 0,9932 |
| 2,400 | 0,9916 | 0,9868 | 0,9837 | 0,9935 | 0,9961 |
| 2,600 | 0,9944 | 0,9902 | 0,9875 | 0,9959 | 0,9978 |
| 2,800 | 0,9962 | 0,9925 | 0,9902 | 0,9973 | 0,9987 |
| 3,000 | 0,9974 | 0,9942 | 0,9921 | 0,9982 | 0,9992 |

18 Планы испытаний

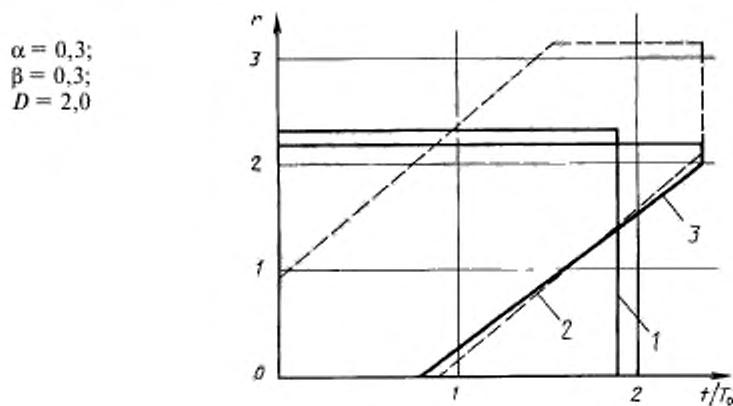


Рисунок 18.1

Таблица 18.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | | 0,912 | — | 0,804 |
| 1 | — | 1,854 | 0,060 | 1,605 | — | 1,591 |
| 2 | — | | 0,753 | 2,298 | — | 2,379 |
| 3 | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | | 1,446 | 2,379 | Бракуют при числе учитываемых отказов 3 и более | |
| | | | Бракуют при числе учитываемых отказов 4 и более | | | |

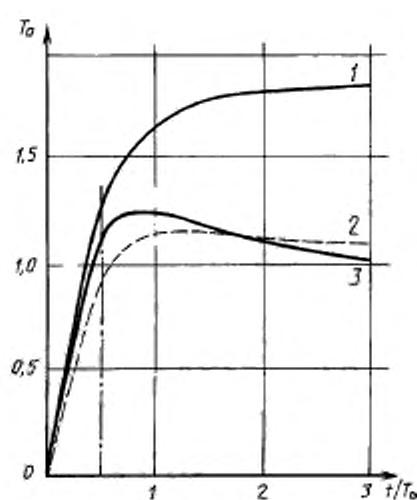


Рисунок 18.2

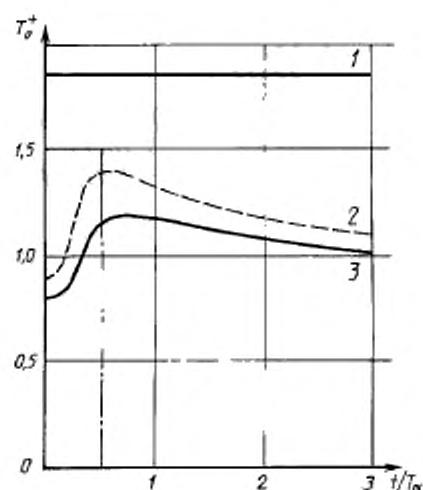


Рисунок 18.3

Таблица 18.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ |
| 0,200 | 0,599 | | 0,365 | 1,069 | 0,589 | 0,873 |
| 0,400 | 1,111 | | 0,783 | 1,371 | 1,003 | 1,093 |
| 0,600 | 1,419 | | 1,022 | 1,408 | 1,185 | 1,181 |
| 0,800 | 1,587 | | 1,124 | 1,380 | 1,240 | 1,197 |
| 1,000 | 1,681 | | 1,159 | 1,340 | 1,241 | 1,187 |
| 1,200 | 1,736 | | 1,166 | 1,300 | 1,221 | 1,167 |
| 1,400 | 1,770 | | 1,160 | 1,264 | 1,194 | 1,145 |
| 1,600 | 1,793 | 1,854 | 1,149 | 1,233 | 1,165 | 1,123 |
| 1,800 | 1,808 | | 1,136 | 1,206 | 1,139 | 1,102 |
| 2,000 | 1,818 | | 1,123 | 1,182 | 1,114 | 1,082 |
| 2,200 | 1,826 | | 1,111 | 1,162 | 1,092 | 1,065 |
| 2,400 | 1,832 | | 1,099 | 1,144 | 1,073 | 1,049 |
| 2,600 | 1,836 | | 1,089 | 1,129 | 1,055 | 1,034 |
| 2,800 | 1,839 | | 1,079 | 1,115 | 1,039 | 1,021 |
| 3,000 | 1,842 | | 1,070 | 1,103 | 1,025 | 1,009 |

Таблица 18.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_0)$

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 |
|---------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0050 | 0,0125 | 0,0196 |
| 0,400 | 0,1589 | 0,1795 | 0,1874 |
| 0,600 | 0,4032 | 0,4121 | 0,4069 |
| 0,800 | 0,5913 | 0,5858 | 0,5801 |
| 1,000 | 0,7160 | 0,7000 | 0,7000 |
| 1,200 | 0,7974 | 0,7748 | 0,7812 |
| 1,400 | 0,8514 | 0,8251 | 0,8367 |
| 1,600 | 0,8883 | 0,8602 | 0,8754 |
| 1,800 | 0,9141 | 0,8854 | 0,9030 |
| 2,000 | 0,9326 | 0,9041 | 0,9232 |
| 2,200 | 0,9462 | 0,9184 | 0,9382 |
| 2,400 | 0,9564 | 0,9294 | 0,9496 |
| 2,600 | 0,9642 | 0,9382 | 0,9584 |
| 2,800 | 0,9703 | 0,9453 | 0,9652 |
| 3,000 | 0,9751 | 0,9511 | 0,9707 |

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Расчет суммарной учитываемой наработки изделий

А.1 Учитываемая наработка каждого изделия может быть измерена с помощью счетчика наработки, установленного на изделии. В этом случае суммарная учитываемая наработка изделий при k -м отказе равна сумме показаний счетчиков

$$T_k = \sum_{m=1}^n t_{k, m} ,$$

где n — общее количество испытуемых изделий;

$t_{k, m}$ — зарегистрированная счетчиком учитываемая наработка m -го изделия до k -го отказа.

Суммарная учитываемая наработка изделий T^* в момент принятия решения (о приемке), не совпадающий с моментом возникновения отказа, равна

$$T^* = \sum_{m=1}^n t_m^* ,$$

где t_m^* — зарегистрированная счетчиком учитываемая наработка m -го изделия до момента принятия решения.

А.2 Если учитываемую наработку изделий регистрируют другими способами, то суммарную учитываемую наработку изделий при k -м отказе вычисляют по рекуррентной формуле

$$T_k = T_{k-1} + \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n t_{m, j} ,$$

где T_{k-1} — суммарная учитываемая наработка изделий при $(k-1)$ -м отказе;

n — общее количество испытуемых изделий;

$t_{m, j}$ — j -й период учитываемой наработки m -го изделия после $(k-1)$ -го отказа.

Перерывы в учитываемой наработке изделий могут быть связаны с устранением отказов, а также быть вызваны любой другой технической или организационной причиной.

На диаграмме (рисунок А.1) более подробно представлена нумерация периодов учитываемой наработки изделий.

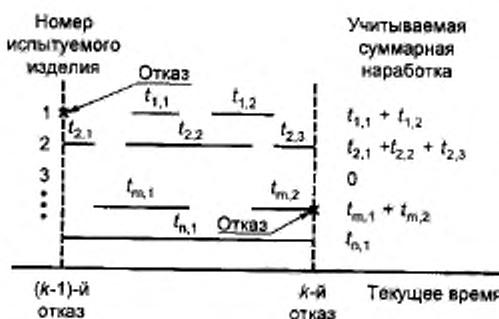


Рисунок А.1

Суммарная учитываемая наработка изделий в момент принятия решения (о приемке), не совпадающий с моментом возникновения отказа, равна

$$T^* = T_r + \sum_{m=1}^n \sum_{j=1}^n t_{m, j} ,$$

где T_r — суммарная учитываемая наработка изделий до последнего отказа перед моментом принятия решения;

$t_{m, j}$ — j -й период учитываемой наработки m -го изделия после последнего отказа.

А.3 Приведенные выше формулы применяют также при испытаниях невосстанавливаемых (неремонтируемых) изделий независимо от того, осуществляют или не осуществляют замену отказавших изделий.

А.4 Если общее количество испытуемых изделий остается постоянным в течение всей продолжительности испытаний, а восстановление (ремонт, замена) отказавших изделий требует незначительных затрат времени, то суммарную учитываемую наработку определяют по приближенной формуле

$$T^+ = n t^*,$$

где n — общее количество испытуемых изделий;

t^* — текущая (на рассматриваемый момент времени) учитываемая продолжительность испытаний, выраженная в единицах измерения наработок.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (рекомендуемое)

Планы испытаний для дополнительных значений исходных данных

Б.1 В данном приложении приведены планы испытаний для значений исходных данных таблицы 6.2. Истинные значения рисков α' и β' одноступенчатых планов указаны в таблице Б.1.

Таблица Б.1

| Исходные данные | | D | Предельная суммарная учитываемая наработка | Предельное (брakovочное) число отказов | Истинные риски | | | | |
|-------------------|---------|-----|--|--|----------------|----------|--|--|--|
| Номинальные риски | | | | | α' | β' | | | |
| α | β | | | | | | | | |
| 0,15 | 0,15 | 1,5 | 20,815 | 26 | 0,1522 | 0,1522 | | | |
| 0,15 | 0,15 | 2,0 | 6,010 | 9 | 0,1538 | 0,1537 | | | |
| 0,15 | 0,15 | 3,0 | 2,018 | 4 | 0,1461 | 0,1465 | | | |
| 0,25 | 0,25 | 1,5 | 8,650 | 11 | 0,2534 | 0,2538 | | | |
| 0,25 | 0,25 | 2,0 | 2,546 | 4 | 0,2523 | 0,2523 | | | |

Истинные значения α' и β' последовательных усеченных и комбинированных планов испытаний совпадают с номинальными значениями α и β .

Б.2 Планы испытаний

$$\begin{aligned} \alpha &= 0,15; \\ \beta &= 0,15; \\ D &= 1,50 \end{aligned}$$

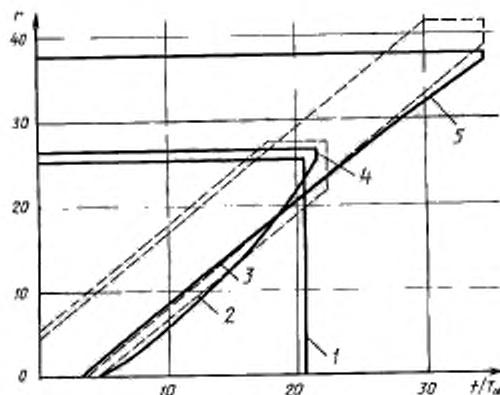


Рисунок Б.2.1

Таблица Б.2.1

| Число учитыва- емых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------|---------|----------------|---|----------------|------------|---|---------|----------------|--------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | |
| 0 | — | | | | 4,731 | | 3,517 | — | 4,529 | — | 3,100 |
| 1 | — | | | | 5,542 | | 4,328 | — | 5,739 | — | 4,118 |
| 2 | — | | | | 6,353 | | 5,139 | — | 6,772 | — | 5,023 |
| 3 | — | | | | 7,163 | | 5,950 | — | 7,712 | — | 5,878 |
| 4 | — | | | | 7,974 | | 6,761 | — | 8,588 | — | 6,706 |
| 5 | — | | | | 8,785 | 0,602 | 7,572 | — | 9,418 | — | 7,517 |
| 6 | — | | 0,547 | | 9,596 | 1,413 | 8,383 | — | 10,211 | — | 8,320 |
| 7 | — | | 1,358 | | 10,407 | 2,224 | 9,193 | — | 10,973 | — | 9,119 |
| 8 | — | | 2,169 | | 11,218 | 3,035 | 10,004 | — | 11,709 | — | 9,915 |
| 9 | — | | 2,980 | | 12,029 | 3,846 | 10,815 | — | 12,421 | — | 10,712 |
| 10 | — | | 3,791 | | 12,840 | 4,656 | 11,626 | — | 13,112 | — | 11,511 |
| 11 | — | | 4,602 | | 13,651 | 5,467 | 12,437 | — | 13,784 | — | 12,312 |
| 12 | — | | 5,413 | | 14,462 | 6,278 | 13,248 | — | 14,438 | — | 13,117 |
| 13 | — | 20,815 | 6,224 | | 15,273 | 7,089 | 14,059 | — | 15,075 | — | 13,926 |
| 14 | — | | 7,035 | | 16,084 | 7,900 | 14,870 | — | 15,696 | — | 14,739 |
| 15 | — | | 7,846 | | 16,895 | 8,711 | 15,681 | — | 16,301 | — | 15,557 |
| 16 | — | | 8,657 | | 17,706 | 9,522 | 16,492 | — | 16,891 | — | 16,380 |
| 17 | — | | 9,468 | | 18,516 | 10,333 | 17,303 | — | 17,467 | — | 17,209 |
| 18 | — | | 10,279 | | 19,327 | 11,144 | 18,114 | — | 18,028 | — | 18,042 |
| 19 | — | | 11,090 | | 20,138 | 11,955 | 18,925 | — | 18,575 | — | 18,881 |
| 20 | — | | 11,900 | | 20,949 | 12,766 | 19,736 | — | 19,107 | — | 19,725 |
| 21 | — | | 12,711 | | 21,760 | 13,577 | 20,546 | — | 19,626 | — | 20,574 |
| 22 | — | | 13,522 | | 22,400 | 14,388 | 21,357 | — | 20,129 | — | 21,428 |
| 23 | — | | 14,333 | | 22,400 | 15,199 | 22,168 | — | 20,618 | — | 22,287 |
| 24 | — | | 15,144 | | 22,400 | 16,009 | 22,979 | — | 21,092 | — | 23,151 |
| 25 | — | | 15,955 | | 22,400 | 16,820 | 23,790 | — | 21,550 | — | 24,020 |
| 26 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | | 16,766 | | 22,400 | 17,631 | 24,601 | — | 21,993 | — | 24,894 |
| 27 | 26 и более | | 17,577 | | 22,400 | 18,442 | 25,412 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | — | — | 25,773 |
| 28 | | | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | 19,253 | 26,223 | — | — | — | 26,656 |
| 29 | | | | | 20,064 | 27,034 | 27,544 | — | — | — | 27,544 |
| 30 | | | | | 20,875 | 27,845 | 27 и более | — | — | — | 28,435 |
| 31 | | | | | 21,686 | 28,656 | | — | — | — | 29,331 |
| 32 | | | | | 22,497 | 29,467 | | — | — | — | 30,232 |
| 33 | | | | | 23,308 | 30,278 | | — | — | — | 31,136 |
| 34 | | | | | 24,119 | 31,089 | | — | — | — | 32,044 |
| 35 | | | | | 24,930 | 31,899 | | — | — | — | 32,955 |
| 36 | | | | | 25,741 | 32,710 | | — | — | — | 33,871 |
| 37 | | | | | 26,552 | 33,521 | | — | — | — | 34,790 |
| 38 | | | | | 27,362 | 34,332 | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов | — | — | — |
| 39 | | | | | 28,173 | 34,790 | | 38 и более | — | — | — |
| 40 | | | | | 28,984 | 34,790 | | | — | — | — |
| 41 | | | | | 29,795 | 34,790 | | | — | — | — |
| | | | | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 42 и более | | | | | | |

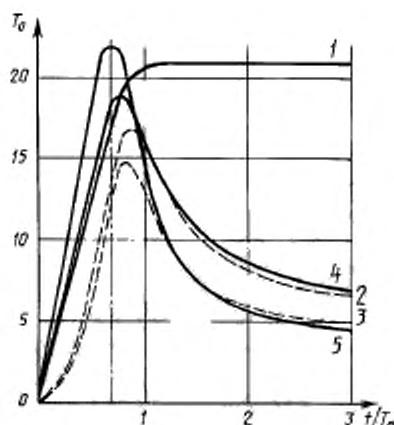


Рисунок Б.2.2

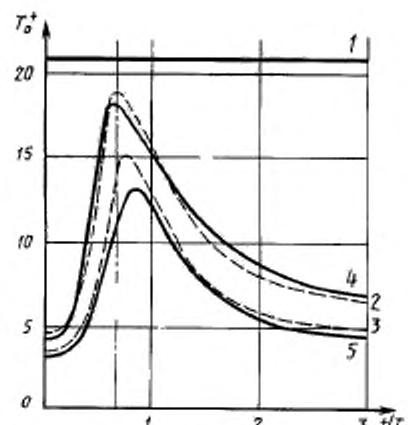


Рисунок Б.2.3

Таблица Б.2.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|-------|---------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ | T_0 | T_0^+ |
| 0,200 | 5,200 | | 1,524 | 5,119 | 1,239 | 3,806 | 5,400 | 4,604 | 7,600 | 3,217 |
| 0,400 | 10,400 | | 4,496 | 9,601 | 3,650 | 5,828 | 10,800 | 11,264 | 15,182 | 5,058 |
| 0,600 | 15,512 | | 11,048 | 18,664 | 9,282 | 11,323 | 15,935 | 18,024 | 21,636 | 9,939 |
| 0,800 | 19,185 | | 16,512 | 18,095 | 14,835 | 15,008 | 17,868 | 17,152 | 21,088 | 13,233 |
| 1,000 | 20,489 | | 15,787 | 15,702 | 13,095 | 12,915 | 15,864 | 15,216 | 14,871 | 12,233 |
| 1,200 | 20,762 | | 13,109 | 13,026 | 10,077 | 10,075 | 13,318 | 13,115 | 10,332 | 9,840 |
| 1,400 | 20,807 | | 10,954 | 10,935 | 8,189 | 8,202 | 11,438 | 11,393 | 8,040 | 7,975 |
| 1,600 | 20,814 | 20,815 | 9,529 | 9,527 | 7,080 | 7,087 | 10,148 | 10,139 | 6,830 | 6,823 |
| 1,800 | 20,815 | | 8,594 | 8,594 | 6,382 | 6,385 | 9,240 | 9,238 | 6,102 | 6,101 |
| 2,000 | 20,815 | | 7,953 | 7,953 | 5,907 | 5,909 | 8,575 | 8,574 | 5,615 | 5,615 |
| 2,200 | 20,815 | | 7,491 | 7,491 | 5,566 | 5,567 | 8,069 | 8,069 | 5,266 | 5,266 |
| 2,400 | 20,815 | | 7,144 | 7,144 | 5,310 | 5,310 | 7,674 | 7,674 | 5,002 | 5,002 |
| 2,600 | 20,815 | | 6,875 | 6,875 | 5,110 | 5,110 | 7,356 | 7,356 | 4,797 | 4,797 |
| 2,800 | 20,815 | | 6,659 | 6,659 | 4,950 | 4,950 | 7,096 | 7,096 | 4,631 | 4,631 |
| 3,000 | 20,815 | | 6,483 | 6,483 | 4,819 | 4,819 | 6,879 | 6,879 | 4,495 | 4,495 |

Таблица Б.2.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_a)$

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 |
| 0,400 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0008 | 0,0001 | 0,0013 |
| 0,600 | 0,0539 | 0,0528 | 0,0608 | 0,0530 | 0,0648 |
| 0,800 | 0,4725 | 0,4726 | 0,4649 | 0,4710 | 0,4476 |
| 1,000 | 0,8478 | 0,8500 | 0,8500 | 0,8500 | 0,8500 |
| 1,200 | 0,9690 | 0,9690 | 0,9649 | 0,9705 | 0,9767 |
| 1,400 | 0,9944 | 0,9938 | 0,9901 | 0,9949 | 0,9972 |
| 1,600 | 0,9990 | 0,9986 | 0,9965 | 0,9992 | 0,9997 |
| 1,800 | 0,9998 | 0,9996 | 0,9986 | 0,9999 | 1,0000 |
| 2,000 | 1,0000 | 0,9999 | 0,9993 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,200 | 1,0000 | 0,9999 | 0,9997 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,400 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9998 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,600 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9999 | 1,0000 | 1,0000 |
| 2,800 | 1,0000 | 1,0000 | 0,9999 | 1,0000 | 1,0000 |
| 3,000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 | 1,0000 |

Б.3 Планы испытаний

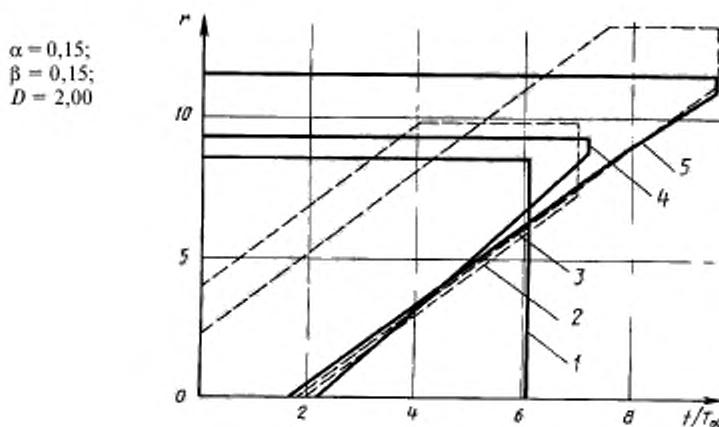


Рисунок Б.3.1

Таблица Б.3.1

| Число учиты- ваемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|---|----------------|-------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | |
| 0 | — | | | | 1,932 | | 1,788 | | 2,051 | — | 1,677 |
| 1 | — | | | | 2,625 | | 2,481 | | 2,768 | — | 2,407 |
| 2 | — | | | | 3,319 | | 3,174 | | 3,403 | — | 3,104 |
| 3 | — | | | | 4,012 | 0,471 | 3,868 | | 3,998 | — | 3,796 |
| 4 | — | | 0,095 | 4,705 | 1,164 | 4,561 | | 4,568 | — | 4,494 | |
| 5 | — | | 0,788 | 5,398 | 1,857 | 5,254 | | 5,120 | — | 5,201 | |
| 6 | — | 6,010 | 1,481 | 6,091 | 2,550 | 5,947 | | 5,660 | — | 5,919 | |
| 7 | — | | 2,175 | 6,784 | 3,243 | 6,640 | | 6,189 | — | 6,648 | |
| 8 | — | | 2,868 | 7,000 | 3,937 | 7,333 | | 6,711 | — | 7,388 | |
| 9 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 9 и более | | 3,561 | 7,000 | 4,630 | 8,026 | | 7,227 | — | 8,138 | |
| 10 | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 10 и бо- лее | | 5,323 | 8,720 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 10 и более | | — | 8,898 | |
| 11 | | | | | 6,016 | 9,413 | | | — | 9,668 | |
| 12 | | | | | 6,709 | 9,668 | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 12 и более | | |
| 13 | | | | | 7,402 | 9,668 | | | | | |
| | | | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 14 и более | | | | | | |

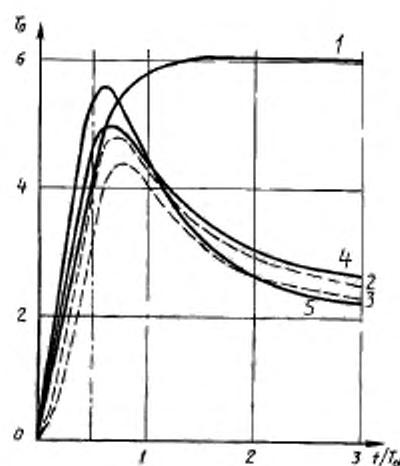


Рисунок Б.3.2

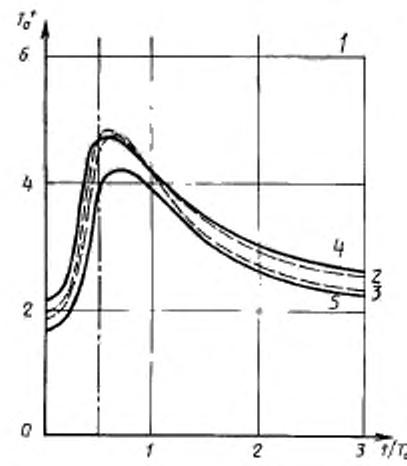


Рисунок Б.3.3

Таблица Б.3.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_a | T_a^+ | T_a | T_a^+ | T_a | T_a^+ | T_a | T_a^+ | T_a | T_a^+ |
| 0,200 | 1,800 | | 1,199 | 2,207 | 0,759 | 2,037 | 2,000 | 2,415 | 2,399 | 1,889 |
| 0,400 | 3,574 | | 3,269 | 4,232 | 2,310 | 3,586 | 3,904 | 4,367 | 4,612 | 3,115 |
| 0,600 | 4,927 | | 4,669 | 4,794 | 4,007 | 4,753 | 4,908 | 4,701 | 5,587 | 4,082 |
| 0,800 | 5,588 | | 4,782 | 4,573 | 4,390 | 4,604 | 4,829 | 4,478 | 5,186 | 4,157 |
| 1,000 | 5,847 | | 4,384 | 4,197 | 4,054 | 4,123 | 4,385 | 4,143 | 4,411 | 3,866 |
| 1,200 | 5,944 | | 3,940 | 3,829 | 3,628 | 3,665 | 3,954 | 3,821 | 3,761 | 3,507 |
| 1,400 | 5,982 | | 3,576 | 3,517 | 3,283 | 3,308 | 3,616 | 3,549 | 3,300 | 3,188 |
| 1,600 | 5,997 | 6,010 | 3,299 | 3,268 | 3,027 | 3,044 | 3,364 | 3,330 | 2,984 | 2,934 |
| 1,800 | 6,004 | | 3,090 | 3,074 | 2,837 | 2,849 | 3,175 | 3,158 | 2,761 | 2,739 |
| 2,000 | 6,007 | | 2,930 | 2,922 | 2,693 | 2,702 | 3,031 | 3,022 | 2,600 | 2,590 |
| 2,200 | 6,008 | | 2,807 | 2,802 | 2,583 | 2,589 | 2,918 | 2,913 | 2,480 | 2,475 |
| 2,400 | 6,009 | | 2,709 | 2,707 | 2,495 | 2,500 | 2,828 | 2,825 | 2,387 | 2,384 |
| 2,600 | 6,010 | | 2,630 | 2,629 | 2,425 | 2,428 | 2,754 | 2,753 | 2,313 | 2,311 |
| 2,800 | 6,010 | | 2,565 | 2,564 | 2,367 | 2,369 | 2,693 | 2,692 | 2,253 | 2,252 |
| 3,000 | 6,010 | | 2,511 | 2,511 | 2,318 | 2,320 | 2,642 | 2,641 | 2,203 | 2,203 |

Таблица Б.3.3 — Оперативная характеристика $L(T/T_a)$

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0001 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0003 |
| 0,400 | 0,0370 | 0,0396 | 0,0424 | 0,0388 | 0,0470 |
| 0,600 | 0,3309 | 0,3231 | 0,3237 | 0,3235 | 0,3117 |
| 0,800 | 0,6603 | 0,6583 | 0,6635 | 0,6584 | 0,6474 |
| 1,000 | 0,8462 | 0,8500 | 0,8500 | 0,8500 | 0,8500 |
| 1,200 | 0,9314 | 0,9359 | 0,9303 | 0,9360 | 0,9401 |
| 1,400 | 0,9686 | 0,9720 | 0,9646 | 0,9722 | 0,9761 |
| 1,600 | 0,9850 | 0,9873 | 0,9802 | 0,9875 | 0,9902 |
| 1,800 | 0,9926 | 0,9940 | 0,9880 | 0,9941 | 0,9958 |
| 2,000 | 0,9962 | 0,9970 | 0,9922 | 0,9971 | 0,9982 |
| 2,200 | 0,9979 | 0,9985 | 0,9947 | 0,9985 | 0,9991 |
| 2,400 | 0,9988 | 0,9992 | 0,9963 | 0,9992 | 0,9996 |
| 2,600 | 0,9993 | 0,9995 | 0,9973 | 0,9996 | 0,9998 |
| 2,800 | 0,9996 | 0,9997 | 0,9979 | 0,9998 | 0,9999 |
| 3,000 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9984 | 0,9999 | 0,9999 |

Б.4 Планы испытаний

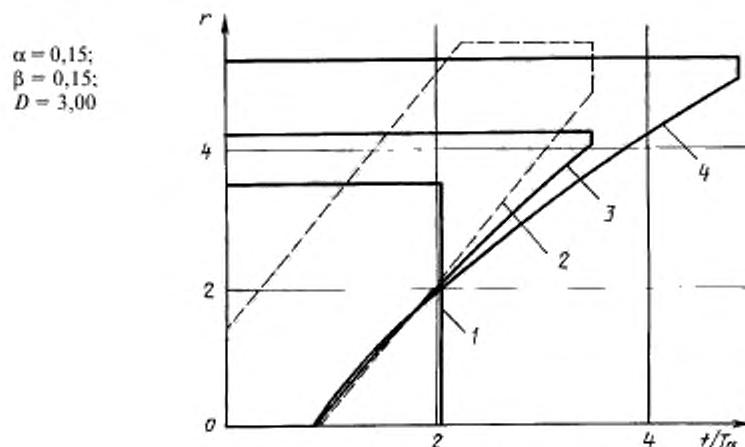


Рисунок Б.4.1

Таблица Б.4.1

| Число учиты- ваемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|----------------|---------|----------------|--|----------------|--|----------------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | |
| | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают | Бракуют | Прини- мают |
| 0 | — | | | 0,870 | — | 0,832 | — | 0,811 |
| 1 | — | 2,018 | | 1,419 | — | 1,382 | — | 1,345 |
| 2 | — | | 0,349 | 1,969 | — | 1,999 | — | 2,065 |
| 3 | — | | 0,898 | 2,518 | — | 2,697 | — | 2,921 |
| 4 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 4 и более | | 1,447 | 3,067 | — | 3,501 | — | 3,873 |
| 5 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 4 и более | | 1,997 | 3,501 | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 5 и более | | Бракуют при числе учитыва- емых отказов 6 и более | |

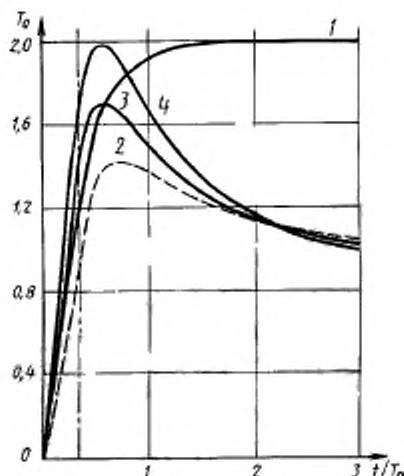


Рисунок Б.4.2

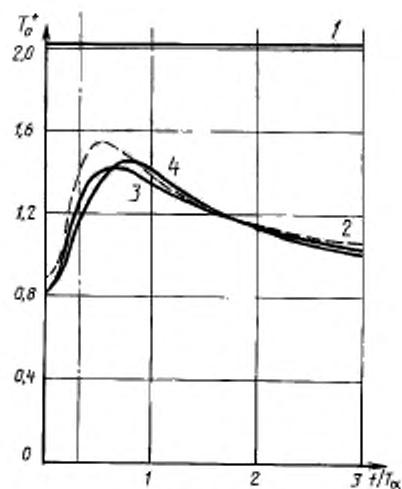


Рисунок Б.4.3

Таблица Б.4.2

| T/T_0 | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_0 | T_0' | T_0 | T_0' | T_0 | T_0' | T_0 | T_0' |
| 0,200 | 0,797 | | 0,525 | 1,091 | 0,980 | 1,009 | 1,174 | 0,964 |
| 0,400 | 1,430 | | 1,171 | 1,503 | 1,588 | 1,341 | 1,885 | 1,253 |
| 0,600 | 1,741 | | 1,413 | 1,551 | 1,702 | 1,438 | 1,989 | 1,417 |
| 0,800 | 1,877 | | 1,421 | 1,486 | 1,621 | 1,418 | 1,846 | 1,444 |
| 1,000 | 1,940 | | 1,367 | 1,404 | 1,504 | 1,364 | 1,664 | 1,404 |
| 1,200 | 1,972 | | 1,305 | 1,331 | 1,398 | 1,304 | 1,507 | 1,343 |
| 1,400 | 1,989 | | 1,250 | 1,271 | 1,313 | 1,249 | 1,384 | 1,280 |
| 1,600 | 1,999 | 2,018 | 1,205 | 1,221 | 1,245 | 1,202 | 1,290 | 1,223 |
| 1,800 | 2,005 | | 1,168 | 1,181 | 1,191 | 1,161 | 1,218 | 1,174 |
| 2,000 | 2,009 | | 1,138 | 1,149 | 1,148 | 1,127 | 1,162 | 1,133 |
| 2,200 | 2,011 | | 1,112 | 1,122 | 1,114 | 1,098 | 1,118 | 1,099 |
| 2,400 | 2,013 | | 1,091 | 1,099 | 1,085 | 1,074 | 1,083 | 1,070 |
| 2,600 | 2,014 | | 1,073 | 1,080 | 1,062 | 1,053 | 1,055 | 1,045 |
| 2,800 | 2,015 | | 1,058 | 1,064 | 1,042 | 1,036 | 1,032 | 1,025 |
| 3,000 | 2,016 | | 1,045 | 1,050 | 1,025 | 1,020 | 1,012 | 1,007 |

Таблица Б.4.3 — Оперативная характеристика L(T/T_0)

| T/T_0 | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0097 | 0,0180 | 0,0208 | 0,0229 |
| 0,400 | 0,2588 | 0,2555 | 0,2486 | 0,2436 |
| 0,600 | 0,5664 | 0,5598 | 0,5419 | 0,5294 |
| 0,800 | 0,7528 | 0,7489 | 0,7389 | 0,7324 |
| 1,000 | 0,8539 | 0,8500 | 0,8500 | 0,8500 |
| 1,200 | 0,9095 | 0,9046 | 0,9111 | 0,9144 |
| 1,400 | 0,9415 | 0,9356 | 0,9453 | 0,9497 |
| 1,600 | 0,9607 | 0,9543 | 0,9652 | 0,9695 |
| 1,800 | 0,9727 | 0,9662 | 0,9771 | 0,9809 |
| 2,000 | 0,9805 | 0,9741 | 0,9845 | 0,9877 |
| 2,200 | 0,9857 | 0,9796 | 0,9892 | 0,9919 |
| 2,400 | 0,9893 | 0,9835 | 0,9923 | 0,9945 |
| 2,600 | 0,9918 | 0,9864 | 0,9944 | 0,9962 |
| 2,800 | 0,9936 | 0,9886 | 0,9959 | 0,9973 |
| 3,000 | 0,9950 | 0,9904 | 0,9969 | 0,9980 |

Б.5 Планы испытаний

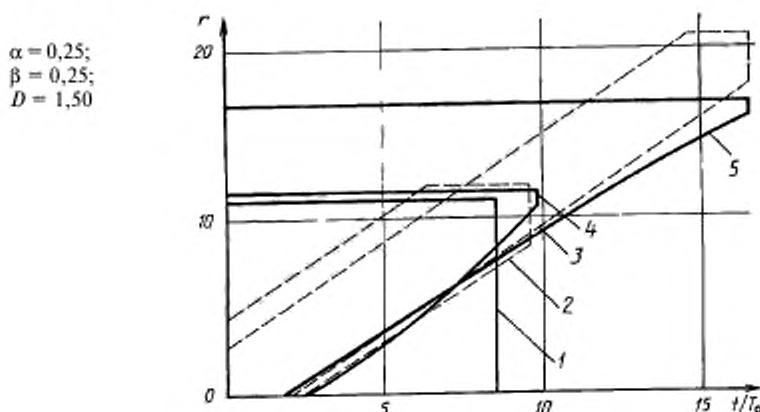


Рисунок Б.5.1

Таблица Б.5.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|-------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | | |
| | Бракуют | Принимают | |
| 0 | — | | | | 2,647 | | 2,217 | — | 2,725 | — | 1,980 |
| 1 | — | | | | 3,458 | | 3,028 | — | 3,638 | — | 2,855 |
| 2 | — | | | | 4,269 | | 3,839 | — | 4,431 | — | 3,690 |
| 3 | — | | | | 5,080 | 0,400 | 4,649 | — | 5,160 | — | 4,521 |
| 4 | — | | | | 5,890 | 1,211 | 5,460 | — | 5,846 | — | 5,361 |
| 5 | — | 8,650 | 0,767 | 6,701 | 2,022 | 6,271 | — | 6,500 | — | 6,215 | |
| 6 | — | | 1,578 | 7,512 | 2,833 | 7,082 | — | 7,126 | — | 7,085 | |
| 7 | — | | 2,389 | 8,323 | 3,644 | 7,893 | — | 7,730 | — | 7,971 | |
| 8 | — | | 3,200 | 9,134 | 4,454 | 8,704 | — | 8,314 | — | 8,874 | |
| 9 | — | | 4,010 | 9,680 | 5,265 | 9,515 | — | 8,879 | — | 9,793 | |
| 10 | — | | 4,821 | 9,680 | 6,076 | 10,326 | — | 9,427 | — | 10,727 | |
| 11 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 11 и более | | 5,632 | 9,680 | 6,887 | 11,137 | — | 9,958 | — | 11,676 | |
| 12 | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 11 и более | | 7,698 | 11,948 | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 12 и более | | — | 12,638 | |
| 13 | | | | | 8,509 | 12,759 | | | — | 13,613 | |
| 14 | | | | | 9,320 | 13,570 | | | — | 14,601 | |
| 15 | | | | | 10,131 | 14,381 | 12 и более | | — | 15,599 | |
| 16 | | | | | 10,942 | 15,192 | | | — | 16,609 | |
| 17 | | | | | 11,753 | 16,002 | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 17 и более | | |
| 18 | | | | | 12,564 | 16,609 | | | | | |
| 19 | | | | | 13,375 | 16,609 | | | | | |
| | | | | | Бракуют при числе учитывае- мых отказов 20 и более | | | | | | |

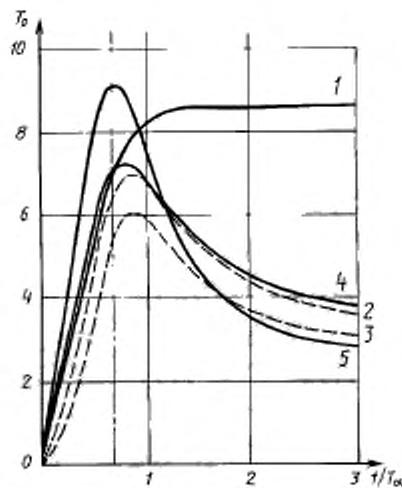


Рисунок Б.5.2

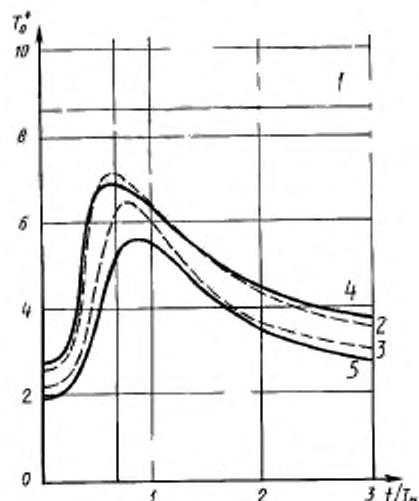


Рисунок Б.5.3

Таблица Б.5.2

| T/T_a | План 1 | | План 2 | | План 3 | | План 4 | | План 5 | |
|--------------|--------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | T_b | T_b^+ | T_b | T_b^+ | T_b | T_b^+ | T_b | T_b^+ | T_b | T_b^+ |
| 0,200 | 2,200 | | 1,183 | 2,864 | 0,770 | 2,399 | 2,400 | 2,908 | 3,400 | 2,109 |
| 0,400 | 4,397 | | 3,349 | 5,447 | 2,221 | 3,623 | 4,782 | 5,741 | 6,698 | 3,099 |
| 0,600 | 6,400 | | 5,872 | 7,119 | 4,557 | 5,688 | 6,663 | 6,916 | 8,883 | 4,657 |
| 0,800 | 7,679 | | 6,930 | 7,032 | 6,011 | 6,457 | 7,177 | 6,776 | 8,790 | 5,599 |
| 1,000 | 8,267 | | 6,747 | 6,544 | 5,904 | 6,042 | 6,752 | 6,336 | 7,364 | 5,590 |
| 1,200 | 8,500 | | 6,152 | 5,975 | 5,270 | 5,343 | 6,104 | 5,842 | 5,928 | 5,122 |
| 1,400 | 8,590 | | 5,552 | 5,447 | 4,675 | 4,725 | 5,527 | 5,388 | 4,895 | 4,569 |
| 1,600 | 8,625 | | 5,059 | 5,005 | 4,224 | 4,257 | 5,074 | 5,005 | 4,215 | 4,090 |
| 1,800 | 8,639 | 8,650 | 4,678 | 4,650 | 3,893 | 3,915 | 4,729 | 4,695 | 3,767 | 3,720 |
| 2,000 | 8,645 | | 4,384 | 4,371 | 3,647 | 3,662 | 4,465 | 4,448 | 3,460 | 3,442 |
| 2,200 | 8,648 | | 4,158 | 4,151 | 3,461 | 3,471 | 4,258 | 4,250 | 3,242 | 3,235 |
| 2,400 | 8,649 | | 3,979 | 3,976 | 3,315 | 3,322 | 4,094 | 4,090 | 3,079 | 3,076 |
| 2,600 | 8,649 | | 3,836 | 3,834 | 3,199 | 3,204 | 3,961 | 3,958 | 2,953 | 2,952 |
| 2,800 | 8,650 | | 3,720 | 3,719 | 3,105 | 3,108 | 3,850 | 3,849 | 2,854 | 2,853 |
| 3,000 | 8,650 | | 3,624 | 3,623 | 3,026 | 3,029 | 3,758 | 3,757 | 2,773 | 2,772 |

Таблица Б.5.3 — Оперативная характеристика L(T/T_a)

| T/T_a | План 1 | План 2 | План 3 | План 4 | План 5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0000 | 0,0001 |
| 0,400 | 0,0044 | 0,0062 | 0,0115 | 0,0058 | 0,0163 |
| 0,600 | 0,1497 | 0,1474 | 0,1513 | 0,1474 | 0,1580 |
| 0,800 | 0,4825 | 0,4803 | 0,4795 | 0,4801 | 0,4685 |
| 1,000 | 0,7466 | 0,7500 | 0,7500 | 0,7500 | 0,7500 |
| 1,200 | 0,8860 | 0,8910 | 0,8854 | 0,8913 | 0,9015 |
| 1,400 | 0,9496 | 0,9534 | 0,9441 | 0,9539 | 0,9642 |
| 1,600 | 0,9773 | 0,9798 | 0,9701 | 0,9803 | 0,9873 |
| 1,800 | 0,9895 | 0,9910 | 0,9827 | 0,9913 | 0,9954 |
| 2,000 | 0,9950 | 0,9958 | 0,9892 | 0,9960 | 0,9983 |
| 2,200 | 0,9975 | 0,9980 | 0,9929 | 0,9981 | 0,9994 |
| 2,400 | 0,9987 | 0,9990 | 0,9952 | 0,9991 | 0,9998 |
| 2,600 | 0,9993 | 0,9995 | 0,9966 | 0,9995 | 0,9999 |
| 2,800 | 0,9996 | 0,9997 | 0,9975 | 0,9998 | 1,0000 |
| 3,000 | 0,9998 | 0,9998 | 0,9981 | 0,9999 | 1,0000 |

Б.6 Планы испытаний

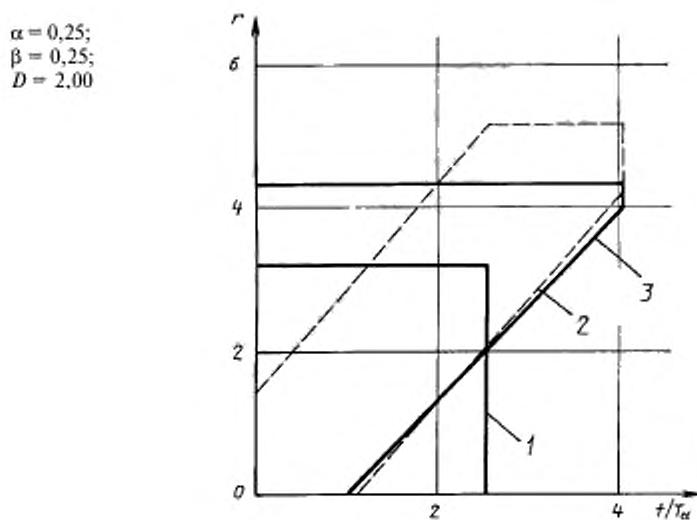


Рисунок Б.6.1

Таблица Б.6.1

| Число учитываемых отказов | Учитываемая суммарная наработка | | | | | |
|---------------------------------|---|-----------|---------|-----------|---|-----------|
| | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
| | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают | Бракуют | Принимают |
| 0 | — | | — | 1,135 | — | 1,036 |
| 1 | — | 2,546 | — | 1,828 | — | 1,792 |
| 2 | — | | 0,441 | 2,521 | — | 2,547 |
| 3 | — | | 1,134 | 3,214 | — | 3,303 |
| 4 | Бракуют при числе учитываемых отказов 4 и более | | 1,827 | 3,907 | — | 4,058 |
| 5 | | | 2,521 | 4,058 | Бракуют при числе учитываемых отказов 5 и более | |

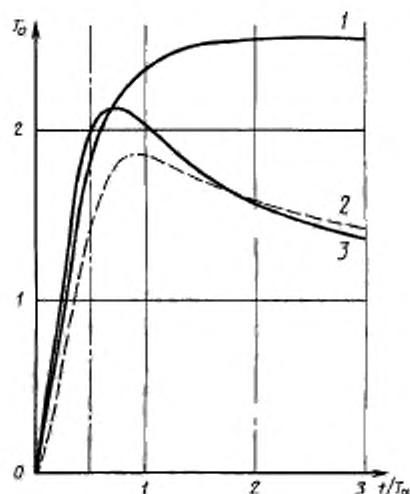


Рисунок Б.6.2

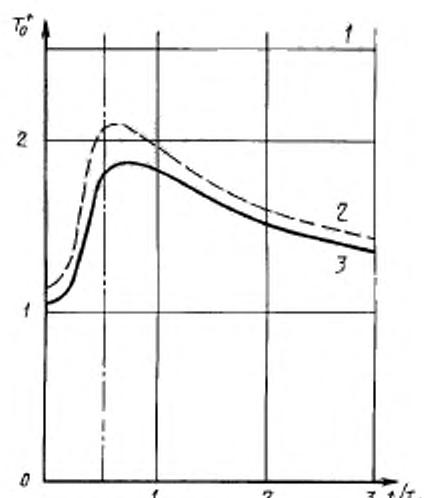


Рисунок Б.6.3

Таблица Б.6.2

| T/T _α | План 1 | | План 2 | | План 3 | |
|------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|
| | T ₀ | T ₀ ⁺ | T ₀ | T ₀ ⁺ | T ₀ | T ₀ ⁺ |
| 0,200 | 0,800 | | 0,484 | 1,292 | 0,994 | 1,145 |
| 0,400 | 1,527 | | 1,202 | 1,896 | 1,778 | 1,605 |
| 0,600 | 1,991 | | 1,678 | 2,085 | 2,105 | 1,837 |
| 0,800 | 2,236 | | 1,835 | 2,052 | 2,128 | 1,870 |
| 1,000 | 2,364 | | 1,839 | 1,964 | 2,037 | 1,829 |
| 1,200 | 2,433 | | 1,790 | 1,870 | 1,920 | 1,764 |
| 1,400 | 2,473 | 2,546 | 1,729 | 1,785 | 1,810 | 1,696 |
| 1,600 | 2,497 | | 1,670 | 1,712 | 1,715 | 1,632 |
| 1,800 | 2,512 | | 1,618 | 1,650 | 1,635 | 1,575 |
| 2,000 | 2,522 | | 1,573 | 1,599 | 1,569 | 1,525 |
| 2,200 | 2,528 | | 1,534 | 1,555 | 1,514 | 1,481 |
| 2,400 | 2,533 | | 1,500 | 1,518 | 1,468 | 1,444 |
| 2,600 | 2,536 | | 1,472 | 1,487 | 1,430 | 1,411 |
| 2,800 | 2,538 | | 1,447 | 1,460 | 1,397 | 1,382 |
| 3,000 | 2,540 | | 1,425 | 1,436 | 1,368 | 1,357 |

Таблица Б.6.3 — Оперативная характеристика L(T/T_α)

| T/T _α | План 1 | План 2 | План 3 |
|------------------|--------|--------|--------|
| 0,200 | 0,0013 | 0,0042 | 0,0064 |
| 0,400 | 0,1215 | 0,1239 | 0,1306 |
| 0,600 | 0,3874 | 0,3848 | 0,3787 |
| 0,800 | 0,6064 | 0,6077 | 0,6006 |
| 1,000 | 0,7477 | 0,7500 | 0,7500 |
| 1,200 | 0,8345 | 0,8353 | 0,8422 |
| 1,400 | 0,8883 | 0,8868 | 0,8983 |
| 1,600 | 0,9224 | 0,9190 | 0,9328 |
| 1,800 | 0,9446 | 0,9399 | 0,9544 |
| 2,000 | 0,9596 | 0,9540 | 0,9684 |
| 2,200 | 0,9698 | 0,9639 | 0,9775 |
| 2,400 | 0,9771 | 0,9710 | 0,9837 |
| 2,600 | 0,9823 | 0,9762 | 0,9880 |
| 2,800 | 0,9861 | 0,9802 | 0,9910 |
| 3,000 | 0,9889 | 0,9832 | 0,9932 |

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

Расчет границ и характеристик планов испытаний

В.1 Расчет границ и характеристик планов испытаний проведен на ПЭВМ с помощью специально разработанной программы по точным формулам (без привлечения статистического моделирования).

В.2 На рисунке В.1 изображен план с произвольными границами приемки и браковки для предельного числа отказов $r^* = 5$. Оперативную характеристику $L(T)$ и риски α и β определяют путем расчета сумм вероятностей того, что испытания завершаются при i учитываемых отказах ($i \leq 5$) с принятием решения о приемке (для различных значений контролируемого показателя T).

$$L(T / T_\alpha) = \sum_i P_i(T / T_\alpha);$$

$$L(1) = 1 - \alpha; \\ L(D^{-1}) = \beta.$$

Для расчета вероятностей P необходимо рассчитывать вероятности $P_{i,k}$ того, что линия реализации процесса отказов пройдет через внутренние точки плана, образованные пересечением горизонталей $k < r^*$ и вертикальных сечений, проведенных через точки пересечения границ плана с горизонтальными (рисунок В.1). Вероятности $P_{i,k}$ рассчитывают последовательно: сначала в первом сечении, затем во втором и т. д. Формула для расчета вероятностей в l -м сечении

$$P_{i,k}(T) = e^{-\Delta_l} \sum_{i=0}^k q_{i,l} \frac{\Delta_l^{k-i}}{(k-i)!}, \quad (B.1)$$

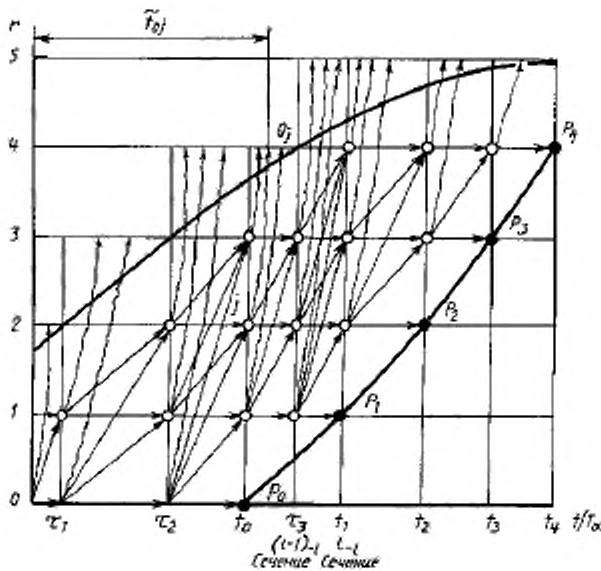


Рисунок В.1

где $q_{i,l}$ — вероятности в $(l-1)$ -м сечении, полученные на предыдущем шаге;

$\Delta_l = \frac{t_l - t_{l-1}}{T}$ — параметр распределения Пуассона — нормированная разность суммарной учитываемой наработки в l -м ($l-1$)-м сечениях.

В.3 Средняя ожидаемая суммарная наработка изделий до принятия решения о приемке

$$T_0^+ = \frac{\sum_{i=0}^{r^*-1} \frac{P_i t_i}{r^*-1}}{\sum_{i=0}^{r^*-1} P_i} .$$

Средняя ожидаемая суммарная наработка изделий

$$T_0 = \sum_{j=0}^{r^*-1} P_j t_j + \sum_{j \in J} Q_j \tilde{t}_{0,j} ,$$

где J — множество всех внутренних точек плана испытаний;

Q_j — вероятность того, что линия реализации процесса отказов, выходящая из j -й внутренней точки некоторого сечения, достигнет границы браковки до следующего сечения;

$\tilde{t}_{0,j}$ — суммарная ожидаемая наработка изделий до принятия решения о браковке для j -й внутренней точки.

Среднюю ожидаемую суммарную наработку до принятия решения о браковке T_0^- определяют (при необходимости) из уравнения

$$T_0 = \sum_{j=0}^{r^*-1} P_j T_0^+ + (1 - \sum_{j=0}^{r^*-1} P_j) T_0^- .$$

В.4 Для одного набора исходных данных в стандарте приведены, как правило, два комбинированных плана, минимизирующие среднюю ожидаемую суммарную наработку до принятия решения о приемке T_0^+ (T_a): при минимально возможном (r^*) и наилучшем (R^*) предельных числах учитываемых отказов. В тех случаях, когда $r^* = R^*$, приведен один комбинированный план и один соответствующий ему усеченный последовательный план.

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|----------------|--|-----|
| ГОСТ 27.001—95 | Система стандартов «Надежность в технике». Основные положения | 3 |
| ГОСТ 27.002—89 | Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения | 9 |
| ГОСТ 27.003—90 | Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности | 33 |
| ГОСТ 27.004—85 | Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения | 52 |
| ГОСТ 27.202—83 | Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции | 61 |
| ГОСТ 27.203—83 | Надежность в технике. Технологические системы. Общие требования к методам оценки надежности | 96 |
| ГОСТ 27.204—83 | Надежность в технике. Технологические системы. Технические требования к методам оценки надежности по параметрам производительности | 100 |
| ГОСТ 27.301—95 | Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения | 127 |
| ГОСТ 27.310—95 | Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения | 139 |
| ГОСТ 27.402—95 | Надежность в технике. Планы испытаний для контроля средней наработки до отказа (на отказ) Часть I. Экспоненциальное распределение | 153 |
| ГОСТ 27.410—87 | Надежность в технике. Методы контроля показателей надежности и планы контрольных испытаний на надежность | 193 |

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

БЗ 7—2001

Редактор *Т. А. Леонова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *В. Н. Романовой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 27.03.2002. Подписано в печать 16.07.2002. Формат 60×84^{1/8}.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 31,62. Уч. изд. л. 28,90.
Тираж 850 экз. Зак. 850. Изд. № 2877/2. С 6495

ИПК Издательство стандартов, 107076 Москва, Коломенский пер., 14.
http://www.standards.ru e-mail: info@standards.ru
Набрано в Калужской типографии стандартов на ПЭВМ.
Калужская типография стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.
ПЛР № 040138