



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСТ ОТМЕНЕН

с 01.01.91

ИУС 2-90, с. 16.

Введен в действие РД 50-690-89.

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.
ПЛАНИРОВАНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

ГОСТ 27.502—83
(СТ СЭВ 3944—82)

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО СТАНДАРТАМ

Москва

—1984—

РАЗРАБОТАН Государственным комитетом СССР по стандартам
ИСПОЛНИТЕЛИ

А. И. Кубарев, канд. техн. наук; **И. З. Аронов**, канд. техн. наук; **Б. Ф. Хазов**, канд. техн. наук; **Л. А. Егоров**, канд. техн. наук; **К. К. Лопухов**, канд. техн. наук; **Э. П. Никитин**, канд. техн. наук; **Е. И. Бурдасов**, канд. техн. наук; **В. Ф. Шорохов**, канд. техн. наук; **Р. В. Кугель**, д-р техн. наук (руководители темы); **Е. Н. Агафонова**; **В. А. Сузачев**, канд. техн. наук; **Л. А. Лифшиц**; **В. Н. Черепанова**; **М. М. Кузовлев**; **В. Т. Жигулев**, канд. техн. наук; **В. Б. Шулятиков**

ВНЕСЕН Государственным комитетом СССР по стандартам

Член Коллегии **В. Н. Шахурин**

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 июля 1983 г. № 3482

НАДЕЖНОСТЬ В ТЕХНИКЕ

Система сбора и обработки информации. Планирование наблюдений

Industrial product dependability. System of collecting and processing of information Observation planning

ГОСТ

27.502—83

(СТ СЭВ 3944—82)

ОКСТУ 2700

Взамен
ГОСТ 17510—79

Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 июля 1983 г. № 3482 срок введения установлен

с 01.07.84

Настоящий стандарт устанавливает методы определения минимального объема наблюдений за новыми и отремонтированными изделиями всех отраслей машиностроения и приборостроения, исследуемыми в условиях эксплуатации.

Настоящий стандарт полностью соответствует СТ СЭВ 3944—82.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Наблюдения в условиях эксплуатации представляют собой процесс, обеспечивающий получение достоверной информации о надежности наблюдаемых объектов

1.2. Цель планирования наблюдений заключается в определении требуемого объема наблюдений для получения оценок показателей надежности с заданной точностью и достоверностью.

1.3. Планирование наблюдений предусматривает выбор объектов и планов наблюдений, условий эксплуатации, и режимов работы изделий.

1.4. Объектами наблюдений являются однотипные технические объекты (выборка или несколько выборок, проба или несколько проб), не имеющие конструктивных или других различий, изготовленные по единой технологии и эксплуатирующиеся, использующиеся или испытывающиеся в идентичных условиях.

1.5. Выбор места проведения наблюдений должен обеспечивать наиболее характерные условия эксплуатации и режимы работы, предусмотренные стандартами и техническими условиями на конкретный вид продукции

Издание официальное

Перепечатка воспрещена



© Издательство стандартов, 1984

1.6. План наблюдений должен устанавливать число объектов наблюдений, порядок проведения наблюдений и критерии их прекращения.

1.7. Номенклатура объектов наблюдений, режимы работы и условия эксплуатации устанавливаются в техническом задании на проведение сбора информации. Содержание технического задания — по ГОСТ 16468—79.

1.8. Планы наблюдений, параметры, определяющие режим работы и способ их измерения, допустимая погрешность и требуемая достоверность определения оценок показателей надежности устанавливаются в рабочих методиках по сбору и обработке информации.

2. ПЛАНЫ НАБЛЮДЕНИЙ

2.1. Предусмотрено семь планов наблюдений, обозначенных индексами $[NUN]$, $[NUR]$, $[NUT]$, $[NRR]$, $[NRT]$, $[NMR]$, $[NMT]$ ¹.

Характеристики планов проведения наблюдений — по ГОСТ 27.002—83.

2.2. При использовании планов наблюдений $[NUN]$, $[NUR]$ и $[NUT]$ отказавшие объекты могут восстанавливаться, но данные об их отказах после восстановления не рассматривают.

2.3. Выбор планов наблюдений зависит от типа объекта, целей наблюдения, оцениваемых показателей надежности, условий эксплуатации с учетом экономической целесообразности и технической необходимости. Рекомендации по применению планов наблюдений приведены в справочном приложении 1.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОГО ОБЪЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

3.1. Под объемом наблюдений следует понимать:

число объектов наблюдений N — для плана $[NUN]$;

число объектов наблюдений N и число отказов (предельных состояний) наблюдаемых объектов r — для планов $[NUR]$, $[NRR]$, $[NMR]$;

число объектов наблюдений N и продолжительность наблюдений T — для планов $[NUT]$, $[NRT]$ и $[NMT]$.

3.2. Исходными данными для расчета минимального объема наблюдения для рассматриваемых планов служат:

доверительная вероятность γ для оценки соответствующего показателя надежности.

Определение доверительной вероятности — по ГОСТ 15895—77.

Доверительную вероятность γ выбирают из ряда 0,80; 0,90; 0,95; 0,99.

¹ В нормативно-технической документации СЭВ приняты обозначения: $N = n$; $T = t$

Таблица 1

Число объектов наблюдений N для плана $[NUN]$ при распределении Вейбулла (экспоненциальном при $v=1$)

| δ | τ | N при v | | | | | | | | | | | | |
|----------|--------|-------------|-----|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 3,0 |
| 0,05 | 0,80 | 50 | 65 | 100 | 150 | 200 | 250 | 315 | 315 | 500 | 650 | 800 | 1000 | >1000 |
| | 0,90 | 100 | 200 | 250 | 400 | 500 | 500 | 650 | 1000 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,95 | 150 | 250 | 400 | 500 | 650 | 800 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,99 | 315 | 500 | 800 | 1000 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| 0,10 | 0,80 | 13 | 25 | 32 | 50 | 50 | 65 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| | 0,90 | 32 | 50 | 65 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 500 | 1000 |
| | 0,95 | 50 | 80 | 100 | 150 | 200 | 250 | 400 | 500 | 650 | 800 | 800 | 800 | 1000 |
| | 0,99 | 100 | 150 | 200 | 315 | 400 | 500 | 650 | 650 | 800 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| 0,15 | 0,80 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 80 | 80 | 125 | 125 | 200 |
| | 0,90 | 15 | 25 | 32 | 40 | 65 | 80 | 80 | 125 | 150 | 200 | 250 | 315 | 500 |
| | 0,95 | 25 | 40 | 50 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 200 | 315 | 400 | 500 | 800 |
| | 0,99 | 40 | 65 | 100 | 150 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 800 | 1000 | — | — |
| 0,20 | 0,80 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 125 |
| | 0,90 | 10 | 15 | 20 | 32 | 40 | 40 | 50 | 65 | 80 | 125 | 150 | 200 | 315 |
| | 0,95 | 15 | 25 | 32 | 40 | 50 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 | 250 | 400 |
| | 0,99 | 25 | 40 | 65 | 80 | 125 | 150 | 150 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 1000 |

предельная относительная ошибка δ оценки соответствующего показателя надежности, представляющая собой меру точности оценки показателя надежности

$$\delta = \max \left(\frac{A - A_n}{A}, \frac{A_v - A}{A} \right), \quad (1)$$

где A — оценка показателя надежности;

A_n — нижняя граница одностороннего доверительного интервала (A_n, ∞) при заданной доверительной вероятности γ ;

A_v — верхняя граница одностороннего доверительного интервала $(0, A_v)$ при заданной доверительной вероятности γ .

Предельную относительную ошибку δ выбирают из ряда 0,05; 0,10; 0,15; 0,20.

Определение доверительного интервала — по ГОСТ 15895—77.

3.3. Определение объема наблюдений для плана $[NUN]$.

3.3.1. Число объектов наблюдений N при оценке средних показателей надежности (средней наработки до отказа, среднего ресурса, среднего срока службы и т. д.) определяют по табл. 1—3 для распределений Вейбулла (экспоненциального), нормального и логарифмически нормального соответственно.

Таблица 2

Число объектов наблюдений N для плана $[NUN]$ при нормальном распределении

| δ | γ | N при γ | | | | |
|----------|----------|------------------|------|------|------|------|
| | | 0,10 | 0,15 | 0,20 | 0,25 | 0,30 |
| 0,05 | 0,80 | 4 | 6 | 13 | 20 | 25 |
| | 0,90 | 8 | 15 | 25 | 40 | 65 |
| | 0,95 | 13 | 25 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,99 | 25 | 50 | 100 | 150 | 200 |
| 0,10 | 0,80 | — | 3 | 5 | 8 | 10 |
| | 0,90 | 3 | 5 | 8 | 13 | 15 |
| | 0,95 | 5 | 8 | 13 | 20 | 25 |
| | 0,99 | 8 | 15 | 25 | 32 | 50 |
| 0,15 | 0,80 | — | — | 3 | 4 | 5 |
| | 0,90 | — | 3 | 4 | 6 | 8 |
| | 0,95 | 3 | 5 | 6 | 10 | 13 |
| | 0,99 | 5 | 8 | 13 | 15 | 25 |
| 0,20 | 0,80 | — | — | — | — | 3 |
| | 0,90 | — | — | 4 | 5 | 6 |
| | 0,95 | — | 4 | 5 | 6 | 8 |
| | 0,99 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 |

Примечание. Знак «—» означает, что число объектов наблюдений $N < 3$.

Таблица 3

Число объектов наблюдений N для плана $[NUN]$ при логарифмически нормальном распределении

| δ | γ | N при v | | | | | | |
|----------|----------|-------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|
| | | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 40 | 65 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |
| | 0,90 | 100 | 150 | 250 | 315 | 400 | 500 | 650 |
| | 0,95 | 150 | 250 | 400 | 500 | 650 | 800 | 1000 |
| | 0,99 | 315 | 500 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| 0,10 | 0,80 | 10 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 |
| | 0,90 | 25 | 40 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| | 0,95 | 40 | 65 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |
| | 0,99 | 80 | 125 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| 0,15 | 0,80 | 5 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 |
| | 0,90 | 13 | 20 | 25 | 40 | 50 | 50 | 65 |
| | 0,95 | 20 | 32 | 40 | 50 | 80 | 100 | 100 |
| | 0,99 | 40 | 50 | 80 | 125 | 150 | 200 | 200 |
| 0,20 | 0,80 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 |
| | 0,90 | 6 | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| | 0,95 | 10 | 15 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 |
| | 0,99 | 20 | 32 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 |

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ ;
 предполагаемый коэффициент вариации v ;
 вид закона распределения исследуемой случайной величины (наработки до отказа, ресурса, срока службы и т. д.).

Определение коэффициента вариации — по ГОСТ 15895—77.

3.3.2. Число объектов наблюдений N при оценке гамма-процентных показателей надежности (гамма-процентного ресурса, гамма-процентного срока службы) при нормальном распределении определяют по табл. 4.

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ ;

регламентированная вероятность $\frac{1\%}{100}$;

предполагаемый коэффициент вариации v ;

3.3.3. Число объектов наблюдений N при оценке гамма-процентных показателей надежности в случае распределения Вейбулла (экспоненциального) и логарифмически-нормального при известных значениях δ , γ , v определяют в следующей последовательности:

задают вспомогательный коэффициент вариации v' ($v' \leq 0,4$) и число N' ;

Таблица 4

Число объектов наблюдений N для плана $[NUN]$ при оценке гамма-процентных показателей надежности

| δ | τ | $\frac{\tau\%}{100} = 0,75$ | | | | $\frac{\tau\%}{100} = 0,80$ | | | | $\frac{\tau\%}{100} = 0,85$ | | | |
|----------|--------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|
| | | N при σ | | | | N при σ | | | | N при σ | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 0,05 | 0,80 | — | 50 | 100 | 250 | — | 50 | 150 | 315 | — | 65 | 200 | 400 |
| | 0,90 | — | 80 | 200 | 315 | — | 80 | 200 | 500 | 20 | 100 | 315 | 500 |
| | 0,95 | — | 100 | 250 | 400 | 25 | 125 | 315 | 500 | 32 | 150 | 400 | 500 |
| 0,10 | 0,80 | — | 13 | 32 | 65 | — | 15 | 40 | 80 | — | 20 | 50 | 125 |
| | 0,90 | — | 25 | 40 | 80 | — | 25 | 65 | 125 | — | 25 | 80 | 200 |
| | 0,95 | — | 25 | 65 | 125 | — | 32 | 80 | 200 | — | 32 | 100 | 250 |
| 0,15 | 0,80 | — | 6 | 10 | 25 | — | 6 | 10 | 25 | — | 8 | 20 | 50 |
| | 0,90 | — | 8 | 20 | 40 | — | 8 | 25 | 65 | — | 10 | 32 | 80 |
| | 0,95 | — | 13 | 32 | 65 | — | 15 | 32 | 80 | — | 15 | 50 | 125 |
| 0,20 | 0,80 | — | 3 | 5 | 13 | — | 3 | 6 | 20 | — | 5 | 8 | 32 |
| | 0,90 | — | 4 | 13 | 25 | — | 5 | 15 | 32 | — | 6 | 20 | 50 |
| | 0,95 | — | 6 | 15 | 32 | — | 8 | 20 | 50 | — | 10 | 25 | 65 |

Продолжение табл. 4

| α | τ | $\frac{1\%}{100} \rightarrow 0,90$ | | | | $\frac{1\%}{100} \rightarrow 0,95$ | | | | $\frac{1\%}{100} \rightarrow 0,99$ | | | |
|------|------|------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|-----|
| | | N при σ | | | | N при σ | | | | N при σ | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 |
| 0,05 | 0,80 | 20 | 80 | 315 | 500 | 25 | 150 | 500 | 500 | 32 | 250 | 500 | 500 |
| | 0,90 | 25 | 150 | 400 | 500 | 40 | 200 | 500 | 500 | 50 | 400 | 500 | 500 |
| | 0,95 | 40 | 200 | 500 | 500 | 50 | 315 | 500 | 500 | 80 | 500 | 500 | 500 |
| 0,10 | 0,80 | — | 20 | 65 | 200 | — | 32 | 125 | 250 | — | 65 | 315 | 400 |
| | 0,90 | — | 40 | 125 | 315 | — | 65 | 200 | 400 | — | 100 | 500 | 500 |
| | 0,95 | — | 50 | 150 | 400 | — | 80 | 200 | 500 | 20 | 125 | 500 | 500 |
| | 0,80 | — | 13 | 32 | 80 | — | 20 | 65 | 100 | — | 25 | 150 | 200 |
| | 0,90 | — | 15 | 50 | 150 | — | 25 | 100 | 250 | — | 40 | 200 | 315 |
| | 0,95 | — | 25 | 65 | 200 | — | 32 | 125 | 315 | 25 | 65 | 315 | 500 |
| | 0,80 | — | 6 | 20 | 50 | — | 10 | 32 | 65 | — | 20 | 80 | 100 |
| | 0,90 | — | 10 | 32 | 80 | — | 13 | 50 | 100 | — | 25 | 125 | 200 |
| | 0,95 | — | 13 | 40 | 100 | — | 20 | 80 | 150 | 15 | 32 | 150 | 250 |
| | 0,80 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,90 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,95 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,80 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,90 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,95 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Примечание. Знак «—» означает, что число объектов наблюдений $N < 3$.

по табл. 4 для заданных величин $\frac{\gamma\%}{100}$, γ , ν' , N' находят вспомогательное значение δ' ;

по табл. 2 для заданных величин γ , ν' , N' находят вспомогательное значение $\bar{\delta}'$;

вычисляют предельную относительную ошибку $\bar{\delta}$ оценки среднего показателя надежности, соответствующую предельной относительной ошибке δ , по формуле

$$\bar{\delta} = \bar{\delta}' \cdot \frac{\delta}{\delta'}. \quad (2)$$

Для найденного значения $\bar{\delta}$ и заданных значений γ и ν для соответствующих законов распределений по табл. 1 и 3 определяют искомое число объектов наблюдений N .

3.3.4. Если по результатам наблюдений за N объектами получен коэффициент вариации больше заданного, то объем наблюдений пересчитывают для найденного коэффициента вариации (пп. 3.3.1—3.3.3).

3.4. Определение объема наблюдений для плана $[N\nu r]$.

3.4.1. Число объектов наблюдений N для оценки гамма-процентных показателей надежности или вероятности безотказной работы $P(t)$ при неизвестном законе распределения определяют по табл. 5.

Исходные данные для расчета:

доверительная вероятность γ ;

регламентированная вероятность $\frac{\gamma\%}{100}$ или предполагаемое

значение $P(t)$;

установленное число r отказов (предельных состояний).

3.4.2. Число отказов (предельных состояний) r для оценки гамма-процентных показателей надежности или вероятности безотказной работы $P(t)$ определяют по табл. 5 в предположении, что число наблюдаемых объектов N задано.

3.4.3. Если по результатам наблюдений за N объектами получено значение вероятности безотказной работы больше заданного, то число отказов (предельных состояний) r пересчитывают по табл. 5 для найденного значения $P(t)$ и наблюдения продолжают.

3.5. Определение объема наблюдений для плана $[NUT]$.

3.5.1. Число объектов наблюдений N при оценке средних показателей надежности T для распределений Вейбулла (экспоненциального) и нормального определяют по табл. 6 и 7 соответственно.

Таблица 5

Число объектов наблюдений N для плана $[NUr]$ при оценке гамма-процентных показателей надежности

| $\gamma\%/100$ или $P(t)$ | γ | N при r | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|-------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 |
| 0,50 | 0,80 | — | — | — | 8 | 10 | 13 | 13 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 |
| | 0,90 | — | — | 6 | 8 | 10 | 13 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 |
| | 0,95 | — | — | 8 | 10 | 13 | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 |
| | 0,99 | 6 | 10 | 10 | 13 | 15 | 20 | 20 | 25 | 32 | 50 | 65 | 65 | 80 | 100 | 125 |
| 0,80 | 0,80 | 8 | 8 | 13 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 125 | 150 | 150 | 200 | — |
| | 0,90 | 10 | 10 | 15 | 25 | 32 | 40 | 40 | 50 | 65 | 100 | 125 | 150 | 200 | — | — |
| | 0,95 | 13 | 13 | 20 | 32 | 40 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | — | — |
| | 0,99 | 20 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 50 | 65 | 80 | 125 | 150 | 150 | 200 | — | — |
| 0,90 | 0,80 | 15 | 15 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 200 | 200 | 200 | — | — | — |
| | 0,90 | 20 | 20 | 32 | 50 | 65 | 80 | 80 | 100 | 150 | 200 | 200 | — | — | — | — |
| | 0,95 | 20 | 25 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | — | — | — | — | — |
| | 0,99 | 32 | 50 | 80 | 80 | 100 | 125 | 125 | 150 | 200 | — | — | — | — | — | — |
| 0,95 | 0,80 | 32 | 32 | 50 | 80 | 100 | 125 | 150 | 150 | 200 | — | — | — | — | — | — |
| | 0,90 | 50 | 50 | 65 | 100 | 100 | 125 | 150 | 200 | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,95 | 50 | 65 | 80 | 125 | 150 | 200 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 0,99 | 65 | 65 | 100 | 150 | 150 | 200 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Таблица 6

Число объектов наблюдений N для плана $[NUT]$ при распределении Вейбулла (экспоненциальном при $v=1$)

| x | v | $\delta=0,05$ | | | | $\delta=0,10$ | | | | $\delta=0,15$ | | | | $\delta=0,20$ | | | |
|-----|------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | |
| | | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 0,1 | 0,7 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,8 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,9 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 650 | >1000 | >1000 | >1000 | 315 | 800 | >1000 | >1000 |
| | 1,0 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | 315 | 800 | >1000 | >1000 | 200 | 500 | 800 | >1000 |
| | 1,1 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 400 | 800 | >1000 | >1000 | 200 | 500 | 650 | >1000 | 125 | 250 | 400 | 800 |
| | 1,2 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | 250 | 500 | 800 | >1000 | 150 | 315 | 400 | 650 | 80 | 200 | 250 | 500 |
| | 1,5 | 250 | 500 | 800 | >1000 | 100 | 200 | 250 | 400 | 65 | 100 | 150 | 250 | 40 | 80 | 100 | 200 |
| | 2,0 | 80 | 125 | 150 | 250 | 40 | 65 | 80 | 100 | 25 | 40 | 50 | 65 | 20 | 25 | 40 | 50 |
| | 3,0 | 25 | 32 | 40 | 65 | 13 | 20 | 25 | 32 | 10 | 13 | 20 | 25 | 8 | 13 | 15 | 20 |
| 0,3 | 0,70 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 1000 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 500 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,80 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 1000 | 1000 | 400 | >1000 | >1000 | >1000 | 200 | 500 | >1000 | >1000 |
| | 0,90 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 500 | >1000 | >1000 | 1000 | 250 | 650 | >1000 | >1000 | 100 | 315 | 500 | >1000 |
| | 1,00 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 315 | 650 | >1000 | >1000 | 125 | 315 | 500 | >1000 | 80 | 200 | 315 | 650 |
| | 1,10 | 650 | >1000 | >1000 | >1000 | 200 | 400 | 650 | >1000 | 80 | 200 | 315 | 500 | 50 | 125 | 200 | 315 |
| | 1,20 | 400 | 800 | >1000 | >1000 | 125 | 250 | 400 | 650 | 65 | 125 | 200 | 315 | 40 | 80 | 125 | 200 |
| | 1,50 | 150 | 250 | 400 | 650 | 50 | 100 | 125 | 200 | 32 | 65 | 80 | 125 | 20 | 40 | 50 | 80 |
| | 2,00 | 65 | 80 | 100 | 150 | 20 | 40 | 50 | 65 | 15 | 25 | 32 | 40 | 10 | 15 | 20 | 32 |
| | 3,00 | 20 | 25 | 32 | 40 | — | 13 | 20 | 25 | — | — | — | 15 | — | — | — | — |

Продолжение табл. 6

| x | v | $\delta=0,05$ | | | | $\delta=0,10$ | | | | $\delta=0,15$ | | | | $\delta=0,20$ | | | |
|-----|------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|
| | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | |
| | | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 0,5 | 0,70 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 650 | >1000 | >1000 | >1000 | 250 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,80 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | 315 | 800 | >1000 | >1000 | 150 | 400 | 800 | >1000 |
| | 0,90 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 400 | >1000 | >1000 | >1000 | 150 | 400 | 800 | >1000 | 80 | 250 | 400 | 800 |
| | 1,00 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | 200 | 500 | 800 | >1000 | 80 | 200 | 315 | 650 | 50 | 125 | 200 | 400 |
| | 1,10 | 400 | 800 | >1000 | >1000 | 125 | 250 | 400 | 650 | 50 | 125 | 200 | 315 | 32 | 65 | 100 | 200 |
| | 1,20 | 250 | 500 | 800 | 1000 | 80 | 200 | 250 | 500 | 40 | 80 | 125 | 200 | 25 | 50 | 80 | 150 |
| | 1,50 | 100 | 200 | 250 | 400 | 40 | 65 | 100 | 150 | 25 | 40 | 65 | 80 | 15 | 25 | 40 | 65 |
| | 2,00 | 50 | 65 | 80 | 125 | 20 | 32 | 40 | 62 | 13 | 20 | 25 | 32 | — | 13 | 20 | 25 |
| | 3,00 | 15 | 20 | 32 | 40 | — | 13 | 15 | 20 | — | — | — | 13 | — | — | — | — |
| 0,7 | 0,70 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 400 | >1000 | >1000 | >1000 | 150 | 500 | >1000 | >1000 |
| | 0,80 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 650 | >1000 | >1000 | >1000 | 200 | 650 | >1000 | >1000 | 100 | 250 | 500 | >1000 |
| | 0,90 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 250 | 650 | >1000 | >1000 | 125 | 315 | 500 | >1000 | 50 | 150 | 250 | 650 |
| | 1,00 | 650 | >1000 | >1000 | >1000 | 150 | 400 | 650 | >1000 | 65 | 150 | 250 | 500 | 40 | 100 | 150 | 315 |
| | 1,10 | 315 | 800 | >1000 | >1000 | 100 | 200 | 315 | 650 | 50 | 100 | 150 | 315 | 32 | 65 | 100 | 200 |
| | 1,20 | 200 | 400 | 650 | >1000 | 65 | 150 | 200 | 400 | 40 | 80 | 125 | 200 | 20 | 50 | 65 | 125 |
| | 1,50 | 80 | 150 | 200 | 315 | 32 | 65 | 80 | 125 | 20 | 32 | 50 | 65 | 13 | 25 | 32 | 50 |
| | 2,00 | 50 | 65 | 80 | 100 | 15 | 25 | 32 | 50 | 10 | 20 | 25 | 32 | — | 13 | 15 | 25 |
| | 3,00 | 15 | 20 | 25 | 32 | — | 13 | 13 | 20 | — | — | 10 | 13 | — | — | — | 10 |

Примечание. Знак «—» означает, что число объектов наблюдений $N < 3$.

Таблица 7

Число объектов наблюдений N для плана $\{NUT\}$ при нормальном распределении

| α | σ | $\delta=0,06$ | | | | $\delta=0,10$ | | | | $\delta=0,15$ | | | | $\delta=0,20$ | | | |
|----------|----------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------|
| | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | | N при γ | | | |
| | | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,99 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,99 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,99 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,99 |
| 0,6 | 0,1 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,2 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | 800 | >1000 | >1000 | >1000 | 400 | 1000 | >1000 | >1000 | 200 | 500 | 800 | >1000 |
| | 0,3 | 500 | 1000 | >1000 | >1000 | 150 | 315 | 500 | 1000 | 65 | 125 | 250 | 500 | 32 | 80 | 125 | 500 |
| 0,7 | 0,1 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,2 | 400 | 1000 | >1000 | >1000 | 100 | 250 | 400 | 800 | 50 | 100 | 200 | 400 | 25 | 65 | 100 | 200 |
| | 0,3 | 250 | 500 | 1000 | >1000 | 65 | 125 | 250 | 500 | 25 | 65 | 100 | 200 | 13 | 32 | 65 | 100 |
| 0,8 | 0,1 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 | 125 | 315 | 500 | 1000 | 50 | 125 | 200 | 400 | 32 | 80 | 125 | 250 |
| | 0,2 | 100 | 250 | 400 | 800 | 25 | 65 | 100 | 200 | 10 | 25 | 40 | 100 | — | 15 | 25 | 50 |
| | 0,3 | 100 | 250 | 400 | 800 | 25 | 65 | 100 | 200 | 13 | 32 | 50 | 100 | — | 15 | 25 | 50 |
| 0,9 | 0,1 | 25 | 65 | 100 | 200 | — | 15 | 25 | 50 | — | — | 10 | 20 | — | — | — | 13 |
| | 0,2 | 32 | 80 | 125 | 250 | — | 20 | 32 | 65 | — | — | 15 | 32 | — | — | — | 20 |
| | 0,3 | 65 | 150 | 250 | 500 | 15 | 40 | 65 | 125 | — | 15 | 25 | 50 | — | — | 13 | 32 |

Примечание. Символ «—» означает, что число объектов наблюдений $N < 3$.

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ ;
 предполагаемый коэффициент вариации v ;
 предполагаемая величина x (отношение продолжительности наблюдения T к оцениваемому показателю надежности \bar{T});
 вид закона распределения исследуемой случайной величины.

Если по результатам наблюдений за N объектами получено значение x меньше заданного, то число N пересчитывают для найденного значения x по табл. 6 и 7 соответственно и наблюдения продолжают.

3.5.2. Продолжительность наблюдений T вычисляют по формуле

$$T = x \cdot \bar{T}. \quad (3)$$

Величину x определяют по табл. 6 и 7 соответственно для распределений Вейбулла и нормального при следующих исходных данных:

предельной относительной ошибке δ ;
 доверительной вероятности γ ;
 предполагаемом коэффициенте вариации v ;
 числе объектов наблюдений N ;
 предполагаемом значении T .

Значение продолжительности наблюдений T округляют до ближайшего значения ряда $R70$ по ГОСТ 11.001—73.

3.6. Для планов $[NRr]$ и $[NM_r]$ число отказов r для оценки средних показателей надежности определяют по табл. 8 в предположении экспоненциального закона распределения.

Таблица 8

Число отказов r для планов $[NRr]$ и $[NM_r]$

| δ | r при γ | | | |
|----------|------------------|------|------|------|
| | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 0,05 | 315 | 650 | 1000 | 2500 |
| 0,10 | 80 | 200 | 315 | 650 |
| 0,15 | 50 | 100 | 150 | 315 |
| 0,20 | 25 | 50 | 100 | 200 |

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ .

3.7. Для плана $[NM_r]$ и неизвестного закона распределения наработок число отказов r при оценке коэффициента готовности K_T определяют по табл. 9.

Таблица 9

Число отказов r для плана $[NM]$ для оценки коэффициента готовности

| δ | γ | $v_B=0,1$ | | | | | | |
|----------|----------|------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | | r при σ | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 6 | 15 | 25 | 50 | 100 | 200 | 315 |
| | 0,90 | 13 | 32 | 65 | 125 | 250 | 400 | 650 |
| | 0,95 | 20 | 65 | 125 | 200 | 400 | 800 | 1000 |
| | 0,99 | 40 | 100 | 200 | 400 | 800 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | — | 4 | 8 | 15 | 32 | 50 | 80 |
| | 0,90 | 4 | 10 | 20 | 32 | 65 | 125 | 200 |
| | 0,95 | 6 | 15 | 32 | 50 | 125 | 200 | 315 |
| | 0,99 | 10 | 32 | 65 | 100 | 250 | 400 | 650 |
| 0,15 | 0,80 | — | — | 4 | 6 | 15 | 25 | 40 |
| | 0,90 | — | 5 | 10 | 15 | 32 | 65 | 100 |
| | 0,95 | 3 | 8 | 15 | 25 | 50 | 100 | 150 |
| | 0,99 | 6 | 15 | 32 | 50 | 125 | 200 | 315 |
| 0,20 | 0,80 | — | — | — | 4 | 10 | 15 | 25 |
| | 0,90 | — | 3 | 6 | 10 | 20 | 40 | 65 |
| | 0,95 | — | 5 | 10 | 15 | 32 | 65 | 100 |
| | 0,99 | 3 | 10 | 20 | 32 | 65 | 125 | 200 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_B=0,2$ | | | | | | |
|----------|----------|------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | r при σ | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 15 | 25 | 40 | 65 | 125 | 200 | 315 |
| | 0,90 | 32 | 50 | 100 | 150 | 250 | 500 | 800 |
| | 0,95 | 50 | 100 | 150 | 250 | 500 | 800 | 1000 |
| | 0,99 | 100 | 200 | 315 | 500 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | 4 | 6 | 10 | 15 | 32 | 50 | 80 |
| | 0,90 | 8 | 15 | 25 | 40 | 80 | 125 | 200 |
| | 0,95 | 13 | 25 | 40 | 65 | 125 | 200 | 315 |
| | 0,99 | 25 | 50 | 80 | 125 | 250 | 400 | 650 |
| 0,15 | 0,80 | — | 3 | 5 | 8 | 15 | 25 | 40 |
| | 0,90 | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,95 | 6 | 10 | 20 | 32 | 65 | 100 | 150 |
| | 0,99 | 13 | 20 | 40 | 65 | 125 | 200 | 315 |
| 0,20 | 0,80 | — | — | 3 | 5 | 10 | 15 | 25 |
| | 0,90 | — | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 65 |
| | 0,95 | 4 | 6 | 10 | 20 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,99 | 8 | 13 | 20 | 40 | 80 | 125 | 200 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_B=0,3$ | | | | | | |
|----------|----------|-------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | r при v | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 25 | 40 | 50 | 80 | 125 | 200 | 315 |
| | 0,90 | 65 | 80 | 125 | 200 | 315 | 500 | 800 |
| | 0,95 | 100 | 150 | 200 | 315 | 500 | 800 | 1000 |
| | 0,99 | 200 | 315 | 400 | 650 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | 6 | 10 | 15 | 20 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,90 | 15 | 25 | 32 | 50 | 80 | 150 | 200 |
| | 0,95 | 25 | 40 | 50 | 80 | 150 | 250 | 400 |
| | 0,99 | 50 | 80 | 100 | 150 | 250 | 400 | 650 |
| 0,15 | 0,80 | 3 | 5 | 6 | 10 | 15 | 32 | 50 |
| | 0,90 | 8 | 10 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,95 | 13 | 15 | 25 | 40 | 65 | 100 | 150 |
| | 0,99 | 25 | 32 | 50 | 80 | 125 | 200 | 315 |
| 0,20 | 0,80 | — | 3 | 4 | 6 | 10 | 20 | 25 |
| | 0,90 | 4 | 6 | 10 | 13 | 25 | 40 | 65 |
| | 0,95 | 6 | 10 | 15 | 20 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,99 | 13 | 20 | 32 | 40 | 80 | 125 | 200 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_B=0,4$ | | | | | | |
|----------|----------|-------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | | r при v | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 50 | 65 | 80 | 100 | 150 | 250 | 400 |
| | 0,90 | 100 | 125 | 150 | 200 | 315 | 500 | 800 |
| | 0,95 | 150 | 200 | 250 | 400 | 650 | 1000 | 1000 |
| | 0,99 | 315 | 400 | 500 | 800 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | 13 | 15 | 20 | 25 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,90 | 25 | 32 | 40 | 65 | 100 | 150 | 250 |
| | 0,95 | 40 | 50 | 80 | 100 | 150 | 250 | 400 |
| | 0,99 | 100 | 125 | 150 | 200 | 315 | 500 | 800 |
| 0,15 | 0,80 | 5 | 6 | 8 | 10 | 20 | 32 | 50 |
| | 0,90 | 13 | 15 | 20 | 25 | 50 | 80 | 100 |
| | 0,95 | 20 | 25 | 32 | 40 | 80 | 125 | 200 |
| | 0,99 | 40 | 50 | 65 | 80 | 150 | 250 | 400 |
| 0,20 | 0,80 | 3 | 4 | 5 | 6 | 13 | 20 | 32 |
| | 0,90 | 6 | 8 | 13 | 15 | 25 | 40 | 65 |
| | 0,95 | 10 | 13 | 20 | 25 | 40 | 65 | 100 |
| | 0,99 | 25 | 32 | 40 | 50 | 80 | 150 | 200 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_B=0,6$ | | | | | | |
|----------|----------|-------------|-----|------|------|------|------|------|
| | | r при v | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 100 | 125 | 125 | 150 | 200 | 315 | 400 |
| | 0,90 | 250 | 250 | 315 | 400 | 500 | 650 | 1000 |
| | 0,95 | 400 | 400 | 500 | 650 | 800 | 1000 | 1000 |
| | 0,99 | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | 25 | 25 | 32 | 40 | 50 | 80 | 100 |
| | 0,90 | 65 | 65 | 80 | 100 | 125 | 200 | 250 |
| | 0,95 | 100 | 100 | 125 | 150 | 200 | 315 | 400 |
| | 0,99 | 200 | 200 | 250 | 315 | 400 | 650 | 800 |
| 0,15 | 0,80 | 10 | 13 | 15 | 20 | 25 | 40 | 50 |
| | 0,90 | 25 | 32 | 32 | 40 | 65 | 80 | 125 |
| | 0,95 | 40 | 50 | 50 | 65 | 100 | 150 | 200 |
| | 0,99 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | 315 | 400 |
| 0,20 | 0,80 | 6 | 8 | 8 | 10 | 15 | 20 | 32 |
| | 0,90 | 15 | 15 | 20 | 25 | 40 | 50 | 80 |
| | 0,95 | 25 | 25 | 32 | 40 | 65 | 80 | 125 |
| | 0,99 | 50 | 50 | 65 | 80 | 125 | 150 | 250 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_B=0,8$ | | | | | | |
|----------|----------|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | | r при v | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 150 | 200 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 |
| | 0,90 | 400 | 400 | 500 | 500 | 650 | 800 | 1000 |
| | 0,95 | 650 | 650 | 800 | 800 | 1000 | 1000 | 1000 |
| | 0,99 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| 0,10 | 0,80 | 40 | 50 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 |
| | 0,90 | 100 | 100 | 125 | 150 | 150 | 250 | 315 |
| | 0,95 | 150 | 200 | 200 | 200 | 315 | 400 | 500 |
| | 0,99 | 315 | 400 | 400 | 400 | 400 | 800 | 1000 |
| 0,15 | 0,80 | 20 | 20 | 20 | 25 | 32 | 40 | 65 |
| | 0,90 | 40 | 50 | 50 | 65 | 80 | 100 | 150 |
| | 0,95 | 80 | 80 | 80 | 100 | 125 | 150 | 250 |
| | 0,99 | 150 | 150 | 200 | 200 | 250 | 315 | 500 |
| 0,20 | 0,80 | 10 | 13 | 13 | 15 | 20 | 25 | 32 |
| | 0,90 | 25 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 |
| | 0,95 | 40 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 150 |
| | 0,99 | 80 | 100 | 100 | 125 | 150 | 200 | 250 |

Продолжение табл. 9

| δ | γ | $v_0=1,0$ | | | | | | |
|----------|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | r при v | | | | | | |
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
| 0,05 | 0,80 | 250 | 315 | 315 | 315 | 400 | 500 | 650 |
| | 0,90 | 650 | 650 | 650 | 800 | 1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,95 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| | 0,99 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 | >1000 |
| 0,10 | 0,80 | 65 | 65 | 80 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| | 0,90 | 150 | 150 | 200 | 200 | 250 | 315 | 400 |
| | 0,95 | 250 | 250 | 315 | 315 | 400 | 500 | 650 |
| | 0,99 | 500 | 500 | 500 | 650 | 800 | 1000 | >1000 |
| 0,15 | 0,80 | 32 | 32 | 32 | 40 | 40 | 50 | 65 |
| | 0,90 | 65 | 80 | 80 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| | 0,95 | 125 | 125 | 125 | 150 | 200 | 250 | 250 |
| | 0,99 | 250 | 250 | 250 | 315 | 315 | 400 | 500 |
| 0,20 | 0,80 | 15 | 20 | 20 | 20 | 25 | 32 | 40 |
| | 0,90 | 40 | 40 | 50 | 50 | 65 | 80 | 100 |
| | 0,95 | 65 | 65 | 80 | 80 | 100 | 125 | 150 |
| | 0,99 | 125 | 150 | 150 | 150 | 200 | 250 | 315 |

Примечание. Знак «—» означает, что число отказов $r < 3$.

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ ;
 предполагаемый коэффициент вариации v распределения на-
 работок между отказами;
 предполагаемый коэффициент вариации v_0 распределения вре-
 мени восстановления.

Если по результатам наблюдений за объектами получен ко-
 эффициент вариации v (при v_0) больше заданного, то число от-
 казов r пересчитывают по табл. 9 для найденного коэффициента
 вариации и наблюдения продолжают.

3.8. Для планов $[NRT]$ и $[NMT]$ продолжительность наблю-
 дений T при оценке средних показателей надежности \bar{T} вычисляют
 по формуле

$$T = \frac{x \cdot \bar{T}}{N}. \quad (4)$$

Величину x определяют по табл. 10 в предположении экспонен-
 циального распределения.

Исходные данные для расчета:
 предельная относительная ошибка δ ;
 доверительная вероятность γ ;

Таблица 10

Значения χ для планов [NRT] и [NMT]

| δ | χ при γ | | | |
|----------|---------------------|------|------|------|
| | 0,80 | 0,90 | 0,95 | 0,99 |
| 0,05 | 331 | 684 | 1052 | 2625 |
| 0,10 | 88 | 217 | 346 | 714 |
| 0,15 | 56 | 114 | 170 | 358 |
| 0,20 | 29 | 59 | 116 | 232 |

Численное значение продолжительности наблюдений T округляют до ближайшего значения ряда R70 по ГОСТ 11.001—73.

3.9. Формулы для определения минимального объема наблюдений приведены в справочном приложении 2. Примеры определения минимального объема наблюдений приведены в справочном приложении 3.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
Справочное

Рекомендации по применению планов наблюдений

| План наблюдений | Показатель надежности | Распределение случайной величины |
|--------------------|---|---|
| [NUN] | Средняя наработка до отказа, средний ресурс, средний срок службы, гамма-процентный ресурс, гамма-процентный срок службы, вероятность безотказной работы | Вейбулла, экспоненциальное, нормальное, логарифмически нормальное |
| [NUr] | Гамма-процентный ресурс, гамма-процентный срок службы, вероятность безотказной работы | Неизвестное |
| [NUT] | Средняя наработка до отказа, средний ресурс, средний срок службы | Вейбулла, экспоненциальное, нормальное |
| [NRr], [NRT] | Средняя наработка до отказа | Экспоненциальное |
| [NM _r] | Средняя наработка на отказ Коэффициент готовности | |
| [NMT] | Средняя наработка на отказ | Экспоненциальное |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Формулы для определения минимального объема наблюдений

1. Минимальный объем наблюдений для оценки средних показателей надежности \bar{T} определяется по формулам таблицы.

| План наблюдений | Распределение случайной величины | Формулы для расчета |
|-----------------|----------------------------------|--|
| [NUN] | Экспоненциальное | $\frac{2N}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} = \delta + 1,$ <p>где $\chi^2_{1-\gamma}(2N)$ — квантиль распределения χ^2 с $2N$ степенями свободы, соответствующая вероятности $1-\gamma$</p> |
| | Вейбулла | $\frac{2N}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} = (\delta + 1)^b,$ <p>где b — параметр формы</p> |
| | Нормальное | $\frac{T_{\gamma}(N-1)}{\sqrt{N}} = \frac{\delta}{v},$ <p>где $T_{\gamma}(N-1)$ — квантиль распределения Стьюдента с $N-1$ степенями свободы, соответствующая вероятности γ</p> |
| | Логарифмически нормальное | $N = R \cdot Q$ $R = \ln(v^2 + 1) \left[1 + \frac{\ln(v^2 + 1)}{2} \right];$ $Q = \left(\frac{U_{\gamma}}{\delta} \right)^2,$ <p>где U_{γ} — квантиль нормального распределения, соответствующая вероятности γ</p> |
| [NUT] | Вейбулла | $N = \left(\frac{U_{\gamma}}{\delta} \right)^{2b} \frac{1}{1 - e^{-\lambda x^b}}$ |

| План наблюдений | Распределение случайной величины | Формулы для расчета |
|--|----------------------------------|--|
| [NUT] | Нормальное | $N = \left(\frac{U_1}{\delta} \right)^2 \cdot f_2(k) \cdot v^2$ $k = \frac{1-\gamma}{v}$ <p>где $f_2(k)$ — табулированная функция</p> |
| $\begin{matrix} [NRr] \\ [NMr] \end{matrix}$ | Экспоненциальное | $\frac{2r}{\chi^2_{1-\gamma}(2r)} = \delta + 1,$ <p>где $\chi^2_{1-\gamma}(2r)$ — квантиль χ^2 распределения с $2r$ степенями свободы, соответствующая вероятности $1-\gamma$</p> |

Формулы таблицы получены по методу обращения доверительных интервалов. Например, при плане [NUN] для средней наработки до отказа в случае экспоненциального распределения верхнюю границу одностороннего доверительного интервала в соответствии с ГОСТ 27.503—81 вычисляют по формуле

$$A_B = \frac{2NA}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)}.$$

В соответствии с формулой п. 3.2 настоящего стандарта

$$\delta = \frac{\frac{2N \cdot A}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} - A}{A},$$

откуда

$$\frac{2N}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} = \delta + 1.$$

2. Минимальный объем наблюдений для оценки гамма-процентных показателей надежности $T_{\gamma\%}$ при плане [NUT] вычисляют по формулам:

$$\frac{\gamma\%}{100}(r+1)f_{\gamma}(k_1, k_2) = \left(1 - \frac{\gamma\%}{100}\right)(N-r),$$

$$k_1 = 2(r+1),$$

$$k_2 = 2(N-r),$$

где $f_{\gamma}(k_1, k_2)$ — квантиль F -распределения с k_1 и k_2 степенями свободы, соответствующая вероятности γ .

3. Минимальный объем наблюдений для оценки коэффициента готовности K_r при плане $[NMr]$ вычисляются по формуле

$$r = \left(\frac{U_1}{\delta} \right)^2 [(\gamma + 1)^2 v^2 + v_B^2].$$

4. Для планов $[NRT]$ и $[NMT]$ формула приведена в п. 3.8 настоящего стандарта.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Справочное

Примеры определения объема наблюдений

Пример 1. Для плана наблюдений $[NUN]$ определить число N объектов наблюдений, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,90$ предельная относительная ошибка в определении среднего ресурса не превышала 0,10.

Ресурс распределен нормально с коэффициентом вариации $v=0,20$.

Решение. По табл. 2 для $v=0,20$, $\gamma=0,90$ и $\delta=0,10$ находим $N=8$.

По результатам наблюдений за 8 объектами получен коэффициент вариации v , равный 0,30.

В соответствии с п. 3.3.4 определяем дополнительный объем наблюдений. Для $v=0,30$, $\gamma=0,90$ и $\delta=0,10$ по табл. 2 находим $N=15$. Следовательно, под наблюдение необходимо дополнительно поставить 7 объектов.

Пример 2. Для плана наблюдений $[NUN]$ определить число N объектов наблюдений, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,90$ предельная относительная ошибка δ в определении 80 % ресурса не превышала 0,10. Ресурс имеет распределение Вейбулла с коэффициентом вариации $v=0,5$.

Решение. Число N объектов наблюдений определяем в соответствии с п. 3.3.3. Задаемся произвольным вспомогательным значением коэффициента вариации $v'=0,30$ и числом $N'=15$. Для заданных величин $\gamma\%/100=0,80$; $v'=0,30$; $N'=15$ и $\gamma=0,90$ по табл. 4 находим вспомогательное значение $\delta'=0,20$.

Для заданных величин $v'=0,30$; $N'=15$ и $\gamma=0,90$ по табл. 2 находим вспомогательное значение $\delta'=0,10$.

Определяем относительную ошибку $\bar{\delta}$, соответствующую заданной относительной ошибке $\delta=0,10$;

$$\bar{\delta} = \delta' \frac{\delta}{\delta'} = 0,10 \frac{0,10}{0,20} = 0,05.$$

Для найденного значения $\bar{\delta}=0,05$ и заданных $\gamma=0,90$ и $v=0,5$ по табл. 1 находим $N=200$.

Пример 3. Для плана наблюдений $[NUr]$ определить число N объектов наблюдений, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,80$ определить 90 %-ный ресурс объектов. Установленное число r предельных состояний равно 5.

Решение. По табл. 5 настоящего стандарта для $\frac{\gamma\%}{100}=0,90$; $\gamma=0,80$ и $r=5$ находим $N=65$.

Пример 4. Для плана наблюдений $[NUT]$ определить продолжительность наблюдений T за 25 объектами, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,95$ предельная относительная ошибка δ в определении средней наработки до отказа не превышала 0,15. Нарботка до отказа распределена нормально с коэффициентом вариации $v=0,2$; предполагаемое значение средней наработки до отказа $\bar{T}=400$ ч.

Решение. В соответствии с п. 3.4.2 продолжительность T наблюдений равна $T = \kappa \bar{T}$.

Для заданных $N=25$; $\gamma=0,95$; $\delta=0,15$ и $v=0,2$ по табл. 7 находим $\kappa=0,9$. Тогда $T=0,9 \cdot 400=360$ ч.

Полученное значение T в соответствии с ГОСТ 11.001—73 округляем до ближайшего значения $T=400$ ч.

Пример 5. Для плана наблюдений $[NM\tau]$ определить число отказов r , чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,90$ предельная относительная ошибка δ в определении средней наработки на отказ не превышала 0,20.

Решение. По табл. 8 для $\gamma=0,90$ и $\delta=0,20$ находим $r=50$.

Пример 6. Для плана наблюдений $[NM\tau]$ определить число отказов r , чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,80$ предельная относительная ошибка δ в определении коэффициента готовности не превышала 0,10. Коэффициент вариации распределения наработок между отказами равен 0,4; коэффициент вариации распределения времени восстановления равен 0,6.

Решение. По табл. 9 для $\gamma=0,80$, $\delta=0,10$, $v=0,4$ и $v_v=0,6$ находим $r=40$.

Пример 7. Для плана $[NMT]$ определить продолжительность наблюдений за 10 объектами, чтобы с доверительной вероятностью $\gamma=0,90$ предельная относительная ошибка δ в определении средней наработки на отказ не превышала 0,15. Поток отказов предполагается простейшим, предполагаемое значение средней наработки на отказ $\bar{T}=100$.

Решение. В соответствии с п. 3.8 продолжительность наблюдений равна

$$T = \frac{\kappa \bar{T}}{N}.$$

Для заданных $\gamma=0,90$ и $\delta=0,15$ по табл. 10 находим $\kappa=114$. Тогда

$$T = \frac{114 \cdot 100}{10} = 1140$$

Полученное значение T в соответствии с ГОСТ 11.001—73 округляем до ближайшего значения $T=1250$ ч.

Редактор *Р. С. Федорова*
Технический редактор *Н. П. Замолодчикова*
Корректор *Б. А. Мурадов*

Сдано в наб. 01 09 83
1,35 уч-изд л

Подп к печ. 22 02 84
Тир 40000

1,5 п л

1,75 усл кр-отт.
Цена 5 коп.

Ордена «Знак Почета» Издательство стандартов, 123840, Москва, ГСП, Новопресненский пер., 3
Тип «Московский печатник». Москва, Лялин пер., 6. Зак. 995