ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР

ГОСТ ОТМЕНЕН с 01.01.91 Инф. 2-90, с. 16.
Действует 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—

gost.e-ecolog.ru

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. Шолохов**, канд. техн. наук; **Р. В. Кугель**, д-р техн. наук (руководители темы); **Е. Н. Агафонова**; **В. А. Сухачев**, 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

УДК 002.6:62—192:006.354 Группа Т51

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

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	γ	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

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

где A — оценка показателя надежности;

$A_н$ — нижняя граница одностороннего доверительного интервала $(A_н, \infty)$ при заданной доверительной вероятности γ;

$A_в$ — верхняя граница одностороннего доверительного интервала $(0, A_в)$ 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 v				
		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 $\frac{\gamma\,\%}{100}$;

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 $v'(v' \leqslant 0{,}4)$ и число N';

Таблица 4

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

δ	γ	$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}75$				$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}80$				$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}85$			
		N при v				N при v				N при v			
		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

δ	τ	$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}90$				$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}95$				$\frac{\gamma\%}{100}=0{,}99$			
		N при v				N при v				N при v			
		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

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

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

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

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

$$\overline{\delta} = \overline{\delta}' \cdot \frac{\delta}{\delta'}. \qquad (2)$$

Для найденного значения $\overline{\delta}$ и заданных значений γ и v 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 $[NUr]$.

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 $[N'Ur]$ при оценке гамма-процентных показателей надежности

γ%/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	δ=0,05				δ=0,10				δ=0,15				δ=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	δ=0,05				δ=0,10				δ=0,15				δ=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

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			
		0,8	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 $\varkappa$ (отношение продолжительности наблюдения T к оцениваемому показателю надежности $\overline{T}$);
вид закона распределения исследуемой случайной величины.

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

3.5.2. Продолжительность наблюдений T вычисляют по формуле

$$T = \varkappa \cdot \overline{T}. \qquad (3)$$

Величину $\varkappa$ 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 $[NMr]$ 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 $[NMr]$

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 $[NMr]$ и неизвестного закона распределения наработок число отказов r при оценке коэффициента готовности $K_г$ определяют по табл. 9.

Таблица 9

Число отказов r для плана [NMr] для оценки коэффициента готовности

δ	γ	$v_в$=0,1						
		r при v						
		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	$v_в$=0,2						
		r при v						
		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	$v_в$=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	$v_в$=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	$v_в$=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	$v_в$=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	$v_в=1,0$						
		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 наработок между отказами;

предполагаемый коэффициент вариации $v_в$ распределения времени восстановления.

Если по результатам наблюдений за объектами получен коэффициент вариации v (при $v_в$) больше заданного, то число отказов r пересчитывают по табл. 9 для найденного коэффициента вариации и наблюдения продолжают.

3.8. Для планов $[NRT]$ и $[NMT]$ продолжительность наблюдений T при оценке средних показателей надежности $\overline{T}$ вычисляют по формуле

$$T=\frac{\varkappa\cdot\overline{T}}{N}. \qquad (4)$$

Величину $\varkappa$ определяют по табл. 10 в предположении экспоненциального распределения.

Исходные данные для расчета:

предельная относительная ошибка δ;

доверительная вероятность γ;

Таблица 10

Значения $\varkappa$ для планов [*NRT*] и [*NMT*]

δ	$\varkappa$ 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
[*NMr*]	Средняя наработка на отказ	Экспоненциальное
	Коэффициент готовности	Неизвестное
[*NMT*]	Средняя наработка на отказ	Экспоненциальное

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

Формулы для определения минимального объема наблюдений

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

План наблюдений	Распределение случайной величины	Формулы для расчета
[*NUN*]	Экспоненциальное	$\frac{2N}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} = \delta + 1,$ где $\chi^2_{1-\gamma}(2N)$ — квантиль распределения χ^2 с $2N$ степенями свободы, соответствующая вероятности $1-\gamma$
	Вейбулла	$\frac{2N}{\chi^2_{1-\gamma}(2N)} = (\delta + 1)^b,$ где b — параметр формы
	Нормальное	$\frac{T_\gamma(N-1)}{\sqrt{N}} = \frac{\delta}{v},$ где $T_\gamma(N-1)$ — квантиль распределения Стьюдента с $N-1$ степенями свободы, соответствующая вероятности γ
	Логарифмически нормальное	$N = R \cdot Q$ $R = \ln(v^2+1)\left[1 + \frac{\ln(v^2+1)}{2}\right];$ $Q = \left(\frac{U_\gamma}{\delta}\right)^2,$ где U_γ — квантиль нормального распределения, соответствующая вероятности γ
[*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	$N = \left(\frac{U_\gamma}{\delta}\right)^2 \cdot f_2(k) \cdot v^2$ $k = \frac{1-\varkappa}{v}$ где $f_2(k)$ — табулированная функция
[*NRr*] [*NMr*]	Экспоненциальное	$\frac{2r}{\chi^2_{1-\gamma}(2r)} = \delta + 1,$ где $\chi^2_{1-\gamma}(2r)$ — квантиль χ^2 распределения с $2r$ степенями свободы, соответствующая вероятности $1-\gamma$

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

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

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 [*NUr*] 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 $K_г$ при плане $[NMr]$ вычисляют по формуле

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

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 $\overline{\delta'}=0{,}10$.

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

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

Для найденного значения $\overline{\delta}=0{,}05$ 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. Наработка до отказа распределена нормально с коэффициентом вариации $v=0{,}2$; предполагаемое значение средней наработки до отказа $\overline{T}=400$ ч.

Решение. В соответствии с п 3 4 2 продолжительность T наблюдений равна $T=\varkappa\overline{T}$.

Для заданных $N=25$; $\gamma=0{,}95$; $\delta=0{,}15$ и $v=0{,}2$ по табл. 7 находим $\varkappa=0{,}9$.

Тогда $T=0{,}9\cdot400=360$ ч.

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

Пример 5. Для плана наблюдений [*NMr*] 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 [*NMr*] 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 $v_в=0{,}6$ 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 $\overline{T}=100$.

Решение. В соответствии с п. 3 8 продолжительность наблюдений равна

$$T=\frac{\varkappa\overline{T}}{N}.$$

Для заданных $\gamma=0{,}90$ и $\delta=0{,}15$ по табл. 10 находим $\varkappa=114$

Тогда

$$T=\frac{114\cdot100}{10}=1140$$

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 Подп к печ. 22 02 84 1,5 п л 1,75 усл кр -отт.
1,35 уч -изд л Тир 40000 Цена 5 коп.

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

gost.e-ecolog.ru