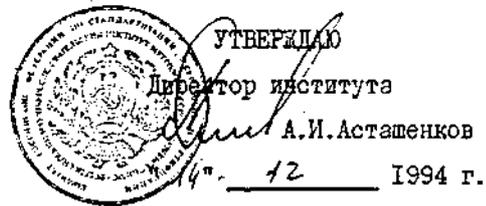


ГОССТАНДАРТ РОССИИ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ВНИИМС)



РЕКОМЕНДАЦИЯ

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.
СЧЕТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ИНДУКЦИОННЫЕ.**

**Программа и методика ускоренных испытаний с целью подтверждения
межповерочного интервала.**

МИ 2307-94

РАЗРАБОТАНЫ: ВНИИМС и МЗЭП

ИСПОЛНИТЕЛИ: Беляев Б.М. (руководитель темы), Куренков М.А., Балашов О.В. и
Калашников А.А.

УТВЕРЖДЕНА: ВНИИМС

ЗАРЕГИСТРИРОВАНА: ВНИИМС

ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

Номер документа	Пункт рекомендации
ГОСТ 18321-73	3.4.1
ГОСТ 6570-75	6.1 и 6.2

СОДЕРЖАНИЕ

- [1. Цель и принципы испытаний](#)
- [2. Объект испытаний](#)
- [3. Общие положения](#)
- [4. Анализ и оценка результатов испытаний](#)
- [5. Оценка влияния потери магнитных свойств тормозных магнитов на межповерочный интервал](#)
- [6. Материально-техническое и метрологическое обеспечение испытаний](#)
- [7. Отчетные документы](#)
- [Приложение 1. Основные параметры и характеристики счетчиков СО-50](#)
- [Приложение 2](#)
Режим измерений основной относительной погрешности
Рекомендуемые режимы испытаний счетчиков СО-50
- [Приложение 3. Доверительные интервалы для вероятности отказов](#)
- [Приложение 4. Коэффициент "K_T" для толерантных границ при нормальном распределении](#)

1. ЦЕЛЬ И ПРИНЦИПЫ ИСПЫТАНИЙ

Данная программа и методика испытаний устанавливает принципы, методы и объемы форсированных (ускоренных) испытаний индукционных счетчиков электрической энергии, с целью получения исходных данных для подтверждения или корректировки установленного межповерочного интервала (МПИ). Рекомендация изложена на примере счетчика СО-50. При применении к другим типам счетчиков заменяются данные табл.1, 2 и 3, Приложений 1 и 2, а также вносятся редакционные изменения в п.п. 3.3.1, 3.3.3 и 6.2 с учетом типа испытываемого счетчика.

В качестве основного принят принцип форсированных испытаний, основанный на применении в качестве фактора, ускоряющего отказы, увеличение среднесуточной частоты вращения счетного механизма в процессе испытаний по сравнению с характерной для рабочих условий среднесуточной частотой вращения. Это достигается как за счет увеличения рабочего тока вплоть до максимально—допускаемой величины для испытываемого счетчика, так и за счет снятия тормозных магнитов и исключения их влияния на снижение частоты оборотов.

При реализации принятого принципа предполагается, что основным фактором, определяющим отказы индукционных счетчиков в процессе эксплуатации, является износ опор и оси счетного механизма в результате накопления дефектов в процессе трения. При этом допускается применение двух подходов:

1.1. Снятие тормозных магнитов на временной интервал прогонки испытываемых счетчиков в форсированном режиме с последующей их установкой на время измерения параметров счетчика, а при необходимости и регулировки их параметров до норм технических условий путем перемещения тормозных магнитов.

1.2. Демонтаж диска, верхней и нижней опор и счетного механизма из испытываемых (основных) счетчиков и их установка в счетчики-спутники без указанных деталей и тормозных магнитов. В этом случае все демонтированные части основных счетчиков проходят форсированные испытания в составе счетчиков-спутников, а тормозные магниты подвергаются испытаниям на старение в составе основного счетчика. Таким образом достигается, что результаты измерений параметров основного счетчика после монтажа в них диска, верхней и нижней опор и счетного механизма, прошедших форсированные испытания, будут характеризовать воздействие как форсированного режима, так и режима старения тормозных магнитов.

2. ОБЪЕКТ ИСПЫТАНИЙ

Испытанию подлежат индукционные счетчики электрической энергии в сетях переменного тока номинальной частоты 50 или 60 Гц. Основные параметры и характеристики счетчиков, подлежащих ускоренным испытаниям, представлены в Приложении 1.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Исходные данные для выбора приемлемого режима ускоренных испытаний. В качестве исходных данных при выборе режима ускоренных испытаний используются данные о межповерочном интервале $T_{\text{МПИ}}$, приемлемая длительность испытаний $T_{\text{и}}$, допускаемый ток нагрузки счетчика во время ускоренных испытаний $I_{\text{и}}$, среднесуточный ток нагрузки потребителя в процессе эксплуатации счетчика $I_{\text{э}}$ при номинальном напряжении электрической сети $U_{\text{н}}$, среднесуточная продолжительность работы счетчика в процессе испытаний $t_{\text{и}}$ и при эксплуатации $t_{\text{э}}$, коэффициент увеличения скорости вращения диска счетчика (или увеличения скорости приращения отсчета электроэнергии счетным механизмом) при отсутствии тормозных магнитов $K_{\text{м}}$, передаточное число счетчика C .

3.2. Расчетные соотношения для определения режима ускоренных испытаний.

3.2.1. На основе данных технических условий (см. Приложение 1) устанавливают числовое значение межповерочного интервала $T_{\text{МПИ}}$, подлежащего подтверждению в процессе испытаний, а также назначают приемлемую длительность ускоренных испытаний $T_{\text{и}}$. Тогда требуемый коэффициент ускорения $K_{\text{у}}^{\text{ТР}}$ при испытаниях определяют по формуле:

$$K_{\text{у}}^{\text{ТР}} \geq \frac{T_{\text{МПИ}}}{T_{\text{и}}}. \quad (1)$$

3.2.2. В зависимости от параметров счетчика практически достижимый коэффициент

ускорения K_y^d связан с указанными параметрами следующим соотношением:

$$K_y^d = K_m \frac{I_n \cdot t_n}{I_3 \cdot t_3} \quad (2)$$

Коэффициент K_m определяется экспериментально для каждого образца счетчика, входящего в выборку счетчиков, подлежащих испытанию. При этом используется следующее соотношение:

$$K_m = \frac{V_2}{V_1}, \quad (3)$$

где V_1 и V_2 - скорость вращения диска в об/с нормального электрического счетчика и счетчика при снятых тормозных магнитах соответственно.

Среднесуточное значение рабочего тока счетчика в период эксплуатации определяется с учетом среднесуточного расхода электроэнергии потребителем по формуле:

$$I_3 = \frac{1000\overline{W}}{V_n \cdot t_3}, \quad (4)$$

где \overline{W} - среднесуточный расход электроэнергии потребителем, кВт·ч.

Необходимые данные для проведения расчетов по формулам (2) - (4) применительно к испытываемому счетчику приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходные данные для индукционных счетчиков СО-50

НАИМЕНОВАНИЕ	Числовое значение для нормального счетчика	Числовое значение для счетчика без магнитов
Скорость оборотов диска счетчика при $I_n = 40$ А, об/с	1,53	13,5
Скорость оборотов диска счетчика при $I_n = 20$ А, об/с	0,76	10,5
Скорость оборотов диска счетчика при $I_n = 10$ А, об/с	0,38	6,5
Среднемесячный расход электроэнергии потребителем, кВт·ч	125	-
Время непрерывной работы счетчика в сутки при эксплуатации, ч	24	-

3.3. Определение форсированного режима ускоренных испытаний.

3.3.1. Если принять, что продолжительность ускоренных испытаний не должна превысить 2-3 месяцев, то при межповерочном интервале испытываемого счетчика $T_{мпи}$, равном 16 годам, получил по формуле (1) значения требуемых значений коэффициента ускорения. Они приведены в таблице 2.

Таблица 2

Требуемые значения коэффициента ускорения K_y^{TP} для счетчика СО-50

Длительность испытаний в нормальном режиме	Требуемый K_y^{TP} при продолжительности ускоренных испытаний, равной	
	2 месяца	3 месяца
$T_n = 1,5 T_{мпи} = 24$ года	144	96
$T_n = T_{мпи} = 16$ лет	96	64

3.3.2. Используя данные таблицы 1, по формулам (2)-(4) рассчитываем достижимые значения коэффициентов ускорения. Результаты расчета приведены в таблице 3.

Таблица 3

Значение рабочего тока при испытаниях, I_n , А	Получаемые значения K_y^d при продолжительности испытаний в сутки, равной		
	8-ми часам	16-ти часам	24-м часам
10	71	142	214
20	115	230	345
40	145	293	438

3.3.3. Сопоставляя данные таблицы 3 с данными таблицы 2 приходим к выводу о том, что приемлемый коэффициент ускорения можно обеспечить при 8-ми часовом режиме испытаний при токе испытаний $I_n = 20$ А и длительности испытаний менее 2-х месяцев. Конкретные данные по режиму испытаний для счетчика СО-50 представлены в таблице 2.П2 Приложения.

3.4. Требования к испытываемым счетчикам и контролируемые параметры

3.4.1. Испытанию на соответствие счетчиков электрической энергии требованиям ТУ по межповерочному интервалу $T_{мин}$ подвергаются счетчики, прошедшие приемо-сдаточные испытания предприятия изготовителя. Для испытаний формируется выборка счетчиков из 10 образцов. При применении второго из указанных в разделе 1 подходов наряду с основной выборкой формируем также выборку из счетчиков-спутников без тормозных магнитов, в которую на время испытаний устанавливаются диски, верхние и нижние опоры и счетные механизмы из основной выборки счетчиков. Выборка основных счетчиков формируется методом случайных чисел по ГОСТ 18321-73.

3.4.2. Основная относительная погрешность передаваемых на ускоренные испытания счетчиков не должна превышать значений $0,8 \delta_d$, где δ_d - предел основной относительной погрешности, установленной в ТУ на счетчик.

3.4.3. В соответствии с техническими условиями на испытываемый счетчик в качестве контролируемого параметра при ускоренных испытаниях принимается предел допускаемой основной погрешности, измеренной при информативных параметрах входных сигналов, приведенных в таблице 2.П2 приложения 2.

В качестве критериев отказа при ускоренных испытаниях принимается выход основной относительной погрешности за указанные в Приложении 2 нормы, а также несоответствие порога чувствительности и самохода нормам технических условий.

3.4.4. Измерение (контроль) допускаемой относительной погрешности измерений в процессе ускоренных испытаний проводится в нормальных условиях и по методам, установленным в действующих стандартах, с учетом дополнительных требований, оговоренных техническими условиями и данной программой.

3.5. Порядок подготовки и проведения испытаний.

Последовательность подготовки и проведения испытаний при использовании подхода 2 раздела 1 представлена в таблице 4. В процессе испытаний за отказ испытываемого счетчика принимается выход его основной допускаемой относительной погрешности за норму, установленную в технических условиях, т.е. $\delta_j > \delta_d$.

Таблица 4

Операции подготовки и проведения ускоренных испытаний при реализации подхода 2, раздела 1

№№	Наименование и содержание операций	Представляемые документы (данные)
1	2	3
1.	Присвоение порядковых номеров и проведение приемо-сдаточных испытаний счетчиков, входящих в выборку для проведения ускоренных испытаний.	Протокол приемо-сдаточных испытаний, содержащий данные о параметрах счетчиков.
2.	На основных счетчиках, входящих в основную выборку, провести маркировку диска, верхней и нижней опор, счетного механизма, и магнитной системы. Номера на указанных составных частях должны соответствовать номерам, указанным на корпусах счетчиков и в протоколах приемо-сдаточных испытаний.	Протокол проведения маркировки составных узлов счетчиков в журнале испытаний.

3.	Измерение зазоров между диском и ярмом тормозного магнита с использованием оптической или проекционной аппаратуры во всех основных счетчиках.	Протокол с результатами измерений зазоров в журнале испытаний.
4.	Рисками на стойках и узлах основных счетчиков отметить исходное положение опор, счетных механизмов, дисков. После этого провести демонтаж указанных узлов со всех основных счетчиков.	Протокол маркировки и демонтажа опор, счетных механизмов и дисков в журнале испытаний.
5.	Установить опоры, счетные механизмы и диски основных счетчиков в счетчики-спутники с отсутствующими тормозными магнитами и номерами, повторяющими номера основных счетчиков. Перенести риски с узлов основных счетчиков на станины счетчиков-спутников.	Протокол установки узлов основных счетчиков в счетчики-спутники в журнале испытаний
6.	Подготовить испытательный стенд и необходимые образцовые средства измерений, установить счетчики-спутники с узлами от основных счетчиков с закрытыми кожухами в упомянутый стенд. Проверить их работоспособность в составе стенда.	Отметить в журнале готовность стенда к контрольным измерениям.
7.	Задавая последовательно входные и выходные информационные параметры в соответствии с данными Приложения 2 зафиксировать в журнале измеренные счетными механизмами и образцовыми средствами соответствующие каждому из входных и выходных параметров приращения показаний за заданный контрольный интервал времени Δt_k .	Результаты измерений приращений показаний счетных механизмов и образцовых средств.
8.	Задать один из принятых по п. 2.3.3 режим ускоренных испытаний (с учетом длительности), зафиксировать в журнале начальные показания испытываемых счетчиков и образцовых средств измерений, а также дату и время начала испытаний.	Данные о режиме ускоренных испытаний и начальных показаниях счетчиков в журнале испытаний.
9.	<p>Периодически, но не реже одного раза каждые 3 дня, записывать в журнал измеренные счетными механизмами и образцовыми средствами приращения показаний за интервал $\Delta t_j = (t_{j+1} - t_j)$, где $j = 1, 2, 3, \dots, m$ - порядковый номер интервала измерений.</p> <p>По результатам записи определяется для каждого i-го счетчика текущее значение погрешности δ_{ji} по формуле:</p> $\delta_{ji} = \delta_{oi} \frac{\Delta W_{ji} / \text{км}}{\Delta W_{jo}},$ <p>где δ_{oi} - погрешность i-го счетчика до начала ускоренных испытаний; $\Delta W_{jk} = (W_{(j+1)k} - W_{jk})$ - приращение показаний i-го счетчика-спутника (или счетчика) за интервал Δt_j; $\Delta W_{jo} = (W_{(j+1)o} - W_{jo})$ - приращение показаний образцовых средств за тот же интервал.</p> <p>Если $\delta_{ji} \leq \delta_d$, испытания продолжаются до следующего контроля и записи.</p> <p>Если для какого-либо счетчика-спутника $\delta_{ji} > \delta_d$, этот счетчик с испытаний снимается, а механизмы основного счетчика демонтируются и устанавливаются в основной счетчик. Определяется погрешность основного счетчика и если она больше δ_d, счетчик бракуется, а если меньше δ_d, выполняется операция "5" и испытания продолжаются.</p>	<p>1. Результаты измерений счетных механизмов и образцовых средств и расчета погрешности заносятся в журнал испытаний.</p> <p>2. При невозможности определения текущего значения погрешности в каждом интервале Δt_j фиксируется число отказавших счетчиков Δn_j устанавливаемое на основе демонтажа механизмов основных счетчиков, установки их в последней и последующей проверки их отказов.</p>
10	После достижения времени проведения экспериментов T_n , испытания могут прекращаться, а	Акт о проведении ускоренных испытаний с рекомендациями по

отказов испытываемых счетчиков-спутников Δn_j в эти интервалы времени:

$$\begin{aligned} &\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \dots, \Delta t_m, \\ &\Delta n_1, \Delta n_2, \Delta n_3, \dots, \Delta n_m \end{aligned} \quad (6)$$

где $\Delta t_j = (t_j - t_0)$ - время наработки Δn_j счетчиков до отказа;
 t_j - время, прошедшее с начала первого цикла испытаний t_0 до времени завершения j -го цикла испытаний;

Δn_j - число отказавших счетчиков за временной интервал Δt_j .

4.2. Для получения числовых значений межповерочного интервала на основе представленных в рядах (5) и (6) данных необходимо провести следующие операции:

- оценить принадлежность величин δ_{ji} в различные моменты времени t_j к виду распределения или сделать предположение об их соответствии какому-либо распределению (например, нормальному или логарифмически-нормальному);

- оценить с учетом вида распределения вероятность нахождения параметров в границах допустимых значений $P(\delta_{ji} \leq \delta_d)$ в сечениях по времени t_i при принятом значении доверительной вероятности " γ ";

- определить межповерочный интервал, приняв значение $P(\delta_{ji} = \delta_d)$ и доверительную вероятность " γ ".

4.3. Принадлежность к виду распределения оценивается любым из известных методов. При трудностях оценки вида распределения принимают одну из известных гипотез о распределении на основе результатов предшествующих испытаний.

4.4. Для данных, представленных по форме рядов (5), с учетом принятого распределения определяем среднее значение погрешности и ее среднеквадратическое отклонение по испытанным образцам в сечениях по времени:

$$\begin{aligned} \bar{\delta}_j &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \delta_{ji} \\ \bar{\rho}_j &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (\delta_{ji} - \bar{\delta}_j)^2}. \end{aligned} \quad (7)$$

4.5. Определяем эмпирические, квантили, соответствующие заданному значению допускаемой величины, основной относительной погрешности $\delta_{доп}$:

$$Z_j = \frac{\delta_d - \bar{\delta}_j}{\bar{\rho}_j}. \quad (8)$$

4.6. В соответствии с данными таблицы 5 с учетом числа испытанных образцов выбираем значение доверительной вероятности " γ ".

Таблица 6

Число испытанных образцов или число отказов	$P(\bar{\delta}_j \leq \delta_d)$	γ
от 3 до 5	0,7	0,7
от 6 до 9	0,8	0,8
от 10 и более	0,9	0,9

4.7. По величине Z_j и принятому значению доверительной вероятности " γ " по данным Приложения 3 находится нижняя $q_{jn}(\delta_j \leq \delta_d)$ граница вероятности выхода основной относительной погрешности счетчика за допускаемую норму. Затем по формуле:

$$P_{jв}(\delta_j \leq \delta_d) = 1 - q_{jn}(\delta_j \leq \delta_d) \quad (9)$$

определяется вероятность нахождения основной относительной погрешности счетчика в заданных границах в каждый j -ый момент времени. В результате этого получаем ряды значений, которые можно представить в форме таблицы 7.

Таблица 7

Время, прошедшее с начала испытаний t_j	t_1	t_2	t_3	t_m
Вероятность $P_j(\delta_j \leq \delta_d)$	P_1	P_2	P_3	P_m

4.8. Представляем полученные результаты в виде графика $P_j(\delta_j \leq \delta_d) = f(t_j)$, по которому при принятой нами по таблице 6 вероятности невыхода погрешности измерений за допускаемую

норму (отложено на рис.1 по оси ординат), определяем временной интервал T ($\delta_j \leq \delta_d$), в продолжении которого допускаемая основная погрешность измерения будет находиться в пределах нормы ТУ. Пример определения приведен на графике рис.1.

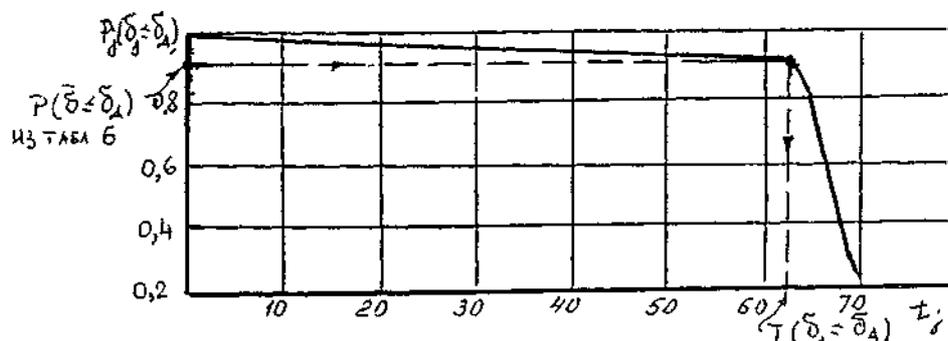


Рис. 1

4.9. По полученному из графика рис. 1 значению временного интервала T ($\delta_j \leq \delta_d$) определяем подтвержденный результатами испытаний межповерочный интервал:

$$T_{\text{мпи}} = K_y \cdot T (\delta_j \leq \delta_d). \quad (10)$$

4.10. В случае получения результатов в форме ряда (6) среднее значение времени, в течение которых выполняется неравенство $\delta_j \leq \delta_d$ и его среднеквадратическое отклонение определяется по формулам:

$$\begin{aligned} \bar{\Delta t} &= \sum_1^m \Delta t_j \cdot \Delta n_j / \sum_1^m \Delta n_j, \\ \bar{S}\Delta t &= \sqrt{\frac{\sum_1^m \Delta n_j (\Delta t_j - \bar{\Delta t})^2}{\sum_1^m \Delta n_j}}. \end{aligned} \quad (11)$$

Принимая значение доверительной вероятности " γ " и вероятности нахождения основной погрешности счетчиков в пределах норм ТУ P ($\delta_j \geq \delta_{\text{дон}}$) по данным Приложения 3 находим значение коэффициента K_T для толерантных границ при нормальном распределении. Подставляя полученные значения в соотношение (12), находим подтверждаемое значение межповерочного интервала:

$$T_{\text{мпи}} = K_y (\bar{\Delta t} - K_T \bar{S}\Delta t). \quad (13)$$

4.11. Пункты 4.4-4.10 изложены в предположении справедливости гипотезы о нормальном распределении. В случае логарифмически-нормального распределения вместо значений δ_j и Δt_j необходимо использовать логарифмы этих величин.

5. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОТЕРИ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ТОРМОЗНЫХ МАГНИТОВ НА МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ

5.1. В процессе проведения испытаний заводом-изготовителем обобщаются и анализируются литературные данные в возможном влиянии на межповерочный интервал потери магнитных свойств тормозными магнитами.

5.2. Одновременно с работой счетчиков-спутников основные счетчики (без диска, опор и счетных механизмов) подвергаются искусственному старению при температуре до 80 °С в продолжении 40-50 суток. Режим старения выбирается с учетом литературных данных о потере магнитных свойств тормозными магнитами.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

6.1. В качестве технических средств при проведении испытаний используются средства измерений и вспомогательное оборудование, обеспечивающее реализацию методов испытаний, предусмотренных государственным стандартом ГОСТ 6570-75. В качестве дополнительных

устройств используются испытательный стенд для установки счетчиков-спутников, а также вспомогательные устройства, обеспечивающие демонтаж механизмов из основных счетчиков и монтаж их в счетчики-спутники, испытание тормозных магнитов основных счетчиков на старение.

6.2. Испытание счетчиков должно проводиться в режимах и условиях, предусмотренных ГОСТ 6570-75 и Технических условиях ТУ 25-04-3113-93, если не оговорены иные условия и режимы, предусмотренные данной программой.

6.3. В качестве минимально-необходимых документов, представляемых на испытания, должны быть следующие:

- протокол или акт приемо-сдаточных испытаний счетчиков, вошедших в группу основных или счетчиков-спутников;
- паспорт и технические условия на испытываемые счетчики, технические описания и инструкции по эксплуатации испытательного оборудования, и средств измерений, имеющие отметки поверочных органов или органов технического обслуживания о пригодности к применению при испытаниях;
- календарный план проведения ускоренных испытаний;
- инструкции операторам, осуществляющим подготовку технических средств для испытания счетчиков и обслуживание этих средств в процессе проведения испытаний;
- журнал регистрации, контролируемых и измеряемых параметров, а также условия и режимы их проведения;
- инструкция по технике безопасности при работе с приборами и вспомогательным оборудованием в процессе ускоренных испытаний.

6.4. Подготовка к применению и применение технических средств должны осуществляться в строгом соответствии с описаниями и инструкциями по эксплуатации и соблюдении правил техники безопасности.

7. ОТЧЕТНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

7.1.. В процессе проведения ускоренных испытаний ведется журнал испытаний, в котором записываются все сведения по режимам испытаний, измеряемым и (или) контролируемым параметрам испытываемых счетчиков в процессе всего цикла испытаний.

7.2. По результатам испытаний составляется акт, в которой представляются основные результаты испытаний, методы их обработки, получаемые результаты, а также рекомендации по подтверждению или корректировке межповерочного интервала.

Приложение 1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СЧЕТЧИКОВ СО-50

№№ п/п	Наименование и единица измерений	Числовое значение
1.	Класс точности по ГОСТ 6570-75, о.е.	2,5
2.	Номинальная частота, Гц	50
3.	Номинальное напряжение, В	220
4.	Номинальный ток, А	10
5.	Максимальный ток, А	40
6.	Диапазон рабочих токов, А	1-40
7.	Порог чувствительности, А	0,1
8.	Передаточное число, об/кВт.ч	625
9.	Средняя наработка до отказа, ч	37500
10.	Межповерочный интервал, лет	16
11.	Допускается относительная влажность при температуре воздуха 25 °С, не более, %	80
12.	Диапазон рабочих температур, °С	0-40
13.	Срок службы, не менее, лет	25

РЕЖИМ ИЗМЕРЕНИЙ ОСНОВНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПОГРЕШНОСТИ

Номер измерительной операции	Информационные параметры входных сигналов			Допускаемое значение основной . относительной погрешности δ_d , %
	напряжение, % от U_n	сила тока, % от I_n	$\cos \varphi$	
1	100	10	1	2,5
2		200		
3		400		
4		200	0,5	4,0

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ РЕЖИМЫ ИСПЫТАНИЙ СЧЕТЧИКОВ СО-50

Ток нагрузки I_n , А	Продолжительность испытаний, T_n , ч	Число 8-ми часовых смен	Периодичность контроля основной погрешности, Δt_j , ч
10	640	80	45
20	400	50	28
40	320	40	23

Примечание: при расчете продолжительности испытаний T_n не учитывалось время, необходимое на операции подготовки и контроля основной относительной погрешности измерений δ в моменты времени $t_1, t_2, t_3, \dots, t_m$, где m число измерений основной погрешности счетчиков за время испытаний T_n . При этом $m = T_n / \Delta t_{jo}$.

Доверительные интервалы для вероятности отказов

Число образцов	$n = 3$				$n = 4$				
	γ	0,95	0,90	0,80	0,70	0,95	0,90	0,80	0,70
z		2	3	4	5	6	7	8	9
0,0		0,82	0,75	0,67	0,63	0,78	0,72	0,65	0,61
0,1		0,14	0,21	0,30	0,37	0,20	0,26	0,32	0,36
		0,80	0,73	0,65	0,61	0,77	0,70	0,62	0,58
0,2		0,12	0,19	0,28	0,34	0,17	0,24	0,30	0,33
		0,78	0,71	0,62	0,57	0,75	0,67	0,59	0,54
0,3		0,11	0,17	0,27	0,31	0,15	0,20	0,26	0,32
		0,75	0,68	0,57	0,53	0,72	0,65	0,56	0,50
0,4		0,10	0,15	0,25	0,28	0,13	0,18	0,23	0,20
		0,74	0,66	0,54	0,49	0,70	0,62	0,54	0,47
0,5		0,08	0,13	0,20	0,25	0,11	0,15	0,20	0,26
		0,73	0,64	0,51	0,47	0,67	0,59	0,51	0,45
0,6		0,07	0,12	0,19	0,22	0,1	0,13	0,17	0,23
		0,72	0,62	0,48	0,45	0,65	0,56	0,48	0,42
0,7		0,06	0,10	0,16	0,19	0,08	0,11	0,16	0,20
		0,70	0,61	0,47	0,44	0,63	0,55	0,46	0,39
0,8		0,045	0,08	0,12	0,16	0,06	0,10	0,15	0,18
		0,68	0,57	0,45	0,40	0,61	0,53	0,44	0,37
		0,035	0,06	0,09	0,14	0,05	0,08	0,14	0,17

0,9	0,65 0,03	0,55 0,05	0,43 0,07	0,38 0,13	0,58 0,04	0,50 0,05	0,42 0,12	0,34 0,15
1,0	0,64 0,02	0,52 0,04	0,42 0,06	0,34 0,12	0,56 0,03	0,48 0,05	0,38 0,10	0,30 0,13
1,2	0,62 0,01	0,49 0,03	0,38 0,06	0,31 0,10	0,52 0,02	0,42 0,03	0,32 0,06	0,26 0,10
1,4	0,61 0,00	0,48 0,00	0,35 0,04	0,27 0,08	0,49 0,01	0,38 0,02	0,28 0,04	0,22 0,07
1,6	0,58 0,00	0,45 0,00	0,33 0,00	0,24 0,00	0,45 0,006	0,34 0,01	0,24 0,03	0,17 0,05
1,8	0,55 0,00	0,42 0,00	0,30 0,00	0,21 0,00	0,41 0,00	0,31 0,00	0,20 0,00	0,13 0,00
2,0	0,51 0,00	0,38 0,00	0,27 0,00	0,18 0,00	0,38 0,00	0,27 0,00	0,17 0,00	0,11 0,00
2,2	0,50 0,00	0,35 0,00	0,23 0,00	0,13 0,00	0,36 0,00	0,25 0,00	0,15 0,00	0,08 0,00
2,4	0,46 0,00	0,33 0,00	0,21 0,00	0,13 0,00	0,32 0,00	0,23 0,00	0,13 0,00	0,07 0,00
2,6	0,43 0,00	0,31 0,00	0,19 0,00	0,10 0,00	0,29 0,00	0,21 0,00	0,12 0,00	0,06 0,00
2,8	0,42 0,00	0,29 0,00	0,16 0,00	0,09 0,00	0,27 0,00	0,18 0,00	0,10 0,00	0,05 0,00
3,0	0,41 0,00	0,28 0,00	0,14 0,00	0,07 0,00	0,25 0,00	0,16 0,00	0,09 0,00	0,04 0,00
3,5	0,35 0,00	0,22 0,00	0,12 0,00	0,05 0,00	0,20 0,00	0,12 0,00	0,04 0,00	0,009 0,00
4,0	0,23 0,00	0,12 0,00	0,07 0,00	0,01 0,00	0,15 0,00	0,08 0,00	0,035 0,00	0,007 0,00
5,0	0,20 0,00	0,09 0,00	0,03 0,00	0,007 0,00	0,08 0,00	0,03 0,00	0,02 0,00	0,003 0,00
6,0	0,17 0,00	0,07 0,00	0,01 0,00	0,003 0,00	0,05 0,00	0,01 0,00	0,003 0,00	0,005 0,00
7,0	0,11 0,00	0,03 0,00	0,007 0,00	0,001 0,00	0,03 0,00	0,005 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Продолжение

Число образцов	$n = 5$				$n = 6$			
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,0	0,76 0,24	0,69 0,28	0,64 0,36	0,59 0,41	0,74 0,25	0,69 0,29	0,63 0,37	0,58 0,42
0,1	0,73 0,19	0,65 0,25	0,60 0,32	0,55 0,37	0,71 0,20	0,64 0,26	0,59 0,33	0,54 0,38
0,2	0,71 0,16	0,63 0,21	0,57 0,27	0,52 0,33	0,70 0,17	0,62 0,21	0,56 0,28	0,51 0,33
0,3	0,69 0,15	0,61 0,19	0,54 0,25	0,49 0,29	0,65 0,16	0,59 0,19	0,53 0,26	0,48 0,30
0,4	0,67 0,14	0,59 0,17	0,51 0,23	0,46 0,25	0,64 0,13	0,57 0,18	0,50 0,24	0,45 0,26
0,5	0,63 0,12	0,56 0,15	0,48 0,20	0,43 0,23	0,59 0,12	0,54 0,15	0,47 0,21	0,41 0,24
0,6	0,61 0,11	0,54 0,13	0,45 0,17	0,40 0,20	0,56 0,01	0,51 0,13	0,43 0,17	0,38 0,21
0,7	0,59 0,10	0,52 0,11	0,41 0,15	0,37 0,17	0,53 0,10	0,47 0,12	0,40 0,15	0,35 0,19
0,8	0,57 0,09	0,49 0,10	0,38 0,12	0,34 0,15	0,52 0,09	0,45 0,10	0,40 0,13	0,32 0,16
0,9	0,53 0,06	0,45 0,09	0,35 0,10	0,30 0,13	0,49 0,06	0,42 0,09	0,34 0,11	0,29 0,14

1,0	0,49 0,004	0,40 0,07	0,31 0,09	0,27 0,11	0,44 0,04	0,38 0,07	0,30 0,09	0,26 0,12
1,2	0,44 0,02	0,36 0,04	0,27 0,06	0,23 0,09	0,41 0,02	0,33 0,04	0,26 0,07	0,22 0,09
1,4	0,41 0,01	0,33 0,03	0,23 0,05	0,19 0,07	0,37 0,01	0,30 0,03	0,22 0,05	0,18 0,07
1,6	0,38 0,008	0,30 0,01	0,20 0,03	0,16 0,04	0,33 0,008	0,25 0,01	0,18 0,03	0,15 0,04
1,8	0,35 0,003	0,27 0,008	0,18 0,01	0,13 0,02	0,29 0,004	0,22 0,08	0,15 0,015	0,11 0,03
2,0	0,30 0,00	0,24 0,00	0,16 0,00	0,11 0,00	0,25 0,001	0,19 0,004	0,12 0,001	0,10 0,015
2,2	0,26 0,00	0,20 0,00	0,13 0,00	0,09 0,00	0,22 0,00	0,16 0,001	0,10 0,006	0,07 0,01
2,4	0,23 0,00	0,17 0,00	0,10 0,00	0,07 0,00	0,19 0,00	0,14 0,00	0,07 0,00	0,05 0,00
2,6	0,20 0,00	0,14 0,00	0,09 0,00	0,05 0,00	0,16 0,00	0,11 0,00	0,06 0,00	0,04 0,00
2,8	0,18 0,00	0,12 0,00	0,07 0,00	0,03 0,00	0,14 0,00	0,09 0,00	0,05 0,00	0,03 0,00
3,0	0,16 0,00	0,10 0,00	0,05 0,00	0,02 0,00	0,12 0,00	0,08 0,00	0,04 0,00	0,02 0,00
3,5	0,12 0,00	0,07 0,00	0,03 0,00	0,009 0,00	0,08 0,00	0,04 0,00	0,01 0,00	0,007 0,00
4,0	0,07 0,00	0,04 0,00	0,02 0,00	0,005 0,00	0,05 0,00	0,02 0,00	0,008 0,00	0,002 0,00
5,0	0,04 0,00	0,01 0,00	0,003 0,00	0,00 0,00	0,01 0,00	0,005 0,00	0,001 0,00	0,00 0,00
6,0	0,02 0,00	0,004 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,004 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00
7,0	0,005 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,001 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00

Продолжение

Число образцов	$n = 7$				$n = 8$			
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,0	0,72 0,26	0,67 0,30	0,61 0,38	0,57 0,42	0,7200 0,2700	0,6600 0,3300	0,6100 0,3800	0,5700 0,4300
0,1	0,70 0,21	0,64 0,26	0,58 0,34	0,53 0,38	0,6989 0,2400	0,6405 0,3000	0,5789 0,3400	0,5398 0,3800
0,2	0,67 0,19	0,61 0,22	0,55 0,22	0,50 0,34	0,6500 0,2165	0,6101 0,2700	0,5412 0,3095	0,5000 0,3400
0,3	0,63 0,17	0,58 0,20	0,52 0,26	0,47 0,30	0,6100 0,1807	0,5698 0,2398	0,5107 0,2600	0,4685 0,3100
0,4	0,60 0,15	0,55 0,18	0,49 0,24	0,44 0,26	0,5900 0,1509	0,5307 0,2015	0,4805 0,2395	0,4400 0,2900
0,5	0,57 0,13	0,52 0,16	0,46 0,21	0,40 0,25	0,5601 0,1300	0,500 0,1805	0,4585 0,2098	0,3900 0,2607
0,6	0,54 0,12	0,49 0,13	0,42 0,18	0,37 0,23	0,5191 0,1198	0,4792 0,1502	0,4195 0,1808	0,3400 0,2300
0,7	0,51 0,10	0,45 0,13	0,39 0,16	0,34 0,20	0,4891 0,1099	0,4478 0,1375	0,3805 0,1601	0,3100 0,2000
0,8	0,49 0,09	0,42 0,10	0,36 0,13	0,30 0,18	0,4695 0,0910	0,4100 0,1095	0,3501 0,1495	0,2795 0,1705
0,9	0,46 0,06	0,40 0,09	0,35 0,11	0,28 0,15	0,4586 0,0801	0,3905 0,0985	0,3301 0,1200	0,2500 0,1500
1,0	0,41 0,05	0,36 0,07	0,30 0,09	0,25 0,12	0,4105 0,0601	0,3605 0,0725	0,3092 0,1025	0,2307 0,1201

1,2	0,38	0,31	0,25	0,21	0,3605	0,3009	0,2506	0,1835
	0,02	0,04	0,07	0,09	0,0395	0,0446	0,0665	0,0821
1,4	0,34	0,27	0,21	0,17	0,3012	0,2500	0,2100	0,1500
	0,01	0,03	0,05	0,07	0,0176	0,0275	0,0435	0,0665
1,6	0,30	0,23	0,17	0,14	0,2698	0,2110	0,1587	0,1198
	0,004	0,01	0,03	0,04	0,0082	0,0123	0,0271	0,0447
1,8	0,26	0,19	0,13	0,10	0,2215	0,1765	0,1234	0,0910
	0,004	0,008	0,02	0,03	0,0046	0,0078	0,0108	0,0201
2,0	0,22	0,15	0,11	0,08	0,1815	0,1357	0,0976	0,0689
	0,001	0,004	0,01	0,02	0,0021	0,0046	0,0098	0,0178
2,2	0,18	0,13	0,08	0,05	0,1694	0,1206	0,0805	0,0489
	0,00	0,001	0,006	0,01	0,0007	0,0021	0,0047	0,0089
2,4	0,15	0,12	0,06	0,04	0,1490	0,1005	0,0504	0,0351
	0,00	0,00	0,005	0,008	0,00	0,0001	0,0019	0,0039
2,6	0,12	0,08	0,04	0,03	0,1189	0,0798	0,0351	0,0249
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0008	0,0021
2,8	0,07	0,05	0,03	0,02	0,0998	0,0593	0,0289	0,0179
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,0	0,04	0,02	0,02	0,01	0,0812	0,0397	0,0191	0,0095
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3,5	0,02	0,01	0,009	0,005	0,0396	0,0387	0,0078	0,0047
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4,0	0,002	0,007	0,005	0,001	0,0198	0,0089	0,0019	0,008
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5,0	0,007	0,004	0,0008	0,00	0,0049	0,0009	0,0002	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6,0	0,001	0,00	0,00	0,00	0,0015	0,0002	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0012	0,0001	0,00	0,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Продолжение

Число образцов	$n = 9$				$n = 10$			
	1	2	3	4	5	6	7	8
0,0	0,7100	0,6590	0,6100	0,5650	0,7000	0,6500	0,6000	0,5600
	0,2850	0,3400	0,3900	0,4400	0,3100	0,3400	0,4000	0,4500
0,1	0,6780	0,6290	0,5600	0,5200	0,6500	0,6100	0,5700	0,5400
	0,2500	0,3000	0,3600	0,3900	0,2700	0,3000	0,3800	0,3900
0,2	0,6200	0,5900	0,5300	0,5000	0,6100	0,5795	0,5300	0,5000
	0,2200	0,2700	0,3100	0,3400	0,2300	0,2500	0,3200	0,3500
0,3	0,6000	0,5500	0,5000	0,4557	0,5900	0,5400	0,4900	0,4500
	0,1820	0,2389	0,2650	0,3150	0,1897	0,2389	0,2700	0,3200
0,4	0,5800	0,5250	0,4700	0,4300	0,5600	0,5200	0,4600	0,4200
	0,1525	0,2100	0,2398	0,2900	0,1600	0,2200	0,2400	0,2900
0,5	0,5500	0,5000	0,4400	0,3850	0,5325	0,4900	0,4300	0,3800
	0,1350	0,1850	0,2100	0,2620	0,1400	0,1900	0,2200	0,2650
0,6	0,5000	0,4600	0,4150	0,3450	0,5000	0,4600	0,4100	0,3500
	0,1200	0,1520	0,1890	0,2300	0,1200	0,1700	0,1900	0,2300
0,7	0,4750	0,4300	0,3800	0,3100	0,4700	0,4300	0,3800	0,3100
	0,1000	0,1400	0,1600	0,2150	0,1000	0,1600	0,1700	0,2100
0,8	0,4500	0,4000	0,3450	0,2800	0,4485	0,3900	0,3400	0,2800
	0,0900	0,1100	0,1500	0,1800	0,0900	0,1300	0,1500	0,1800
0,9	0,4300	0,3800	0,3200	0,2500	0,4100	0,3665	0,3000	0,2500
	0,0800	0,0100	0,1200	0,1500	0,0800	0,1000	0,1200	0,1500
1,0	0,4000	0,3400	0,2800	0,2300	0,3698	0,3185	0,2589	0,2300
	0,0600	0,0810	0,1200	0,1200	0,0600	0,0812	0,1100	0,1200
1,2	0,3300	0,2800	0,2200	0,1850	0,3000	0,2631	0,2098	0,1879
	0,0365	0,0500	0,0700	0,0850	0,0361	0,0546	0,0700	0,0895

1,4	0,2800	0,2300	0,1800	0,1500	0,2617	0,2100	0,1675	0,1500
	0,0185	0,0270	0,0450	0,0670	0,0189	0,0277	0,0498	0,0595
1,6	0,2400	0,2000	0,1400	0,1150	0,2400	0,1800	0,1300	0,1100
	0,0100	0,0160	0,0275	0,0450	0,0110	0,0180	0,0251	0,0485
1,8	0,2100	0,1600	0,1200	0,0850	0,2000	0,1500	0,1100	0,0815
	0,0048	0,0080	0,0150	0,0220	0,0055	0,0101	0,0175	0,0235
2,0	0,1700	0,1200	0,0920	0,0670	0,1500	0,1162	0,0910	0,0661
	0,0022	0,0046	0,0100	0,0176	0,0022	0,0049	0,0108	0,0175
2,2	0,1500	0,1100	0,0700	0,2400	0,1345	0,1000	0,0687	0,0385
	0,0010	0,0021	0,0048	0,0100	0,0012	0,0021	0,0048	0,0101
2,4	0,1200	0,0900	0,0450	0,0300	0,1175	0,0751	0,0446	0,0295
	0,0004	0,0008	0,0020	0,0050	0,0004	0,0009	0,0021	0,0063
2,6	0,1000	0,0600	0,0300	0,0180	0,090	0,0542	0,0325	0,0137
	0,0	0,0002	0,0009	0,0040	0,0002	0,0004	0,0013	0,0051
2,8	0,0800	0,0550	0,0260	0,0150	0,0635	0,0413	0,022	0,0150
	0,0	0,000	0,0002	0,0010	0,0	0,0002	0,0006	0,0015
3,0	0,0650	0,0300	0,0180	0,0081	0,0510	0,0318	0,0165	0,0072
	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3,5	0,0306	0,0150	0,0058	0,0040	0,0256	0,0138	0,0068	0,0038
	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,0	0,0159	0,0063	0,0031	0,0007	0,0136	0,0045	0,00179	0,0007
	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5,0	0,0044	0,0007	0,0001	0,0	0,0039	0,0006	0,0001	0,0
	0,0	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6,0	0,0009	0,0	0,0	0,0	0,0004	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7,0	0,0007	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Приложение 4

Коэффициент "K_T" для толерантных границ при нормальном распределении

Число отказов n_k	Значение K_T		
	$\gamma = 0,75$ $P = 0,75$	$\gamma = 0,75$ $P = 0,9$	$\gamma = 0,9$ $P = 0,9$
3	1,464	2,501	4,258
4	1,256	2,134	3,187
5	1,152	1,961	2,742
6	1,087	1,860	2,494
7	1,043	1,791	2,333
8	1,010	1,740	2,219
9	0,984	1,702	2,133
10	0,964	1,671	2,065
11	0,947	1,646	2,012
12	0,933	1,624	1,966
13	0,919	1,606	1,928
14	0,909	1,591	1,895
15	0,899	1,577	1,866
16	0,891	1,566	1,842
17	0,883	1,554	1,820
18	0,876	1,544	1,800
19	0,870	1,536	1,781
20	0,865	1,528	1,765