

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ИНТЕРВАЛОВ МЕЖДУ ДВУМЯ ОДНОТИПНЫМИ ВИДАМИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

А.А. Каревик, Н.А. Марченко  
(представил д.т.н., проф. В.А. Краснобаев)

Изложены подходы по формированию требований к периодичности проведения однотипных видов технического обслуживания средств измерительной техники специального назначения при различных режимах ее эксплуатации.

Решение задач поддержания готовности техники и эффективного применения средств контроля ее параметров средствами измерительной техники специального назначения (СИТСН) в условиях снижения затрат на ее обслуживание предъявляет повышенные требования к совершенствованию системы метрологического обеспечения (МЛО) средств измерения и контроля основных параметров.

СИТСН являются технической основой МЛО и во многом определяют готовность техники. Поэтому поддержание СИТСН в состоянии постоянной готовности к применению и способности контролировать параметры техники с заданной точностью является важной научно-технической задачей. Необходимая точность контроля параметров техники, достоверность полученных результатов о состоянии параметров обеспечиваются за счет своевременного и эффективного метрологического обслуживания СИТСН.

Для своевременного МЛО СИТСН с целью обеспечения достоверности контроля их параметров в условиях ограниченной базы эталонов и недостаточного финансирования этих мероприятий, актуальной является проблема поиска альтернативных путей и методов обеспечения единства и требуемой точности измерений. Одним из таких путей является назначение межповерочных интервалов с учетом технического состояния конкретных образцов СИТСН. В этом случае возникает необходимость разработки методик назначения индивидуальных МПИ с учетом влияния времени между проведением технического обслуживания и стабильности основных параметров СИТ.

Необходимо отметить, что продолжительность времени между проведением двух последовательных однотипных технических обслуживаний (ТО) является доминирующим фактором при определении интервала времени между двумя поверками СИТСН. При этом проведение ТО

направлено на поддержание исправными СИТСН и на проверку соответствия параметров ТУ на их производство. Длительность временного интервала между двумя однотипными ТО (далее **Тто**) выбирается исходя из анализа варианта возможной потери работоспособности СИТСН хотя бы по одному из нормируемых параметров. Определение ТО, как необходимого действия, проводимого на СИТСН, дано в [1] и в полной мере отражает смысл и предназначение необходимых организационных и технических мероприятий.

Связь между МПИ и **Тто** - сложный взаимосвязанный процесс при эксплуатации СИТ. Исследование их взаимовлияния и взаимозависимости в настоящее время является актуальным техническим и экономическим вопросом. При решении вопроса о продлении МПИ для эталонных СИТ необходимо подходить индивидуально к каждому образцу измерительного средства, а при определении МПИ рабочих СИТ - к анализу характеристик определенной партии одного вида техники СИ.

В настоящее время утвержденной методики для назначения времени между проведением двух однотипных ТО не существует. Это вызвано тем, что определение периодичности временных интервалов ТО РЭА и СИТ было прерогативой их производителей и корректировке не подвергалось. Ряд обстоятельств [1] потребовал от персонала осуществляющего эксплуатацию СИТ внести коррективы в мероприятия по определению и корректировке периодичности ТО, учитывая специфику подхода к их проведению в каждом ведомстве.

Предлагаемая ниже методика распространяется на СИТСН, находящиеся в эксплуатации и для которых имеются данные, позволяющие проводить расчеты длительности временных интервалов между двумя однотипными видами технического обслуживания (ТО). Методика позволяет проводить расчеты длительности временных интервалов проведения ТО СИТСН по результатам анализа его основных параметров, приведенных в общем положении.

Определение срока проведения очередного ТО оценивается по результатам изменения основных технических параметров СИТСН, при которых они достигают своего предельно допустимого значения. При организации и проведении ТО СИТСН необходимо также учитывать способ их применения.

Для определения и корректировки длительности временных интервалов между двумя однотипными видами ТО необходимо иметь данные о изменении характеристик и параметров СИТСН: наработка на отказ **Т<sub>0</sub>**; время восстановления **Т<sub>В</sub>**; время простоя **Т<sub>ПО</sub>**; число ремонтов за время эксплуатации между двумя ТО - **N**; время проведения ремонта при единичном отказе **t<sub>ед</sub>**, время проведения профилактического обслуживания **Т<sub>ПРО</sub>**.

Определение периодичности проведения ТО СИТСН предусматривает возможные варианты их работы в следующих режимах.

**1. Определение периодичности технического обслуживания СИТСН в режиме непрерывного действия.** Выражение для определения периодичности ТО СИТСН [1] в режиме непрерывного действия имеет вид

$$\tau_{\text{ТО}} = \frac{T_{\text{ТО}} - [1 - \exp(-\lambda_{\text{нд}}\tau_{\text{нд}})]/\lambda_{\text{нд}}}{K_{\text{ВП}} - \lambda T_{\text{В}} - 1}, \quad (1)$$

где  $T_{\text{ТО}}$  – средняя продолжительность одного технического обслуживания;

$\lambda$  – интенсивность отказов аппаратуры;

$T_{\text{В}}$  – среднее время устранения одной неисправности;

$\lambda_{\text{ПО}}$  – интенсивность постепенных отказов;

$\tau_{\text{ПО}}$  – периодичность времени между постепенными отказами

$K_{\text{ВП}}$  – коэффициент вынужденного простоя.

При условии, что  $\lambda_{\text{ПО}}\tau_{\text{ТО}} \ll 1$ , выражения для оптимальной периодичности технического обслуживания имеет вид

$$\tau_{\text{ТО}} = \sqrt{2T_{\text{ТО}}/\lambda_{\text{ПО}}} = \sqrt{2T_{\text{ТО}}T_{\text{ПО}}}. \quad (2)$$

**2. Определение периодичности ТО СИТСН в режиме разового действия.** Значения периодичности технического обслуживания  $\tau_{\text{ТОМАКС}}$  в режиме разового действия определяется, как

$$\tau_{\text{ТОМАКС}} = \frac{T_{\text{р}} - (T_0 \ln P_{\text{ДОП}} + T_{\text{р}})}{K_{\text{хр}}}, \quad (3)$$

где  $T_0 = 1/\lambda$  – наработка СИТСН на отказ;

(4)

$T_{\text{р}}$  – время работы аппаратуры под током в стационарных условиях при подготовке ее к использованию и при техническом обслуживании;

$K_{\text{хр}}$  – коэффициент пересчета времени хранения аппаратуры  $T_{\text{х}}$  ко времени  $T_{\text{р}}$ ;

$P_{\text{ДОП}}$  – вероятность безотказной работы за некоторое календарное время, нормированное для СИТ. Таким образом, для ИЭВН  $P_{\text{ДОП}} = 0,99 - 0,9$ ; для ЭтВН  $P_{\text{ДОП}} = 0,9 - 0,8$ ; для СИТСН  $P_{\text{ДОП}} = 0,8 - 0,6$ .

Выражение для  $\tau_{\text{ТОМАКС}}$  справедливо при следующих предполо-

жениях: потоки отказов в аппаратуре при хранении и работе под током являются простейшими; все отказы в аппаратуре устраняются только при выполнении технического обслуживания, которое позволяет определить максимальный период проведения технического обслуживания также аппаратуры, находящейся на хранении, для этого необходимо в него подставить значение  $T_p$ .

При минимальном времени простоя аппаратуры  $K_{ТОМАКС}$  и выполнении условий  $\lambda_{xp} T_p \ll 1$  оптимальная периодичность ТО  $\tau_{ТООПТ}$  равна

$$\tau_{ТООПТ} = \sqrt{\frac{2T_{ТО}[1 + T_B \cdot (\lambda_p - \lambda_{xp})]}{\lambda_{xp}}}, \quad (5)$$

где  $T_{ТО}$  – среднее время устранения одной неисправности;

$T_{ТО}$  – средняя продолжительность технического обслуживания;

$\lambda_p$  – интенсивность отказов СИТСН в рабочем режиме;

$\lambda_{xp}$  – интенсивность отказов СИТСН, находящихся на хранении.

При выполнении условия  $\lambda_p T_B \ll 1$  (5) упрощается и принимает вид, напоминающий формулу для  $\tau_{ТО}$  аппаратуры непрерывного действия

$$\tau_{ТООПТ} = \sqrt{2T_{ТО}T_{xp}}, \quad (6)$$

где  $T_{ТО}$  – средняя продолжительность технического обслуживания;

$T_{xp} = 1/\lambda_{xp}$  – среднее время безотказного хранения.

**3. Определение периодичности ТО СИТСН, находящихся в дежурном режиме.** Периодичность технического обслуживания дежурной аппаратуры зависит от назначения и специфики ее использования. Необходимо различать четыре случая применения дежурной аппаратуры: часть аппаратуры в ожидании заявки на использование непрерывно включена и находится в рабочем состоянии; аппаратура большую часть времени включена и находится в рабочем состоянии, а в остальное время хранится; аппаратура небольшую часть времени включена и находится в рабочем состоянии, а в остальное время в рабочем, но выключенном состоянии; аппаратура часть времени работает в облегченном режиме, а при поступлении заявки на использование начинает работать в номинальном режиме.

В первых двух случаях часть или вся аппаратура может быть приравнена к непрерывно работающим СИТСН. Временем хранения в этом случае можно пренебречь и периодичность технического обслуживания определится выражением

$$\tau_{ТО} = \sqrt{2T_{ТО}T_{ПО}}, \quad (7)$$

где  $T_{ТО}$  – средняя продолжительность технического обслуживания;

$T_{ПО}$  – средняя продолжительность простоя оборудования.

В третьем случае аппаратура может быть приравнена к аппаратуре разового действия. Максимальную и оптимальную периодичность технического обслуживания при этом необходимо вычислять по формулам:

$$\tau_{ТО\max} = \frac{T_P - (T_0 \ln P_{\text{доп}} + T_P)}{K_{\text{хр}}}; \quad (8)$$

$$\tau_{ТО\text{опт}}^2 = \frac{2T_P [1 + T_B (\lambda_P - \lambda_{\text{хр}})]}{\lambda_{\text{хр}}}, \quad (9)$$

где  $T_0 = 1/\lambda$  – наработка СИТСН на отказ;  $T_P$  – время работы СИТСН под током в стационарных условиях;  $K_{\text{хр}}$  – коэффициент пересчета времени хранения СИТСН  $T_{\text{хр}}$  ко времени  $T_P$ .

В четвертом случае периодичность технического обслуживания определяется из выражений:

$$\tau_{ТО\max} = \frac{T_P - (T_0 \ln P_{\text{доп}} + T_P)}{K_{\text{оп}}}; \quad (10)$$

$$\tau_{ТО\text{опт}}^2 = \frac{2T_P [1 + T_B (\lambda_P - \lambda_{\text{оп}})]}{\lambda_{\text{оп}}}, \quad (11)$$

где  $\lambda_{\text{оп}}$  – интенсивность отказов СИТСН, находящихся в работе при облегченном режиме;  $K_{\text{оп}}$  – коэффициент пересчета времени хранения СИТСН  $T_{\text{хр}}$  ко времени работы в облегченном режиме.

Значение длительности временных интервалов между двумя однотипными видами ТО, полученные по приведенной методике, позволят провести корректировку ранее установленных заводом-изготовителем временных интервалов проведения ТО.

По данным, полученным при эксплуатации СИТСН, интервалы времени, определяющие периодичность проведения ТО, могут быть изменены ведомствами, в ведении которых находятся СИТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов И.Б., Зюбан А.Н., Краснобаев В.А. Основы эксплуатации радиоэлектронной аппаратуры. – МО СССР, 1991. – 220 с.

*Поступила в редколлегию 15.01.2001*