

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПЕРИОДИЧНОСТИ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

д.т.н. А.М. Крюков, А.М. (доктор технических наук, доцент), С.А. Тышко, С.А.

В статье предложена методика определения периодичности контроля параметров сложных технических систем и комплексов с учётом особенностей возможных режимов и условий их эксплуатации — сложных технических систем.

При эксплуатации сложных технических систем (СТС) возникает задача определения их технического состояния, реализуемая, как правило, посредством. Определение технического состояния СТС в зависимости от назначения средств измерительного контроля, условий их эксплуатации и принципов построения может проводиться путем проведения периодического контроля числовых значений некоторой совокупности параметров технического состояния. При этом

Одним из ответственных этапов при организации проведения периодического контроля технического состояния является назначение интервалов (периодичности) контроля параметров.

Известные существующие в настоящее время методики определения назначения периодичности контроля параметров представлены в [1, 2] практически.

К основным недостаткам существующих методик можно отнести то, что данные методики практически не учитывают влияние эксплуатационных факторов на интервал контроля параметров реальных СТС. Использование методов статистической обработки результатов контроля некорректного функционирования СТС, ориентированных на однородные выборки, приводит к необходимости формирования групп СТС, режимы и условия эксплуатации, которых одинаковы. Точность оценки интервала контроля параметров СТС при этом вследствие этого снижается вследствие уменьшения объёмов статистической информации.

При выборе интервала контроля параметров СТС необходимо учитывать тот факт, что системы СТС в процессе эксплуатации могут находиться в следующих режимах (с учётом характеристик надёжности):

— режим применения СТС по назначению — (интенсив-

ность отказов при эксплуатации λ_0);

-- режим транспортирования -- (интенсивность отказов при ~~тран-~~
~~портировании~~ ~~транспор-~~ ~~тировании~~ λ_T);

-- режим кратковременного хранения -- (интенсивность отказов при
хранении λ_X).

Если предположить, что вероятность безотказной работы, подчинена
экспоненциальному закону распределения с интенсивностью отказов λ_p ;
при всех режимах эксплуатации СТС, ~~тогда-то~~ интервал контроля t_p пара-
метров для каждого режима эксплуатации ~~определяется~~ выражением:

$$t_p = -\ln P_{\text{доп}} / \lambda_p \quad (1)$$

где: $P_{\text{доп}}$ -- допустимое значение уровня метрологической надежности.

~~В случае если-Исходя из того, что СТС между моментами находится~~
~~за период интервала~~ ~~контроля~~ ~~находится~~ в различных режимах, предпо-
ложим, что интервал контроля ~~определен-определён~~ для режима ~~при-~~
~~менения-применения~~ СТС по назначению, согласно ~~выражения~~ (1),
~~тогда~~ значение интервала контроля параметров t' ~~определяется~~ выра-
жением:

$$t' = P_1 t_0 + P_2 k_m t_0 + P_3 k_x t_0 \quad (2)$$

где:

k_x, k_T -- коэффициент влияния режима кратковременного хра-
нения и транспортирования на период контроля параметров соответ-
ственно;

P_1, P_2, P_3 -- вероятность нахождения СТС в режиме
применения по назначению, транспортирования, хранения в период
между проведением контроля соответственно.

Коэффициенты влияния каждого из режимов эксплуатации; ~~воз-~~
можно определить, пользуясь ~~гипотезой предположением-о виде закона~~
~~законе~~ распределения ~~безотказной работы в каждом из режиме эксплуа-~~
~~тации~~ ~~них~~ ~~и~~ ~~условием~~ ~~требования~~ ~~равенства~~ ~~допустимой~~ ~~вероятности~~
~~безотказной работы~~ ~~равенства~~ ~~чему~~ ~~???~~, ~~тогда~~ ~~можно~~ ~~записать~~ ~~Зани-~~
~~шем~~ ~~выражение:~~ ~~для~~ ~~чего~~ ~~???~~ ~~и~~ ~~условием~~ ~~требования-~~ ~~равенства~~ ~~допусти-~~
~~мой~~ ~~допустимых~~ ~~вероятности~~ ~~вероятностей~~ ~~безотказной~~ ~~работы~~ ~~для~~ ~~каж-~~
~~дого~~ ~~из~~ ~~режима~~ ~~ов~~. ~~Равенство~~ ~~для~~ ~~определения~~ ~~Так,~~ ~~коэффициенты~~ ~~вли-~~
~~яния~~ ~~для~~ ~~режима~~ ~~транспортирования~~ ~~определяется~~ ~~из~~ ~~условия~~ ~~будет~~
~~иметь~~ ~~вид:~~

$$\exp(-\lambda_0 t_0) = \exp(-\lambda_T t_m) \quad (3)$$

~~Прологарифмировав~~ правую и левую часть выражения (3), ~~видно:~~

что коэффициент влияния режима транспортирования определяем так:

$$k_m = \frac{\lambda_0}{\lambda_T} \quad (4)$$

Проведя аналогичные рассуждения, вычислить коэффициент влияния режима хранения.

Для определения вероятностей нахождения СТС в каждом из режимов эксплуатации может быть использован разрывный марковский процесс с конечным числом состояний. При анализе разрывных марковских процессов с конечным числом состояний удобно использовать аппарат сигнальных графов. Процесс эксплуатации можно представить как случайное блуждание точки по графу с мгновенными скачками из состояния в состояние под воздействием пуассоновского потока, характеризующегося интенсивностью скачков λ_{ij} . Марковская модель ее эксплуатации СТС. Размеченный граф нахождения СТС в каждом из режимах эксплуатации - представлен на рисунке 1, где (номерить рис. сразу после ссылки) и на рис. 1 состояние.

СТС в процессе эксплуатации может находиться в одном из режимов эксплуатации:

S1 - соответствует состоянию применения СТС по назначению;

S2 - состояние транспортирования/транспортированию СТС;

S3 - состояние нахождения/нахождению СТС в режиме хранения.

Для размеченного графа, который представлен на рис. 1, может быть записана система дифференциальных уравнений Колмогорова, которая будет иметь вид:

$$\begin{aligned} -P_1(\lambda_{12} + \lambda_{13}) + P_2\lambda_{21} + P_3\lambda_{31} &= dP_1(t)/dt \\ -P_2(\lambda_{21} + \lambda_{23}) + P_1\lambda_{12} + P_3\lambda_{32} &= dP_2(t)/dt \\ -P_3(\lambda_{31} + \lambda_{32}) + P_1\lambda_{13} + P_2\lambda_{23} &= dP_3(t)/dt \end{aligned} \quad (5)$$

где: λ_{ij} - интенсивность перехода из состояния i в состояние j .

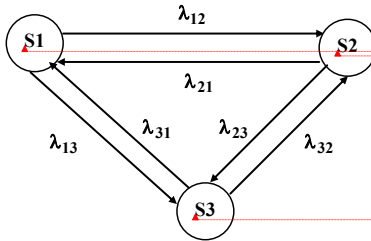
Для установившегося режима найдем предельные вероятности состояний, приравняв левые части уравнений к нулю. Получим систему линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} -P_1(\lambda_{12} + \lambda_{13}) + P_2\lambda_{21} + P_3\lambda_{31} &= 0 \\ -P_2(\lambda_{21} + \lambda_{23}) + P_1\lambda_{12} + P_3\lambda_{32} &= 0 \\ -P_3(\lambda_{31} + \lambda_{32}) + P_1\lambda_{13} + P_2\lambda_{23} &= 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Отформатировано

Выше—указанную систему уравнений дополним нормировочным условием, которое используется для проверки правильности правильности решения системы уравнений в виде в виде

$$P_1 + P_2 + P_3 = 1 \quad (7)$$



Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

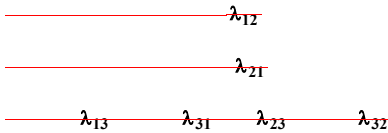


Рис. унож 1. Размеченный граф режимов эксплуатации СТС.

В системе алгебраических линейных уравнений интенсивности переходов из одного состояния в другое Исходя из определения интенсивности, приведенного в [4], интенсивности переходов определяются следующими соотношениями: на основе анализа процесса эксплуатации СТС, принимают следующие значения: Откуда это?

$$\lambda_{12} = p_{12} \tau_1^{-1}; \quad \lambda_{13} = p_{13} \tau_3^{-1}; \quad \lambda_{21} = p_{21} \tau_2^{-1};$$

$$\lambda_{23} = p_{23} \tau_2^{-1}; \quad \lambda_{31} = p_{31} \tau_3^{-1}; \quad \lambda_{32} = p_{32} \tau_3^{-1}.$$

Указанные времена Временные интервалы τ_1 (время использования СТС по назначению), τ_2 (время транспортирования до места применения СТС по назначению и обратно), τ_3 (время нахождения СТС на хранении); $\tau_{12}, \tau_{31}, \tau_{32}$ (перечислить) можно определить пределяются, на основании е используя использованием для этой цели планов применения и техническую технической документацию документации на СТС и соответственно равны:

$\tau_1 = \tau_{23}$ — время транспортирования до места применения СТС по назначению и обратно;

τ_2 — время нахождения СТС на хранении. При этом вероятности переходов из состояния i в состояние j P_{ij} соответственно равны:

$$\begin{aligned} P_{12} &= \frac{n_{пт}}{N_n} ; P_{13} = \frac{n_{пх}}{N_n} ; \\ P_{21} &= \frac{n_{тп}}{N_t} ; P_{23} = \frac{n_{тх}}{N_t} ; \\ P_{31} &= \frac{n_{хп}}{N_x} ; P_{32} = \frac{n_{хт}}{N_x} ; \end{aligned} \quad (8)$$

где: $n_{пт}$ — предполагаемое число передислокаций СТС после применения ее по назначению;

$n_{пх}$ — предполагаемое число переводов СТС на хранение после применения ее по назначению;

$n_{тп}$ — предполагаемое число применения СТС по назначению после ее транспортирования;

$n_{тх}$ — предполагаемое число перевода СТС в режим хранения после ее транспортирования;

$n_{хп}$ — предполагаемое число перевода СТС в режим транспортирования после ее режима хранения;

$n_{хт}$ — предполагаемое число перевода СТС в режим применения по назначению после ее режима хранения;

N_x — общее число снятия СТС с режима хранения;

N_t — общее число транспортирования СТС в предполагаемом интервале контроля;

N_n — общее число перевода СТС в режим применения по назначению в предполагаемом интервале контроля;

Решение системы уравнений (6) относительно $\tau_{13} = \tau_{12}$ – время ипользования СТС по назначению.

Решение системы уравнений (6) относительно P_1, P_2, P_3 и дает искомые необходимые значения вероятности для определения интервала контроля параметров. А к чему нормировочное условие???

По результатам проведения многократного контроля параметров можно установить устанавливается – функциональную функциональная зависимость их значений от изменения параметров от времени, то – есть определяется аппроксимирующая функция – вида

$$x_i = a_{i0} + a_{i1}t + a_{i2}t^2 + \dots + a_{ik}t^k, \quad (98)$$

где $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}$ – неизвестные коэффициенты;

– $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ – Определение функциональной зависимости включает в себя указание вида функции, определение значения ее параметров (коэффициентов, показателей степеней).

В общем случае расчет параметров аппроксимирующей функции состоит в решении системы нелинейных уравнений.

По известным значениям i -го контролируемого параметра:

– $t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ik}$ – $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik}$ и интервалами интервалы времени контроля $t_{i1}, t_{i2}, \dots, t_{ik}$ (для k – контролей) – возможно записать аппроксимирующей функцией вида:

$$x_i = a_{i0} + a_{i1}t + a_{i2}t^2 + \dots + a_{ik}t^k \quad (8)$$

Тогда расчет неизвестных коэффициентов $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}$ коэффициентов $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}$ по известным значениям i -го контролируемого параметра в интервале времени контроля сводится к решению системы линейных уравнений, линейных относительно неизвестных коэффициентов $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}$.

Как известно [3], что для аппроксимации достаточно использовать кривые второго порядка.

При количестве числе контроля контролей параметра параметра а большее, чем число коэффициентов в аппроксимирующей функции, число независимых уравнений системы избыточно. Из этих уравнений в различных комбинациях можно составить несколько систем уравнений, каждое из которых в отдельности дает свое решение. Это позволяет провести усреднение всех найденных кривых. Полученная усредненная кривая будет точнее описывать аппроксимирующую функцию и снизит влияние случайных погрешностей. Для усреднения аппроксимирующих функций – В таком случае для нахождения $a_{i0}, a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{ik}$ целесообразно возможно ипользовать ипользовать – метод наименьших квадратов.

При наличии не уредненной аппроксимирующей функции возможно определяется момент времени, когда произойдет выходение i-го контролируемого параметра до границы ноя допуска.

Отформатировано

Следует отметить, что Однако для дальнейшей корректировки интервала периода контроля параметров необходимо, чтобы относительно возможных режимов эксплуатации определенное таким образом будит справедлив, в случае если в в предполагаемый период режимы эксплуатации будет были полностью идентичны тем режимам, в течение при которых которых СТС эксплуатировалась до момента корректировки.

В случае, если в предполагаемый период контроля параметров прогнозируемые режимы эксплуатации будут отличаться от режимов до момента корректировки, возникает тогда встает задача определения интервала контроля параметров t_0 для нового интервала контроля параметров, исходя из предположения, что СТС будет эксплуатироваться в тех же режимах, что и до момента корректировки. Для этой цели используется выражение (2), t_0 определяется, как:

$$t_0 = \frac{t}{P_0 + P_m k_m + P_x k_x} \quad (109)$$

Вероятность нахождения СТС в каждом режиме эксплуатации, до момента корректировки определяется на основе статистических данных, с использованием выражений:

$$P_0 = \frac{t_0}{t_\Sigma}, \quad P_m = \frac{t_m}{t_\Sigma}, \quad P_x = \frac{t_x}{t_\Sigma} \quad (101) \text{ № в ний}$$

где: $t_\Sigma = t_0 + t_m + t_x$.

В дальнейшем определение предполагаемого интервала контроля параметров определяется осуществляется с использованием выражений выражений (2), (78) и системы уравнений (67). 7 это не система у ний

Отформатировано

Отформатировано

Формат: Список

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

ЛИТЕРАТУРА:

1. Богданов Г.П., Кузнецов В.А. Метрологическое обеспечение и эксплуатация измерительной техники. – М.: Радио и связь, 1990. – 240 с.
2. Типовые методики метрологической экспертизы образцов и комплексов ВВТ. – М.: Воениздат, 1986. – 72 с.
3. Беланов Б.Б. Контроль динамических систем. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 432 с.
- 3-4. Казаков В.А. Введение в теорию марковских процессов и некоторые

радиотехнические задачи. — М., Советское радио, 1973. — 232 с. ▲

4. ▲ Новицкий П.В., Зограф Н.А. Оценка погрешностей результатов измерений. — Д., Энергоатомиздат, 1991. — 30 с.
 5. Кудрицкий В.Д. Прогнозирование надежности радиоэлектронных устройств. — Киев: Техника, 1984. — 156 с.
 6. Гродницкий С.Р. Критерии оптимизации межповторочных интервалов средств измерений // Измерительная техника. — 1986. — №10. — С.54-55.
- ▲ Казанков В.А. Введение в теорию марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи. ▲ М., Советское радио, — 1973. — 232 с.

Поступила 25.7.06.7.2002

▲ In the article proposal methodic determine period control facts complicated technical systems and sets with registration specific regime and condition they exploitation.

Сведения об авторах

▲ КРЮКОВ Александр Михайлович, доктор технических наук, доцент, начальник кафедры №73-ХВУ. Окончил в 1986 году ХВВКНУ РВ. Область научных интересов — измерение геометрических величин.

▲ ТЫШКО Сергей Александрович, адъюнкт кафедры №73-ХВУ. Окончил в 1992 году ХВВКНУ РВ. Область научных интересов — измерение геометрических величин.

Отформатировано

Отформатировано

Формат: Список

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано

Отформатировано