

МЕТОДИКА ЗАДАНИЯ И КОРРЕКТИРОВКИ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПОВЕРКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

А.М. Крюков, С.А.Тышко
(Харьковский университет Воздушных Сил)

В статье проведен анализ существующих методов задания и корректировки периодичности поверки измерительных систем. Предложена методика определения и корректировки периодичности поверки информационного геодезического комплекса, которая учитывает особенности процесса эксплуатации системы и связана по времени с этапами эксплуатации объекта, на котором он размещается.

периодичности поверки, информационный геодезический комплекс, система метрологического обеспечения

Постановка проблемы. Периодичность поверки (ПП) информационного геодезического комплекса (ИГК) является одной из важнейших характеристик системы метрологического обеспечения (СМО), так как оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики ИГК и объекта, на котором он размещается [1]. Поэтому задание и корректировка ПП ИГК является одной из основных задач при синтезе его СМО.

Анализ литературы. Методики задания и корректировки ПП измерительных систем (ИС) предлагаются в [1 – 4]. Известные методики задания и корректировки ПП условно можно разделить на две группы: методики, основанные на достижении требуемого уровня вероятности безотказной работы ИС и методики, основанные на достижении максимального уровня коэффициента готовности ИС.

В известных методиках задания и корректировки ПП вводится предположение о нахождении ИС в интервале ПП в одном из двух состояний: применение по назначению и кратковременное хранение. Взаимосвязь между рассмотренными состояниями осуществляется с использованием коэффициента эксплуатации. Указанный коэффициент вводится директивно для каждой группы ИС.

Как следует из анализа модели эксплуатации ИГК [5], кроме состояний применения по назначению и кратковременного хранения средства измерительной техники (СИТ), ИГК в интервале ПП может находиться в состоянии транспортирования и в состоянии ожидания к повторному применению в развернутом положении. При этом однотипные

ИС установленные на однотипных объектах, имеют разные режимы эксплуатации в зависимости от назначения объекта.

Известные методики задания и корректировки ПП рассматривают ИГК, как самостоятельную ИС без взаимосвязи с объектом, на котором он размещается. Однако ИГК, как правило, является одной из подсистем объекта. При этом снижение уровня готовности ИГК приводит к снижению уровня готовности объекта в целом. Для обеспечения максимального значения эффективности использования объекта необходимо обеспечить взаимосвязь процесса эксплуатации СИТ ИГК и процесса эксплуатации объекта, на котором он установлен.

Из вышеизложенного видно, что к недостаткам известных методик, не позволяющим применить их для определения ПП СИТ ИГК относятся:

- отсутствие учета особенностей эксплуатации СИТ ИГК (одного типа, установленных на однотипных объектах),
- отсутствие учета взаимосвязи процесса эксплуатации объекта, на котором размещается ИГК, и его ПП.

Цель статьи. Предложить методику задания и корректировки ПП ИГК, которая учитывает особенности процесса эксплуатации ИГК и связана с этапами процесса эксплуатации объекта, на котором он размещен.

Основная часть. Определение оптимального ПП ИГК проводится с использованием подхода, приведенного в [1], который заключается в нахождении максимального значения коэффициента готовности (K_r) исследуемой системы.

Задачу определения оптимальной ПП сформулируем следующим образом: получить такую периодичность проведения поверки, которая обеспечит максимальное значение коэффициента готовности каждого из СИТ ИГК.

Для решения поставленной задачи необходимо определить функциональную зависимость между ПП и K_r СИТ. Для этого воспользуемся математической моделью эксплуатации СИТ ИГК [5] и определением K_r [6].

В процессе эксплуатации СИТ ИГК могут находиться в одном из следующих состояний [5]: S1 – ИГК находится на хранении в исправном состоянии; S2 – ИГК транспортируется в исправном состоянии; S3 – ИГК определяет геодезические данные, находясь в исправном состоянии; S4 – ИГК готовится к проведению измерений, находясь в исправном состоянии, проводится самоконтроль; S5 – ИГК подвергается периодической поверке в исправном состоянии; S6 – ИГК находится в состоянии восстановления; S7 – ИГК находится на хранении со скрытым отказом; S8 – ИГК транспортируется со скрытым отказом; S9 – ИГК готовится к

проведению измерений со скрытым отказом, проводится самоконтроль; S10 – ИГК подвергается периодической проверке, имеется скрытый отказ; S11 – ИГК со скрытым отказом определяет геодезические данные; S12 – проводится восстановление исправного СИТ (ложный ремонт); S13 – ИГК в режиме ожидания к повторному применению по назначению в исправном состоянии; S14 – ИГК в режиме ожидания к повторному применению по назначению со скрытым отказом.

С учетом [7] и математической модели эксплуатации ИГК, K_r определяется следующим образом:

$$K_r = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_{13}}{P_1 + P_2 + P_3 + P_{13} + P_7 + P_8 + P_{11} + P_{14}}, \quad (1)$$

где P_i – вероятность пребывания ИГК i -м в состоянии (определяются согласно метода, предложенного в [8]).

Задача нахождения оптимальной ПП является задачей поиска экстремума значения K_r . Данный класс задач решается с применением точных либо приближенных методов [9].

Проверка ИГК, согласно [10], проводится во время проведения технического обслуживания (ТО) объекта, на котором установлен ИГК. Для определения максимального значения K_r воспользуемся методом Фибоначчи. Данный метод на первой итерации требует вычисления двух значений функции, а на всех последующих – только одного ее значения. Значение интервала неопределенности при этом уменьшается от итерации к итерации.

Предлагается следующая методика определения ПП ИГК.

I этап. Формирование исходных данных, к которым относятся надежность и эксплуатационные характеристики СИТ, входящих в состав ИГК.

II этап. Определяется интервал поиска экстремума путем расчета максимального и минимального значения ПП с использованием соотношений: $t_{\max} = -\ln P_3 / (\omega_{xp} + \Omega_{xp})$; $t_{\min} = -\ln P_3 / (\omega_{np} + \Omega_{np})$, где ω_{xp} , ω_{np} – интенсивность возникновения явных отказов СИТ в режиме хранения либо применения по назначению соответственно; Ω_{xp} , Ω_{np} – интенсивность возникновения скрытых отказов СИТ в режиме хранения либо применения по назначению соответственно

III этап. Определяется константа различимости на основе анализа перечня ТО проводимых на объекте. При этом рассматриваются только те ТО, в течение которых возможно провести контроль СИТ. В качестве константы различимости ε выбирается продолжительность проведения

ТО объекта, а в качестве длины интервала неопределенности l выбирается периодичность проведения ТО объекта.

IV этап. Определяется число итераций вычислений согласно соотношения: $F_n = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{l}$.

V этап. Определяется интервал, в котором предположительно находится максимум K_r . Для этого вычисляем: $\lambda_1 = t_{\min} + \frac{F_{n-2}}{F_n}(t_{\max} - t_{\min})$;

$$\mu_1 = t_{\min} + \frac{F_{n-1}}{F_n}(t_{\max} - t_{\min}).$$

VI этап. Определяются значения $K_r(\lambda_1)$, $K_r(\mu_1)$ с использованием соотношения (1) и сравниваются между собой. По результатам сравнения может быть принято одно из следующих решений: если $K_r(\lambda_1) \geq K_r(\mu_1)$ – переход к этапу VII, если $K_r(\lambda_1) < K_r(\mu_1)$ – переход к этапу VIII.

VII этап. Определяется новый интервал поиска максимума значения K_r $[t_{\min r+1}, t_{\max r+1}]$. При этом $t_{\min r+1} = \lambda_r$, а $t_{\max r+1} = t_{\max r}$. Рассчитывается предположительный интервал нахождения максимума значения K_r как $\lambda_{r+1} = \mu_r$; $\mu_{r+1} = t_{\min r+1} + \frac{F_{n-r-1}}{F_{n-r+1}}(t_{\max r+1} - t_{\min r+1})$, если: $r = n - 2$, осуществляется переход к этапу X, в случае невыполнения равенства определяется значение $K_r(\mu_{r+1})$ и осуществляется переход к этапу IX.

VIII этап. Принимается новый интервал поиска максимума значения K_r $[t_{\min r+1}, t_{\max r+1}]$, при этом $t_{\min r+1} = t_{\min r}$, а $t_{\max r+1} = \mu_r$. Рассчитывается предположительный интервал нахождения максимума значения K_r , как $\lambda_{r+1} = t_{\min r+1} + \frac{F_{n-r-2}}{F_{n-r}}(t_{\max r+1} - t_{\min r+1})$, $\mu_{r+1} = \lambda_r$; если $r = n - 2$, осуществляется переход к этапу X, в случае невыполнения равенства – определяется значение $K_r(\lambda_{r+1})$ и осуществляется переход к этапу IX.

IX этап. Осуществляется замена r на $r = n + 1$ и осуществляется переход к этапу VI.

X этап. Определяется интервал, в котором находится максимум значения K_r : $\lambda_n = \lambda_{n+1}$ и $\mu_n = \lambda_n + \varepsilon$. Если выполняется неравенство $K_r(\lambda_n) > K_r(\mu_n)$, то периодичность поверки ИГК принимается равной $a_n = \lambda_n$. Если выполняется неравенство $K_r(\lambda_n) < K_r(\mu_n)$, то периодичность поверки ИГК принимается равной $b_n = \mu_n$.

XI этап. Определяется вид ТО объекта, в рамках которого проводится поверка ИГК. Определяются значения $K_r(\tau_i)$, $K_r(\tau_{i+1})$; если $K_r(\tau_i) \geq K_r(\tau_{i+1})$ – поверка проводится в ходе i -го ТО объекта, если $K_r(\tau_i) < K_r(\tau_{i+1})$ – поверка проводится в ходе $(i+1)$ -го ТО объекта.

Выводы. Предложенная методика позволяет задавать и корректировать ПП СИТ ИГК с учетом их индивидуальных особенностей эксплуатации и связывает по времени процесс эксплуатации ИГК и объекта, на котором он размещается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Флорин А.П., Яковлев М.Ю. Метод определения межповерочного интервала средств измерительной техники поверочных и ремонтных подразделений // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. – Х.: ХГТУРЭ. – 1999. – Вып. 110. – С. 22 – 26.
2. Ланецкий Б.Н. Основы теории надежности, эксплуатации и ремонта радиоэлектронной аппаратуры зенитных ракетных систем: Справочные материалы. – Х.: ХВУ, 1998. – 400 с.
3. Артемьев Б.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – Кн. II, 250 с.
4. РД 50 -565 –85. Методические указания. Техническая диагностика. Правила и критерии определения периодичности диагностирования технических систем. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 42 с.
5. Тышко С.А. Математическая модель эксплуатации системы подготовки геодезических данных // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ. – 2003. Вып. 4. – С. 176 – 180.
6. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1995. – 92 с.
7. Крецук В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 200 с.
8. Блаженков В.В. Введение в теорию полумарковских моделей эксплуатации сложных систем. – М.: МО СССР, 1979. – 170 с.
9. Зайченко Ю.П. Исследование операций. – К.: Вища школа, 1988. – 552 с.
10. Керівництво з організації та порядку експлуатації вимірювальної техніки у Збройних Силах України: Затверджено наказом Заступника Міністра Оборони з озброєння – начальника Озброєння Збройних Сил України № 79 від 01.06.2001 р.– К., 2001. – 124 с.

Поступила 18.04.2005

Рецензент: доктор технических наук, профессор И.В. Руженцев,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники.