

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

д.т.н., проф. В.Н. Чинков, С.С. Войтенко

Предложена модель системы метрологического обслуживания средств измерительной техники, представленная в теоретико-множественном описании, и сформулирована задача управления системой в условиях изменяющейся обстановки.

Систему метрологического обслуживания (СМОб) средств измерительной техники (СИТ), используя теоретико-множественное описание [1], представим вектором

$$\mathbf{M}_{\text{СМОб}} = \langle \mathbf{M}, \mathbf{R}, \mathbf{Z}, \mathbf{Y}, \mathbf{F}, \mathbf{\Sigma} \rangle, \quad (1)$$

где \mathbf{M} – множество элементов СМОб СИТ; \mathbf{R} – отношение на множестве \mathbf{M} ; \mathbf{Z} – факторы, влияющие на СМОб СИТ; \mathbf{Y} – выходы системы, влияние СМОб СИТ на эффективность применения вооружения и военной техники (ВВТ); \mathbf{F} – множество функций, реализуемых СМОб СИТ (поверка, калибровка, ремонт, замена безвозвратно потерянных СИТ); $\mathbf{\Sigma}$ – отношение эмерджентности, определенное на множествах \mathbf{M} и \mathbf{F} (ставит в соответствие элементам СМОб СИТ реализуемые ими функции).

Разрабатываемая СМОб СИТ является открытой, динамической, нерегулярной, эргономической системой с переменной структурой, для которой \mathbf{R} изменяется в зависимости от обстановки. В известных СМОб СИТ не предусмотрено изменение структуры системы в зависимости от изменения обстановки, метрологические части и подразделения (МЧП) различных регионов действуют разрозненно без взаимопомощи. Структура СМОб СИТ определяется множествами \mathbf{M} , \mathbf{R} , а программа функционирования – множествами \mathbf{Z} , \mathbf{Y} , \mathbf{F} .

Множество \mathbf{M} целесообразно представить в виде трех подмножеств \mathbf{N}^0 , \mathbf{M}^1 , \mathbf{N}^{06} , таких, что $\mathbf{M} = \mathbf{N}^0 \cup \mathbf{M}^1 \cup \mathbf{N}^{06}$, $\mathbf{N}^0 \cap \mathbf{M}^1 \cap \mathbf{N}^{06} = \emptyset$. При этом элементы подмножества \mathbf{N}^0 соответствуют объему СИТ, поступающих на МОб от воинских частей (в/ч) в МЧП, элементы подмножества \mathbf{M}^1 включают элементы СМОб СИТ (элементы инфраструктуры МОб СИТ – иерархическую систему МЧП и их структуру) и элементы подмножества \mathbf{N}^{06} описывают объем СИТ, прошедших метрологическое обслуживание.

Отношение $\mathbf{R} \subset \mathbf{M} \times \mathbf{M}$ характеризует взаимосвязь между элементами СМОб СИТ. При этом под взаимосвязью понимаются точностные, экономические и информационные связи между элементами. Множество факторов \mathbf{Z} , влияющих на СМОб СИТ, представляет собой изменение оперативной обстановки.

новки, что приводит к изменению потоков СИТ, требующих МОБ, и к соответствующему изменению количества рабочих мест по обслуживанию СИТ. Множество Y отображает влияние потока обслуженных СИТ на эффективность использования ВВТ. Множество функций F , выполняемых СМОБ СИТ, представляет собой определенные на множествах Z и Y отображения, реализуемые элементами множества M . Отношение эмерджентности Σ ставит в соответствие элементам СМОБ СИТ реализуемые ими функции, т.е. отражает единство программы функционирования и структуры СМОБ СИТ.

Множества Z и Y разделим на подмножества Z_1, Z_2 ($Z = Z_1 \cup Z_2$, $Z_1 \cap Z_2 = \emptyset$) и Y_1, Y_2 ($Y = Y_1 \cup Y_2$, $Y_1 \cap Y_2 = \emptyset$), представляющих собой входы Z_1 в СМОБ СИТ и входы Z_2 в элементы системы, отличные от входов Z_1 в систему, промежуточные выходы Y_1 (выходы элементов) и выходы системы Y_2 . Тогда функции элементов M СМОБ СИТ могут быть записаны как:

$F_{1i} \subset Z_{1i} \times Y_{1i}$ – функции обслуживания СИТ, поступающих в МЧП для МОБ;

$F_{21i} \subset Z_{2i} \times Y_{1i}$ – функции производительности элементов СМОБ СИТ (производственные возможности МЧП);

$F_{2i} \subset Z_{2i} \times Y_{2i}$ – функции воздействия на боеготовность ВВТ средств измерительной техники, прошедших метрологическое обслуживание, причем $Y_{1i} \subset \{Z_{2i}\}$.

Программа функционирования СМОБ СИТ реализуется за счет функционирования ее элементов, выполняющих функции обслуживания. Разделим СМОБ СИТ на три подсистемы:

- обеспечивающую подсистему $M_{СМОБ}^O$, элементы которой выполняют функции управления

$$M_{СМОБ}^O = \langle N^O, R_1, Z \cup O, F_1, \Sigma_1 \rangle,$$

где O – множество указаний, разрабатываемых Военстандартом, с помощью которых осуществляется управление МОБ СИТ;

- обслуживающую подсистему $M_{СМОБ}^{O6}$, элементы которой непосредственно реализуют функции МОБ СИТ

$$M_{СМОБ}^{O6} = \langle M^1, R_2, U, O, F_{21}, \Sigma_2 \rangle,$$

где U – множество информации, поступающей от обеспечивающей подсистемы непосредственно в МЧП о состоянии парка СИТ, обслуживаемых этими МЧП, влияющих факторах и результатах функционирования МЧП. Согласно [2] анализ состояния парка СИТ и результатов функционирования МЧП проводится начальниками служб метрологии и стандартизации различных рангов;

- влияющую подсистему $M_{СМОБ}^B$, элементы которой влияют на боего-

товность ВВТ:

$$M_{\text{СМОб}}^{\text{В}} = \langle N^{0\text{б}}, R_3, V, F_2, \Sigma_3 \rangle,$$

где V – количество информации, поступающей от начальников служб метрологии и стандартизации в/ч о состоянии парка СИТ и его влиянии на эффективность применения ВВТ.

При изменении оперативной обстановки изменяется и состояние СМОб СИТ, представляемое вектором

$$S(t) = (S_{00}(t), S_{11}(t), \dots, S_{1l}(t), \dots, S_{2l}(t), \dots, S_{j1}(t)),$$

где $j = 1, \dots, 6$ – количество региональных баз измерительной техники (РБИТ);

$l = 1, \dots, 3$ – количество лабораторий измерительной техники (ЛИТ) корпусного подчинения. ЛИТ ремзаводов не рассматриваются, предполагается, что они будут загружены обслуживанием СИТ, входящих в состав восстанавливаемого ВВТ.

Элементы вектора характеризуют наиболее существенные свойства системы, например отказ в метрологическом обслуживании потокам СИТ в j -й РБИТ и l -й ЛИТ. Состояние СМОб СИТ $S_{12}(t)$ читается так: потокам СИТ отказано в МОб в одной базе и двух лабораториях измерительной техники.

Система МОб СИТ преобразует поток СИТ, требующих обслуживания, в поток обслуженных СИТ в соответствии с некоторым отношением r_f :

$$N^0 r_f N^{0\text{б}} \Leftrightarrow (N^0, N^{0\text{б}}) \in R_f;$$

где R_f – график отношения $r_f (R_f \subset N^0 \times N^{0\text{б}})$.

Тогда моделью поведения СМОб СИТ типа «вход-выход» будет тройка

$$M_{\text{СМОб}} = \langle N^0, N^{0\text{б}}, R_f \rangle. \quad (2)$$

Так как отношение r_f функционально, то $N^{0\text{б}} = F(N^0)$, то

$$M_{\text{СМОб}} = \langle N^0, N^{0\text{б}}, F \rangle. \quad (3)$$

При ведении боевых действий отсутствует однозначная зависимость между количеством обслуженных и количеством поступающих на обслуживание СИТ. Можно считать, что указанная неоднозначность возникает из-за того, что в модели (3) не учитывается ряд факторов, например неопределенность и колебания в трудовых ресурсах, ограниченная надежность и несогласованность в использовании метрологического оборудования между МЧП различных регионов, существенно влияющих на объём обслуженных СИТ. Эти факторы могут характеризовать только внутренние свойства системы. Пусть совокупность этих свойств, определенных на момент времени t , характеризуется вектором состояния $S_{jl}(t)$. Параметры состояния определяются количеством СИТ, требующих МОб, и состоянием системы в предыдущий момент времени через отношение:

$$(N^0, S)_{r_1} S \Leftrightarrow ((N^0, S), S) \in R_1, \quad R_1 \subset (N^0 \times S) \times S,$$

или через функцию $S = F(N^0, S)$, так как отношение r_1 функционально.

Количество обслуженных СИТ определяется бинарным отношением между парой «вход-состояние» и выходом:

$$\left(N^O, S \right) r_2 N^{O6} \Leftrightarrow \left(\left(N^O, S \right), N^{O6} \right) \in R_2, \quad R_2 \subset \left(N^O \times S \right) \times N^{O6},$$

или функцией $N^{O6} = G(N^O, S)$, так как отношение r_2 функционально.

Поведение СМОб СИТ опишем отношением

$$M_{\text{СМОб}} = \left\langle N^O, S, N^{O6}, F, G \right\rangle, \quad (4)$$

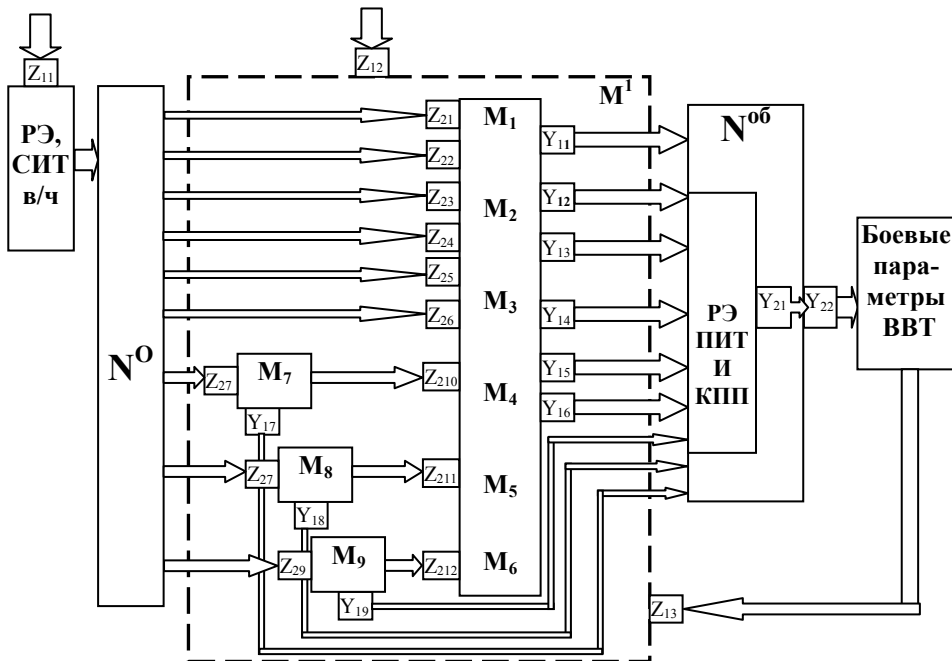
т.е. в виде модели типа «вход-состояние-выход», где G – функция, определяющая производственные возможности МЧП, в зависимости от состояния СМОб СИТ и количества СИТ, требующих МОб в данный момент времени.

Рассмотрим управление СМОб СИТ в условиях изменяющейся обстановки. Управление СМОб СИТ представляет собой воздействие на систему, которое необходимо и достаточно, чтобы система могла функционировать, сохраняя свои существенные характеристики. Введем в СМОб СИТ обратную связь, через которую замыкается контур управления. В существующей СМОб СИТ обратная связь применяется на этапе планирования. В процессе проведения МОб СИТ, согласно [3], производится отчетность, но на систему воздействие не производится в связи с тем, что действующих методик перераспределения нагрузок МЧП не существует. Это приводит к применению на ВВТ СИТ не прошедших периодической поверки (калибровки) или нештатных СИТ, о чем свидетельствуют отчеты о проведении метрологического надзора в воинских частях.

Динамическую систему метрологического обслуживания СИТ представим в виде (рис. 1). Под воздействием противника или каких-либо природных катаклизмов Z_{11} на парк РЭ и СИТ, используемых на ВВТ, может потребоваться проведение незапланированного МОб, что приведет к увеличению количества СИТ, требующих МОб N^O , и, как следствие из этого, будут увеличены потоки СИТ Z_{21}, \dots, Z_{212} , поступающие в закрепленные лаборатории и базы измерительной техники M_1, \dots, M_9 системы МЧП M^1 . Воздействию противника или различных природных явлений Z_{12} может подвергаться и система МЧП M^1 , что может привести к уменьшению производственных возможностей отдельных МЧП. Следовательно, происходит нарушение ритмичности обслуживания и уменьшение потоков метрологически обслуженных РЭ и СИТ Y_{11}, \dots, Y_{19} . В свою очередь, уменьшение парка обслуженных РЭ пунктов измерительной техники (ПИТ) и контрольно-поверочных пунктов (КПП) также приводит к уменьшению потока Y_{21} , метрологически обслуженных СИТ. Все это приводит к снижению боевой готовности ВВТ из-за несвоевременного поступления СИТ с обслуживания.

Для увеличения потока Y_{22} метрологически обслуженных СИТ в динамической системе, представленной на рис. 1, используется информация не только о объеме СИТ N^O , требующих обслуживания, но и информация об объеме обслуженных СИТ N^{O6} и их воздействия на боевую готовность ВВТ на определенном этапе проведения операции Z_{13} . Это дает возможность гиб-

ко реагировать на изменение оперативной обстановки в ходе проведения МОБ СИТ и перераспределять потоки СИТ Z_{21}, \dots, Z_{212} между МЧП. Естественно предположить, что управление СМОБ СИТ в особый период, с ис-



пользованием обратной связи, будет эффективнее, чем управление, которое

Рис. 1. Динамическая система метрологического обслуживания СИТ воинских частей с обратной связью

предусмотрено в настоящее время [2], как для мирного, так и для особого периода. Преимущество его заключается в том, что оно является адаптивным к изменяющейся обстановке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демидов Б.А. Методы военно-научных исследований. – Х.: ВИРТА, 1987. – 673 с.
2. Про затвердження нормативних документів з метрології та метрологічної діяльності у Збройних Силах України. Наказ МОУ № 265. – К.: 1999. – 38 с.
3. Керівництво з організації та порядку експлуатації виміральної техніки в Збройних Силах України. – К.: Варта, 2001. – 104 с.

Поступила 5.04.2002

ЧИНКОВ Виктор Николаевич, Заслуженный деятель науки и техники Украины, Заслуженный изобретатель Украины, доктор техн. наук, профессор, профессор ХВУ. В 1962 году окончил ХПИ. Области научных интересов – метрология, цифровая измерительная техника.

ВОЙТЕНКО Сергей Станиславович, адъюнкт ХВУ. В 1999 году окончил ХВУ. Область

научных интересов – метрологическое обеспечение вооружения и военной техники.