

## ОБОБЩЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДИКА ЕГО ОЦЕНКИ

к.т.н. А.П. Флорин, М.Ю. Яковлев  
(представил д.т.н., проф. В.Н. Чинков)

Рассматриваются общие подходы к оценке эффективности метрологических операций. Анализ факторов, влияющих на эффективность метрологического обслуживания средств измерительной техники, показывает, что для ее оценки необходимо введение векторного показателя, наиболее полно отражающего свойства метрологического обслуживания средств измерительной техники. Определяются основные пути формирования обобщенного показателя эффективности.

Эффективность управления объектом характеризует степень достижения цели объектом управления в ходе операции. В работе под объектом управления понимаются процессы метрологического обслуживания (МОБ) средств измерительной техники (СИТ). Процессы МОБ СИТ, а также действия по достижению требуемого качества МОБ СИТ объединяются термином метрологические операции. Следовательно, при рассмотрении эффективности управления МОБ СИТ необходимо оценить эффективность самих метрологических операций [1].

Исследования эффективности МОБ СИТ могут производиться при решении двух групп задач [1-3]:

1. при оценке эффективности метрологических операций;
2. при выборе оптимальных решений.

Оценка эффективности метрологических операций предполагает формулировку цели, выбор и обоснование показателей эффективности и вычисление их значений для заданных условий и стратегии МОБ СИТ. Оценка эффективности метрологических операций используется при решении следующих задач:

- установление состояния МОБ СИТ;
- анализ влияния возмущающих факторов на эффективность МОБ СИТ;
- выявление вклада элементов системы метрологического обслуживания (СМОБ) в эффективность МОБ СИТ;
- поиск путей и способов повышения эффективности МОБ СИТ.

Задачи выбора оптимальных решений по МОБ СИТ предполагают дополнительно формирование критерия эффективности, на основании которого выбирается наилучший вариант действий лица, принимающего решение. Задача выбора возникает в процессе синтеза СМОб, т.е. при формировании структуры СМОб и оптимальной стратегии МОБ СИТ.

В общей проблеме выбора оптимальных решений при исследовании эффективности МОБ СИТ решают следующие задачи [3]:

- определение оптимальной структуры проектируемой СМОб;
- разработка требований к подсистемам и элементам СМОб;
- формирование стратегии МОБ СИТ;
- оптимальное распределение ресурсов между подсистемами СМОб;
- определение рационального режима эксплуатации средств МОб;
- выработка оптимального плана метрологических работ в поверочных и ремонтных подразделениях (ПРП).

В качестве меры эффективности операции, то есть меры степени соответствия реального результата операции требуемому, используют показатели эффективности. Показатель эффективности формально вводится как математическое ожидание функции соответствия реальных результатов операции ее цели  $f^c$  [1,3]:

$$W_{\text{МОб}} = M[f^c(\mathbf{R}, \mathbf{R}_{\text{ц}})],$$

где  $\mathbf{R}$  - вектор параметров результата операции;

$\mathbf{R}_{\text{ц}}$  - вектор параметров целеполагания.

В настоящее время при решении задач оценки эффективности в области метрологического обеспечения используются различные показатели эффективности. Однако они в основном являются скалярными, т.е., по сути, эффективность операции характеризуется одним показателем. Вместе с тем метрологические операции по своей природе являются комплексными, учитывающими различные аспекты функционирования СИТ, поэтому их эффективность не может характеризоваться с помощью одного показателя эффективности. Цель метрологических операций достигается решением многих задач, эффективность каждой из которых оценивается соответствующим частным показателем, при этом свернуть эти показатели в один обобщенный удастся далеко не всегда. Следовательно, целесообразно введение векторного показателя эффективности метрологических операций:

$$\mathbf{W}_{\text{МОб}} = \langle W_1, W_2, \dots, W_i, \dots, W_N \rangle, \quad (1)$$

где  $W_i$  - частный показатель эффективности  $i$  - й метрологической операции,  $i = 1, N$ ;  $N$  - число метрологических операций.

Метрологическое обслуживание СИТ можно представить как часть их процесса эксплуатации, направленного на достижение глобальной цели - поддержание СИТ в исправном состоянии и готовности к применению. Поэтому эффективность МОБ СИТ определяется не только свойствами СМОб, но и его полезностью для системы эксплуатации СИТ.

Следовательно, показатель эффективности МОБ должен отражать влияние МОБ на эффективность эксплуатации СИТ.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на эффективность МОБ СИТ. На эффективность МОБ СИТ оказывает влияние множество факторов, которые можно объединить в три основные группы:

качество привлекаемых сил и средств МОБ СИТ, то есть элементов структуры СМОБ;

формы и способы их применения, составляющие стратегию МОБ СИТ;

условия обстановки, определяемые особенностями объектов измерений, системы эксплуатации СИТ и воздействием внешних факторов.

Для получения показателя эффективности необходимо установление динамической взаимосвязи между свойствами МОБ СИТ, способами и условиями

проведения операции и целью, определяемой системой эксплуатации СИТ.

Основными свойствами МОБ СИТ, наиболее влияющими на его эффективность, являются информативность, оперативность и экономичность. Информативность характеризует способность СМОБ получать достаточно полные сведения о состоянии СИТ, оперативность - быстроту, своевременность получения и представления измерительной информации в систему управления эксплуатацией СИТ, а экономичность отражает затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов на выполнение операций МОБ СИТ.

Следует подчеркнуть, что указанные свойства МОБ СИТ тесно взаимосвязаны. Оперативность МОБ СИТ зависит от его информативности, так как на получение информации необходимо определенное время. В свою очередь, ошибки в принятии решений, обусловленные недостаточностью информации, приводят к снижению готовности СИТ, затратам времени на проведение углубленного контроля. Экономичность МОБ зависит от его информативности и оперативности, что связано с затратами материальных и трудовых ресурсов на создание соответствующих технических средств и на их эксплуатацию.

Однако свойства МОБ СИТ находятся не только в единстве, но и в противоречии. Улучшению одного из этих свойств неизбежно препятствуют два других. Соотношение между ними не остается неизменным, оно зависит от качества решения задач синтеза СМОБ, этапа, условий и стратегии эксплуатации.

Мерой интенсивности проявления свойств МОБ СИТ являются показатели информативности **I**, оперативности **O** и экономичности **E**. Информативность, оперативность и экономичность МОБ зависят от качества используемых средств МОБ СИТ, стратегии их применения, особенностей СИТ и технологии их эксплуатации, а также от возмущающих воздействий (условия обстановки, противодействие противника и т.п.):

$$\begin{aligned} \mathbf{I} &= \mathbf{I}(\psi, \Omega, \theta, \mathbf{V}_B), \\ \mathbf{O} &= \mathbf{O}(\psi, \Omega, \theta, \mathbf{V}_B), \\ \mathbf{E} &= \mathbf{E}(\psi, \Omega, \theta, \mathbf{V}_B), \end{aligned}$$

где  $\psi$  - вектор показателей качества средств Моб, определяемых структурой СМОб;

$\Omega$  - вектор показателей, характеризующих стратегию МОб;

$\theta$  - вектор показателей свойств объектов Моб;

$\mathbf{V}_B$  - вектор показателей интенсивности возмущающих факторов.

Вектор параметров результата МОб представим в виде

$$\mathbf{R} = \langle \mathbf{I}, \mathbf{O}, \mathbf{E} \rangle.$$

Вектор параметров целеполагания  $\mathbf{R}_Ц$  определяется требуемыми значениями показателей информативности  $\mathbf{I}^0$ , оперативности  $\mathbf{O}^0$  и экономичности  $\mathbf{E}^0$ , задаваемыми для системы управления эксплуатацией СИТ:

Таким образом, для оценки эффективности СМОб СИТ в соответствии с обобщенным показателем  $\mathbf{W}_{МОб}$  в виде (1) необходимо:

1. Сформулировать цель МОб СИТ, определить вектор параметров целеполагания  $\mathbf{R}_Ц$ , задать его количественные характеристики.

2. Установить основные свойства средств МОб  $\psi$ , влияющие на эффективность МОб СИТ.

3. Задать тип и параметры стратегии МОб СИТ  $\Omega$ .

4. Определить основные свойства СИТ и технологии их эксплуатации  $\theta$ , влияющие на эффективность МОб СИТ.

5. Выявить возмущающие факторы  $\mathbf{V}_B$ , воздействующие на СМОб.

6. Установить зависимость показателей информативности, оперативности и экономичности МОб СИТ от показателей свойств средств МОб СИТ  $\psi$ , характеристик СИТ и технологии их эксплуатации  $\theta$ , параметров стратегии их применения  $\Omega$  и возмущающих факторов  $\mathbf{V}_B$ .

7. Определить характер зависимости результатов  $\mathbf{R}$  МОб СИТ от показателей информативности, оперативности и экономичности.

8. Выбрать функцию соответствия  $f^C$  результатов  $\mathbf{R}$  операции цели  $\mathbf{R}_Ц$  и получить соотношения для показателя эффективности  $\mathbf{W}_{МОб}$ .

Наличие обобщенного показателя эффективности МОб СИТ, а также формирование критерия эффективности для выбора наилучшей структуры и стратегии МОб являются необходимым условием успешного решения задачи синтеза оптимальной СМОб СИТ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В10 т. /Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М: - 1986, - Т. 3: Эффективность технических систем /Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.

2. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В10 т. /Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М: - 1986, - Т. 1: Методология. Организация. Терминология /Под ред. А.И. Рембезы. – 224 с.

3. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В10 т. /Ред. совет: В.С. Авдуевский (пред.) и др. – М: - 1986, - Т. 2: Математические методы в теории надежности и эффективности. Терминология /Под ред. В.В. Гнеденко. – 280 с.

---