

УДК 512.07

**Ю. О. Сандул**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк  
кафедра системного анализа и моделирования

## **МОДЕЛЬ ИСПОЛНИТЕЛЕЙ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ**

### *Аннотация*

*Сандул Ю. О. Модель исполнителей службы технического обслуживания и ремонта оборудования. Ключевые слова: техническое обслуживание и ремонт, система управления техническим состоянием, система поддержки принятия решений, модель исполнителя.*

**Постановка проблемы.** Целевое назначение службы ТОР можно фактически сформулировать так [1]: поддержание множества параметров, характеризующих техническое состояние оборудования, на уровне, предусмотренном нормативно-технической документацией, в течение всего периода использования оборудования по назначению за счет целенаправленных действий человека (группы людей) и орудий труда. В такой формулировке процесс технического обслуживания и ремонта полностью соответствует понятию «управление».

Следовательно, службу ТОР можно рассматривать как систему управления техническим состоянием оборудования (СУТС). Известно, что причиной отказа оборудования при его использовании по назначению является несвоевременное и некачественное проведение работ по техническому обслуживанию и ремонту. Следовательно, с точки зрения повышения эффективности работ по ТОР актуальным является управление техническим состоянием объекта в режиме «Профилактика».

Служба TOP является организационной системой, на всех иерархических уровнях которой, по определению [2], находятся активные элементы (люди). Понятно, что и руководство (центр), и исполнители, как элементы СУТС, имеют единое представление о целевом назначении службы TOP, однако их представления о способах достижения глобальной цели в том или ином конкретном случае могут существенно отличаться в силу различия их намерений, предпочтений, мотиваций и т.п.

Столкновение указанных представлений приводит к возникновению конфликта (конфликтной ситуации) [69], который может носить и скрытый характер. Известно, что упрощенной математической моделью конфликтной ситуации является игра [3]. Следовательно, решение поставленной задачи необходимо искать как решение игры, моделирующей взаимодействие центра и исполнителей в процессе их совместного функционирования. Для этого, в свою очередь, необходимо разработать и исследовать ряд моделей, одна из которых модель исполнителей.

**Цель статьи** - повышение эффективности управления профилактическим обслуживанием объектов регулярно-периодического использования за счет исследования и разработки системы поддержки принятия решений, включающей в себя модели формирования плана проведения и организации выполнения профилактик в различных условиях.

**Модель исполнителя.** Предварительно сделаем следующие предположения.

1. Полагаем, что каждый исполнитель обладает полными знаниями о технологии работы объекта (в бездефектном и дефектном состояниях) и его схемном или конструктивном исполнении.

2. Введено понятие обстановки  $x \in X$ , под которой понимается [2] состояние окружающей среды и поведение других исполнителей, работающих совместно с данным исполнителем. При этом окружающая среда – это пространство,

непосредственно примыкающее к объекту, а параметрами ее состояния могут быть, например, температурный режим, стесненность рабочего пространства, наличие работающего оборудования, находящегося в непосредственной близости от объекта, и т.д. Поскольку здесь рассматривается модель одного исполнителя, то в качестве обстановки примем только состояние окружающей среды.

3. Считаем, что по мере накопления опыта у исполнителя вырабатываются «свои» процедуры восстановления работоспособности, то есть некоторые стереотипы (в хорошем понимании этого слова). Причем, каждый такой стереотип можно рассматривать как индивидуальную норму в том смысле, что исполнитель сам сформировал действия, которые он считает необходимым реализовать в той или иной ситуации. Важно при этом отметить, что индивидуальная норма не выходит за рамки требований, установленных на конкретном предприятии и признанных всеми (например, требований безопасности). С учетом сказанного полагаем, что у каждого исполнителя сформировалась «своя» последовательность операций по обслуживанию  $k$ -го элемента объекта, то есть процедуру  $A_{kn}$  можно представить в виде:

$$A_{kn} = \langle a_{kn_1}, a_{kn_2}, \dots, a_{kn_{j,\dots}} \rangle \quad (1)$$

При этом заметим, что для каких-то фиксированных ситуаций порядок следования операций также строго фиксирован, что позволяет рассматривать процедуру (1) как кортеж. В общем же случае последовательность операций при выполнении процедуры  $A_{kn}$  может меняться в зависимости от конкретной обстановки, учитывая присущее человеку свойство адаптации.

4. Для определения времени  $t_k^\circ$  выделим на оси времени  $t$  интервал  $(t_{k_1}^\circ, t_{k_2}^\circ)$  границами которого являются минимальное время выполнения процедуры  $A_{kn}$ , обусловленное физическими возможностями исполнителя  $t_{k_1}^\circ$ , и время выполнения указанной

процедуры, установленное нормативными документами на данный объект  $t_{k_2}^{\circ}$  [4].

Вначале рассмотрим детерминированный случай. Полагаем, что  $n$ -му исполнителю известна конкретная обстановка  $x^- \in X$  при которой он должен будет восстановить работоспособность  $k$ -го элемента объекта.

Получив задание,  $n$ -й исполнитель, как активный элемент системы, планирует свое будущее поведение при восстановлении работоспособности  $k$ -го элемента объекта. Для этого он мысленно «проигрывает» процедуру  $A_{kn}$ , занимая при этом по отношению к этому «проигрыванию» позицию стороннего наблюдателя. Этот процесс называется авторефлексией [4]. При этом исполнитель не только формирует программу своего поведения, но и проводит самооценку, то есть устанавливает для себя время  $t_{kn}^{\circ}$ , которое он предполагает затратить на выполнение процедуры  $A_{kn}$ . При этом рассуждения исполнителя можно представить так [4]: «Я уже выполнял процедуру  $A_{kn}$  в подобных условиях и знаю, что понадобится время, не меньшее, чем  $t_{k_1}^{\circ}$ , но и не большее, чем  $t_{k_2}^{\circ}$ ; эту процедуру я реализую за промежуток времени, примерно, от  $\tau_{k_1}^{\circ}$  до  $\tau_{k_2}^{\circ}$ ».

Поскольку интервал  $(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$  устанавливается самим  $n$ -м исполнителем, то можно утверждать, что этот интервал полностью соответствует его возможностям и предпочтениям. Следовательно, указанный интервал можно рассматривать в качестве нормы  $n$ -го исполнителя [4]. При этом функция принадлежности переменной  $t_{kn}^{\circ}$  к понятию (терму) «Норма» будет равна:

$$\mu_N(\tau_{kn}^{\circ}) = \begin{cases} 0, \tau_{kn}^{\circ} \leq t_{k_1}^{\circ}; \\ \frac{\tau_{kn}^{\circ} - t_{k_1}^{\circ}}{\tau_{kn_1}^{\circ} - t_{k_1}^{\circ}}, t_{k_1}^{\circ} < \tau_{kn}^{\circ} < \tau_{kn_1}^{\circ}; \\ 1, \tau_{kn_1}^{\circ} \leq \tau_{kn}^{\circ} \leq t_{k_2}^{\circ}; \\ \frac{t_{k_2}^{\circ} - \tau_{kn}^{\circ}}{t_{k_2}^{\circ} - \tau_{kn_2}^{\circ}}, \tau_{kn_2}^{\circ} < \tau_{kn}^{\circ} < t_{k_2}^{\circ}; \\ 0, \tau_{kn}^{\circ} \geq t_{k_2}^{\circ}. \end{cases}$$

(2)

Таким образом,  $n$ -й исполнитель позиционирует себя как специалист, нормой поведения которого при обслуживании  $k$ -го элемента объекта в условиях определенности является выполнение процедуры  $A_{kn}$  за промежуток времени от  $\tau_{kn_1}^{\circ}$  до  $\tau_{kn_2}^{\circ}$ .

Теперь предположим, что  $n$ -му исполнителю неизвестна обстановка, при которой он должен будет восстановить работоспособность  $k$ -го элемента объекта. Но, поскольку рассматривается конкретный объект обслуживания, то с полной уверенностью можно утверждать, что, как минимум, граничные «значения» обстановки являются априори известными. Более того, можно утверждать, что  $x_{min} \in X$  (наиболее благоприятные условия) и  $x_{max} \in X$  (наименее благоприятные условия) являются постоянными величинами. Тем самым имеем классическую задачу принятия решений в условиях интервальной неопределенности.

Известно, что единственным объективным решением данного класса задач является так называемый гарантированный результат, то есть результат, который может быть получен при наихудших условиях.

Будем полагать, что  $n$ -й исполнитель также придерживается указанного принципа. Далее положим, что временной интервал

$(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$  охватывает все возможные ситуации, связанные с обстановкой. И, наконец, учтем, что при определении оценок  $\tau_{kn}^{\circ}$  исполнитель рассуждал так: «Я уже выполнял процедуру  $A_{kn}$  в подобных условиях ...». Тем самым можно предположить, что интервал  $(\tau_{kn_1}^{\circ}, \tau_{kn_2}^{\circ})$  является постоянной величиной, но смещается в пределах интервала  $(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$  в зависимости от обстановки.

Если с учетом всего сказанного положить, что наилучшим условиям соответствует некий интервал оценок  $(\tau_{kn_3}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ}) \in (t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$ , то нормой  $n$ -го исполнителя (гарантированным результатом) в условиях неопределенности является время

$$\tau_{kn}^{\circ} \in (\tau_{kn_1}^{\circ}, \tau_{kn_2}^{\circ}) \in (\tau_{kn_3}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ}) \mid \mu_N(\tau_{kn}^{\circ}) = 1. \quad (3)$$

Следовательно, в условиях неопределенности  $n$ -й исполнитель позиционирует себя как специалист, нормой поведения которого при техническом обслуживании  $k$ -го элемента объекта является выполнение процедуры  $A_{kn}$  за промежутки времени от  $\tau_{kn_1}^{\circ}$  до  $\tau_{kn_2}^{\circ}$ , наиболее близко расположенный к правой границе интервала  $(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$ .

Данные модели сформированы без учета типа исполнителя, то есть без учета его уровня самооценки. В то же время вполне обоснованно можно предположить, что  $n$ -й исполнитель характеризуется завышенной, заниженной или адекватной самооценкой.

Понятно, что в случае завышенной самооценки интервал самооценок  $(\tau_{kn_1}^{\circ}, \tau_{kn_2}^{\circ})$  будет смещен в сторону нижней границы интервала  $(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$ , а при заниженной самооценке – в сторону верхней границы интервала  $(t_{k_1}^{\circ}, t_{k_2}^{\circ})$ . Представим это в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Модель БВУ

		Исполнители				
		1	...	$n$	...	$N$
Элементы	1	$(\tau_{111}^{\circ}, \tau_{112}^{\circ})$	...	$(\tau_{1n1}^{\circ}, \tau_{1n2}^{\circ})$	...	$(\tau_{1N1}^{\circ}, \tau_{1N2}^{\circ})$
	...	...	...	...	...	...
	$k$	$(\tau_{k11}^{\circ}, \tau_{k12}^{\circ})$	...	$(\tau_{kn1}^{\circ}, \tau_{kn2}^{\circ})$	...	$(\tau_{kN1}^{\circ}, \tau_{kN2}^{\circ})$
	...	...	...	...	...	...
	$K$	$(\tau_{K11}^{\circ}, \tau_{K12}^{\circ})$	...	$(\tau_{Kn1}^{\circ}, \tau_{Kn2}^{\circ})$	...	$(\tau_{KN1}^{\circ}, \tau_{KN2}^{\circ})$

**Выводы.** Разработка и исследование модели исполнителей позволит избежать конфликтных ситуаций между руководством (центром) и исполнителями СУТС в силу различия своих намерений или мотиваций, не смотря на то, что они имеют единое представление о целевом назначении службы TOP.

### Список литературы

1. Резников В.А., Суворова А.М. Качественные модели системы управления техническим состоянием оборудования // Искусственный интеллект. – 2011. – № 1. – С. 229-235.
2. Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Введение в теорию управления организационными системами. – М.: Либроком, 2009. – 264 с.
3. Садовин Н.С., Садовина Т.Н. Основы теории игр: Учебное пособие. □ Йошкар-Ола: Изд-во МарГУ, 2011. – 119 с.
4. Резников В.А., Темник А.М. Нечёткая модель исполнителя системы технического обслуживания и ремонта в условиях определенности // Радіоелектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 4. – С. 201-205.