

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ТРЕНАЖНОЙ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ СЛОЖНЫХ ЭРГАТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А. Н. Потапов, В. В. Черников

Военный авиационный инженерный университет, г. Воронеж

Поступила в редакцию 26.04.2011 г.

Аннотация. В статье на примере тренажной подготовки специалистов радиоэлектронных средств управления воздушным движением рассмотрены вопросы системного анализа построения модели организации тренажной подготовки операторов сложных эргатехнических систем.

Ключевые слова: управление, тренажер, тренажная подготовка, оператор, система, радиоэлектронное средство, системная модель.

Annotation. In article on an example preparations of experts of radio-electronic control facilities by air movement are considered questions of the system analysis of construction of model of the organisation preparations of operators complex ergotekhnicheskikh systems.

Keywords: management, training apparatus, preparation, the operator, system, radio-electronic means, system model.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время подготовка операторов сложных эргатехнических систем осуществляется с широким использованием различных тренажеров. Имитационное моделирование в тренажерах обладает определенной степенью адекватности по отношению к реальной технике. Поэтому имеет место противоречие в оценках операторов, получаемых при обучении на тренажерах и реальной технике. Вследствие этого актуальным является выполнение системного анализа построения модели организации тренажной подготовки операторов сложных эргатехнических систем.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Обобщенно процесс организации тренажной подготовки (ТП) операторов радиоэлектронных средств (РЭС) управления воздушным движением (УВД) имеет вид, представленный на рис. 1 [4].

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

ОМУ – организационно-методические указания;

БЗ – боевая задача;

ШТ – штатная техника;

КБП – курс подготовки.

Анализ курсов подготовки операторов РЭС УВД показал, что ТП регламентируется жесткой структурой, включающей периоды обучения, учебные задачи, варианты упражнений и сами упражнения, а также нормативы обучаемых (рис. 2).

На рисунке 2 приняты следующие обозначения:

– ω_p – достигаемый оператором уровень подготовки;

– t_ω – нормативы выполнения учебных задач;

– t – время подготовки оператора;

– N_o – ошибки оператора при выполнении учебной задачи.

Обучаемые в ходе ТП на РЭС выполняют упражнения, качество ω_p которых оценивается субъективно по показателям времени t и ошибки N_o их выполнения в соответствии с нормативами t_ω . В связи с ограниченным бюджетом времени независимо от достигнутого операторами уровня ω_p навыков нередко происходит переход на отработку новых упражнений. Регламентируемые курсами подготовки учебные упражнения в связи с изменением условий эксплуатации РЭС, выраженных в изменении состояний (целевых назначений и ресурсов) и условий функционирования РЭС, могут морально устаревать, так как не учитывают эти изменения.



Рис. 1. Тренажная подготовка операторов РЭС УВД

Как правило, обеспечение ТП не позволяет оперативно гибко модернизировать учебные стенды, штатную технику (ШТ) и существующие тренажеры при изменении условий эксплуатации РЭС.

Так как условия, в которых производится контроль качества ТП операторов, могут отличаться от действительных, а сами оценки имеют субъективный характер, то это может приводить к снижению достоверности контроля приобретаемых навыков. Все это в конечном итоге может приводить к неадекватности ТП [2], заключающейся в приобретении операторами неадекватных навыков по эксплуатации РЭС УВД, которые, порой, труднее устранить, чем приобрести новые. Помимо этого

необходимо отметить, что существующие принципы организации ТП не позволяют дифференцированно производить как выбор средств обеспечения, так и программ и планов ее организации с учетом их индивидуально-профессиональных особенностей, что может приводить либо к необоснованным затратам, либо к некачественному выполнению целевых установок.

Известно, что концептуально процесс обучения в постановочной части основывается на решении следующих задач: “Чему обучать?”, “Как обучать?”, “Что будет достигнуто при обучении?” [3].

В соответствии с этим и с учетом вышеизложенного системную модель организации ТП

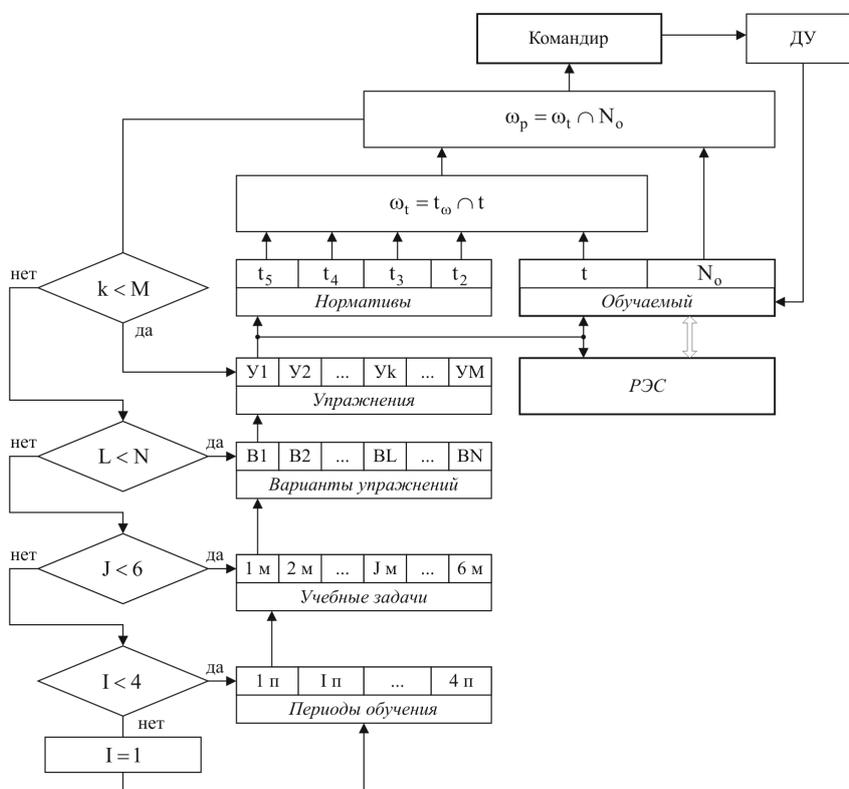


Рис. 2. Структура тренажной подготовки операторов РЭС УВД

операторов РЭС УВД можно представить в виде трех взаимосвязанных уровней (рис. 3) [4]:

- функционально-ориентированного;
- предметно-ориентированного;
- проблемно-ориентированного.

Функционально-ориентированный уровень определяет взаимосвязанные функциональные задачи, которые должен уметь решать оператор [4] в ходе применения РЭС УВД.

Предметно-ориентированный уровень определяет взаимосвязанные этапы в области организации ТП:

- определение квалификационных требований, предъявляемых к операторам (требования к упражнениям подготовки);
- обеспечение и проведение подготовки операторов (учебный процесс);
- определение уровня готовности операторов к применению РЭС УВД (аттестация).

Проблемно-ориентированный уровень определяет прикладные проблемы, возникающие в процессе обеспечения ТП:

- по прогнозированию условий функционирования РЭС УВД для выработки рациональных операций их применения;
- по обучению операциям применения РЭС УВД;
- по контролю правильности выбора операций применения РЭС УВД и обучения операторов.

Обобщая условия выполнения ТП операторов РЭС УВД и степень влияния на нее пере-

численных факторов и существующих проблем, следует отметить высокую стоимость такого вида подготовки, большие сложности в ее организации, слабое проявление, а порой и отсутствие дифференцированного подхода обучения. Что способствует формированию неадекватности применения РЭС УВД. Поэтому первоначально необходимо определить структуру и форму количественной оценки сопутствующих признаков неадекватности применения РЭС УВД с точки зрения организации ТП. С учетом этого и так же в соответствии с системной моделью ТП под сопутствующими признаками неадекватности применения РЭС УВД далее будем понимать несоответствия организации ТП, характерные для ее предметно-ориентированного уровня.

В [4] с использованием основ теории системного взаимодействия для предметно-ориентированного уровня системной модели организации ТП операторов РЭС было проанализировано множество

$$\begin{aligned}
 S &= \{S_1 = (T_a, O_a, V_a), S_2 = (T_c, O_a, V_a), \\
 S_3 &= (T_a, O_c, V_a), S_4 = (T_a, O_a, V_c), \\
 S_5 &= (T_c, O_c, V_a), S_6 = (T_a, O_c, V_c), \\
 S_7 &= (T_c, O_a, V_c), S_8 = (T_c, O_c, V_c)\},
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

образованное на элементах сравниваемых систем, представленных на рис. 4, где S_c – принятая система ТП, соответствующая имитируемым

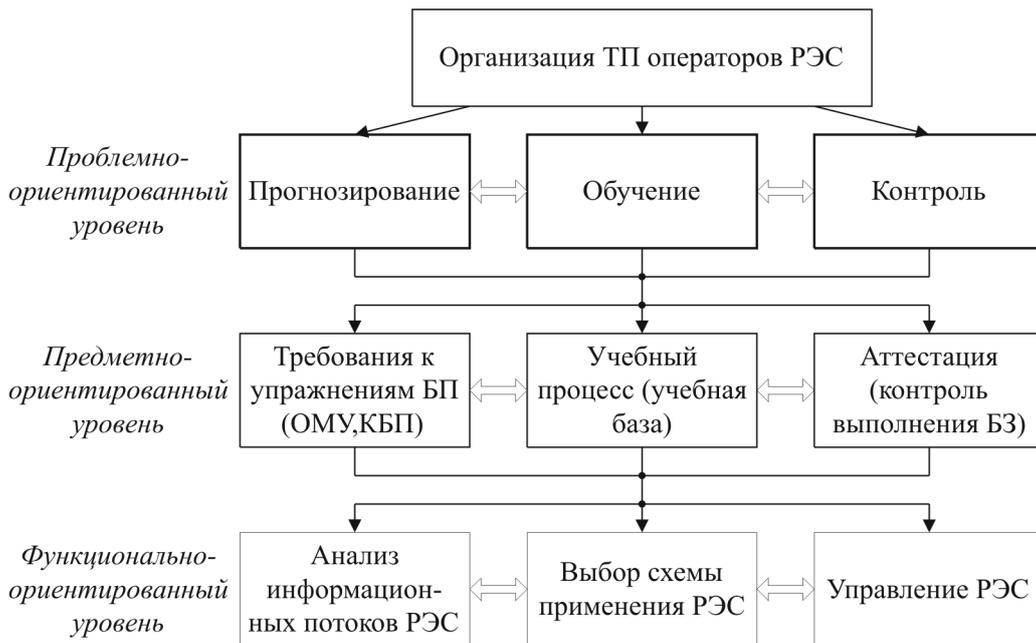


Рис. 3. Системная модель организации ТП операторов РЭС УВД

условиям применения РЭС; S_a – требуемая система, адекватная реальным условиям применения РЭС; T_c и T_a – требования к упражнениям ТП; O_c и O_a – учебный процесс; V_c и V_a – аттестация уровня обученности.

Если $\forall S_i \in S, i = \overline{1,8}$ характеризуется количественно измеримой целью W , выраженной вещественной функцией $P(S_i)$, определяющей эффективность выполнения задания с применением эргатического РЭС, то:

$$P(T_c, O_c, V_c) < P(T_a, O_a, V_a), \quad (2)$$

$$\Rightarrow T_c \mathfrak{K} T_a = \mathfrak{K}(T),$$

$$P(T_c, O_c, V_c) = P(T_a, O_a, V_a), \quad (3)$$

$$\Rightarrow T_c \bar{\mathfrak{K}}_b T_a = \bar{\mathfrak{K}}_b(T);$$

$$P(T_c, O_c, V_c) > P(T_a, O_a, V_a), \quad (4)$$

$$\Rightarrow T_c \bar{\mathfrak{K}}_c T_a = \bar{\mathfrak{K}}_c(T),$$

где \Rightarrow – символ “следовательно”; \mathfrak{K} – конфликт – сопутствующий признак неадекватности; $\bar{\mathfrak{K}}_b$ – безразличие; $\bar{\mathfrak{K}}_c$ – содействие.

Декомпозиция отношений вещественных функций $P(S_i)$ и $P(S_j)$, ($i \neq j, i, j = \overline{1,8}$) для множества (1), позволила определить классификацию неадекватности системы организации ТП операторов РЭС УВД.

Неадекватность начального уровня – несоответствие между системами S_1 и S_2 , S_1 и S_3 , S_1 и S_4 и т.п., которые отличаются друг от друга инверсным замещением только одного элемента: Примером такого противоречия, является противоречие, описанное выражением (2).

Неадекватность среднего уровня – несоответствие между системами S_1 и S_5 , S_1 и S_6 , S_1 и S_7 и т.п., которые отличаются друг от друга инверсным замещением двух элементов. Например, между системами S_1 и S_5 , возможно отношение

$$P(T_c, O_c, V_c) < P(T_a, O_a, V_a), \Rightarrow (T_c, O_c) \mathfrak{K} (T_a, O_a) = \mathfrak{K}(T, O) = \hat{\mathfrak{K}}(T, O) \vee \tilde{\mathfrak{K}}(T, O), \quad (5)$$

где $\hat{\mathfrak{K}}(T, O)$ – однозначное несоответствие (\vee – символ дизъюнкции):

$$\hat{\mathfrak{K}}(T, O) = (\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \mathfrak{K}(O)) \vee \vee (\mathfrak{K}(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_b(O)) \vee (\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \mathfrak{K}(O)), \quad (6)$$

в частности, $\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \mathfrak{K}(O)$ (\wedge – символ конъюнкции) представляет собой систему отношений

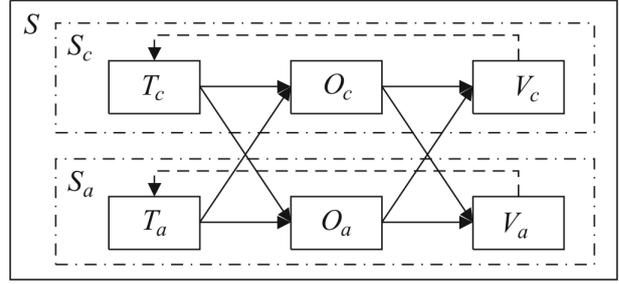


Рис. 4. Множество, образованное на элементах сравниваемых систем

$$\begin{cases} P(T_c, O_c, V_c) = P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_c, V_a) < P(T_a, O_a, V_a); \end{cases} \quad (7)$$

$\tilde{\mathfrak{K}}(T, O)$ – размытое несоответствие:

$$\tilde{\mathfrak{K}}(T, O) = (\mathfrak{K}(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(O)) \vee (\bar{\mathfrak{K}}_c(T) \wedge \mathfrak{K}(O)) \quad (8)$$

в частности, $\mathfrak{K}(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(O)$ представляет собой систему отношений

$$\begin{cases} P(T_c, O_c, V_c) < P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_c, V_a) > P(T_a, O_a, V_a). \end{cases} \quad (9)$$

Неадекватность верхнего уровня – несоответствие между системами S_1 и S_8 , S_2 и S_6 , S_3 и S_7 , S_4 и S_5 , которые отличаются друг от друга инверсным замещением трех элементов. Например, между системами S_1 и S_8 , возможно отношение

$$P(T_c, O_c, V_c) < P(T_a, O_a, V_a), \Rightarrow (T_c, O_c, V_c) \mathfrak{K} (T_a, O_a, V_a) = \mathfrak{K}(T, O, V) = \hat{\mathfrak{K}}(T, O, V) \vee \tilde{\mathfrak{K}}(T, O, V), \quad (10)$$

где $\hat{\mathfrak{K}}(T, O, V)$ – однозначное несоответствие:

$$\begin{aligned} \hat{\mathfrak{K}}(T, O, V) = & (\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_b(O) \wedge \mathfrak{K}(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \mathfrak{K}(O) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_b(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{K}}_b(T) \wedge \mathfrak{K}(O) \wedge \mathfrak{K}(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{K}(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_b(O) \wedge \mathfrak{K}(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{K}(T) \wedge \mathfrak{K}(O) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_b(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{K}(T) \wedge \mathfrak{K}(O) \wedge \mathfrak{K}(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{K}}_c(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(O) \wedge \mathfrak{K}(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{K}}_c(T) \wedge \mathfrak{K}(O) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{K}(T) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(O) \wedge \bar{\mathfrak{K}}_c(V)), \end{aligned} \quad (11)$$

в частности, $\bar{\mathfrak{R}}_b(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_b(O) \wedge \mathfrak{R}(V)$ представляет собой систему отношений

$$\begin{cases} P(T_c, O_a, V_a) = P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_c, V_a) = P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_a, V_c) < P(T_a, O_a, V_a); \end{cases} \quad (12)$$

$\tilde{\mathfrak{R}}(T, O, V)$ – размытое несоответствие:

$$\begin{aligned} & \tilde{\mathfrak{R}}(T, O, V) = \\ & = (\bar{\mathfrak{R}}_c(T) \wedge \mathfrak{R}(O) \wedge \mathfrak{R}(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{R}(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(O) \wedge \mathfrak{R}(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{R}(T) \wedge \mathfrak{R}(O) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{R}}_b(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(O) \wedge \mathfrak{R}(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{R}}_b(T) \wedge \mathfrak{R}(O) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{R}(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(O) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_b(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{R}}_c(T) \wedge \mathfrak{R}(O) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_b(V)) \vee \\ & \vee (\mathfrak{R}(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_b(O) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_c(V)) \vee \\ & \vee (\bar{\mathfrak{R}}_c(T) \wedge \bar{\mathfrak{R}}_b(O) \wedge \mathfrak{R}(V)), \end{aligned} \quad (13)$$

в частности, $\bar{\mathfrak{R}}_c(T) \wedge \mathfrak{R}(O) \wedge \mathfrak{R}(V)$ представляет собой систему отношений

$$\begin{cases} P(T_c, O_a, V_a) > P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_c, V_a) < P(T_a, O_a, V_a); \\ P(T_a, O_a, V_c) < P(T_a, O_a, V_a). \end{cases} \quad (14)$$

Основу возникновения возможной *неадекватности верхнего уровня* составляют несоответствия [5], представленные в таблице 1.

Здесь:

– $\mathfrak{R}(T)$ – *неадекватность требований упражнений* (несоответствие между системами требований к упражнениям ТП);

– $\mathfrak{R}(O)$ – *неадекватность обучения* (несоответствие между системами обучения);

– $\mathfrak{R}(V)$ – *неадекватность аттестации* (несоответствие между системами, в которых происходит аттестация обученности операторов);

– $\mathfrak{R}(T, O)$ – *неадекватность требований упражнений и обучения* (несоответствие между системой требований к упражнениям ТП и системой обучения);

– $\mathfrak{R}(O, T)$ – *неадекватность обучения и требований упражнений* (несоответствие между системой обучения и системой требований к упражнениям);

– $\mathfrak{R}(O, V)$ – *неадекватность обучения и аттестации* (противоречие между системой обучения и системой, в которой происходит аттестация);

– $\mathfrak{R}(V, O)$ – *неадекватность аттестации и обучения* (несоответствие между системой аттестации и системой обучения);

– $\mathfrak{R}(T, V)$ – *неадекватность требований упражнений и аттестации* (несоответствие между системой требований к упражнениям ТП и системой, в которой происходит аттестация);

– $\mathfrak{R}(V, T)$ – *неадекватность аттестации и требований упражнений* (несоответствие между системой, в которой происходит аттестация и системой требований к упражнениям ТП).

Необходимо отметить, что представленная формализованная классификация возможной адекватности предметно-ориентированного уровня организации ТП операторов РЭС является следствием ряда прикладных проблем, характеризующих ее проблемно-ориентированный уровень. Решение этих проблемы способствует устранению рассмотренных несоответствий. Если неадекватность принадлежит множеству размытых несоответствий, то нет возможности ее обнаруживать, а тем более идентифицировать. В этом случае необходимо производить анализ по дополнительным признакам – на основе сопоставления количественных мер отношений между анализируемыми элементами.

Таблица 1

Основа возникновения возможной неадекватности верхнего уровня

Элементы сравниваемых систем	T_a	O_a	V_a
T_c	$\mathfrak{R}(T)$	$\mathfrak{R}(T, O)$	$\mathfrak{R}(T, V)$
O_c	$\mathfrak{R}(O, T)$	$\mathfrak{R}(O)$	$\mathfrak{R}(O, V)$
V_c	$\mathfrak{R}(V, T)$	$\mathfrak{R}(V, O)$	$\mathfrak{R}(V)$

В работе [6] по теории системного взаимодействия была предложена следующая количественная форма оценки структурных бинарных отношений между элементами систем

$$\mu_{jk} = q(s_j, s_k) - q(s_j, \bar{s}_k), \quad (15)$$

где $q(s_j, s_k)$ – функция из множества элементов – s_j и s_k ; $q(s_j, \bar{s}_k)$ – функция из множества элементов s_j и \bar{s}_k ; s_j и s_k – связанные элементы.

Применительно для анализируемых систем из множества S (1) $S_j = (s_j, s_k)$ и $S_k = (s_j, \bar{s}_k)$, где s_j – подмножество одинаковых элементов; s_k и \bar{s}_k – подмножества различных элементов.

Например, для систем $S_1 = (T_a, O_a, V_a)$ и $S_2 = (T_c, O_a, V_a)$, справедливо, что $s_j = \{O_a, V_a\}$, $s_k = \{T_a\}$ и $\bar{s}_k = \{T_c\}$.

С учетом этого соотношение (15) можно представить иначе:

$$\mu_{jk} = q(S_j) - q(S_k). \quad (16)$$

Соотношения (15) и (16) характеризуют отношения структурного взаимодействия систем из множества S :

$$\text{если } \mu_{jk} < 0, \Rightarrow S_k \mathfrak{R} S_j; \quad (17)$$

$$\text{если } \mu_{jk} = 0, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{R}}_b S_j; \quad (18)$$

$$\text{если } \mu_{jk} > 0, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{R}}_c S_j. \quad (19)$$

Соотношения (17)...(19) вполне применимы при анализе структурного состояния множества S , состоящей только из двух систем ($n = 2$). При анализе множества S , состоящей из подсистем, количество которых $n > 2$, данные соотношения, хотя и определяют степень отношений, но не имеют информативность их значимости.

Например, пусть имеем множество S , состоящее из четырех систем: S_1, S_2, S_3 и S_4 . Возможна следующая ситуация, когда функция полезности

$$q(S_1) = q(S_3) + \Delta q; \quad (20)$$

$$q(S_2) = q(S_4) + \Delta q,$$

где Δq – некоторое приращение функции полезности.

Согласно соотношению (16) имеем, что

$$\mu_{12} = q(S_1) - q(S_2) = q(S_3) - q(S_4) = \mu_{34}, \quad (21)$$

хотя на самом деле $q(S_1) \neq q(S_3)$ и $q(S_2) \neq q(S_4)$.

Такого рода недостаток характерен и для другого варианта количественной формы оценки структурных бинарных отношений систем, рассмотренного в [6]:

$$\beta_{jk} = \frac{2 \cdot (q(S_j) - q(S_k))}{|q(S_j) + q(S_k)|}. \quad (22)$$

В соответствии с (22) справедливо:

$$\text{если } \beta_{jk} < 0, \Rightarrow S_k \mathfrak{R} S_j; \quad (23)$$

$$\text{если } \beta_{jk} = 0, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{R}}_b S_j; \quad (24)$$

$$\text{если } \beta_{jk} > 0, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{R}}_c S_j. \quad (25)$$

Использование соотношения (22) хотя и позволяет исключить неоднозначности в ситуации (20), т.е. $\beta_{12} \neq \beta_{34}$, однако может возникнуть ситуация, когда

$$q(S_1) = \frac{q(S_3)}{M}, \quad q(S_2) = \frac{q(S_4)}{M}, \quad (26)$$

где M – некоторое число.

Для ситуации (26) согласно соотношению (22) имеем, что

$$\begin{aligned} \beta_{12} &= \frac{2 \cdot (q(S_1) - q(S_2))}{|q(S_1) + q(S_2)|} = \\ &= \frac{2 \cdot (q(S_3)/M - q(S_4)/M)}{|q(S_3)/M + q(S_4)/M|} = \\ &= \frac{2 \cdot (q(S_3) - q(S_4))}{|q(S_3) + q(S_4)|} = \beta_{34}. \end{aligned} \quad (27)$$

Соотношения (16) и (22) могли бы быть вполне применимы, если бы множество S состояло только из двух анализируемых систем ($n = 2$). Так как для предметно-ориентированного уровня системной модели ТП множество S состоит из $n = 8$ анализируемых систем, то для разрешения существующей проблемы в [6] была предложена следующая форма количественной оценки структурных отношений подсистем:

$$\pi_{jk} = A_{jk} \cdot \exp\{i \cdot \varphi_{jk}\} = q(S_j) + i \cdot q(S_k), \quad (28)$$

где

$$A_{jk} = \sqrt{q^2(S_j) + q^2(S_k)} \quad (29)$$

– амплитуда структурных отношений между системами S_k и S_j ;

$$\varphi_{jk} = \arctg\left(\frac{q(S_j)}{q(S_k)}\right) \quad (30)$$

– фаза структурных отношений между системами S_k и S_j ; $i = \sqrt{-1}$ – мнимая единица.

В соответствии с (30) имеет место:

$$\text{если } -\frac{\pi}{2} \leq \varphi_{jk} < \frac{\pi}{4}, \Rightarrow S_k \mathfrak{R} S_j; \quad (31)$$

$$\text{если } \varphi_{jk} = \frac{\pi}{4}, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{R}}_b S_j; \quad (32)$$

$$\text{если } \frac{\pi}{4} < \varphi_{jk} \leq \frac{\pi}{2}, \Rightarrow S_k \bar{\mathfrak{K}}_c S_j. \quad (33)$$

Справедливым является то, что равенство $\pi_{12} = \pi_{34}$ будет выполняться тогда и только тогда, когда $A_{12} = A_{34}$ и $\varphi_{12} = \varphi_{34}$, т.е. в случае, если системы функционируют равнозначно. Таким образом, соотношение (30) является обобщенным индикатором сопутствующих признаков неадекватности применения РЭС УВД и позволяет производить однозначную оценку отношений между анализируемыми системами из множества S (1), тем самым осуществлять корректный выбор рациональной системы $S_j \in S$ ТП операторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе вышеизложенного следует сделать вывод, что системная модель организации тренажной подготовки операторов сложных эргатехнических систем может быть представлена в виде трех взаимосвязанных уровней:

- функционально-ориентированного;
- предметно-ориентированного;
- проблемно-ориентированного.

Для предметно-ориентированного уровня организации тренажной подготовки операторов сложных эргатехнических систем вследствие высокой стоимости, слабого проявления, а порой и отсутствия дифференцированного подхода обучения особенно важным является рассмотрение понятия адекватности как самих тренажных систем, так и неадекватности их применения. В соответствии с этим в статье определены структура и форма количественной оценки сопутствующих признаков неадекватности применения РЭС УВД с точки зрения организации ТП.

Потапов Андрей Николаевич – заместитель начальника кафедры эксплуатации радиотехнических средств (обеспечения полетов). Кандидат технических наук, доцент. Военный авиационный инженерный университет (г. Воронеж). Тел. 8-980-546-71-68.

Черников Виктор Валерьевич – ст. научный сотрудник НИЦ РЭБ ВАИУ (г. Воронеж). Тел. 8-920-465-89-05.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Потапов А. Н.* Оценка адекватности результатов математического моделирования тренажных систем лиц группы руководства полетами // Материалы VI Всероссийской научно-технической конференции «Повышение эффективности методов и средств обработки информации», 16–19 мая 2000. – Тамбов: ТВАИИ, 2000. – С. 270–273.
2. *Дикарев В. А., Потапов А. Н., Султанов Р. В.* Обеспечение качества применения компьютерных систем тренажа. – Балашов: Изд.-во Николаев, 2002. – 89 с.
3. *Потапов А. Н., Дикарев В. А., Сысоев В. В.* Исследование методов вторичной обработки радиолокационных измерений с целью повышения эффективности применения компьютерных технических систем практического обучения лиц ГРП // Материалы III международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации», 1–5 июля 1999. – Владимир: ВлГУ, 1999. – С. 37–41.
4. *Потапов А. Н.* К вопросу разрешения конфликтов в практической подготовке лиц группы руководства полетами // Материалы I Всероссийской научно-технической конференции «Теория конфликта и ее приложение», 26–29 июня 2000. – Воронеж: ВГТА, 2000. – С. 24–27.
5. *Потапов А. Н.* Особенности профессиональной подготовки операторов при использовании компьютерных систем тренажа // XXXIV Научные чтения посвященные разработке творческого наследия К. Э. Циолковского: Сборник статей всероссийской научно-практической конференции (14–16 октября 1999 г.). – М: ИИЕТ РАН, 1999. – С.181–184.
6. *Сысоев В. В., Дикарев В. А., Алексеев В. В.* Количественная оценка структурного взаимодействия элементов технологических систем // Математическое моделирование технологических систем. – Воронеж: ВГТА, 1999. – Вып. 3. – С. 145–148.

Potapov Andrei Nikolaevich – deputy of the chair operating radio equipment support (aviation). Candidate of the technical sciences, assistant professor. Military aviation engineers university (State Voronezh). Tel. 8-980-546-71-68.

Chernikov Viktor V. – senior researcher scientific of Research center department of electronic warfare, Military aviation engineering university (State Voronezh). Tel. 8-920-465-89-05.