

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПРИ ВЫРАБОТКЕ РЕШЕНИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ РЕЖИМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

MODELING THE EFFICIENCY OF OUTPUT INFORMATION IN COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF SOLUTIONS IN THE AUTOMATED MODE OF AIR TRAFFIC CONTROL

A. Shavlov
V. Anatsky
V. Shirin
A. Minkin
O. Koksharov

Summary. The article deals with the composition of the output information of the automated system for diagnosing aircraft, a quantitative assessment of the complexity of the information model (IM) of the output information, introduced an efficiency indicator in a universal form.

Keywords: Information model, complex aviation technical systems, technical condition, diagnostic parameters, decision-making.

Шавлов Алексей Валерьевич

К.т.н., профессор, Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске
shavlov69@mail.ru

Анацкий Владислав Сергеевич

Старший инструктор, Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске

Ширин Виктор Викторович

К.в.н., доцент, Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске

Минкин Александр Александрович

Старший инструктор, Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске

Кокшаров Олег Борисович

Преподаватель, Филиал ВУНЦ ВВС «Военно-Воздушная Академия» в г. Челябинске

Аннотация. В статье рассмотрен состав выходной информации автоматизированной системы диагностирования авиационной техники дана количественная оценка сложности информационной модели (ИМ) выходной информации, введен показатель эффективности в универсальной форме.

Ключевые слова: Информационная модель, сложные авиационные технические системы, техническое состояние, диагностические параметры, принятие решения.

Процесс принятия диагностических решений и выработки воздействий на объект в автоматизированных системах управления техническим состоянием (диагностирования) основан на анализе оператором-технологом технической системой выходной информации системы, выдаваемой в виде информационной модели M на устройство отображения информации. Для характеристики функционирования системы во времени на фиксированном интервале $0 \leq t \leq T$ введем упорядоченное множество моментов времени, разделяющих восприятие и анализ оператором технологом отдельных реализаций (экземпляров) информационной модели

$$t < t_1 < t_2 < \dots < t_j < \dots < t_L (t_0=0, t_L=T).$$

Протяженность восприятия и анализа j -й реализации информационной системы M_j

$$\Delta t_j = t_j - t_{j-1} (j = \overline{1, L})$$

На j -м такте функционирования системы информации об объекте диагностирования, находящемся в состоянии S , в виде значений контролируемых параметров направляется группой средств измерения, преобразования, регистрации и ввода данных для обработки в компьютерную систему. Технические средства, программное обеспечение и информационная база диагностирования, находящаяся в состоянии B , используются для обработки информации $I_{\text{вх } j}$ формирования выходной информации $I_{\text{вых } j}$, представления её в виде информационной модели M_j оператору технологу на устройство отображения информации. Изменяется состояние информационной базы $B \rightarrow (I_{\text{вх } j}, I_{\text{вых } j}, B)$. Информационная модель M_j анализируется оператором технологом с учетом знаний об объекте (Q – состояние) вырабатывается диагностические решения $Y = f_1(I_{\text{вх } j}, Q)$ и воздействия на объект $Z = f_2(I_{\text{вх } j}, Y, Q)$, изменяется состояние $Q \leftarrow g(I_{\text{вх } j}, Q, Z)$. Реализация принятых решений и воздействий приводит к изменению состояния объекта $S \leftarrow \varphi(S, Z)$ в результате достигается эффект $C(Z)$. Правильность и эффективность решений и воздействий Z определяется на $j+1$ такте в процессе ана-

лиза информационной системы M_{j+1} . Система должна функционировать так, чтобы эффективность была максимальной:

$$C = \sum_{\forall Z} P(Z)C(Z) \rightarrow \max,$$

где $P(Z)$ — вероятность выработки и реализации диагностического решения и воздействия Z .

Рассмотрим задачи оптимального синтеза информационной модели [1,2]:

- ◆ распределение информационных элементов в информационной модели;
- ◆ определение периодичности выдачи выходной информации.

Пусть E — множество типов информационных элементов, которые должны появиться в выходной информации в результате диагностирования $e_i \in E, i = 1, n$. Зададим связи между информационными элементами (функциональные и др.) матрицей связанности $\|d_{ij}\|, ij = \overline{1, n}$.

Введём переменную

$$x_{ik} = \begin{cases} 1, \text{ если } k\text{-й элемент включается в документ } i \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Необходимо найти такие переменные x_{ik} , чтобы число связей между элементами одного документа (внутренние связи) было максимальным, а число связей между элементами разных документов (внешние связи) было минимальным [7,8].

Целевой функционал

$$\frac{1}{2} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n d_{jk} d_{ij} d_{ik} \rightarrow \max,$$

при ограничениях:

- ◆ каждый элемент попадает в какой-либо документ

$$\sum_{i=1}^r x_{ij} = 1, j = \overline{1, n}$$

- ◆ документ одержит не более n_i^d элементов

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq n_i^d, i = \overline{1, r}$$

В силу ограниченности вычислительных и других ресурсов обработки информации, ограниченной на информационную загрузку оператора-технолога, неоднородности выходной информации с точки зрения её ценности для диагностирования требуется установить периодичность выдачи компонентов выходной информации [9].

Пусть намечено k интервалов периодичности выдачи компонентов информации: $T_1, T_2, \dots, T_k (T_1 < T_2 < \dots < T_k)$.

Введем переменные

$$x_i^1 = \begin{cases} 1, \text{ если } i\text{-й компонент выходной информации выдается} \\ \text{с периодичностью } T_i \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Обозначим b_j — объем j -го ресурса, который используется для обработки информации, формирования и выдачи выходной информации, анализа и принятия решений (машинное время, информационная загрузка оператора-технолога и др.), α_{ij} — объем j -го ресурса, потребляемый для i -го компонента выходной информации, c_i — ожидаемый эффект от i -го компонента выходной информации.

Выбор компонентов выходной информации, выдаваемых с периодичностью T_1 сводится к определению переменных x_i^1 , максимизирующих целевой функционал

$$\sum_{i=1}^M c_i x_i^1 \rightarrow \max$$

при ограничениях на ресурсы

$$\sum_{i=1}^M \alpha_{ij} x_i^1 \leq b_j, j = \overline{1, N}.$$

Решая сформулированную задачу, получим

$$x^1 = (x_1^1, \dots, x_M^1) —$$

оптимальный набор компонентов выходной информации, выдаваемых с периодичностью T_1 . Исключив из перечня всех компонентов выходной информации те, для которых $x_i^1 = 1$, решаем задачу для периодичности T_2 аналогично предыдущей с учетом изменения индексов x_i^2 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Дружинин Г. В. Анализ эрготехнических систем. — М.: Энергоатомиздат, 1984. — 160 с.
2. Клековкин Г. А. Теория графов. Среда Махита: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Г. А. Клековкин. — 2-е изд. — М.: Издательство Юрайт, 2019. — 133 с.

© Шавлов Алексей Валерьевич (shavlov69@mail.ru), Анацкий Владислав Сергеевич, Ширин Виктор Викторович, Минкин Александр Александрович, Кокшаров Олег Борисович.
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»