

В. М. ЛЕВЫКИН, канд. техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕНИЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СЛОЖНОЙ ГИБКОЙ СИСТЕМЫ

Решение задач планирования, контроля, учета и управления в рамках интегрированной сложной гибкой системы (ИСГС) за установленное время при соответствующих ограничениях на материальные и трудовые ресурсы зависит от многих факторов, и в частности от качества обеспечения системы F^c и ее подсистем F_i , $i = \overline{1, n}$ (n — число подсистем). В обеспечение ИСГС входят информационное, лингвистическое, программное, организационное, математическое, техническое и т. д. Для упрощения задачи оценки уровня обеспечения системы рассмотрим только информационное E_u^c , программное E_n^c и техническое E_T^c обеспечения.

Показатель гибкости системы непосредственно зависит от качества обеспечения системы E^c . Гибкость системы и ее подсистем будет тем выше, чем меньше разность между существующим уровнем обеспечения системы S^c и совершенным обеспечением $S^{c'}$. В идеальном случае $S^{c'} - S^c = 0$. Это относится и к составляющим обеспечения системы $S_u^{c'} - S_u^c = 0$; $S_n^{c'} - S_n^c = 0$; $S_T^{c'} - S_T^c = 0$.

При аддитивности составляющих обеспечений получаем общее обеспечение системы $E^c = E_u^c + E_n^c + E_T^c$ (1).

Так как комплекс задач планирования, контроля, учета и управления A^0 состоит из совокупности задач a_{it} , реализуемых подсистемами, то $A^0 = \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^p a_{it}$, p — количество задач, решаемых i -й подсистемой.

Для реализации задач a_{it} подсистемой необходимо иметь соответствующее обеспечение подсистемы E_i , состоящее из информационного E_{iu} , программного E_{in} и технического E_{iT} обеспечений. По аналогии с (1) $E_i = E_{iu} + E_{in} + E_{iT}$ (2). Общее информационное E_u^c , программное E_n^c и техническое E_T^c обеспечения для всей системы определяется соответственно

$$E_u^c = \sum_{i=1}^n E_{iu}; E_n^c = \sum_{i=1}^n E_{in}; E_T^c = \sum_{i=1}^n E_{iT}. \quad (3)$$

Тогда (1) запишем

$$E^c = \sum_{i=1}^n E_{iu} + \sum_{i=1}^n E_{in} + \sum_{i=1}^n E_{iT}. \quad (4)$$

Все обеспечения подсистем состоят из набора определенных элементов и процедур, которые соответствуют номенклатуре задач, решаемых каждой i -й подсистемой:

$$E_{iu} = \sum_{j=1}^q b_{iju}; E_{in} = \sum_{j=1}^q b_{ijn}; E_{iT} = \sum_{j=1}^q b_{iTj}, \quad j = \overline{1, q}, \quad (5)$$

где b_{ij} — j элемент i -й подсистемы, q — число элементов и процедур соответствующих обеспечений.

Представим (3) в виде

$$E_u^c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^q b_{iju}; E_n^c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^q b_{ijn}; E_T^c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^q b_{iTj}. \quad (6)$$

Общее обеспечение системы

$$E^c = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^q (b_{iju} + b_{ijn} + b_{iTj}). \quad (7)$$

Как указывалось ранее, вероятность решения всего комплекса задач A^c , стоящих перед системой, определяется качеством обеспечения системы и стремится к 1, если имеющееся обеспечение системы E^c близко к идеальному требуемому обеспечению $E^{c'}$. Для сравнения уровня существующего E^c и требуемого обеспечений введем показатель качества обеспечения

$$k^c = E^c / E^{c'}, \quad (8)$$

k^c изменяется в пределах $0 < k \leq 1$. Для подсистем k определяется по формуле $k_i = E_i / E_i'$.

Аналогично такой же показатель можно ввести и для каждого типа обеспечений системы: информационного (k_u^c), программного (k_n^c) и технического (k_T^c) соответственно

$$k_u^c = E_u^c / E_u^{c'}; K_n^c = E_n^c / E_n^{c'}, K_T^c = E_T^c / E_T^{c'} \quad (9)$$

и для подсистем

$$k_{iu} = E_{iu} / E'_{iu}; k_{in} = E_{in} / E'_{in}; k_{iT} = E_{iT} / E'_{iT}. \quad (10)$$

Качество обеспечений определяется характеристиками элементов и процедур подсистем b_{ji} , т. е. способностью реализовать комплекс задач a_i за время $t_{пл}$. Это возможно, если $E^c \approx E^{c'}$. В этом случае качество обеспечения системы будет тем выше, чем меньше разность между E^c и $E^{c'}$.

Применительно к ИСГС близость E^c к $E^{c'}$ зависит от многих факторов, и в частности структуры обеспечения, состава элементов или процедур, наличия типовых элементов или процедур, универсальности, адаптируемости, развития.

В качестве основных прием показателей, характеризующие качество обеспечения системы: универсальность k_y^c , определяющую способность обеспечения решать различные классы задач с минимальным привлечением дополнительных ресурсов для его доработки; адаптируемость k_a^c , определяющую способность обеспечения перейти на выполнение нового класса задач с минимальным привлечением дополнительных затрат; развитие обеспечения k_p^c , определяющее его способность к эволюции, связанную с расширением номенклатуры и объема решаемых задач.

Такой комплекс показателей характеризует способность системы решать стоящие перед ней задачи A^c в установленные сроки при ограничении на соответствующие ресурсы, требующиеся для улучшения этих показателей.

В целом показатель качества обеспечения системы

$$k^c = \alpha_1 k_y^c + \alpha_2 k_a^c + \alpha_3 k_p^c, \quad (11)$$

где α — коэффициенты значимости соответствующих показателей.

Таким образом, степень приближения E^c к $E^{c'}$ определяется комплексным показателем качества обеспечений системы k^c . Улучшение k^c непосредственно связано с использованием соответствующих ресурсов.

Определим зависимость совершенствования обеспечения от используемых для этого ресурсов $B^c = 1 - r_d / r$ (12), где r — ресурсы, используемые на создание обеспечения системы; r_d — дополнительные ресурсы на разработку типовых элементов и процедур, с помощью которых возможно создание более совершенного обеспечения.

Величина B^c находится в пределах $0 < B^c \leq 1$. Обеспечение системы будет совершенным при $B^c = B_{\max}^c = 1$, когда использование дополнительных ресурсов практически не приводит к улучшению его качества. Кроме того, степень улучшения B^c до B_{\max}^c не должна быть неограниченной, так как на ее достижение необходимо затрачивать различные ресурсы в зависимости от характера приближения B^c к B_{\max}^c . Поэтому необходимо определить тот предел, который дает требуемое приближение с минимальными дополнительными затратами и тот уровень затрат, который позволяет созданию требуемого обеспечения E^c .

В работах [1, 2] дается оценка повышения эффективности сложных систем. Для определения требуемых затрат на совершенствование обеспечения системы используем выражение $H = a \ln V$ (13), где H — энтропия; V — неупорядоченность обеспечения системы; a — величина, характеризующая минимальный объем информации, который необходим для снижения энтропии.

Совершенство обеспечения E^c , применительно к требованиям определенного класса задач, будет прежде всего зависеть от набора типовых, стандартных элементов или процедур, которые минимизирует время подготовки решения задачи и используются для максимального числа решаемых задач в рамках данного обеспечения.

Фактически в данном случае можно говорить об уровне обеспечения, определяемого выражением $S = n'/n$ (14), где n — число всех элементов или процедур обеспечения; n' — число универсальных элементов и процедур.

Разность энтропий совершенства обеспечения H_0 (с min уровнем обеспечения) и H (с max уровнем обеспечения) дает количество информации, характеризующее процесс создания более совершенного обеспечения:

$$I = H_0 - H = a \ln V_0 - a \ln V = a \ln V_0/V, \quad (15)$$

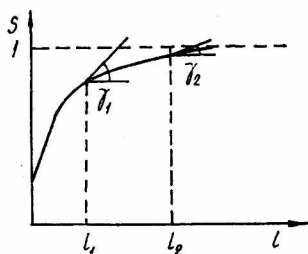
где V , V_0 — несовершенство обеспечения соответственно с максимальным и минимальным его уровнями, $V = V_0 e^{I/a}$.

Обозначим $a = I_0$. Это то количество информации, которое обрабатывается в обеспечении без стандартных элементов. Тогда получим выражение несовершенства обеспечения при использовании стандартных элементов и процедур $V = V_0 e^{-I/I_0}$.

Несовершенство обеспечения зависит от уровня S , и чем выше уровень, тем меньше несовершенство обеспечения:

$$V = 1 - S; \quad S = 1 - V = 1 - V_0 e^{-I/I_0}. \quad (17)$$

Ресурсы, связанные с разработкой обеспечения, зависят от объемов преобразования информации, т. е. $I/I_0 = r/r_d = l$. Тогда



выражение (17) примет вид $S=1-V_0e^{-l}$ (18), т. е. $S=f(l)$ (рисунок).

По минимальному значению угла $\operatorname{tg}\gamma=ds/dl$, когда $\operatorname{tg}\gamma_1$ и $\operatorname{tg}\gamma_2$ будут отличаться незначительно, можно определить те дополнительные ресурсы r_d , с помощью которых будет создан требуемый уровень обеспечения $S_{\text{тр}}$. Так как уровень обеспечения S связан с его несовершенством V выражением $S=1-V$, то кривая V будет иметь зеркальное отображение кривой S .

Список литературы: 1. Трапезников В. А. Автоматическое управление и его экономическая эффективность//Автоматика и телемеханика. 1966. № 1. С. 5—53. 2. Селезнев М. Я. Информационно-вычислительные системы и их эффективность. М., 1986. 104 с.

Поступила в редколлегию 12.06.87