

Ю. В. Доронина, д-р техн. наук, доц., проф. кафедры, e-mail: juvado@yandex.ru,
Севастопольский государственный университет

Метод структурно-функционального синтеза информационной системы с учетом нечеткой привязки функций

Рассматривается задача реализации распределенной функциональности информационной системы. Прimenяется идея нечеткой привязки функций к формированию плана решения задачи, требующей определенных ресурсов (функций или сервисов структурных единиц) системы. Приведен пример распределения функций для системы мониторинга окружающей среды.

Ключевые слова: информационная система, функциональная привязка, структурный синтез, привязка функций, сервисы структурной единицы, расщепление задач

Введение

При проектировании новых информационных систем (ИС) или реорганизации существующих важной проблемой является повышение их надежности и гибкости функционирования без значительного привлечения ресурсов. Гибкость в данном контексте обеспечивает возможность реализации требуемого сервиса при решении некоторой задачи на существующих или незначительно расширенных ресурсах. В этой связи задача структурного синтеза ИС остается актуальной.

Синтез сложной системы должен учитывать два аспекта: функциональную привязку функций (как сервиса) к структурным элементам системы и неопределенность в функционально-структурных составляющих в течение цикла функционирования этой системы. Функциональная привязка означает, что существует базовая связь между элементами системы и функциями, присущими этим элементам. Вместе с тем возможны локальные изменения привязок функций к структурным элементам при определенных условиях [1, 2]. Противоречивость этих двух аспектов может быть решена за счет выделения устойчивых (базовых) структурных элементов с четкой привязкой функций, а также подмножества структурных элементов с ограниченной функциональной привязкой.

Следует отметить, что академик РАН Н. П. Бехтерева в своих исследованиях мозга человека подтвердила выдвинутые ею же положения о практическом отсутствии четкой привязки функции к определенному участку мозга (структурной компоненте). При этом было выявлено, что центры организации определенной

деятельности могут переноситься из одного полушария в другое [3]. На основании, в том числе, идеи выдающегося физиолога ставится задача синтеза сложной информационной системы с учетом выдвинутых положений о нечеткости распределенной функциональности ее элементов, что может служить важным фактором самоорганизации ИС.

Постановка задачи

Пусть f_i — функция (сервис), которая должна быть реализована некоторой ИС, $i = \overline{1, I}$, где I — конечное число функций ИС; F — конечное множество функций ИС; S — множество структурных единиц ИС, где s_j — структурный элемент ИС, $j = \overline{1, J}$, J — конечное число структурных элементов ИС.

Обозначим значимые подмножества множества $F = \{F_{if}, F_f\}$, где F_{if} (*inflexible*) — подмножество функций, жестко привязанных к структурным единицам ИС, F_f (*flexible*) — подмножество гибких функций, не привязанных к структурным единицам ИС. Примерами F_{if} функций могут быть функции, закрепленные за конкретным участком программного кода, что подразумевает их привязку к конкретной структурной единице ИС. Функция контроля данных, напротив, может быть реализована в различных подсистемах: подсистеме сбора данных, подсистеме их анализа или хранения, что дает возможность определить ее как F_{if} . Функция принятия решения, например, может быть только в соответствующей подсистеме и в общем случае определяется как F_f .

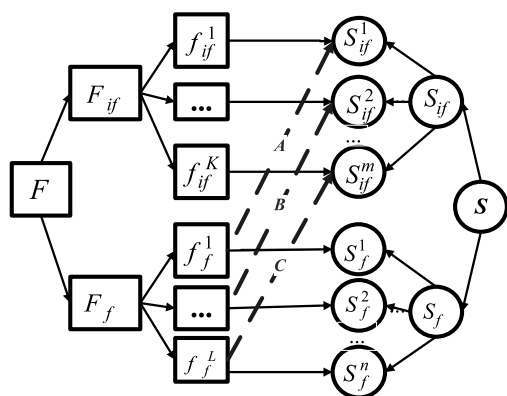


Рис. 1. Возможные сочетания подмножеств в структуре ИС

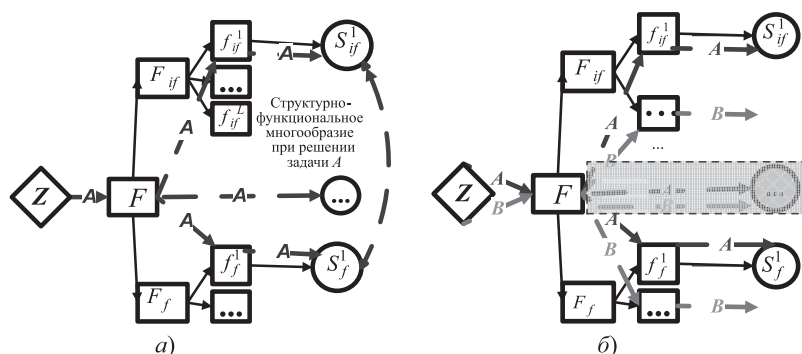


Рис. 2. Структурно-функциональное многообразие ИС:

а — при решении некоторой задачи A ; б — возможное пересечение структурно-функциональных компонент при решении нескольких задач

На рис. 1 показаны предполагаемые сочетания подмножеств в структуре ИС, штриховые линии A , B и C отражают возможные связи гибких функций и жестко функционально-ориентированных элементов ИС.

Задача состоит в том, чтобы для заданной системы определить подмножества функций, жестко привязанных к структурным единицам ИС, и гибких функций, а также построить возможные реализации структур в зависимости от различных требований к этой системе.

Метод структурно-функционального синтеза с учетом нечеткой привязки функций

Уточнение постановки задачи формализации структурного синтеза системы с учетом нечеткой привязки функций обеспечивается следующими ограничениями:

— функция может быть реализована не на любом структурном элементе, а только на элементе, принадлежащем к определенному классу

$$F_f \rightarrow \{s_f^1, s_f^2, \dots, s_f^K\}, \quad s_f^i \in S_f, \quad i = \overline{1, N};$$

— задача z_l , связанная с реализацией некоторой функции или группы функций, должна принадлежать к области реализуемых задач из числа L

$$Z = \{z_1, z_2, \dots, z_l\}, \quad z \in Z, \quad l \subseteq L.$$

Реализация некоторой задачи z_l может потребовать от системы участия ее определенных структурных компонент, поэтому для упрощения формализации обозначим подмножество этих структурных элементов следующим образом:

$$S_z \rightarrow \{s_z^1, s_z^2, \dots, s_z^K\}, \quad z \in Z.$$

На рис. 2, а, показано структурно-функциональное многообразие ИС при решении некоторой задачи A из множества Z . Таким образом, как можно видеть на рис. 2, а, имеется несколько

вариантов реализации задачи A из множества структурно-функционального многообразия решения задачи Z . Для реализации задачи B может оказаться, что некоторые возможности реализации задач A и B совпадают. При этом функциональная неопределенность может быть причиной неопределенности управления этим процессом, а также служить фактором неэффективной загрузки структурных элементов.

Следовательно, возникает проблема выбора такой возможности (пути решения или выбора структурного элемента) как ресурса для решения некоторой задачи. Целесообразно учитывать следующие факторы:

1) важность задачи из множества (показатель важности должен находиться в некотором заданном диапазоне) в целях определения приоритетных задач и путей их решения;

2) возможности структурной единицы (учет того, какие типы функций системы: стационарные или гибкие F_{if} , F_f могут обеспечивать эти структурные единицы) в рамках учета важности задачи;

3) наличие ресурса времени, т. е. возможность ожидания выполнения или реализации функции в рамках текущей задачи и выбранной структурной единицы;

4) планирование и прогноз распределения функций и занятости структурных единиц.

Для учета этих факторов необходимо ввести показатель важности задачи относительно всего множества задач Z :

$$Z = \{z_i | h_j\}, \quad z_i \in Z, \quad h_j \in H, \quad H = [h_1 \dots h_5], \quad (1)$$

где z_i — текущая задача; h_j — оценка важности текущей задачи z_i по шкале Харрингтона в диапазоне значений $H = [h_1, \dots, h_5]$. В качестве примера вербально числовой шкалы, имеющей достаточно широкое применение, используется шкала Харрингтона (H), характеризующая степень выраженности критериального свойства и имеющая универсальный характер (табл. 1) [4].

Таблица 1

Шкала Харрингтона

Индекс	Содержательное описание градаций	Числовое значение
h_1	Очень высокая	0,80...1,00
h_2	Высокая	0,64...0,80
h_3	Средняя	0,37...0,64
h_4	Низкая	0,20...0,37
h_5	Очень низкая	0,00...0,20

Определение соответствия задачи и структурной единицы, на которой предполагается ее реализация, относительно дифференцирования требуемых функций (сервисов) реализовано на основе метода расщепления задач (МРЗ). Схематично МРЗ представлен на рис. 3 согласно методологии описания потоков работ WFD [5].

Под расщеплением задачи понимается ее декомпозиция на подзадачи, которые могут быть оценены по границам шкалы интервалов. При этом в отличие от декомпозиции задачи при ее расщеплении образуется не более двух-трех составляющих.

Ниже сформулированы шаги (I—III) метода расщепления задач в целях определения по-

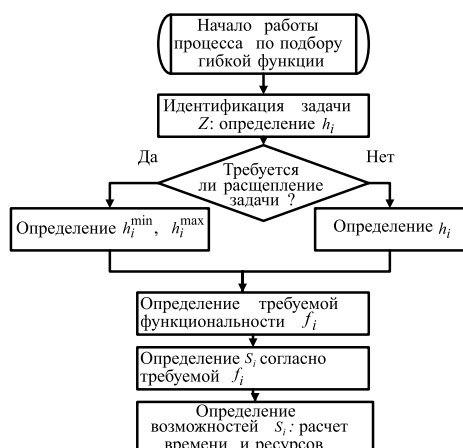


Рис. 3. Метод расщепления задач для определения структурного элемента реализации заданной функциональности в нотации WFD



Рис. 4. Пример расщепления задач на основе методологии IDEF0

рядка реализации их на структурных единицах с учетом привязки функций.

I. Все задачи классифицируются по важности на основе шкалы Харрингтона с учетом (1).

Пример: система организационного управления (ОргУ) предприятием. $Z = \{z_Z$ — управление производственным процессом | h_2, z_2 — управление персоналом | h_2, z_3 — обеспечение поддержки рабочего процесса | $h_3\}$.

Примечание: h_2 и h_3 выбраны в качестве оценок важности задач исходя из предметной области приведенного примера ОргУ экспертным путем.

II. Каждая классифицированная задача z_i ставится в соответствие диапазону числовых значений h_j . Пример:

$$Z = \{ \lfloor z_1^{\min} | h_2^{\min}, z_1^{\max} | h_2^{\max} \rfloor; \lfloor z_2^{\min} | h_2^{\min}, z_2^{\max} | h_2^{\max} \rfloor; \lfloor z_3^{\min} | h_3^{\min}, z_3^{\max} | h_3^{\max} \rfloor \},$$

где $h_2^{\min} = 0,64$, $h_2^{\max} = 0,80$, $h_3^{\min} = 0,37$, $h_3^{\max} = 0,64$.

III. Проводится идентификация расщепленных задач с учетом приоритетов шкалы Харрингтона. Пример: $z_1^{\min}$ — управление значимой частью производственного процесса; $z_1^{\max}$ — управление всем производственным процессом; $z_2^{\min}$ — управление персоналом, формирующим основные решения и процессы производства; $z_2^{\max}$ — управление всем персоналом.

Следует отметить, что расщепление задач не во всех случаях представляет собой тривиальный процесс, но его реализация может быть осуществлена, например, на основе функционально-процессного моделирования в стандартах IDEF1 или IDEF3 (диаграммами (Process Flow Description Diagrams, PFDD или Object State Transition Network, OSTN) [6]. На рис. 4 показан обобщенный вид декомпозиции (расщепления) задач для примера ОргУ предприятием, реализованный на Ramus Educational — бесплатном аналоге Ramus [7]. Ramus Education может быть использован для создания диаграмм в формате IDEF0 и DFD.

После определения приоритетности и расщепления задач реализуется фактор 2: анализ возможностей структурной единицы. В этой связи предлагается определять не только тип структурной единицы F_{if} , F_f но и ее состояние посредством введения коэффициента состояния структурной единицы k_v , $k_v \in R$ (относительно процесса устаревания этой структурной единицы).

Наличие ресурса времени (фактор 3) целесообразно вводить для определения остаточного времени при приближении состояния структурной единицы к критическому значению ее коэффициента в связи с устареванием. Этот показатель может играть существенную роль при

прогнозировании применимости структурной единицы с нечеткой привязкой функций. На этапе создания (проектирования) ИС текущее время t системы считается меньшим времени t_m начала морального устаревания этой системы: $t < t_m$. Предполагается, что на этапе функционирования ИС текущее время $t_m < t < t_{kr}$, где t_{kr} — критическое время, после которого система окончательно устаревает и не может продолжать эксплуатацию. В работе [8] показано, что при линейном возрастании эксплуатационных расходов t_{kr} может быть определено как

$$t_{kr} = \sqrt{\frac{2C_0}{\alpha C_1}}, \quad (2)$$

где C_1 — стоимость эксплуатации системы; α — регулярный прирост эксплуатационных расходов; C_0 — приведенные к началу эксплуатации расходы на разработку, производство, установку системы.

Таким образом, выражение (1) может быть расширено с учетом приведенных факторов:

$$\begin{aligned} Z &= \{z_i | h_j, r_k\}, z_i \in Z, h_j \in H, \\ H &= [h_1 \dots h_5], r_k \in Res, i, j \in N, \end{aligned} \quad (3)$$

где r_k — требуемый ресурс для решения задачи из заданного множества ресурсов Res .

Для структурной единицы имеем:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow \{s_i | \{f_{if}, f_f\}, z_i | h_j, or_{s_i}\}; z_i \in Z_{s_i}; \\ h_j &\in H; or_{s_i} \in Res; i, j \in N, \end{aligned} \quad (4)$$

где or — остаточный ресурс, который может быть использован задачей z_i из заданного множества ресурсов Res в единицах времени

$or = t_{kr} - t = \sqrt{\frac{2C_0}{\alpha C_1}} - t$; $\{f_{if}, f_f\}$ — множество функций, реализуемых структурной единицей s_i .

Под структурной компоновкой понимается структурная единица с несколькими функциями (сервисами). Вариант структурной компоновки описывается следующим образом:

$$\begin{aligned} s_i &= \{z_i | h_j, r_k\}, z_i \in Z, h_j \in H, \\ H &= [h_1 \dots h_5], r_k \in Res, i, j \in N. \end{aligned} \quad (5)$$

С учетом дополнительных ограничений (временных ограничений различных типов) при расщеплении задач получены два основных случая определения структурных единиц для реализации требуемой функциональности:

$$\begin{aligned} s_i^+ \langle F_0^{S_i} \rangle &= \{z_i | h_j, r_k\} \bigvee_{l=0}^L \{z_l | h_j, r_k\}, z_i \in Z, \\ h_j &\in H, H = [h_1 \dots h_5], r_k \in Res, i, j \in N, \end{aligned}$$

(случай 1)

$$s_i^+ \langle F_{\max}^{S_i} \rangle = \begin{cases} \langle F_{\max}^{S_i} \rangle - \langle z_i | h_j^{\tau}(t), r_k \rangle, z_i \in Z, \\ h_j^{\tau}(t) : h_j \in H, t \leq T^{\tau}, r_k \in Res, i, j \in N; \\ \langle F_{\max}^{S_i} \rangle - \langle z_i | h_j^{\tau\tau}(t), r_k \rangle, z_i \in Z, \\ h_j^{\tau\tau}(t) : h_j \in H, t \in \overline{T_1^{\tau} : T_2^{\tau}}; \\ \langle F_{\max}^{S_i} \rangle - \langle z_i | h_j, r_k, [z_k^p] \rangle, z_i \in Z, \\ h_j = h_j^{\max}, p \in Y^{S_i}, \end{cases}$$

(случай 2)

где $h_j^{\tau}(t)$ — оценка важности текущей задачи z_i по шкале Харрингтона с учетом ограничения по времени, когда требуемая функциональность актуальна в течение времени, не больше, чем T^{τ} (для случая 2); $h_j^{\tau\tau}(t)$ — оценка важности текущей задачи z_i с учетом ограничения по времени, когда требуемая функциональность актуальна в течение диапазона времени $t \in T_1^{\tau} : T_2^{\tau}$ (для случая 2); Y — число подсистем в системе S — возрастает.

Пример реализации предложенных решений

Поскольку на рис. 3 приведен тривиальный пример, иллюстрирующий суть расщепления задач и способ его отображения на основе стандарта IDEF0, далее будет показан более сложный пример. Предложенный подход применен для решения задачи генерации вариантов метеорологической системы (МС) со структурной динамикой. МС структурно состоит из нескольких подсистем; за исходный вариант структурной компоновки s_0 берется вариант с базовой функциональной нагрузкой f_{if} , кроме того, определен максимум функциональности структурной единицы $f_{if}^{\max}$. Особенности рассматриваемой МС: 1) наличие заданной заказчиком исходной формы представления данных: библиотека электронных таблиц (которая должна существовать в системе некоторое время до полной модернизации и внедрения новых стандартов электронного хранения); 2) необходимость формировать заданные виды анализа данных: за 1 год наблюдений, за период 5, 10 лет и за период 30 лет (стандартный анализ); 3) необходимость периодического (нестандартного анализа) за любой требуемый временной период; 4) наличие возможности фильтрации данных по некоторому заданному принципу; 5) наличие возможности формирования гибкого (настраиваемого) интерфейса для реализации текущих требований заказчика. Приведенный список требований (особенностей) явился отправной точкой для

Таблица 2

Фрагмент матрицы образов вариантов подсистемы хранения данных

Признак	PS_1	PS_2	PS_3	PS_4	PS_5	PS_6	PS_7
Наличие библиотеки электронных таблиц (БЭТ)	1	1	1	1	1	1	1
Наличие базы данных (БД)	0	0	0	1	1	1	1
Наличие функции формирования запросов к БД на основе специальных интерфейсов, в том числе {Н} — возможность формирования специальных научных обзоров 3 (БД{Н})	0	0	0	0	0	1	1 0
Наличие функции фильтрации данных (Ф)	0	0	0	1	1	1	1
АФ — анализ при фильтрации данных анализ без фильтрации (АФ А)	0	1	0 1	0	1	0	1

применения предложенного метода расщепления функций и гибкого распределения между структурными единицами.

Матрица образов для морфологического анализа представлена в табл. 2.

Обозначения вида 0|1 в табл. 2 имеют смысл такой, что при *декомпозиции или реструктуризации* возможно остаточное наличие признака. Например, в случае структурной декомпозиции на основе расщепления из подсистемы может быть выделена определенная функция, частично сохранившись в исходной структурной единице (см. рис. 4). Эта ситуация характерна для реинжиниринга существующей ИС, когда развитие системы реализуется в процессе ее функционирования и некоторые функции

продолжают быть прикрепленными к определенным структурным единицам еще некоторое время после построения новой реструктурированной компоновки системы [9, 10].

Морфологическая таблица сформированных вариантов подсистемы хранения данных в МС, построенная с учетом случаев 1 и 2, представлена в табл. 3.

На рис. 5, 6 показаны наиболее интересные из полученных в процессе структурно-функционального синтеза вариантов: $F_2^{S_1}$ — декомпозиция с расщеплением функции A_4^* : расщепление функции формирования запросов к БД (реализация научных и стандартных обзоров) (рис. 5) и $F_1^{S_1}$ — функциональная реструктуризация, когда часть функций переходит в другую структурную единицу: A_5^* — анализ при фильтрации данных с расщеплением функции фильтрации данных (рис. 6).

Реализация распределения функций по структурным компонентам, приведенная выше, осуществлена без учета ресурсов (фактор 3). С учетом количественных оценок ресурсов, требуемых при гибком распределении задач,

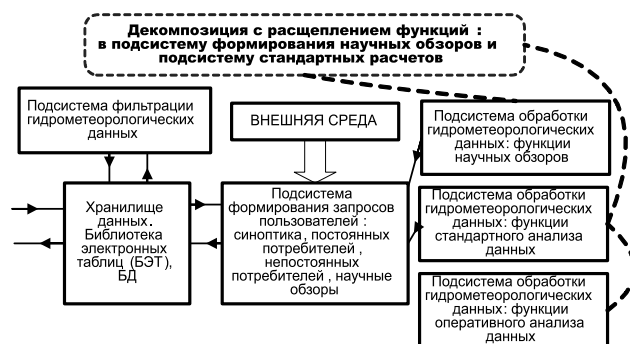


Рис. 5. Вариант МС с расщеплением функций при декомпозиции структурных единиц

Таблица 3

Морфологическая таблица структурных компоновок подсистемы хранения данных в МС (фрагмент)

Возможные варианты функциональности	Наименование функционального блока	Особенности сгенерированного варианта
$F_0^{S_1} = \{A_1, A_2\}$	A_1 — хранилище данных в форме библиотеки электронных таблиц; A_2 — блок формирования запросов в библиотеке электронных таблиц	Начальный базовый вариант
$F_{\max}^{S_1} = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6\} = \{F_0^{S_1}, A_3, A_4, A_5, A_6\}$	A_3 — хранилище данных в форме БД; A_4 — блок формирования запросов к БД (интерфейс); A_5 — анализ при фильтрации данных; A_6 — сжатие данных	Вариант с максимальной функциональностью
$F_1^{S_1} = \{A_1, A_2, A_5\} = \{F_0^{S_1}, A_5^*\}$	A_5^* — анализ при фильтрации данных с расщеплением функции фильтрации данных (реализация интеллектуального анализа данных и фильтра для хранения сжатых данных)	Реструктуризация анализа на основе гибкой функции
$F_2^{S_1} = \{A_1, A_2, A_3, A_4\} = \{F_0^{S_1}, A_3, A_4^*\}$	A_4^* — расщепление функции формирования запросов к БД (реализация научных и стандартных обзоров)	Декомпозиция функций интерфейса на основе гибкой функции
$F_3^{S_1} = \{A_1, A_2, A_3, A_6\} = \{F_0^{S_1}, A_3, A_6\}$	Базовый вариант с возможностью сжатия данных и хранилищем в БД	Без расщепления

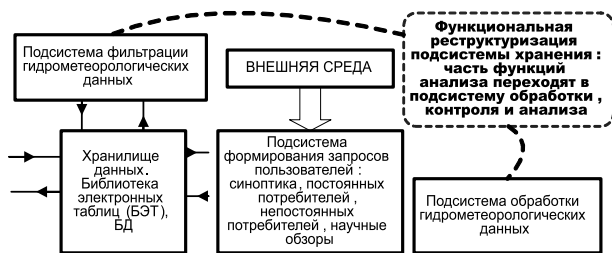


Рис. 6. Вариант МС с расщеплением функций при функциональной реструктуризации

уточним решение. В примере получены два расщепления: A_5^* — анализ при фильтрации данных с расщеплением функции фильтрации данных (реализация интеллектуального анализа данных — $[z_1^{\max}|h_2^{\max}]$ и фильтра для хранения сжатых данных — $[z_1^{\min}|h_2^{\min}]$), A_4^* — расщепление функции формирования запросов к БД (реализация научных — $[z_2^{\max}|h_3^{\max}]$ и стандартных обзоров — $[z_2^{\min}|h_3^{\min}]$) с учетом того, что $h_2^{\min} = 0,64$, $h_2^{\max} = 0,80$, $h_3^{\min} = 0,37$, $h_3^{\max} = 0,64$ (табл. 3).

Таким образом, задачи имеют следующие описания:

$$\begin{aligned} z_1 &= \{z_1^{\min}|0,64, z_1^{\max}|0,80, r_1 = 12\}; \\ z_2 &= \{z_2^{\min}|0,37, z_2^{\max}|0,64, r_2 = 8\}, \end{aligned} \quad (6)$$

где r_1 , r_2 равны соответственно 12 и 8 ч от рабочего процесса. Указанные в описаниях (6) временные ресурсы обусловлены тем, что фильтрация данных может быть осуществлена в течение не более чем за 12 ч от принятых МС данных мониторинга за это время, а формирование обзоров имеет возможный ресурс в течение рабочего дня (для других предметных областей следует рассмотреть особенности конкретных процессов):

$$\begin{aligned} s_1 &\rightarrow \{s_1\{f_{if}, f_f\}, z_1^{\min}|0,64, or_{s_1} = 12\}; \\ s_1\{f_{if}, f_f\}, z_1^{\max}|0,80, or_{s_1} = 4\}; &\rightarrow s_2\{f_f\}:A_5^*; \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} s_1 &\rightarrow \{s_1\{f_{if}, f_f\}, z_2^{\min}|0,37, or_{s_1} = 4\}; \\ s_1\{f_{if}, f_f\}, z_2^{\max}|0,64, or_{s_1} = 4\}; &\rightarrow \\ &\rightarrow s_3\{f_f\}, s_4\{f_f\}:A_4^*. \end{aligned} \quad (8)$$

Анализ выражений (7) и (8) показывает, что в первом случае, когда решается задача с расщеплением при совпадении требуемого r_1 и имеющегося or_{s_1} ресурса, реализована операция реструктуризации анализа на основе гибкой функции, когда часть функций переходит в другую структурную единицу.

Во втором случае (8) имеется полное несовпадение r_1 и or_{s_1} , в связи с чем применена операция декомпозиции, когда требуемая функция распределена по другим структурным единицам s_3 , s_4 .

В целях упрощения описания метода в работе не описан анализ остаточного ресурса на основе выражения (2), где применяется идея о текущем устаревании структурных единиц систем. При этом or_{s_1} находится по прогнозной кривой, отражающей закон устаревания системы (в большинстве случаев принимается предположение об экспоненциальном законе распределения).

Заключение и направления дальнейших исследований

Таким образом, в процессе генерации вариантов в рамках структурно-функционального синтеза использовались принципы *функциональной декомпозиции и функциональной реструктуризации*, что означает разбиение подсистем на две или более с разделением функций либо перенос функций из одной подсистемы в другую в рамках технологии гибкой функциональности. Учет этих особенностей в процессе генерации вариантов структурных компонент дал возможность построить и формализовать метод, который может быть использован в случае трудноформализуемых предметных областей, а также при построении систем с требованием дальнейшего развития на основе варьирования функциональности структурных единиц системы с нечеткой привязкой функций.

Предложенные принципы решения задач структурно-функционального синтеза с учетом нечеткой привязки функций, основанные на методе расщепления задач с учетом их значимости и ресурса структурных единиц, позволили реализовать элементы самоорганизации сложных систем.

Список литературы

1. Павлов А. Н. Комплексное моделирование структурно-функциональной реконфигурации сложных объектов // Труды СПИИРАН. 2013. № 28. С. 143—168.
2. Потрясаев С. А., Соколов Б. В., Юсупов Р. М. Содержательное и формальное описание проблемы структурно-функционального синтеза и управления развитием информационной системы наземно-космического мониторинга // Труды СПИИРАН. 2013. № 28. С. 82—106.
3. Бехтерева Н. Магия мозга и лабиринты жизни. СПб.: Нотабене, 1999. 134 с.
4. Практические аспекты использования функции желательности в медико-биологическом эксперименте. // Современные проблемы науки и образования. URL: <http://www.science-education.ru/100-5270>.
5. Построение диаграмм потоков работ — WFD. URL: <http://studopedia.info/2-82371.html>.
6. IDEF3 Process Description Capture Method report. URL: <http://www.staratel.com/iso/IDEF/IDEF3/Idf3.pdf> (дата обращения 22.01.2018).

7. **Проект Ramus.** Официальный русскоязычный сайт. URL: <http://ramus-educational.software.informer.com/> (дата обращения 22.01.2018).

8. **Киселев О. И.** Метод определения предельно допустимых временных параметров жизненного цикла РЭС // Радиотехника. 1997. № 5. С. 64—67.

9. **Доронина Ю. В.** Реинжиниринг мониторинговых информационных систем циклического типа // Східно-європейський журнал передових технологій. Харків, 2012. 1/2 (55). С. 12—14.

10. **Доронина Ю. В., Рябовая В. О.** Метод модернизации информационных систем экологического мониторинга на основе анализа их функциональной нагрузки // Труды СПИИРАН. 2016. № 1 (44). С. 133—153.

Yu. V. Doronina, Ph. D., Associate Prof., Professor, e-mail: juvao@yandex.ru, Sevastopol state University

Method of Structural-Functional Synthesis Information System Taking into Account the Fuzzy Binding Functions

The synthesis of a complex system should take into account two aspects: the functional binding of functions to the structural elements of the system and the uncertainty in the functional — structural components during the cycle of operation of this system. Functional binding means that there is a basic relationship between the system elements and the functions inherent in those elements. However, local changes of function bindings to structural elements are possible under certain conditions. The inconsistency of these two aspects can be solved by selecting stable (basic) structural elements with a clear binding of functions, as well as a subset of structural elements with a limited functional binding. The article discusses the task of implementing distributed functionality of the information system. It applied the idea of fuzzy binding functions to the formation of a plan to deal with tasks that require certain resources (functions or services of structural units) of the system. An example of the distribution of functions for the environmental monitoring system is given.

Keywords: information system, functional binding, structural synthesis, binding functions, services of units structural, splitting of tasks

DOI: 10.17587/it.24.618-624

References

1. **Pavlov A. N.** Kompleksnoe modelirovanie strukturno-funkcional'noj rekonfiguracii slozhnyh ob'ektov (*Integrated modelling of the structural and functional reconfiguration of complex objects*), *Trudy SPIIRAN*, 2013, no. 28, pp. 143—168 (in Russian).

2. **Potrjasaev S. A., Sokolov B. V., Jusupov R. M.** Soderzhatel'noe i formal'noe opisanie problemy strukturno-funkcional'nogo sinteza i upravlenija razvitiem informacionnoj sistemy nazemno-kosmicheskogo monitoringa (*Conceptual and formal description of structure-functional synthesis and development control problems of space and ground based data monitoring information systems*), *Trudy SPIIRAN*, 2013, no. 28, pp. 82—106 (in Russian).

3. **Behtereva N.** Magija mozga i labirinty zhizni (*Magic brain and labyrinths of life*), SPb., Notabene, 1999. 134 p. (in Russian).

4. **Prakticheskie** aspekty ispol'zovanija funkcion'noy zhelatel'nosti v mediko-biologicheskom jeksperimente, *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, available at: <http://www.science-education.ru/100-5270> (in Russian).

5. **Postroenie** diagramm potokov rabot — WFD, available at: <http://studopedia.info/2-82371.html> (in Russian).

6. **IDEF3** Process Description Capture Method report, available at: <http://www.staratel.com/iso/IDEF/IDEF3/Idcf3.pdf> (access date: 22.01.2018).

7. **Проект Ramus.** Oficial'nyj russkojazychnyj sajt, available at: <http://ramus-educational.software.informer.com/> (access date: 22.01.2018) (in Russian).

8. **Kiselev O. I.** Metod opredelenija predel'no dopustimyh vremennyh parametrov zhiznennogo cikla RJeS (*Method of determination of maximum permissible time parameters of life cycle of radio-electronic systems (RES)*), *Radiotekhnika*, 1997, no. 5, pp. 64—67 (in Russian).

9. **Doronina Ju. V.** Reinzhiniring monitoringovyh informacionnyh sistem ciklicheskogo tipa (*Reengineering of the monitoring information systems of the cyclic type*), *Shidno-evropejs'kij zhurnal peredovyh tehnologij*, 2012, 1/2 (55), pp. 12—14 (in Russian).

10. **Doronina Ju. V., Rjabovaja V. O.** Metod modernizacii informacionnyh sistem jekologicheskogo monitoringa na osnove analiza ih funkcional'noj nagruzki (*Method of upgrading information systems for environmental monitoring based on the analysis of their functional load*), *Trudy SPIIRAN*, 2016, no. 1 (44), pp. 133—153 (in Russian).

Адрес редакции:

107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Телефон редакции журнала (499) 269-5510

E-mail: it@novtex.ru

Технический редактор *Е. В. Конова*.

Корректор *Е. В. Комиссарова*.

Сдано в набор 10.07.2018. Подписано в печать 25.08.2018. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 8,86. Заказ IT918. Цена договорная.

Журнал зарегистрирован в Министерстве Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-15565 от 02 июня 2003 г.

Оригинал-макет ООО "Авансд солжунз". Отпечатано в ООО "Авансд солжунз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1.