

УДК 621.018.003

**АНАЛИТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА МОДУЛЬНОЙ
СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Ивановский Михаил Андреевич

кандидат технических наук, доцент

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия

(Тел. +79606611212, e-mail: ivanovskiy_62@mail.ru)

Батурина Елена Викторовна

аспирант 1 курса кафедры ИСиЗИ,

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия

(Тел. +79202393008, e-mail: elenavikbaturina@yandex.ru)

Алмали Ахмед Аднан Латиф

аспирант 1 курса кафедры ИСиЗИ,

Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов, Россия

(Тел. +79027307913, e-mail: ahmedalhassaniy@gmail.com)

Аннотация: Данная статья посвящена рассмотрению аналитической модели синтеза модульной структуры сельскохозяйственных программных комплексов в программном обеспечении. Проведен анализ формального описания концептуальной модели модульного программного обеспечения. Определены модули и межмодульные интерфейсы и предложена концептуальная схема модульного программного обеспечения, критерии оценки ее качества. Поставлены задачи синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры программных комплексов сельскохозяйственных назначений.

Ключевые слова: концептуальная модель модульного программного обеспечения, межмодульные интерфейсы, концептуальная схема модульного программного обеспечения.

Анализ практики разработки программных комплексов сельскохозяйственного назначения показывает, что ввиду высоких трудоемкости и стоимости их создания (50-70% от общей стоимости информационных систем), разработка альтернативных проектов не проводится. В докладе обсуждаются некоторые вопросы повышения “живучести” перспективных программных комплексов сельскохозяйственных назначений путем улучшения таких их свойств, как эффективность, надежность, сопровождаемость, а также технологичность в эксплуатации. Повышение показателей данных свойств программных комплексов сельскохозяйственных назначений связано с использованием при их создании математических моделей и методов синтеза модульного программного обеспечения. Методология модульного построения общеизвестна и широко используется в самых различных областях, в том числе и при разработке информационных систем. Однако процесс синтеза модульного программного обеспечения недостаточно формализован и зачастую осуществляется на основе здравого смысла и практического опыта проектировщиков. Основным способом преодоления указанных трудностей является введение этапа концептуального проектирования модульного программного обеспечения в жизненный цикл разработки программного и информационно-лингвистического обеспечения информационной системы.

Формальное описание концептуальной модели модульного программного обеспечения. Под концептуальным проектированием модульного программного обеспечения информационных систем сельскохозяйственного назначения понимается итерационная процедура определения состава и количества модулей, а также такой схемы их взаимодействия, которая удовлетворяла бы заданным критериям качества. Ключевым вопросом, который решается на данном этапе, является разрешение проблемы рационального распределения информационно-расчетных ресурсов, определенных на множестве задач, по каждому функциональному модулю

таким образом, чтобы система модулей обеспечивала бы решение поставленных задач и удовлетворяла бы предъявляемым к ней критериям качества. Для решения проблемы в такой постановке требуется однозначно определить понятия функционального модуля, межмодульного интерфейса, а также концептуальной схемы модульного программного обеспечения. Полученные описания позволят рассмотреть критерии оценки качества модульной структуры, сформулировать задачу синтеза оптимальной структуры модульного программного обеспечения и предложить алгоритм ее построения.

Определения модуля и межмодульного интерфейса. Основным при разработке концептуальной модели модульного программного обеспечения является понятие функционального модуля. Для его формализации предлагается воспользоваться теоретико-множественной нотацией с элементами теории графов.

Пусть $P = \{p_1, \dots, p_j, \dots, p_l\}$ – множество процессов обработки данных, с помощью которых реализуется множество поставленных задач. $O = \{o_1, \dots, o_t, \dots, o_T\}$ – множество входных, промежуточных и выходных данных (переменных, объектов), обрабатываемых и преобразуемы процессами из P . На множествах P и O ($P \cap O = \emptyset$) определены отношения иерархии процессов $H_p \subseteq P \times V(P)$, иерархии данных $H_o \subseteq O \times V(O)$; $I = \{In, Out\}$ – отношения взаимодействия: $In \subseteq V(O) \times P$ – отношения входные объекты процесса – процесс, $Out \subseteq P \times V(O)$ – отношения процесс – выходные объекты процесса; $S \subseteq P \times V(P)$ – отношения следования процессов. Заданные таким образом множества и отношения образуют концептуальную модель вычислительных процессов.

Этой модели можно поставить в соответствие граф обработки данных $\Gamma = (V, U)$. Вершинами $V = \{v_i; i = \overline{1, R}\}$ такого графа являются процессы обработки данных из P , а ребрами $U = \{u_{ij} = (v_i, v_j)\}$ – множество данных из O , общих для соответствующих процессов. Характер соответствия элементов графа

обработки данных элементам концептуальной модели вычислительных процессов определяется по правилу (1):

$$\begin{aligned} & \forall p_r \forall p_s (p_r, p_s \in P, p_s \in h_p(p_r), \{o_t\} = \text{in}(p_s), \{o_w\} = \text{out}(p_s), \forall p_m : t_p(p_m) = t_p(p_s)) \Rightarrow \\ & \Rightarrow \exists v_i \exists v_j (v_i, v_j \in V, v_i \neq v_j, (v_i, v_j) = u_{ij} \in U, p_r \leftrightarrow v_i, (p_s, \{p_m\}) \leftrightarrow v_j, (\{o_t\}, \{o_w\}) \leftrightarrow u_{ij}). \end{aligned} \quad (1)$$

Пусть на множестве всех допустимых подмножеств множества V – булеане ($\mathcal{B}(V) = \{M_q; q = \overline{1, 2^R - 1}\}; M_q = \{v_i\}$) задано некоторое подмножество $M_f(V)$, элементы M_q которого удовлетворяют условиям:

$$\bigcup M_q = V, \quad \text{где } M_q \in M_f(V), \quad q = \overline{1, Q}; \quad (2)$$

$$M_q \cap M_{q'} = \emptyset, \quad \text{где } q \neq q', M_q, M_{q'} \in M_f(V). \quad (3)$$

Множество $M_f(V)$ представляет собой агрегированный граф $G = (\Gamma_q, S)$, вершинами которого являются подграфы $\Gamma_q = (M_q, D_q)$, ($M_q = \{v_i\}, M_q \in M_f(V); D_q = \{u_{ij} = (v_i, v_j), v_i, v_j \in M_q\}$), — множество ребер M_q , а S – множество ребер, связывающие подграфы Γ_q между собой:

$$S = \bigcup_{q \neq q'} \{u_{ij} = (v_i, v_j), v_i \in M_q, v_j \in M_{q'}\}. \quad (4)$$

Подграфы $\Gamma_q = (M_q, D_q)$ называются функциональными модулями графа $G = (V, U)$ обработки данных. Множество ребер S графа G образуют межмодульный информационный интерфейс системы модулей графа обработки данных G . Построенная таким образом графовая модель в дальнейшем используется при постановке и решении задачи синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры.

Концептуальная схема модульного программного обеспечения и критерии оценки ее качества. Концептуальная схема модульного программного обеспечения формально представляется в виде тройки:

$$S_{k_m} = \langle A_m, K_{S_m}, S_{V_m} \rangle, \quad (5)$$

где A_m – совокупность описаний всех элементов модели (имена данных и процессов, их типов, а также типов иерархических отношений), K_{S_m} –

концептуальная схема модульной структуры, \mathbf{SvM} – схема связи модульной структуры.

Концептуальной схемой модульной структуры называется пара:

$$\mathbf{KS}_M = \langle \mathbf{NM}, \mathbf{SM} \rangle, \quad (6)$$

где \mathbf{NM} – имя модульной структуры, \mathbf{SM} – схема модулей, которая представляется парой:

$$\mathbf{SM} = \langle \mathbf{PSM}, \mathbf{PFV} \rangle \quad (7)$$

$\mathbf{PSM} = \{\mathbf{SM}_q; q = \overline{1, Q}\}$ – множество схем модулей, где \mathbf{SM}_q – схема q -го модуля:

$$\mathbf{SM}_q = \langle \mathbf{P}, \mathbf{O}, \mathbf{H}, \mathfrak{R}, \mathfrak{Z} \rangle. \quad (8)$$

$\mathbf{PFV} = \{\mathbf{FV}_{qq'}; q, q' = \overline{1, Q}\}$ – множество отношений, существующих между модулями (Q – количество модулей), где $\mathbf{FV}_{qq'}$ – множество входных и выходных данных процессов, принадлежащих модулю q' и вызываемых из модуля q ($q \neq q'$):

$$\mathbf{FV}_{qq'} = \{o_i \mid o_i \in \text{in}(p_j) \vee o_i \in \text{out}(p_j), p_j \in h_p(p_i); p_i \in \mathbf{SM}_q, p_j \in \mathbf{SM}_{q'}\}. \quad (9)$$

Необходимо заметить, что затраты и время разработки и внедрения программных комплексов сельскохозяйственных назначений определяются сложностью межмодульного информационного интерфейса. Таким образом, в процессе построения модульной структуры программных комплексов сельскохозяйственных назначений в условиях задания жестких требований к срокам разработки и качеству проекта, межмодульный информационный интерфейс необходимо минимизировать.

Постановка задачи синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры программных комплексов сельскохозяйственных назначений. Пусть \mathbf{SM}_f – некоторая схема модулей для \mathbf{KS}_M . Множество допустимых схем модулей обозначим через σ ($\mathbf{SM}_f \subset \sigma$). Тогда задача синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры в общем виде может быть представлена как:

$$\mathbf{SM}^0 \rightarrow \min_{\mathbf{SM}_f \subset \sigma} \Omega(\mathbf{SM}_f), \quad (10)$$

где $\Omega(SM_f)$ – функция, определенная на множестве допустимых схем модулей σ и отражающая сложность межмодульных информационных связей.

Необходимо заметить, что рассматриваемый класс функций $\Omega(SM_f)$ характеризуется сложной аналитической зависимостью, включающей большое число переменных, поэтому методы решения, ориентированные на поиск экстремума $\Omega(SM_f)$ представляют существенные алгоритмические и вычислительные трудности. Это утверждение обуславливает переход к вспомогательной модели – графа обработки данных с последующей постановкой и решением на нем задачи синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры. Для этого выполним взаимнооднозначное соответствие между множеством схем модулей SM_f и множеством разбиений $M_f(V)$, удовлетворяющих условиям (2), (3). Такое преобразование позволяет представить общий вид задачи синтеза оптимальной концептуальной схемы модульной структуры в следующей форме:

$$M^0(V) \rightarrow \min_{M_f(V) \subset \sigma} \Psi(M_f(V)), \quad (11)$$

где $\Psi(M_f(V))$ – функция, определенная на множестве допустимых разбиений σ графа обработки данных Γ .

Задача нахождения оптимальной концептуальной схемы модульной структуры в формулировке (2), (3), (11) аналогична известной в теории графов задаче о разрезании графов. Для ее построения был разработан приближенный алгоритм смешанного типа на базе структурированного метода ветвей и границ [1].

Список литературы

1. Евстигнеев В.А. Применение теории графов в программировании. – М.: Наука, 1985.
2. Ветошкин В.М. Основы теории концептуального проектирования баз данных для автоматизированных систем.-М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1992.

3. Чискидов С.В. Методика концептуального проектирования модульного специального математического и программного обеспечения перспективных АСУ ВВС.- В сб.: Материалы XX-ой юбилейной научно-технической конференции молодых специалистов. Ногинск, НИЦ 30-го ЦНИИ МО РФ, 1997.

**AN ANALYTICAL MODEL FOR SYNTHESIS OF THE MODULAR
STRUCTURE OF SOFTWARE SYSTEMS
AGRICULTURAL PURPOSE**

Ivanovsky Mikhail Andreevich

candidate of technical Sciences, associate Professor

Tambov state technical University, Tambov, Russia

(Tel. +79606611212, e-mail: ivanovskiy_62@mail.ru)

Baturina Elena Viktorovna

post-graduate student of 1 course of the Department Isisi,

Tambov state technical University, Tambov, Russia

(Tel. +79202393008, e-mail: elenavikbaturina@yandex.ru)

Almali Ahmed Adnan Latif

post-graduate student of 1 course of the Department Isisi,

Tambov state technical University, Tambov, Russia

(Tel. +79027307913, e-mail: ahmedalhassaniy@gmail.com)

Abstract: This article is devoted to the analytical model of synthesis of modular structure of agricultural software systems in software. The analysis of the formal description of the conceptual model of modular software is carried out. Modules and intermodule interfaces are defined and the conceptual scheme of modular software, criteria of an estimation of its quality is offered. The tasks of synthesis of optimal

conceptual scheme of modular structure of software complexes of agricultural purposes are set.

Key words: conceptual model of modular software inter-module interfaces, the conceptual diagram of the modular software.