

*С.А. Дорошенко (ОАО „Сумское машиностроительное научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе”),  
Ю.М. Чоренький (Национальный авиационный университет, Украина)*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПРОГРАММНО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Предложены правила определения способа построения программного компонента, которые основаны на согласовании классификаций задач проектирования и типов программных компонентов.*

Одной из главных причин недостаточно высокой эффективности отечественной промышленности являются устаревшие организационные структуры в сфере проектирования и технологической подготовки многономенклатурного производства.

Вопросам разработки моделей и методов построения информационных систем предприятий машиностроения (дискретное производство) сегодня уделяется большое внимание. Но вместе с тем все эти разработки ориентированы в большей степени на специфику организации работы предприятий массового и серийного производства, и не учитывают особенности единичного многономенклатурного производства, которое предусматривает разработку ряда крупных индивидуальных проектов и производство в них небольших партий, а порой единичных (разовых) изделий, на заказ.

Система автоматизированной подготовки многономенклатурного производства (АПМНП) включает большое число составных разнородных элементов и имеет сложное управление. Ее компоненты имеют разный уровень формализации, а пользователи — это специалисты в различных областях знания, при решении задач используются разные (порой противоречивые) критерии, система может допускать ошибки, ей необходимо адаптироваться к внешним условиям и развиваться во времени.

Когда решаются локальные задачи технологического проектирования или когда они решаются только в диалоговом режиме, разработчик практически не задумывается о технологии проектирования алгоритмов и программных компонентов. Но переход к созданию интегрированной системы сразу „вскрывает” проблемы проектирования, вызванные отсутствием такой технологии.

В работах [2, 3] формирование состава и структуры программного обеспечения АПМНП определено как совокупность программных, информационных, лингвистических и технических слоев. Программные слои обеспечивают связь пользователя с абсолютными ресурсами. В работах [2, 3] предложена организация связи АПМНП с системами управления базами данных через специальный слой, который был назван интерфейсным. Связь пользователя и программных компонентов обеспечивается специальными языковыми средствами (лингвистическими слоями).

Применение слоевого подхода позволяет решить задачу независимости программного приложения от способа хранения данных и используемых СУБД, создает предпосылки для эффективного использования инвариантных программных средств и повышает адаптивные свойства системы.

В работе [4] определена структура и два варианта организации пакета программ: простой для локальных систем и сложный — для комплексных и интегрированных. Состав задач АПМНП и последовательность их решения определяются динамически во время выполнения работ. Для этого управляющая программа пакета реализует программную грамматику, где словарь (терминальные символы) — это имена компонентов ПО; классы (нетерминальные символы) — это имена функций АПМНП; аксиома — это имя составной части управляющей программы „монитор”, классы „система” и „аварийное завершение”;

правила подстановки — это возможные структурные варианты терминальных и нетерминальных символов, которые разбиты по классам.

В процессе проектирования АПМНП некоторые компоненты ПО или пользователь в режиме диалога задают правила подстановки. «Монитор» реализует предложение, состоящее из терминальных и нетерминальных символов. Передача управляющих данных выполняется через коммуникационную область памяти, проблемных — через общую область.

В работе [2] выбор способа построения программного компонента, решающего конкретную задачу АПМНП. Предложены правила определения способа построения программного компонента, которые основаны на согласовании классификаций задач проектирования и типов программных компонентов. Задачи разделяются на четыре группы:

— инвариантные по отношению к производственным условиям, где эти задачи решаются, поэтому программные компоненты строятся как неизменяемые (оригинальные);

— с неизменяемым составом параметров, по которым принимаются решения, и схемой решения, но с изменяемыми пороговыми значениями параметров. В этом случае строятся оригинальные программные компоненты, для которых пороговые значения параметров выбираются из базы данных или передаются через формальные параметры;

— с изменяемой схемой решения, но с возможностью многократного использования;

— с изменяемой схемой решения, но с возможностью однократного использования.

Формирование схемы решения задачи АПМНП на основе принципа неокончательных решений. В этом случае схема решения задачи представляется в виде последовательности алгоритмов, где каждый алгоритм решает только часть задачи и определяет допустимое множество решений. Модель решения задачи в общем случае представляется в виде

$$\left. \begin{aligned} L \quad K \quad \left( \bigcap_i K_i \quad \Gamma_i \quad O_j \right) &= r_j, \\ \Gamma_i &= \Gamma_{\lambda i} \quad \dots \quad \Gamma_{2i} \quad \Gamma_{li}, \\ \bigcap_i K_i \quad \Gamma_i \quad O_j &= R_j, \quad r_j \in R_j, \end{aligned} \right\}$$

где  $L$  — диалоговый оператор уточнения или корректировки решений;  $K$  — глобальный критерий оценки решений;  $K_i$  — частный критерий оценки решений  $i$ -й задачи;  $\Gamma_i$  — алгоритм решения  $i$ -й задачи;  $O_j$  —  $j$ -й объект, относительно которого принимается решение;  $r_j$  —  $j$ -е решение;  $R_j$  — множество допустимых решений. Наличие членов  $\bigcap_i K_i \quad \Gamma_i \quad O_j$  и  $\Gamma_i = \Gamma_{\lambda i} \dots \Gamma_{2i} \quad \Gamma_{li}$  говорит о том, что процесс принятия решений может быть соответственно параллельным и последовательным. Алгоритмы  $\Gamma_{\lambda i}$  могут быть реализованы путем синтеза, выбора и поиска решений, порождения новых множеств, вычисления и т.д., которые являются инвариантными по отношению к конкретным алгоритмам.

Унификация представления алгоритмического и программного модулей АПМНП в общем случае включает блоки, представленные на рис. 1, а.

Назначение блоков понятно из их названия, исключение составляет блок б. Он описывает действия, направленные на изменение условий проектирования, к которым автор относит те свойства информационных объектов, которые изменяются после применения выбранного решения. Например, во время проектирования технологических процессов после применения выбранного инструментального перехода изменяется состояние заготовки.

Программный модуль (ПМ) имеет сходную с АМ структуру (см. рис. 1, б), за исключением первого (0) и последнего (7) блоков, которые необходимы для ввода—вывода данных. При формировании пространства признаков могут рассчитываться сложные признаки с использованием специальных функций. Функции оценки решений, формирования результатов проектирования и условий проектирования формализуются и типизируются. Каждый блок ПМ является функционально автономным. Все связи (информационные и управляющие) между различными ПМ и их блоками организуются

стандартным способом и могут реализовываться с помощью инвариантных программных компонентов.

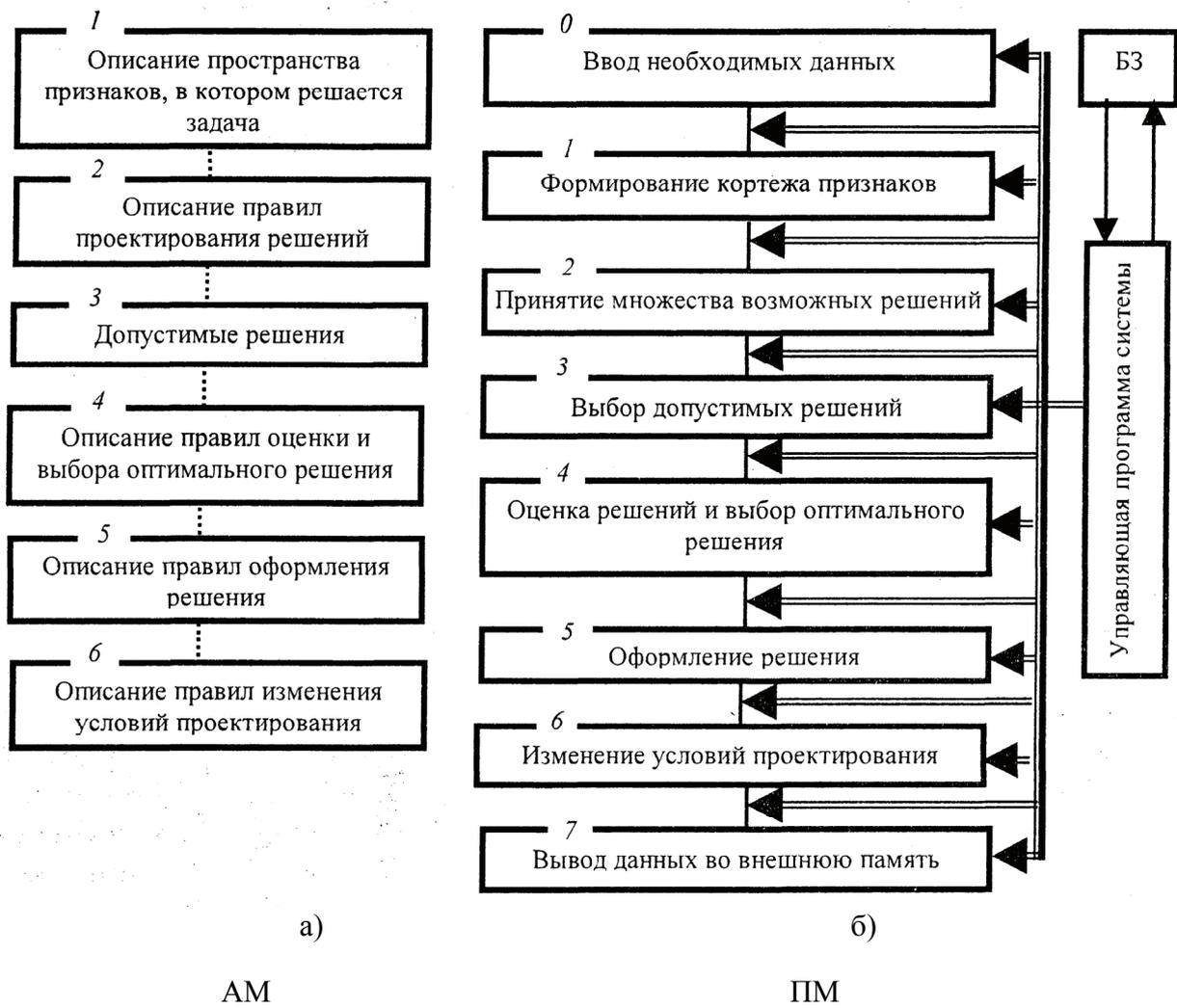


Рис. 1. Правила определения способа построения программного компонента

Организация информационного взаимодействия программных комплексов и компонентов АПМНП, в которой можно выделить четыре уровня представления данных (рис. 2): 0 — уровень пользователя, 1 — общий уровень системы, 2 — уровень комплексов, 3 — уровень компонентов (Г — трансляторы, W — программы вывода данных, E1 и E2 — редакторы, A — программы формирования пространства признаков, F — программы формирования результата).

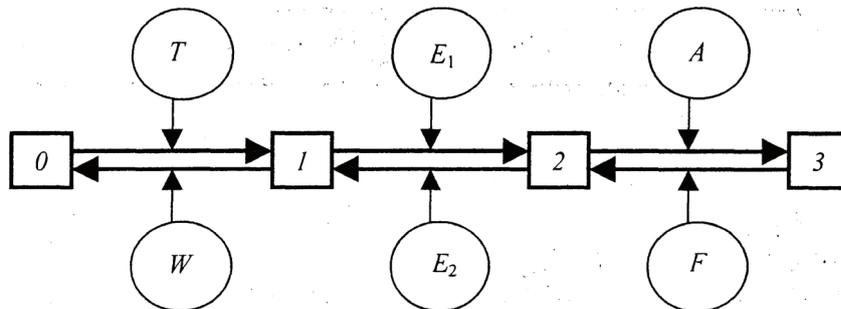


Рис. 2. Уровни представления данных

Для каждого комплекса в общем случае формируется оригинальное представление заданных, а также входных и выходных данных.

Языки  $J$  и  $G$  называются предметными языками описания полной модели объекта или процесса, а языки  $\{J_n\}$  и  $\{G_n\}$  — предметными языками описания частных моделей объекта или процесса. Для перехода от языка  $J$  языкам  $J_n$  и от языков  $G_n$  к языку  $G$  описания данных необходимы редакторы (на рис. 2 — это  $E_1$  и  $E_2$ ). В этом случае модель описания объекта или процесса на языках  $J_n$  или  $G_n$  называется производной. Языки  $J_n$  и  $G_n$  должны иметь единый синтаксис, так как по мере развития системы будут добавляться новые языки, что требует открытости языков  $J$  и  $G$ .

Каждый компонент также может иметь оригинальное представление данных. Для перехода к 3-му уровню служат программы формирования пространства признаков задачи  $A$ , а для перехода от 3-го уровня — программы формирования результата  $F$ . Технология проектирования алгоритмов и программ должна обеспечивать явное выделение пространства признаков решения задачи и правил формирования массивов результатов. Это согласуется с предложенным способом представления АМ и ПМ (см. рис. 1), где блок 1 АМ реализуется программами группы  $A$ , а блок 5 АМ — программами группы  $F$ .

Алгоритмы решения задач АПМНП разделяются на части по правилу: „каждая часть алгоритма должна являться функцией признаков, относящихся к объектам одного класса”.

Организация инвариантных программных комплексов для решения задач АПМНП с оригинальными схемами решения и многократным использованием. Данные комплексы имеют три уровня: пакеты настройки, обработки и системы управления базами данных и знаний. Пакет обработки выполняет одну из задач ТПП и включает в свой состав лингвистические средства, ориентированные на технолога, и инвариантные программные средства, которые настраиваются на решение конкретной задачи по правилам из базы знаний. Пакет настройки предназначен для настройки пакета обработки на выполнение конкретной функции в конкретных производственных условиях. В состав пакета входят средства, ориентированные на разработчика и обеспечивающие накопление баз данных и знаний. Связь между пакетами настройки и обработки осуществляется только через базы данных и знаний.

## Выводы

Соблюдение описанных положений, которые определяют технологию проектирования алгоритмического и программного обеспечения, позволяет генерировать АПМНП для конкретного предприятия и осуществлять дальнейшее ее развитие.

## Список литературы

1. Думлер Е.Б. Модели в проектировании технологического оборудования / Е.Б. Думлер // Информационные технологии в технических системах: Сб. трудов ИКТИ РАН. — М.: ИКТИ РАН, 2004. - Вып.4. — С. 51 - 56.

2. Думлер Е.Б.. Кластерный анализ технологических объектов многономенклатурного производства / Е.Б. Думлер // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. — 2006 - №1. - С. 52-55.

3. Прилуцкий М.Х. Потоківі алгоритми розподілу ресурсів в ієрархічних системах / М.Х. Прилуцкий, А.Г. Картомін // Електронний журнал Досліджено в Росії, - 2003.- №39.- С.444-452. Режим доступа к журналу <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/039.pdf>

4. Agmon S. The relaxation method for linear inequalities. / S. Agmon // Canadian journal of mathematics .- 1954.- vol. VI.- № 3 .- P. 382-392.