

УДК 621.396.97

## ФОРМАЛЬНЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА ВИРТУАЛЬНОЙ СЕТИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2011 А.В. Гусев<sup>1</sup>, Д.Ю. Дронов<sup>2</sup>, А.А. Коптев<sup>3</sup>, И.В. Прилепский<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ОАО “Авиакор – авиационный завод”, г. Самара

<sup>2</sup> Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

<sup>3</sup> Самарский государственный аэрокосмический университет

<sup>4</sup> ОАО “Авиаагрегат”, г. Самара

Поступила в редакцию 12.05.2011

В статье рассматривается формальный метод проектирования мультисервисных сетей, основанный на использовании методов и средств “общей теории образов”, позволяющей решать задачи синтеза частной виртуальной сети производственного комплекса, апробированный на решении задачи синтеза компьютерной сети для контроля бортовых токораспределительных систем летательных аппаратов на базе универсальных коммутаторов.

Ключевые слова: Виртуальные сети, синтез сети, теория образов, идентификатор, тензорный анализ сетей.

В данной работе рассмотрены вопросы синтеза частных сетей производственных комплексов машиностроения, рассматриваемые в рамках чистого формализма, который будет использоваться в качестве концептуальной основы для синтеза этой сети.

С общих позиций любая сеть состоит из образующих, т.е. некоторых стандартных элементов или устройств. В каждом конкретном случае они выбираются из предлагаемого стандартного набора, представляющего собой основу состава для проектирования сети.

Множество всех образующих сети (ОС)  $S$  состоит из непересекающихся классов  $S^\alpha$ ,  $S^\alpha \subset S$ , где  $\alpha$  - общий индекс, индекс класса ОС:

$$S = \bigcup_{\alpha} S^\alpha, S^\alpha - \text{непересекающиеся классы.} \quad (1)$$

Символом для отдельного первичного класса будет служить  $s$ ,  $s \in S$ .

Конкретные ОС – это некоторые стандартные устройства, обладающие определенными свойствами, как правило, важнейшими из них являются свойства двух типов.

К первому типу свойств отнесем признаки. Образующей ставится в соответствие признак  $p = p(s)$ . Одной из составляющих признака служит индекс класса ОС, а другие составляющие представляют более специфическую информацию.

---

*Гусев Алексей Викторович, генеральный директор.*

*E-mail: aviacor@aviacor.ru.*

*Дронов Юрьевич, аспирант. E-mail: eat@ssau.ru.*

*Коптев Андрей Анатольевич, менеджер производства ОАО «9ГПЗ»*

*Прилепский Илья Васильевич, кандидат технических наук, начальник отдела АСУ.*

*E-mail: oksup@aviaagregat.net*

Второй тип свойств связан с входами и выходами ОС для возможных соединений между ними.

Каждому подобному (потенциально возможному) соединению соответствует показатель связи, обозначаемый обычно символом  $\beta$  с соответствующим нижним индексом.

Кроме этого введем показатель, характеризующий максимально возможное число соединений ОС, величина которого равна

$$\beta_{\Sigma} = \beta_i^{in} + \beta_i^{out}. \quad (2)$$

Множество связей всякой ОС, соответствующим образом перенумерованное, образует структуру связей ОС. Структура связей не определяет значения показателей, поставленных в соответствие отдельным связям.

В дополнение к свойствам образующих необходимо также идентификатор или имя для того, чтобы иметь возможность различать используемые образующие.

Чтобы дать интуитивное представление о свойствах ОС введем графический формализм (рис. 1).

Это графическое представление не следует рассматривать как образующую, окруженную своими связями – связи являются частью собственно ОС.

С общих позиций ОС определена применительно к некоторой среде  $X$ . Опорное пространство  $X$  может быть практически любым.

Рассмотрим с общих позиций наиболее часто встречающиеся ОС, которые состоят из отображений опорного пространства  $X$  в сопоставленное пространство  $Y$ . В этом случае будем говорить об образующих-соответствиях или об-



Рис. 1. Графическое представление образующей сети

разующих-функциях. В качестве более общего многомерного аналога образующей введем понятие универсальной ОС.

Всякая ОС для общего представления есть оператор с  $\nu$  (переменными) входами  $x_1, x_2, \dots, x_\nu$  и  $\mu$  (переменными) выходами  $y_1, y_2, \dots, y_\mu$ . Область значений всякого  $x_i$  есть некоторое пространство  $X_i$ , область значений всякого  $y_i$  - некоторое пространство  $Y_i$ . В частности, существуют операторы назначения, не имеющие входов (однако обычно обладающие некоторыми признаками). Преобразования подобия, используемые при решении большинства практических задач, воздействуют только на операторы назначения, оставляя все остальные ОС без изменения. В результате реализации этих преобразований, признаки оператора назначения обычно изменяются.

Отметим возможность использования этого аналога ОС для случая, когда  $X_i$  и  $Y_i$  определены как множества случайных переменных.

Для синтеза виртуальной частной сети проектировщик формирует набор ОС, обеспечивающий однозначно определенный результат. Простейшим случаем (для конечного или счетного  $S$ ) является полное перечисление ОС, при котором порядок определяется на основе некоторого признака. В результате будет получен необходимый набор ОС.

Каждый первичный элемент из  $S$  может воспринимать входные сигналы, находится в определенном состоянии в зависимости от них.

Располагая ОС описанного вида, можно формально построить виртуальную частную сеть, понимая ее как совокупность ОС, связанных таким образом, что выходы одних соединены с входами других по определенным правилам.

В основе такого построения лежит комбинаторная теория синтеза, которая предусматрива-

ет структурное объединение стандартных устройств-ОС в конфигурации для реализации определенных функций. При этом конфигурация определяется составом и структурой [1].

Остановимся более подробно на синтезе конфигураций, удовлетворяющих определенной регулярной функции.

Для того чтобы выделить класс регулярных или допустимых конфигураций, можно воспользоваться двумя способами. С одной стороны можно начать с определения множества всех конфигураций и выделить те, которые удовлетворяют набору заданных ограничений. Это было бы определение конфигурации через ограничения. С другой стороны, можно было бы начать с пустого множества и последовательно добавлять новые конфигурации, используя некоторое правило порождения. Это было бы порождающим определением конфигурации.

Через  $R$  будем обозначать систему правил или ограничений (или тех и других), определяющую, какие конфигурации следует считать регулярными. Множество регулярных конфигураций, получаемых с помощью множества  $R$ , будем обозначать через  $b(R)$  или через  $b_n(R_n)$ , где  $n$  - число образующих (если оно определено). Множество  $b(R)$  характеризует регулярность создаваемой сети.

При этом структура конфигурации представляет собой множество  $\sigma$  соединений, существующих между всеми или некоторыми связями образующих, входящих в ее состав. Если пронумеровать связи как  $\beta_{ij}$ , то множество  $\sigma$  можно задать списком вхождений вида  $(\beta, \beta') = ((i, j), (i', j'))$  или

двумерной матрицей – тензором соединения или тензором преобразования пространства ОС порядка  $(\beta_i, \beta_j)$ , в которой единицы и нули указывают наличие или отсутствие соединения в определенных парах связей и который является посредником между ОС [3, 4].

Обычно в данной работе будем рассматривать не все возможные множества соединений  $\sigma$ , но лишь определенный класс, в частности, например структуру полного графа виртуальной сети, определяющего все соединения между ОС и представляющего структуру сети. Множество всех допустимых множеств соединений  $\sigma$  обозначим через  $\Sigma$  и будем называть его типом соединения конфигураций в рассматриваемом множестве регулярных конфигураций  $b(R)$ , определяющих состав и структуру сети в целом.

Поскольку каждая конфигурация выполняет свою функцию, то множество регулярных конфигураций получаемых через систему правил или ограничений, будет отражать одну или несколько функций синтезируемой, в нашем случае, вир-

туальной частной сети как большой системы. При этом вполне естественно такую систему, на некотором уровне формального описания считаем ОС в формализме более высокого уровня.

Исходя из выше изложенного перейдем к точному формализму построения реальной виртуальной частной сети в рамках теории синтеза образов [1, 2, 3].

Задав образующие, будем настаивать на введении определенных правил, ограничивающих способы их соединения между собой. Эти правила приводят к типичным регулярностям образов и представляют их комбинаторную структуру – формальный объект (ФО).

Рассмотрим алгоритм решения задачи синтеза локальной компьютерной сети с переменной структурой для контроля логики объекта, его параметров, и оценки состояния токораспределительной системы, выполненной из электрожгутов, проводников с разъемами различного типа для их соединения с блоками бортовых систем.

При синтезе компьютерной сети следует различать энергетическую и информационную сторону вопроса. Первая - связана с наличием исполнительных устройств, способных выполнять заданные операции, вторая – с целесообразностью того или иного вида распределения операций между этими устройствами. Первая задача состоит в выборе такого набора устройств, при котором система полностью справляется с контролем электрожгутов бортовых токораспределительных систем.

Данная работа связана с новым подходом к формированию состава и структуры сети, как системы с переменной структурой. Исходным

для формирования регулярных конфигураций является множество ОС, в качестве которых используется локальный интеллектуальный коммутатор (ЛИК), осуществляющий контроль параметров и логической структуры электрожгутов проводов и другое оборудование локальной компьютерной сети (ЛКС) (рис.2)

Применяя систему правил и ограничений в соответствии с введенным выше алгоритмом, получаем для решения задачи контроля конкретной цепи электрожгута конфигурацию  $c$  для реализации конкретной функции контроля, состоящей из:

$$\text{состава } (c) \text{ и структуры } (c) = \sigma. \quad (3)$$

Часть конфигурации  $c \in b(R)$  участвует в соединениях, предусмотренных структурой  $\sigma$ ; эти связи являются внутренними связями конфигурации, которые определяют логическую структуру электрожгута. Остальные связи конфигурации являются ее внешними связями и предназначены для передачи информации о параметрах цепи.

Рассмотрим пример формирования структуры компьютерной сети для формирования внешних связей на основе комплекса технических средств PXI National Instrument.

Для наиболее полного представления о производственной системе на примере компьютерной сети микропроцессорной автоматизированной системы контроля авионики (МАСКА) рассмотрим вариант ее структуры и функциональную схему, представленную на рис. 3.

На функциональной схеме представлен вариант интеграции комплекса технических и программных средств для организации создания

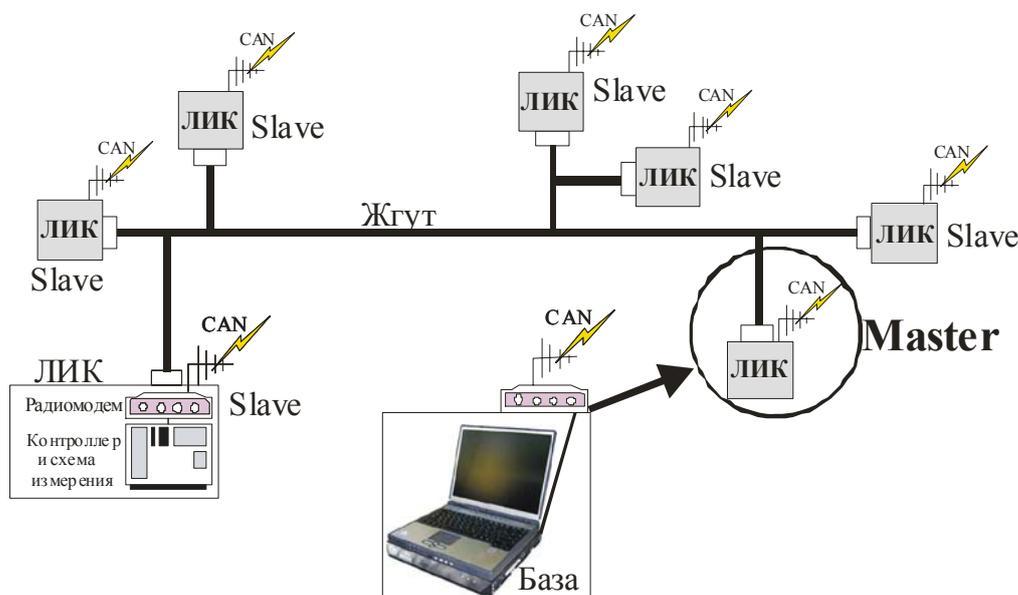


Рис. 2. Структура системы контроля на базе ЛИК

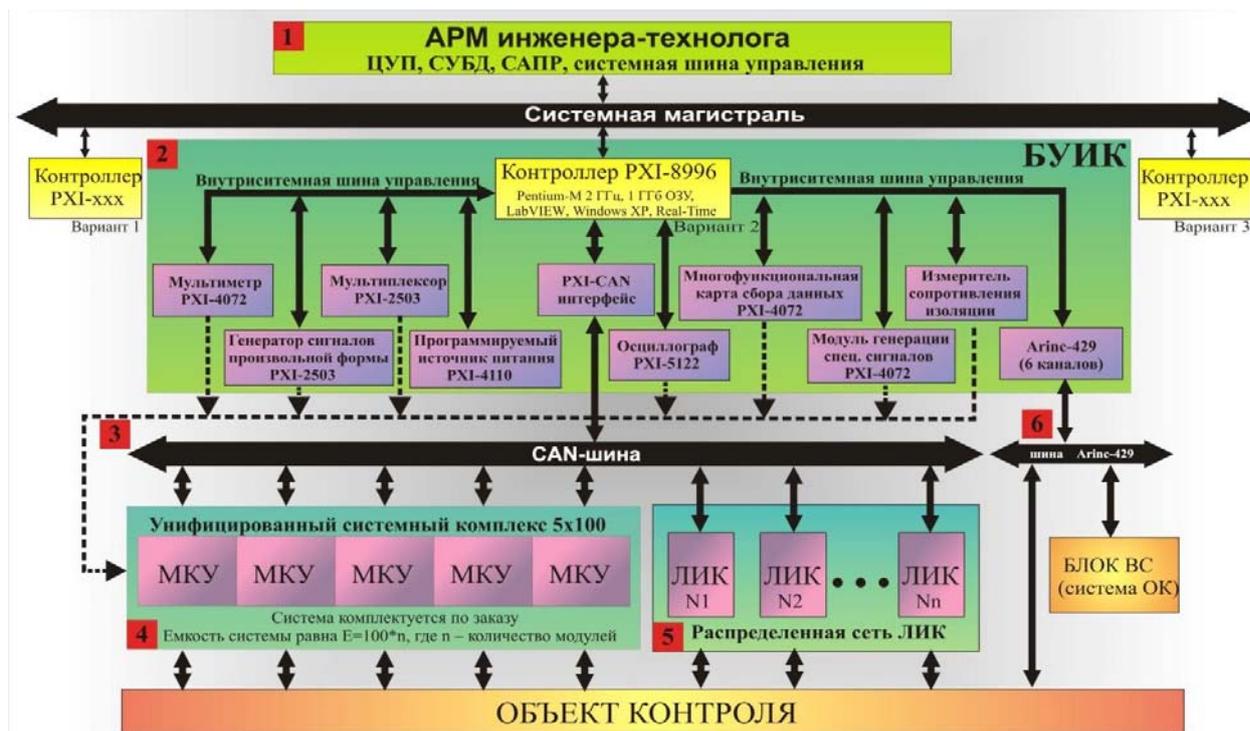


Рис. 3. Схема функциональная системы МАСКА

производственной лаборатории “Моделирования, контроля, диагностики и прогнозирования технического состояния бортового оборудования и систем пилотажно-навигационных комплексов воздушных судов с использованием модульных контрольно-измерительных приборов на базе PXI” для решения задач контроля изделий электротехнического производства самолетостроительных корпораций и авиакомпаний, эксплуатирующих ВС.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Гренандер У. Лекции по теории образов. Т1. Синтез образов. М.: Мир, 1979. 383 с.
2. Гренандер У. Лекции по теории образов. Т2. Анализ образов. М.: Мир, 1981. 448 с.
3. Гренандер У. Лекции по теории образов. Т3. Регулярные структуры. М.: Мир, 1982. 432 с.
4. Крон Г. Тензорный анализ сетей. М.: Советское радио, 1978. 720 с.
5. Александров Б.А. Основы теории эвристических решений. М.: Советское радио, 1975. 450 с.

**GENERALIZED PROBLEM OF VIRTUAL NET SYNTHESIS FOR MACHINE-BUILDING ENTERPRISE**

© 2011 A.V. Gusev<sup>1</sup>, D.Yu. Dronov<sup>2</sup>, A.A. Koptev<sup>3</sup>, I.V. Prilepski<sup>4</sup>

<sup>1</sup>“Aviacor – Aircraft Plant”, Samara

<sup>2</sup>Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics, Samara

<sup>3</sup>Samara State Aerospace University

<sup>4</sup>JSC “Aviaagregat”, Samara

We consider the formal method for design of multi-service nets based on “general image theory” method, which allows to synthesize of virtual net of industrial complex. Virtual network, synthesis of a network, pattern theory, identifier, tensor analysis of networks.

Aleksey Gusev, General director. E-mail: [aviacor@aviacor.ru](mailto:aviacor@aviacor.ru).  
 Dmitriy Dronov, Graduate Student. E-mail: [eat@ssau.ru](mailto:eat@ssau.ru).  
 Andrey Koptev, Manufacture Manager of the «9GPZ»  
 Ilya Prilepskiy, Candidate of Technics, Chief of Complex Data System Department