

4. Оптимум \bar{C}_0 является слабым. В диапазоне $a_{np.min} + 1\%$ можно отступать от $(\bar{C}_0)_{opt}$ в пределах 0,095 - 0,12.

5. Применение системы УПС на посадке позволило получить $C_{y,max} = 3,5 - 4$, а рациональное значение нагрузки на m^2 поверхности крыла при взлете лежит в диапазоне 175 - 180 кгс/ m^2 .

6. При полете на дальность $L_p = 1000$ км целесообразно лететь на высоте $H_p = 6$ км, при этом взлетный вес самолета и приведенные затраты при $n_{об} = 3$ будут меньше на 6-8%, чем вес самолета и приведенные затраты с $n_{об} = 2$.

Применение системы УПС дает выигрыш во взлетном весе самолета 10-14%, чем у самолета без УПС.

7. Действие системы УПС в полете на ламинарном крыле позволяет получить аэродинамическое качество $\lambda = 21 - 24$.

Л и т е р а т у р а

1. "Техническая информация", 1969, № 9.
2. Труды МАИ, выпуск 394, 1977.
3. *Journal of the Royal Aeronautical Society*, April 1963, p 201-203.
4. Whittley DC. *The Augmentor - Wing Research Program: Past Present and Future*, Canadian Aeronautics and Space Journal, II, 1968.

УДК 629.7.05.002(075.8)

А.Н. К о п т е в

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БОРТОВЫХ УСТРОЙСТВ

Применение для анализа и синтеза технологических процессов теории информации, теории надежности, логики и алгоритмов не привело до сих пор к созданию общей модели технологического процесса с учетом деятельности исполнителя как основного звена при выполнении электромонтажных работ. Причиной, на наш взгляд, является

отсутствие общности математического аппарата. Аппаратом, обеспечивающим общность описания различных процессов, может служить аппарат теории графов, широко используемый для описания и анализа потоков информации в системах контроля и управления [1], [2], [3]; для описания и исследования электрических цепей и электромеханических систем [4]; в теории конечных автоматов [5] и т.д.

Введем понятие универсального графа технологического процесса, как некоторой совокупности вершин, изображающих элементы технологического процесса монтажа (объекты, операции, исполнителей, участвующих в этом процессе), и сопоставленную этим вершинам совокупность дуг, характеризующих связи между элементами процесса монтажа (материальные - провод, шины, элементы электросхем; информационные - сечения провода, тип и т.д.), т.е. вершинам и дугам на различных этапах анализа и синтеза технологического процесса любые количественные и качественные характеристики.

Рассмотрим методику алгоритмизации получения исходных данных для процессов изготовления электротехнических бортовых устройств как совокупность структурного анализа и структурно-алгоритмического синтеза.

Анализ структуры производится с целью расчленения принципиальной схемы изделия электротехнического оборудования (ЭТО), на части и уровни структуры с целью формирования множества задач электромонтажа и контроля операций.

Анализ конкретной принципиальной схемы бортового электротехнического устройства назовем "моделированием" структуры.

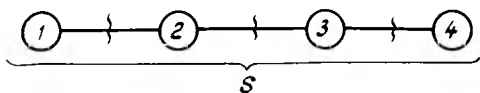
Возможны два пути моделирования - апостериорный и априорный. Апостериорное моделирование есть статистический путь наблюдения и регистрации реализаций структур. Априорное моделирование - это путь теоретический, опорной информацией которого являются принципиальные схемы бортовых устройств.

Исследование математических моделей структур бортовых устройств сводится: во-первых, к построению алгоритмов на языке А.А. Ляпунова; во-вторых, к перечислению возможных реализаций по комбинациям логических условий; в-третьих, в направлении оценки количественных характеристик модели (сложности, связанности и т.п.); в-четвертых, в направлении моделирования на ЭВМ.

Для перечисленных направлений анализа и синтеза введем следующие операции.

I. Операции анализа - выделение точек пайки из цепей (рис. I).

Выделение точек пайки, как математическая операция, предназначена для формирования связанного с проводниками множества точек пайки устройства, монтаж которого будет выполняться.



Р и с. I. Выделение точек пайки из цепи

В простейшем случае цепи (S) из нее выделяются разрывом проводника точки пайки и подходящие к ним проводники. В более сложном случае, когда разрываемые проводники связаны с различными точками пайки, получаем связь данной точки пайки с подходящими к ней проводниками от других точек пайки.

Таким образом, если дана структура бортового электротехнического устройства S (граф) и известна подструктура F (точка пайки, полученная разрывом подходящих к ней проводников), то подструктура N (точки пайки, соединенные с F) определяется матричным уравнением:

$$N = S \oslash F,$$

где \oslash - символ операции выделения точки пайки, записанной после него, от структуры, записанной перед ним.

Выделение цепей как математическая операция предназначена для формирования множества цепей, подлежащих контролю. В процессе формирования отдельной цепи, подлежащей контролю, для сохранения информации об этой цепи, получаемой через выделение частного, единичного, отдельного из обобщенного, необходимо помнить о всех цепях, т.е. если

$$F = \sum_{i=1}^n N_i,$$

то необходимо помнить не только F , но и все N_i , где \sum - операция обобщения.

Операциональный смысл выделения цепей можно интерпретировать как вычитание неконгруэнтных матриц.

2. Операция синтеза - монтаж и оценка результатов контроля.

Операциональное определение монтажа может быть задано формулой

$$M = \sum_{i=1}^n (N_i \sum P_{ij}),$$

где N_i - монтируемые подструктуры;

P_{ij} - матрица переходов от подструктуры i к подструктуре j ;

M - матрица монтажа (матрица бортового устройства);

\sum - операция обобщения.

Используя методы монтажа, можно синтезировать бортовые устройства любой сложности.

Операция оценки результатов контроля бортового устройства в целом есть обобщение результатов контроля отдельных цепей, которые в общем виде могут быть заданы матрицами, например, матрицей S_1 с размерами $n \times m$ и матрицей S_2 с размерами $p \times q$, при этом в общем случае $n \neq p$ и $m \neq q$. Обобщение матриц S_1 и S_2 может быть произведено с помощью базовой матрицы, номера строк и столбцов которой получены объединением номеров строк и столбцов в матрицах S_1 и S_2 . Если матрицы S_1 и S_2 имеют вид

$$S_1 = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{и} \quad S_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 2 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} \end{bmatrix} \end{matrix},$$

то базовой матрицей для них будет матрица

$$S^{(0)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

Используя базовую матрицу $S^{(0)}$, можно представить матрицы S_1 и S_2 в базовой форме:

$$S_1^{(0)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ a_{31} & a_{32} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \text{и} \quad S_2^{(0)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

Матрицу S назовем матрицей обобщения матриц S_1 и S_2 , если

$$S_1^{(0)} + S_2^{(0)} = S,$$

где знак "+" обозначает обычное суммирование матриц.

Получение матрицы S из матриц S_1 и S_2 назовем операцией обобщения и будем обозначать ее символом \sum , тогда

$$S = S_1 \sum S_2 = S_1^{(0)} + S_2^{(0)}$$

или в общем случае

$$S = \sum_{i=1}^n S_i.$$

Для нашего примера матрица - обобщение имеет вид

$$S = S_1 \sum S_2 = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ 2a_{21} & 2a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} \end{bmatrix} \end{matrix}.$$

Введем понятие устойчивой структуры. Устойчивой структурой будем называть структуру, каждый элемент которой находится в соответствующем логическом соподчинении с другими элементами (устройства) и внешней средой (другие бортовые устройства). Одна из основных задач производства есть задача получения устойчивых структур, оценка состояния которых может быть произведена с помощью операции обобщения. Сформулируем основные теоремы и следствия применения операции обобщения к устойчивым структурам.

Теорема I. Обобщение устойчивых структур есть устойчивая структура [5].

Следствие I. Неустойчивая структура не может быть обобщением устойчивых структур.

Теорема 2. Устойчивая структура представима в виде пути, либо обобщения путей [5].

В заключение дадим общее описание процедуры структурно-алгоритмического моделирования процессов монтажа электротехнических бортовых устройств с применением вышеописанных операций анализа и синтеза с целью получения исходных данных для системы управления качеством монтажей ЭТО самолетов.

На первом этапе - структурного анализа, используя операцию выделения точек пайки, производят расчленение принципиальной схемы. Принципиальная схема представлена графом Бержа. При этом формируется множество связанных точек пайки и, с помощью операции выделения цепей - множество цепей, контроль которых необходимо обеспечить.

На втором этапе - алгоритмизации, необходимо получить в матричной и графической форме алгоритмы для множества задач монтажа и контроля. Процедура состоит из следующих операций:

1. Построение алгоритма задачи в форме графа Бержа, т.е.

а) выделение сенсорных, моторных и логических действий электромонтажника;

б) кодирование средств контроля и управления, с которыми выполняется множество действий по коммутации цепей и выдаче стимулирующих сигналов;

в) кодирование логических действий по оценке состояния цепей после выполнения операций монтажа;

г) объединение полученных элементов в граф Бержа, изображающий задачу в общем виде.

2. Перечисление реализаций алгоритма, т.е.

а) выделение путей;

б) ограничение числа сложных путей (за счет введения автоматических циклов).

3. Нормирование графа алгоритма.

На третьем этапе - этапе структурно-алгоритмического синтеза производится синтез алгоритмических структур с использованием операций синтеза, образованных совокупностью последовательно выполняемых алгоритмов задачи. Во-первых, осуществляется операция монтажа с выполнением ранжирования матриц. Во-вторых, определяется подмножество средств контроля, осуществляющих выполнение операций обобщения.

Таким образом, рассмотренные операции анализа и синтеза электротехнического оборудования самолетов, позволяют создать алгоритмы по которым формируются исходные данные для системы управления качеством монтажей этого оборудования. Предложенная методика позволяет формализовать процессы монтажа, используя для этого современные ЭВМ.

Л и т е р а т у р а

1. Э п ш т е й н В.Л. О приложении теории графов для описания и анализа потоков информации в управляющих системах. "Автоматика и телемеханика", 1965, т. 26, № 8, с. 1403-1409.
2. П о л я к о в а Л.В. Исследование и разработка систем отображения потоков измерительной информации в процессе управляемого эксперимента. Л., 1971.
3. Г р а н к и н Б.К. К вопросу о выборе мнемосхем энергетических комплексов. Известия АН СССР. "Энергетика и транспорт". 1971, № 4, с. 56-65.
4. И л ь и н с к и й Н.Ф. и др. Приложение теории графов к задачам электромеханики. М., 1968.
5. М е л и х о в А.Н. Ориентированные графы и конечные автоматы. М., 1971.