

**Бухаров Г.В., Коптев А.А., Коптев А.Н., Петричко А.М.**

**СТРУКТУРНЫЕ МЕТОДЫ СИНТЕЗА И АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНЫХ  
ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АГРЕГАТОВ  
ИЗДЕЛИЙ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ**

Одной из целей данной работы является, во-первых, раскрытие семантики (физического смысла) понятия синтеза и анализа, а во-вторых, их формализация, т.е. математическая формулировка, обладающая достаточной общностью для описания целенаправленных процессов и их функционирования.

Основным объектом исследования предлагаемого подхода является целенаправленный процесс функционирования в целеустремленной технической системе.

Эффективность – это комплексное свойство целенаправленного процесса, характеризующее этот процесс как множество операций для достижения цели, реализуемый целеустремленной технической системой.

В рамках общей теории оценки эффективности в работе использовано фундаментальное понятие «образ», введенное У. Гренандером [1].

Образы представляют собой конфигурации простейших элементов – образующих, выбираемых в соответствии с «физической» природой изучаемых объектов или явлений. Вводятся определенные правила, налагающие ограничения на способы формирования комбинаций образующих, тем самым выделяются типы регулярности образов и определяется их комбинаторная структура. Подобные регулярные конфигурации являются в сущности абстрактными конструкциями, которые, вообще говоря, не в полной мере доступны наблюдению. Результат наблюдения представляет собой «изображение». Множество изображений с определенными на нем отношениями образует алгебру изображений. Изображение, наблюдаемое при отсутствии инструментальных ошибок и аппаратных ограничений, называется идеальным. Механизм деформаций позволяет работать с изображениями, наблюдаемыми в реальных условиях, т.е. с деформированными изображениями. Одна из основных задач теории образов – восстановление идеального изображения по его деформированной наблюдаемой форме.

Общий аппарат теории У. Гренандера введен в первом томе его монографии «Синтез образов», который позволяет представить любой объект исследований на базе четырех принципов, перечисленных выше [1].

Использование понятия «образ» в задаче синтеза эффективных целеустремленных технических систем и целенаправленных процессов, которые существенно связаны с

установлением некоторого соотношения между известными величинами, удовлетворяет некоторому критерию и обеспечивает требуемое поведение реализующей эти процессы системы.

В наиболее общем виде условия задачи математически могут быть записаны следующим образом: найти в заданном множестве  $A$ , представляющем производственное пространство, точки  $a$  – образующие будущего целенаправленного процесса, удовлетворяющего множеству заданных ограничений  $K(a)$ , из которых должны строиться конфигурации, определяемые составом и структурой из множества  $a$ , отвечающих заданным ограничениям, т.е. решением задачи будет построение регулярных конфигураций [1]. Примером такой постановки может служить следующая формулировка задачи, в которой задание пространства  $A$  означает в общем случае одновременное задание структуры  $A$  и разрешенных операций над  $A$ . Знание  $A$  является определяющим в исходных данных.

Первоначально полученную замкнутую формулировку задачи можно в общем случае перевести в другую форму, чтобы с учетом ограничений  $K(a)$  уменьшить пространство  $A$ , улучшить и сделать более наглядным представление задачи.

Для решения задачи синтеза целенаправленного процесса производства сложной продукции машиностроения используется следующий вариант представления задачи в замкнутой форме.

Пространство содержит исходное состояние  $N_0$ , в котором задан набор образующих, из которых состоит, например, сложный агрегат (шасси самолета – «структурированный случай»), заданы конечное состояние  $N_1$  и конечный перечень операторов  $O_{ab}$ , которые позволяют перейти от одного состояния  $N_a$  к другому состоянию  $N_b$ . В случае построения целенаправленного процесса речь идет о том, чтобы найти путь от  $N_0$  к  $N_1$ .

В качестве примера рассмотрим технологический процесс изготовления шасси самолета.

Здесь операторы  $O_{ab}$  имеют следующий смысл: переход из одного состояния в другое производится последовательным перемещением в технологической цепи детали агрегата на сборочный стенд. Замкнутая формулировка задачи в рассматриваемом варианте имеет вид:

$A =$  (последовательность операторов операций обработки детали).

С общих позиций рассматриваем в опорном пространстве  $A$  с мерой  $\mu$   $A_2$  – пространство  $A_2(A, \mu)$ . В этом случае образующими являются операции фиксированного подпространства пространства  $A_2(A, \mu)$  и тип соединения –  $\Sigma$  – «свободное».

Поскольку свободные конфигурации – это множество операций обработки – неструктурированная ситуация, которая служит примером функционального пространства, для соединения которых воспользуемся знаком « $\cup$ » (объединение) с оговоркой, что две копии деталей будем различать с помощью дополнительных меток в соответствующих контекстах. Объединение подобного типа является и ассоциативным, и коммутативным.

Как правило, технологический процесс, в частности, механической обработки, состоит из линейных упорядочений операций, которые формируют этот процесс как множество регулярных конфигураций. Каждая конфигурация включает  $n$  операций обработки (образующих), имеющей вид, представленный на рисунке 1, где  $\beta_{ni}$  и  $\beta_{n0}$  показатели входных связей.

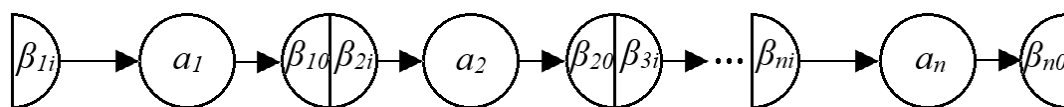


Рисунок 1 – Линейный тип соединений

Для механической обработки деталей сложных агрегатов операции относятся к суженному классу, т.е. рассматривается сужение решения  $L^a a = 0$  на некоторый интервал  $[m, n]$ . Значения  $m$  и  $n$  являются признаками  $a$ .

Синтез технологических процессов сборки базируется на построении конфигурации, соединении образующих (деталей агрегата) в которой используются соединения  $\Sigma$ -типа дерева, внутренняя структура конкретной конфигурации с составом  $(C) = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$  может иметь вид, приведенный на рисунке 2. В случае узловой сборки, например, для агрегата, состоящего из двух узлов, включаются две заданные конфигурации  $C_1$  и  $C_2$ .

Комбинацию  $C_1 \sigma C_2$  двух заданных конфигураций  $C_1$  и  $C_2$  можно определить просто с помощью  $\sigma = (i, j)$ ,  $i$  фиксирует выходную связь  $c_1$  или  $c_2$ , а  $j$  – одну из входных связей другой конфигурации. В практике производства сложных агрегатов приходится иметь дело одновременно более чем с одним пространством конфигураций, и поэтому в этих условиях необходимо исследование, как правило, возможных между ними отображений.

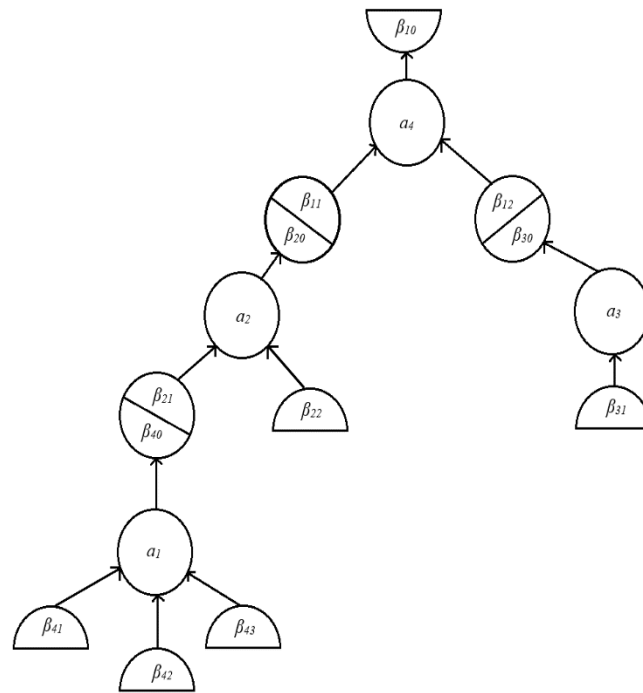


Рисунок 2 – Конфигурация типа дерева

Наиболее важные из них: гомоморфизмы конфигураций и аннигиляции образующих. В первом случае для оценки равенства конфигураций, т.е. технологических моделей, сохраняющих операции объединения, пересечения и дополнения, во втором случае моделирует образование макрообразующих.

Результат наблюдения регулярных конфигураций дает нам изображение технологического процесса из комбинации образующих его операций.

#### Библиографический список

1. Гренандер У. Лекции по теории образов. В 3 т. – М.: Мир, 1979.