

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ СТРУКТУРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ ИНФРАСТРУКТУРЫ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ковалев М.А.¹, Поддубный И.В.²

¹Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

²Авиационный технический центр ОАО АК «Уральские Авиалинии», г. Екатеринбург
kovalev.ma@ssau.ru; i.poddubniy@u6.ru

Ключевые слова: авиадвигатель, моделирование, изображение, инструмент, конфигурация, оборудование, образ, образующая, опорное пространство, персонал, предикат, производственный процесс, обслуживание, предприятие, подразделение, ремонт, функция, цех, эксплуатация.

В современных рыночных условиях, в рамках задач замещения импортных услуг по производству обслуживания и ремонта современных авиационных двигателей для воздушных судов (ВС) гражданской авиации России, возникает проблема создания предприятий, способных оказывать потребные услуги с учетом растущего спроса российских авиакомпаний. В основе проблемы стоит вопрос о создании необходимой достаточной инфраструктуры обслуживающего ремонтного предприятия, удовлетворяющего современным требованиям, и в то же время не требующей значительных ресурсных затрат.

Наиболее оптимальной методикой представления будущей инфраструктуры, позволяющей получить ее состав, необходимый для выполнения обслуживания и ремонта авиадвигателя как объекта, не затрачивая на это финансовых средств и ресурсов, является методика структурного моделирования.

Предлагаемая методика структурного моделирования базируется на выборе экспертной основы, дающей общее представление об объекте производства – авиационном двигателе, и на требованиях к производственным процессам, и представляет собой применение метода распознавания образов У. Гренандера [1]. Идеальный образ формируется из элементарных образующих – элементов инфраструктуры. Для того, чтобы выделить элементарные образующие, за основу принимаются основополагающие документы, написанные, как правило, на естественном языке. Для перевода в математический вид описания представляются в виде предикатов – утверждений, представляющих собой множества.

В качестве примера возьмем пункт приложения EASAPart-145 требований ЕС к техническим организациям, выполняющим обслуживание и ремонт авиадвигателей, раздел AMC 145.A.25(a) Facility requirements (Требования к помещениям).

В данном разделе можно увидеть требование к обязательному наличию производственного ангара, либо цехов достаточной для плановых работ площади. Информация представляется в виде булевых переменных $(h, j, g, l, v, \dots, y)$ соответственно, которые в образе необходимых производственных помещений играют роль образующих и приобретают значения $\{1; 0\}$ в зависимости от их присутствия или отсутствия [2].

Множество рабочих и офисных помещений A (Accommodations) выражается через функцию от элементов множества помещений a уравнением:

$$A = \{a | F(145.a.25)\} \quad (1)$$

Аналогичным образом создаются предикаты всех остальных образующих.

Применение теории множеств [3] позволяет установить взаимосвязи между полученными предикатами, что в результате позволяет создать идеальный образ структуры предприятия, включающий в себя все аспекты инфраструктуры, предусмотренные основополагающими документами – персонал, структурные подразделения, элементы информационного обеспечения, оборудование и инструмент, производственные помещения.

В общем виде структурная теоретико-множественная модель авиадвигательного предприятия принимает вид:

$$\Pi = \{M_{TO}, W_{TO} \cup W_K \cup W_{Tex} \cup W_{пдо} \cup W_{и}\}, \quad (2)$$

где Π – множество всех инфраструктурных элементов предприятия; W_i – инфраструктурные элементы, представляющие собой конфигурации, построенные из элементарных образующих – предикатов; M_{TO} – руководство предприятием, отвечающее за его функционирование и обеспечение; W_{TO} – конфигурация, образованная из элементов основного производства, выполняющего техническое обслуживание и ремонт; W_K – образующая подразделения качества; W_{Tex} – образующая технологического отдела; $W_{пдо}$ – образующая подразделения планирования; $W_{и}$ – образующая подразделений снабжения и логистики.

Идеальный образ предприятия в реальности создать достаточно сложно, в связи с существованием множества ограничений: финансовых, ресурсных, законодательных. Поэтому в модель идеальной структуры вносятся изменения (деформации). К примеру, недостаток финансовых средств не позволяет в реальной структуре построить цех плазменного восстановления лопаток турбины и часть других производственных подразделений. В этом случае необходимо произвести сравнение полученного образа с идеальным [4], в результате чего недостающие элементы инфраструктуры в реальной жизни должны быть восполнены за счет использования услуг других предприятий, способных выполнять недостающие функции, другими словами, передать их на субподряд на договорной основе.

Предложенная методика структурного моделирования позволяет определить реальный состав инфраструктуры предприятия, производящего обслуживание и ремонт авиадвигателей. Достоверность и правильность методики проверена на создании модели реальной структуры подразделения холдинга ENGINEERING по обслуживанию и ремонту двигателей CFM-56 для гражданских воздушных судов в Москве, на базе технического обслуживания в аэропорту Домодедово.

Список литературы

1. Ulf Grenander, Pattern Synthesis Volume 1 of Lectures in Pattern Theory. Springer-Verlag New York "Heidelberg" 1976.
2. Супрун В.П. Основы теории булевых функций. М.: ЛЕНАНД. 2017. 208 с.
3. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика. М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015.
4. Фу К. Структурные методы в распознавании образов. М.: Издательство «МИР». 1977.

Сведения об авторах

Ковалев Михаил Анатольевич, д-р техн. наук, доцент, проректор по общим вопросам, заведующий кафедрой эксплуатации авиационной техники.

Поддубный Игорь Владимирович, заместитель генерального директора по инженерному авиационному обеспечению – директор авиационного технического центра.

APPLICATION OF STRUCTURE MODELLING METHOD FOR CREATION OF ENTERPRISE INFRASTRUCTURE

Kovalev M.A.¹, Poddubniy I.V.²

¹ Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov

² Aircraft Technical Center of Ural Airlines, Yekaterinburg

Keywords: aircraft engine, modeling, image, tool, configuration, equipment, image, generating, reference space, personnel, predicate, production, maintenance, enterprise, division, repair, function, workshop, operation.

Reconstruction of the engine maintenance and repair enterprise infrastructure on the existing basis inherited from Soviet aircraft repair enterprises, or the creation of a new one, is based on the choice of an expert basis that gives a general idea of the production object – an aircraft engine, and on the requirements for production processes. The most optimal method for presenting the future infrastructure which makes it possible to obtain the composition of the infrastructure necessary for performing maintenance and repair of an aircraft engine, as an object, without spending financial resources and resources on it, is the method of structural modeling.

The proposed method of structural modeling makes it possible to determine the real composition of the infrastructure of an enterprise that maintains and repairs aircraft engines. The reliability and correctness of the methodology was tested on the model creation of the real subdivision ENGINEERING holding structure for the maintenance and repair of CFM-56 engines for civil aircraft in Moscow, based on maintenance base at the Domodedovo airport.