

В.А. Коптев

## ФОРМАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА

Под задачей проектирования организационной структуры производства (ОСП) будем понимать цель, данную в определенных условиях и представляющую ее как трехкомпонентную систему

$$\langle D_a, D_{\text{тр}}^*, D_{\text{усл}} \rangle, \quad (1)$$

где  $D_a$  – некоторый предмет задачи (ОСП) в актуальном (текущем, исходном) состоянии;  $D_{\text{тр}}^*$  – императивная (виртуальная) модель желаемого состояния этого предмета (ОСП) или модель потребного будущего;  $D_{\text{усл}}$  – условия, ограничения, которые должны быть выполнены в процессе перевода предмета задачи (ОСП) из его актуального состояния в требуемое.

По отношению к задаче проектирования производства (ЗПП) компоненты системы (1) интерпретируются следующим образом:

$D_a$  – заявка на объект проектирования (ОП) (создание ОСП, реализующего технологический проект (ТП)), представляющая потребности и мотивы, относящиеся к некоторому фрагменту действительности. Эту заявку в ЗПП представляет целевая модель искомого объекта  $M(O)_{ц}$ ;

$D_{\text{тр}}^*$  – продуктивная модель ОП  $M(O)_{\text{тр}}$  – комплект технической документации для подготовки производства изделий в заданных условиях, которая отвечает требованиям определенных стандартов (ЕСКД, ЕСТД или др.);

$D_{\text{усл}}$  – условия реализации ОСП или ограничения на временные, трудовые, материальные ресурсы  $Q$  реализации проекта ТП.

ЗПП в обобщенной постановке может быть представлена кортежами

$$\text{ЗП} = \langle M(O)_{ц}, M(O)_{\text{тр}}, Q \rangle = \langle \langle F_n M'(O), Z', Y', X', G \rangle, M(O)_{\text{тр}}, Q \rangle, \quad (2)$$

где  $M(O)_{ц}$  – целевая модель, являющаяся средством формирования, обобщенного описания и представления суждений о целевой ориентации ОП;

$M(O)_{пр}$  - продуктивная модель, под которой понимается подмножество знаковых моделей-интерпретаторов (структурных, функциональных и т.д.), представленных в форме технической документации на ОП;

$Q$  – допустимые затраты на процесс проектирования;

$F_nM(O)$  – функциональная модель, характеризующая объект как некоторую неделимую целостность в аспекте определенных его отношений со средой или с другими объектами (проявление свойств, реализация действий, участие в процессах связывания);

$Z$  – вектор состояния среды для данного ОП;

$Y$  – вектор внешних свойств ОП, характеризующий функциональные или свойства назначения и утилитарные свойства;

$X$  – вектор внутренних свойств ОП, характеризующий процессы и техническую форму его реализации как принцип действия данного ОП;

$G$  – критерий эффективности или совершенства ОП (в ряде случаев их называют функциями качества, ценности, полезности, выбора и т.п.);

$Z', Y', X'$  - векторы с учетом степени выполнения ограничений, устанавливаемых на параметры среды ( $Z'$ ) и значения ряда выделяемых свойств ОП ( $Y', X'$ );

Компоненты  $Z', Y', X', G$  являются в общем случае векторами, имеющими свои размерности.

Требования к функциональным свойствам ОП задаются в постановке ЗПП в форме модели  $F_nM(O) \subseteq Y_n \times Z$ . Требования к условиям функционирования ОП  $Z'$  задаются допустимыми областями множества возможных состояний среды (внешних  $Z_0$  или окрестностей  $Z_0$  условий), а также продолжительностью функционирования  $Y_n^n$ .

Требования к свойствам ОП помимо  $F_nM(O)$  ограничивают:

а) допустимую область множества возможных значений внешних (существенных и утилитарных) свойств ОП  $Y'$  для всех  $z \in Z$ ,

б) допустимую область множества возможных значений внутренних (существенных) свойств объекта  $X'$ , которые характеризуют принципы его построения/действия и обуславливают обладание множеством внешних свойств  $Y$ , согласованных с  $F_nM(O)$ .

Границы допустимой области множества значений существенных свойств объекта  $X'$  часто определяются ресурсами, необходимыми для реализации ОП. В общем случае ограничения могут касаться ресурса какого-либо одного вида (материалоемкости интегральной или

по конкретным классам материалов, трудоемкости, энергоемкости, фондоемкости и т.д.) или одновременно нескольких видов.

Условия решения ЗПП задаются допустимой областью значений ресурсов  $Q$ , выделенных для реализации проекта ТП, в том числе и его разработки. В качестве таких ресурсов обычно рассматриваются продолжительность создания проекта ТП, общая трудоемкость, полная стоимость решения ЗПП. При этом стоимость проектирования может выражаться не только в виде денежных расходов, но и в количестве дефицитных материалов, времени использования уникального оборудования и т.п.

Условия предпочтения в допустимой области множества возможных решений ЗПП определяются следующим.

А. Критерием эффективности или совершенства (КС), функцией ценности или качества объектов  $G$ , которые обобщенно характеризуют ценность данного ОП по ряду особо выделяемых его внешних и/или внутренних свойств, а также параметров функционирования ( $Y^*$ ,  $X^*$ ,  $Z^*$ ). Последние признаются важнейшими по отношению к основной цели создания ОП, поэтому требования к ним невозможно или нецелесообразно формулировать только в виде ограничений. В общем случае  $G \subseteq Y^* \times X^* \times Z^*$ .

Предпочтение должно быть отдано проектному решению с таким набором значений внешних  $\hat{y} \in Y$  и внутренних  $\hat{x} \in X$  свойств, реализуемых при  $\hat{z} \in Z$ , что

$$\hat{G}(\hat{y}, \hat{\delta}, \hat{z}) \geq G(y, x, z)$$

для всех допустимых  $y \in Y$ ,  $x \in X$ ,  $z \in Z$ .

Б. Оценочной функцией  $M$ , соотносящей внешние и внутренние свойства ОП при  $z \in Z$  с затратами (ресурсами)  $Q$ , необходимыми для реализации проекта ТП. В общем случае  $M: (Y \times X \times Z) \rightarrow Q$ , и оценочная функция  $M$  характеризует затраты, определяемые в виде различных ресурсов (временных, трудовых, материальных и т.п.) на создание ОСП с данным набором свойств. Предпочтение должно быть отдано проектному решению с таким набором внешних  $\hat{y} \in Y$  и внутренних  $\hat{x} \in X$  свойств, реализуемых при  $\hat{z} \in Z$ , что

$$\hat{M}(\hat{y}, \hat{\delta}, \hat{z}) \geq M(y, x, z)$$

для всех допустимых  $y \in Y$ ,  $x \in X$ ,  $z \in Z$ .

Таким образом, все многообразие глобальных целевых ориентаций ЗПП любых ОП сводится к двум: а) максимизировать эффективность  $G$  проектируемой ОСП, реализующей

проект ТП (допустимые затраты на процесс проектирования и реализации Q задаются в виде ограничений), б) минимизировать затраты Q (временные, трудовые, материальные), необходимые для реализации процесса проектирования и реализации проекта ТП (требования к внешним Y, внутренним X свойствам и условиям функционирования Z. ОП задаются в виде ограничений) [1,2].

Ниже приведен пример постановки ЗП ОСП электрооборудования для самолета Ту-204.

### **Постановка задачи проектирования ОСП**

*«Изготовление электросборок самолета Ту-204 на основе объемного монтажа»*

1. Требования к свойствам изделий производства.

*Электросборки:* распределительные устройства (РУ), коммутационные устройства (КУ), электрощиты (ЭЩ), панели защиты сетей и потребителей (ПЗ), пульта управления (ПУ) должны удовлетворять техническим условиям на изделия, устанавливаемые на борт самолета.

*Электрическое сопротивление изоляции*

Таблица 1

Условия испытаний	Сопротивление изоляции, Ом, при значениях рабочего напряжения, кВ	
	до 0,5	>0,5 ... 10
Номинальные климатические условия	20	100
Повышенная температура	5,0	20
Повышенная влажность	1,0	2,0

*Электрическая прочность*

Таблица 2

Максимальное рабочее напряжение, В	Напряжение постоянного тока при измерении сопротивления изоляции, В
До 1000	До 30
> 1000	30. 500

Таблица 3

Максимальное рабочее напряжение цепей, В	Испытательное напряжение, в нормальных условиях, В	$K_n$ в условиях пониженного атмосферного давления
До 100	500	1,5
>100 .. 1000 для радиотехнических и электронных цепей	не менее 500	1,5
Для цепей электропитания ( в том числе электропроводов, блокировок, магнитных пускателей и т.д.)	500	1,5

Таблица 4

Испытательное напряжение в нормальных климатических условиях, кВ	Коэффициент
< 0,5	Устанавливается в ПИ или ТУ
0,5 .. 3	0,6
> 3 .. 7,5	0,65

## 2. Требования к свойствам изделий производства.

Типы элементов электросборок применяются в соответствии со спецификацией на объект монтажа. Тип должен соответствовать перечню на применение элементов в авиационной технике.

### 3. Требования к среде реализации ОСП.

Запыленность воздушной среды  $S \leq K_6$ .

### 4. Требования к внешним свойствам ОСП.

Процент выхода годных изделий – 100%. Длительность операции не более заданной графиком поставки на сборку самолета.

### 5. Ограничения на внутренние свойства ОСП.

Равномерность выпуска электросборок в соответствии с графиком производства.

### 6. Требования к оборудованию, реализующему ОСП, и условиям его функционирования

Допускается при необходимости разработка новых средств технологического оснащения для реализации подлежащей проектированию ОСП в условиях серийного производства электросборок. Условия функционирования оборудования – согласно технологической инструкции

### 7. Критерии эффективности ОСП.

Должны быть обеспечены расчетная стоимость проекта производства электросборки, организационный эффект, эффект и эффективность инструментализации, требуемое качество изделий G.

8 Требования к комплекту технической документации ОСП.

Операционные карты на все виды электросборок по ЕСТД.

9 Требования к ресурсам решения задачи проектирования ОСП.

Продолжительность решения задач проектирования ОСП в рамках графика освоения продукции ЭТО ЛА. Трудоемкость не более 16 чел.-час.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Барвинок А.В., Коптев А.Н., Коротнев Г.И. Методология тензорного представления в теории организационных систем / Проблемы машиностроения и автоматизации. 2002; № 1, с.23-25
2. Барвинок В.А., Коптев А.Н., Коптев В.А., Савотченко В.В. Моделирование операционной последовательности сборки, монтажа сложных объектов / Проблемы машиностроения и автоматизации, 2000; №1, с. 57-64.