

ОЦЕНКА И ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Реализация разработанных технологических процессов связана с проблемой оценки технологических решений для организации как единичного, так и серийного производства изделий электротехнического оборудования летательных аппаратов (ЭТО ЛА). В данном случае имеется в виду такая постановка задачи производства и такой выбор решения, которые позволяют получить оптимальный вариант организации лучших эффективных действий.

Термин «эффективность» связан с целым рядом практических достоинств, т. е. эффективность в данной работе понимается как совокупность практических достоинств, включающих точность, производительность, простоту и т. п.

Для оценки универсальной эффективности производства ЭТО ЛА введём следующие показатели: стоимость реализации технологического процесса, организационный эффект, эффект и эффективность инструментализации (технологического оснащения), качество изделий производства.

Эффективность производства ЭТО ЛА, как и любой другой системы, определяется отношением эффектов, полученных в результате использования той или иной организации, к затратам на достижение этих результатов – платой за полученные эффекты. Общепринятой спецификации основных технических и экономических эффектов от создания той или иной организации производства в настоящее время не существует.

В данной работе рассматривается создание методики оценки организации, реализующей технологические процессы изготовления ЭТО ЛА, построенные на базе предложенных в [6] методов анализа изделий ЭТО ЛА.

Спецификация основных результатов (ожидаемых) от функционирования организационных структур производства (ОСП), разработанная с учетом особенностей технологий производства ЭТО ЛА, включает следующие критерии эффективности: организационный эффект, эффект инструментализации и качество изделий производства. Рассмотрим суть этих критериев.

1. Организационный эффект реализации технологического процесса изготовления объектов ЭТО ЛА

Специфика электротехнического производства ЭТО ЛА связана с концентрацией технологических процессов монтажа на одном рабочем месте, при которой простые

операции соединения объединены в сложные, что, в свою очередь, связано с последовательным принципом выполнения операций, высокой квалификацией исполнителей этих операций, сложным универсальным оборудованием и рядом других факторов.

Широкое применение дифференциации процессов – важная организационно-техническая и экономическая задача. При дифференциации широко практикуется принцип параллельности (одновременности) выполнения операций, облегчается специализация участков и рабочих мест, что позволяет повысить качество и точность монтажа, а упрощение содержания операций позволяет обойтись более простым оборудованием, использовать труд исполнителей менее высокой квалификации.

Реализация того или иного метода производства ЭТО ЛА характеризуется специфической организацией рабочих мест исполнителей и, как следствие, может быть оценено организационным эффектом [1 – 5].

Таким образом, организационный эффект характеризует ОСП, в состав которой входят участки, рабочие места этого производства.

В связи с этим организационный эффект является признаком организационной деятельности и представляет собой величину, отражающую правильность ее организации.

Рассмотрим с организационно-технических позиций два варианта реализации действия, состоящего в переходе объекта производства из состояния S_A в состояние S_B . Пусть в первом случае (индекс 0) действие D_0 выполняется единолично, а во втором (индекс 1) действие D_1 является коллективным (организованным) действием.

Обозначим организационный эффект через ε , численность действующих исполнителей $П$ – через k и, учитывая, что в обоих случаях результат одинаков ($W_1 = W_0 = W$), а также, что $k_0 = 1$, получим

$$\chi_0 = W - Z_0. \quad (1)$$

$$\chi_1 = W - Z_1. \quad (2)$$

$$\varepsilon_1 = \frac{\chi_1}{k_1} - \chi_0 = \frac{1}{k_1}(W - Z_1) - (W - Z_0). \quad (3)$$

Однако в подавляющем большинстве случаев имеет место не замена одиночных (субъективных) действий коллективными (организованными), а реорганизация коллективных действий, направленных на повышение рациональности организации. Было бы весьма затруднительно, а может быть, и вообще невозможно каждый раз соотносить (для расчета организационного эффекта ε) очередные организационные изме-

нения к субъективному действию. Наибольший интерес с точки зрения общего критерия оценки организационного эффекта здесь представляет прирост организационного эффекта $\Delta \epsilon$. Этот прирост определим следующим образом.

Если организационный эффект действия D_1 описывается формулой (3) и равен ϵ_1 , а организационный эффект (после реорганизации) действия D_2 (причем $W_2 = W_1 = W_0 = W$) составляет

$$\epsilon_2 = \frac{K_2}{k_2} - \gamma_0 = \frac{1}{k_2} (W - Z_2) - (W - Z_1) \quad (4)$$

то прирост организационного эффекта выражается следующим образом

$$\Delta \epsilon = \epsilon_2 - \epsilon_1 = \frac{K_2}{k_2} - \frac{K_1}{k_1} - \frac{W - Z_2}{k_2} + \frac{W - Z_1}{k_1} = W \left(\frac{1}{k_2} - \frac{1}{k_1} \right) + \frac{Z_1}{k_1} - \frac{Z_2}{k_2} \quad (5)$$

Таким образом, прирост организационного эффекта реализации действий представляет собой разность полезностей этого же и сравниваемых с ним действий, отнесенных к соответствующим количествам действующих субъектов при изготовлении объектов ЭТО ЛА.

2. Эффект инструментализации технологического процесса изготовления объектов ЭТО ЛА

Реализация технологического процесса монтажа электросборок ЭТО ЛА состоит в организации системы «исполнитель – технологический процесс», т.е. планировании технологических действий (операций), проектировании технологического оборудования для обеспечения выполнения технологических операций (новых средств технологического оснащения), реализации и оценки системы и ее компонентов.

Определим организационный эффект комбинированного объекта. Для решения этой задачи достаточно в формулу (3) ввести значение $k_1 = 1$, так как в инструментализационном действии (благодаря технологическому процессу со средствами технологического оснащения) полезность можно отнести к одному исполнителю. Тогда

$$\epsilon_1 = Z_0 - Z_1 \quad (6)$$

Эта формула отражает организационный эффект инструментализации (*инструментализационный эффект*)

Прирост инструментализационного эффекта определяется следующим образом

Если инструментализационный эффект, полученный в результате использования технического объекта 1, описывается формулой (6), а инструментализационный эффект, полученный в результате использования технического объекта 2, равен

$$(\varepsilon_i)_2 = Z_0 - Z_2, \quad (7)$$

то прирост инструментализационного эффекта равняется

$$\Delta \varepsilon_i = (\varepsilon_i)_2 - (\varepsilon_i)_1 = Z_1 - Z_2 = \Delta Z. \quad (8)$$

Реализация нового технологического процесса α (изготовление технологического оснащения π), а также его техническая эксплуатация (эксплуатация технического оснащения ν) требуют определённых затрат (соответственно $Z_{\pi\alpha}$ и $Z_{\nu\alpha}$). Разделив инструментализационный, т.е. эффект совершенствования ΔZ_α , на сумму средств $Z_{\pi\alpha} + Z_{\nu\alpha}$, затраченных на изготовление технологического оснащения, получим

$$\eta_{\alpha i} = \frac{\Delta Z_\alpha}{Z_{\pi\alpha} + Z_{\nu\alpha}} = I_\alpha. \quad (9)$$

Величина I_α представляет собой *инструментализационную экономичность (эффективность)*.

Инструментализационная эффективность отражает объём сэкономленных на действии (благодаря его инструментализации) ресурсов, отнесённых к единице затрат на изготовление и эксплуатацию технологического оснащения. Очевидно, что инструментализация оценивается положительно лишь в случае $\Delta Z_\alpha > (Z_{\pi\alpha} + Z_{\nu\alpha})$, когда полученная в результате инструментализации экономия превышает сумму затрат на технологическое оснащение. Анализируя технические решения, обычно стремятся отыскать такое, для которого

$$I_\alpha = \max. \quad (10)$$

Это критерий оптимальности инженерных решений, основывающийся на методе анализа эффектов совершенствования.

Следует отметить, что в большинстве случаев оказывается достаточным более слабый критерий

$$I_\alpha > 1, \quad (11)$$

представляющий собой критерий субоптимизации. Этот критерий достаточен для формулировки понятия качества технического объекта в практическом толковании.

3. Качество изделия ЭТО ЛА

Одной из форм оценки эффективности технологического процесса монтажа ЭТО ЛА в универсальном смысле является точность, понимаемая как «... воспроизведение объекта по эталону» [7, 8, 9]. Заметим, что такое понимание точности приближается к требованию точности, предъявляемому к техническому объекту технологии [10]

Как известно, основой для выполнения технического объекта, в том числе и объектов ЭТО ЛА, служит детальная практическая модель – проект технического объекта. Таким образом, точность изготовления экземпляра технического объекта – это степень совпадения полученного экземпляра с проектом, согласно которому он изготовлялся. Причём речь идёт о совпадении вполне определённых признаков.

Чтобы ответить на вопрос, о каких же признаках идет речь, необходимо рассмотреть технический объект в некоторой абстракции.

Охарактеризуем технический объект некоторой упорядоченной совокупностью множеств, которые будем называть проектными параметрами.

Элементами этих множеств являются значения проектных параметров. Пусть технический объект производства α представляет собой совокупность k множеств, т.е. описывается с помощью k проектных параметров X . Тогда можно записать $\alpha = \Sigma X_i$ ($i = 1, 2, \dots, k$). Разрабатывая проект конкретного технического объекта, необходимо из некоторых множеств проектных параметров выбрать определенные значения подмножеств. Для этого проводятся расчёты, используются таблицы, графики, нормативы и т.д. номинальных значений проектных параметров, а затем выбираются так называемые *допуски* (диапазоны) для каждого из номинальных значений. Например, i -ый проектный параметр характеризуется номинальным значением \bar{X}_i и диапазоном X_i , ограниченными значениями x_{id} , x_{ig} (в отдельных случаях $x_{id} = \bar{X}_i$ или $\bar{X}_i = x_{ig}$) (рисунок 1)

В процессе проектирования разрабатывается детальная практическая модель

$$M'_\alpha = \{X'_1, X'_2, \dots, X'_n\}, \quad (12)$$

на основе которой изготавливаются отдельные экземпляры технического объекта α , представляющие собой упорядоченное множество реализаций проектных параметров, что можно записать в виде вектора

$$M_\alpha = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_k), \quad (13)$$

где ω_i означает реализацию X_i .

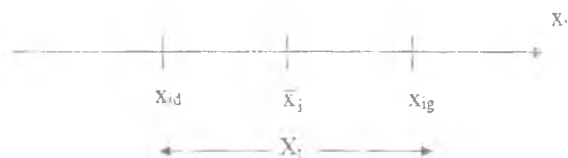


Рис. 1. Допуск на проектный параметр

Возвращаясь к определению точности, следует сказать, что точность T изготов-

лния экземпляра технического объекта на базе рассматриваемого технологического процесса α обеспечивается при условии $\omega_i \in X_i$ для всех i .

Вышесказанное можно записать следующим образом:

$$T = \begin{cases} 1, & \text{если для всех } i \quad \omega_i \in X_i, \\ 0, & \text{если хотя бы для одного } i \quad \omega_i \notin X_i, \end{cases} \quad (14)$$

На следующем этапе необходимо ответить на вопрос «Какому критерию должна отвечать детальная практическая модель технического объекта, чтобы ей можно было присвоить ранг образца, на основе которого изготавливаются экземпляры технического объекта?».

Допуская существование по крайней мере корреляционной зависимости между ΔZ_α , $Z_{\text{па}}$, $Z_{\text{ва}}$ и проектными параметрами X_i технического объекта α , можно на основе известных значений проектных параметров \bar{x}_i определить инструментализационную эффективность для различных моделей технического объекта α : I_1, I_2, \dots, I_b . Для достижения поставленной цели, по-видимому, вполне достаточно принять условие признания экономичным (в практическом смысле) варианта, для которого $I > 1$. Это тем более обоснованно, если принять во внимание, что во многих случаях число моделей ограничено, что практически делает невозможным принятие более жёсткого критерия $I = \text{max}$.

Введём понятие рациональности модели технического объекта R , записав её в виде

$$R = \begin{cases} 1 & \text{для } I > 1, \\ 0 & \text{для } I < 1. \end{cases} \quad (15)$$

Булевое произведение определённой таким образом рациональности и рассмотренной выше точности будем называть качеством технического объекта J :

$$J = R \wedge T. \quad (16)$$

Определяемое этим уравнением качество запишем в виде таблицы 1.

Представляется, что такое определение качества в большей степени совпадает с повсеместно принятым понятием качества изделия, в чём легко убедиться, проанализировав четыре частных случая, приведённых в таблице 1

Таблица 1

\wedge	$T = 0$	$T = 1$
$R = 0$	$J = 0$	$J = 0$
$R = 1$	$J = 0$	$J = 1$

Анализ таблицы 1 показывает, что качество изделия равно 1 лишь в случае, ко-

гда точность и рациональность отвечают вышеописанным условиям

Остановимся на рассмотрении интегрального показателя качества изделия J . Начнем с рассмотрения точности. Как легко заметить, нецелесообразно осуществлять размер, для q -го проектного параметра $\omega_q \notin X_q$, а экземпляр технического объекта W_d может с успехом служить своему назначению. Это вовсе не означает, что, несмотря на более низкую точность, этот экземпляр может быть использован в соответствии со своим назначением, а свидетельствует лишь о том, что граница подмножества (допуск) X_q были выбраны неправильно. В данном случае следовало бы эти границы скорректировать так, чтобы выполнялось условие $\omega_q \in X_q$. Делимость точности имела бы смысл лишь в том случае, если бы детальная практическая модель была бы задана не подмножествами X_i , а номинальными значениями проектных параметров \bar{x}_i .

Аналогичным образом дело обстоит и с рациональностью. Как точность реализации осуществляется в определённых пределах, так и рациональность допускает наличие различных моделей в области $I > I$

В заключение отметим, что предложенное определение качества технического объекта обеспечивает возможность проведения математического анализа проблем качества сложных технических объектов. Этот анализ может также включать изменение качества во времени. В последнем случае рациональность, точность и качество следует рассматривать как функции времени $R(\tau)$, $D(\tau)$, $J(\tau)$, принимающие значения 0 и 1 из двухэлементной алгебры Буля.

Разработка теории, методов и алгоритмов синтеза сложных технических объектов, которые должны быть приспособлены для проверки их качества, представляет важнейшую проблему. В настоящее время вопросы организации оценки качества в рамках отделов технического контроля авиапредприятий и представителя Заказчика носят комбинированный качественно-количественный характер

Библиографический список

1. Барвинок А.В., Коптев А.Н., Коротнев Г.И. Методология тензорного представления в теории организационных систем //Проблемы машиностроения и автоматизации - №4. 2002.
2. Барвинок В.А., Коптев А.Н., Коптев В.А., Савотченко В.В. Моделирование операционной последовательности сборки, монтажа сложных объектов. Мсжд. журн. «Проблемы машиностроения и автоматизации», № 1. - М., 2000.
3. Бурков Б.И. Большие системы: моделирование организационных механизмов. - М.

Наука, 1989.

4. Бурков В.Н., Ириков В.А. Модели и методы управления организационными системами М.: Наука, 1994.
5. Бурков В.Н. Кондратьев В.В. Механизмы функционирования организационных систем – М.: Наука, 1981.
6. Коптев А.А., Коптев В.А. Некоторые вопросы технологического анализа электро-технического оборудования летательных аппаратов. Науч.-техн. сб. Ч.II. Эргатические системы. Организация, управление, автоматизация. – Самара: СГАУ, 1996.
7. Коптев А.Н., Коротнев Г.И. Тензорная методология в теории представлений организационно-технических систем. Вестник СГАУ, №1, 2002.
8. Коротнев Г.И. Идентификация сложных промышленных комплексов производства летательных аппаратов // Полет. - №6, 2003.
9. Коротнев Г.И. Формальные методы моделирования организационной структуры предприятий авиастроения // Аэрокосмическая техника и технология. - №3, 2003
10. Федеральная целевая программа «Национальная технологическая база на 2002 – 2006 годы» / Постановление Правительства РФ от 8 ноября 2001 г. № 779