

## **Модель формирования структуры технологической подготовки производства в проектах создания научоемкой техники**

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

### **Введение**

Стабильный рост экономического уровня Украины в нынешних условиях может быть обеспечен за счет внедрения новейших достижений науки и техники, т.е. через проекты создания высокотехнологичной продукции. Эти проекты, как правило, базируются на использовании методов математического моделирования и оптимизации технологических процессов, а также современных информационных моделей, при этом в первую очередь создается общая методика выбора адекватной технологии и параллельно разрабатывается инструмент управления процессом ее применения. С этой точки зрения возникает потребность в построении такой формализованной модели выбора технологии и схемы технологической подготовки производства, на основе которых можно было бы оценить возможность применения соответствующих технологических процессов с учетом сформулированных требований к продукту и выделенных ресурсов, а в последующем контролировать ход и результаты проекта.

Известные методы сетевого планирования и управления проектами решают только одну часть поставленной проблемы, а именно отражают последовательность технологических операций с временными и ресурсными характеристиками. При этом не раскрывается в полной мере содержательная сторона процессов, необходимая как для понимания сущности и оценки эффективности технологии, так и для использования в качестве руководящих материалов для непосредственных исполнителей.

### **Модель выбора технологии создания сложной технической системы на основе требований заказчика**

При разработке модели выбора технологии учитывался как зарубежный опыт [1,2], так и работы украинских авторов [3,4]. Модель учитывает аспекты влияния требований и пожеланий заказчика на параметры технологических операций на каждом этапе жизненного цикла создаваемого продукта, которые гарантируют получение конечного результата, соответствующего ожиданиям потребителя.

Первым элементом модели является уточнение тактико-технических требований (ТТТ) заказчика  $\{t_k, k = 1..n_1\}$ . Задача исполнителя состоит в том, чтобы требования могли быть поставлены в прямую взаимосвязь с общими характеристиками продукта, т.е. могли быть измеряемыми. При необходимости, за каждым элементом ТТТ закрепляется весовой коэффициент, отображающий важность требования при оценке качества продукта  $\{\alpha_k, k = 1..n_1\}, \alpha_k \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ .

Вторым элементом модели является формирование логических взаимосвязей между ТТТ и характеристиками элементов продукта (ХЭП)  $\{h_k, k = 1..n_2\}$ . Для исследования этой взаимосвязи составляются матричные диаграммы связи (рис. 1).

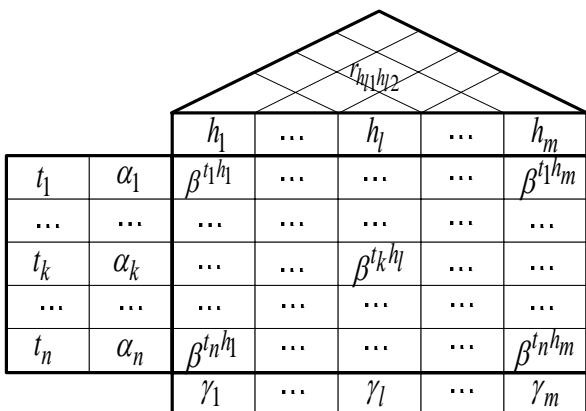


Рис.1. Матричная диаграмма связи

Наряду с рейтингом важности технических характеристик продукта для каждой колонки указывают также рейтинг сложности технического воплощения ХЭП. Он учитывается при проектировании дальнейших этапов жизненного цикла продукта.

Элементы корреляционной матрицы, заполняются значением положительной или отрицательной корреляционной связи между соответствующими ХЭП  $\{R_{h_1 h_2}, l_1, l_2 = 1..n_2\}$ . Таким образом, можно определить, как может повлиять улучшение качества одной характеристики на другую. Например, повышение шероховатости заготовки уменьшает износостойкость детали конструкции. При наличии исходных данных на предприятии коэффициенты  $\{R_{h_1 h_2}, l_1, l_2 = 1..n_2\}$  определяются с использованием статистических методов, в противном случае применяют методы экспертных оценок.

Описанные элементы являются основной для формирования матрицы планирования продукта.

Полная модель выбора технологии создания сложной технической системы включает в себя четыре матрицы (рис. 2): планирование продукта, планирование параметров процессов, планирование этапов проекта, планирование процессов контроля.

В матрице «Планирование параметров процессов» ХЭП трансформируются в параметры технологической системы (ПТС) -  $\{\nu_r, r = 1..n_3\}$ . Как и на первом шаге взаимосвязь ХЭП и ПТС выражают с помощью весовых коэффициентов  $\{\varphi^{h_l v_r}, l = 1..n_2, r = 1..n_3\}, \varphi^{h_l v_r} \in \{0,1,2,3\}$ . Таким образом, идентифицируются критичные параметры каждой операции, а иначе – определяется вес ПТС  $\{\lambda_r, r = 1..n_3\}$ .

Обычно технологическую систему подразделяют на четыре подсистемы (заготовка, инструмент, приспособление, станок), каждая из которых включает ряд структурных единиц. Параметры, предъявляемые к технологической системе, для разных техпроцессов имеют свои особенности. При этом повышение технико-экономических показателей накладывают существенные ограничения на режимы работы, допустимые характеристики технологической системы. Вопросы анализа и синтеза технологической системы широко освещены в научно-технической литературе. Поэтому при формировании матрицы планирования параметров процессов необходимо учитывать взаимосвязь ПТС -  $\{R_{v_r1 v_r2}, r1, r2 = 1..n_3\}$ .

Коэффициент связи  
 $\{\beta^{t_k h_l}, k = 1..n_1, l = 1..n_2\}, \beta^{t_k h_l} \in \{0,1,2,3\}$  зависит от того, какой вклад вносит та или иная ХЭП в реализацию ТТТ.

Для каждой колонки (рис. 1) весовой коэффициент ТТТ умножается на весовой коэффициент, соответствующий степени связи ТТТ с ХЭП, и результат показывает важность той или иной характеристики элементов продукта, т.е. приоритетные показатели качества для заказчика:

$$\gamma_l = \sum_{k=1}^n \beta^{t_k h_l} \alpha_k, l = 1..n_2$$

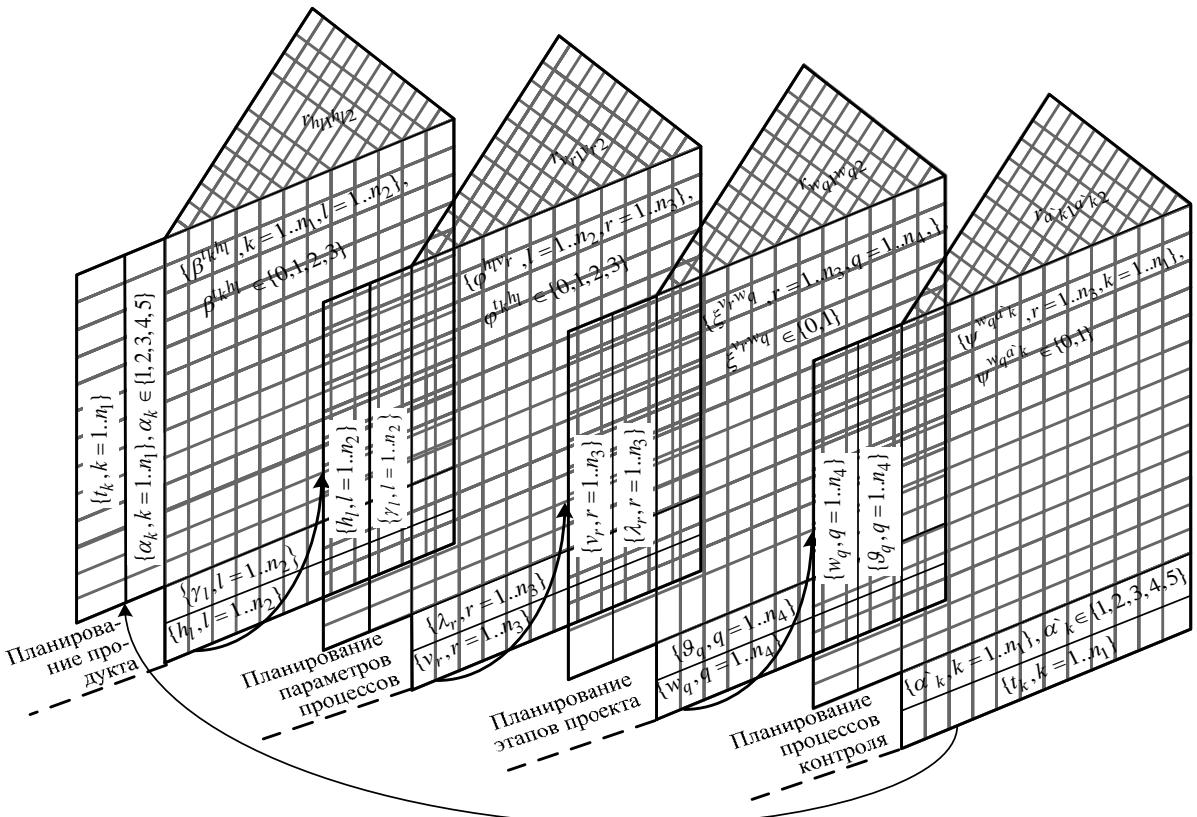


Рис. 2. Модель выбора технологии создания сложной технической системы

При построении матрицы «Планирование этапов проекта» в соответствии с весовыми коэффициентами ПТС  $\{\lambda_r, r = 1..n_3\}$  определяются работы и этапы проекта  $\{w_q, q = 1..n_4\}$ , на которых следует усилить контроль соблюдения технологии. ПТС закрепляются за работами (этапами) с использованием коэффициента  $\{\xi^{v_r w_q}, r = 1..n_3, q = 1..n_4\}$ ,  $\xi^{v_r w_q} \in \{0,1\}$ . После этого определяется весовой коэффициент работы (этапа) проекта  $\{\vartheta_q, q = 1..n_4\}$ .

Верхняя составляющая матрицы «Планирование этапов проекта» отображает последовательность выполнения работ проекта. В случае, если работа  $w_{q+1}$  следует за работой  $w_q$ , то  $R_{w_q w_{q+1}} = 1$ , а если работы не связаны между собой -  $R_{w_q w_{q+1}} = 0$ .

Матрица «Планирование процессов контроля» отображает логические взаимосвязи этапов проекта  $\{w_q, q = 1..n_4\}$  и ТТТ продукта  $\{t_k, k = 1..n_1\}$ . Коэффициенты  $\{\alpha_k, k = 1..n_1\}$  нормализуются, после чего сравниваются с весовыми коэффициентами, полученными от заказчика  $\{\alpha_k, k = 1..n_1\}$ . Вносятся изменения, целью которых является уменьшение рассогласования в полученных коэффициентах:

$$\sum_{k=1}^{n_1} |\alpha_k^u - \alpha_k^u| = \Delta, \Delta \rightarrow 0, \text{ где } \alpha_k^u = \frac{\alpha_k - 1}{4}, \alpha_k^u = \frac{\alpha_k - \min\{\alpha_k\}}{\max\{\alpha_k\} - \min\{\alpha_k\}}.$$

Результатом построения модели является комплект документации, включающий согласно стандартам ISO 9000:2000 метрики для оценивания продукции и процессов; отчет о несоответствии, выявленных при согласовании требований; план корректирующих действий. Эти документы являются основой плана качества

проекта, который позволяет: повысить качество работ по технологической подготовке производства за счет сокращения ошибок планирования; значительно сократить сроки освоения выпуска новых изделий.

## Выводы

В работе рассмотрен метод структурирования функции качества (QFD), который позволяет решать сложные задачи, связанные с интеграцией усилий разработчиков, конструкторов и технологов для получения полного представление о том, каким качеством должен удовлетворять продукт проекта. С учетом положительного опыта использования метода QFD для решения задач в аэрокосмической, химической, оборонной и других отраслях [5-7], представляется оправданым его применение и для рассматриваемой задачи формализации модели выбора технологии создания сложной технической системы.

Основные этапы создания предложенной модели заключаются в построении ряда специальных таблиц: планирование продукта, планирование параметров процессов, планирование этапов проекта, планирование процессов контроля. Таким образом, предложенная технология работы позволяет наиболее полно учитывать требования потребителя на всех стадиях проекта, а также снизить затраты на подготовку производства.

Основная идея контроля полученных исполнителем проекта весовых коэффициентов ТТТ заключается в том, что потребительские свойства ("фактическими показателями качества") не всегда адекватны установленным в стандартах параметрами продукта ("вспомогательными показателями качества").

Вспомогательные показатели качества важны для производителя, но не всегда существенны для потребителя, поэтому предложенный метод направлен на установление взаимосвязей между указанными показателями качества и тем самым обеспечивает выполнение требований относительно качества подготовки производства.

## Список литературы

- 1.Брагин Ю.В., Корольков В.Ф. Путь QFD: Проектирование и производство продукции исходя из ожиданий потребителей – М.: Центр качества, 2003. – 239 с.
- 2.Суворова Л. А., Цвицов Р. П. Применение методологии QFD и статистических методов в управлении качеством продукции на промышленном предприятии.// Качество. Инновации. Образование. - 2005. - №2. - С. 72-78.
- 3.Бушуєва Н.С. Управління якістю в проектах. Конспект лекцій. . – К.: Київський національний університет будівництва і архітектури, 2004.– 45 с.
- 4.Автоматизация управления качеством на производстве / Е.А. Дружинин, О.К. Погудина, М.С. Мазорчук. – Учеб. пособие по лаб. практикуму. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2007.- 57 с.
- 5.Гиссин В.И. Управление качеством продукции: уч.пособие для студентов техн. и экон. специальностей вузов.- Ростов на Дону: Феникс, 2000. – 256 с.
- 6.Бурмистрова Е. В. Исследование мнений потребителей на этапе проектирования образовательной услуги // Образовательные технологии. – 2006. – № 4 (21). – С. 64–68.
- 7.Мазур И.И., Шапиро В.Д. Управление качеством: Учеб. пособие. - М.:Высш. шк., 2003. – 334 с.