

УДК 681.513.6:658.01:621

## МЕХАНИЗМ СТРУКТУРНОЙ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССНОГО ПОДХОДА

© 2014 В.П. Махитько. А.Н. Конев

Ульяновское высшее авиационное училище гражданской авиации (институт)

Поступила в редакцию 09.09.2014

В статье проведен синтез механизма функционирования адаптивной системы управления производством авиационной техники, который определяет производственную систему на этапе планирования и поддержку ее нормативных режимов функционирования на этапе регулирования. Рассмотрены особенности функционирования системы управления в авиационном предприятии на конкретном примере.

Ключевые слова: *механизм, адаптивная система управления, анализ, синтез, проект, модель, производство, бизнес-процесс*

Проблемы создания адаптивных систем управления производством авиационной техники тесно переплетены с проблемами функционирования и совершенствования организационных, информационно-коммуникационных и других систем. Поэтому исследование проблемы разработки адаптивной системы управления производством должно проводиться с различных точек зрения. При этом требуется ставить и решать совокупность частных проблем, механизм связи которых определяется степенью интеграции различных систем.

Первая проблема, с которой сталкиваются разработчики систем – это синтез структуры. Решение указанной проблемы проводится в сочетании с реинжинирингом организационной структуры производственных систем и направлено на определение состава элементов и их пространственных, временных и функциональных связей.

Второй проблемой разработки адаптивной системы управления производством является проблема выбора цели. Цель разрабатываемой адаптивной системы состоит в оптимизации некоторого целевого функционала, в котором должны найти отражение будущее функционирование системы и связанные с ним потери.

Третьей проблемой разработки адаптивной системы управления производством является проблема синтеза механизма ее функционирования. Этот механизм представляет собой набор правил, регламентирующих действие всех элементов системы.

**Цель работы:** провести синтез механизма функционирования адаптивной системы управления производством авиационной техники, который определяет производственную систему на этапе планирования и поддержку ее нормативных режимов функционирования на этапе регулирования.

*Махитько Вячеслав Петрович, доктор технических наук, профессор. E-mail mvp-1945@mail.ru  
Конев Алексей Николаевич, доцент. E-mail: Alex136173@mail.ru*

Современное авиационное предприятие характеризуется: широкой кооперацией и интеграцией предприятий при создании изделий; созданием ассоциаций и виртуальных предприятий; сложностью технологий проектирования, производства, инженерного анализа, управления проектом и производством, требующих проведения большого объема научно-исследовательских, опытно-конструкторских, экспериментальных работ; изобретательской деятельности; постоянным повышением требований к качеству машиностроительных комплексов, надежности и ресурсу изделий; применением новых материалов; сокращением длительности и стоимости создания изделий; ужесточением норм к уровню воздействия изделий на окружающую среду; высоким уровнем комфорта для потребителей, постоянной работой по уменьшению удельного расхода ресурсов и переходу на альтернативные виды ресурса, потребностью создания постоянного задела в науке проектирования, производства и материаловедения.

Разработка интегрированных систем обеспечения высокого качества, долговечности, надежности ресурса, сертификации изделий, техники и ее производства, а также научно-технического задела создает предпосылки для совершенствования следующих поколений с использованием интегрированной компьютеризации при проектировании, конструировании, технологической подготовке производства, серийном производстве, испытаниях на основе процессного подхода.

Непрерывная информационная поддержка жизненного цикла, к примеру, авиационного комплекса, включающего в себя авиационные научно-исследовательские институты, авиационные научно-технические комплексы (ОКБ), серийные предприятия, летные экипажи, семейство однотипных самолетов, наземный управленческий и обслуживающий персонал, авиационную администрацию, Межгосударственный авиационный комитет, авиационные высшие учебные заведения предполагает взаимодействие, базирующееся на следующих принципах: интеграции информационно-вычислительных

сетей всех участников создания и эксплуатации авиационной техники в единую информационную сеть предприятий авиационного комплекса; интегрированной компьютеризации процессов маркетинговых исследований; разработки технических заданий; научно-исследовательской и изобретательской деятельности в области авиации; проектирования, конструирования, инженерного анализа, подготовки производства, материально-технического снабжения, организации и управления серийным производством; управления качеством; сертификацией; эксплуатации; продажи; ремонта; модернизации и утилизации авиационной техники; единства информационной базы данных авиационного комплекса; системы ведения проекта и автоматизированного документооборота; применения современных интегрированных систем CAD/CAM/CAE технических средств и прикладного программного обеспечения; программно-процессно-го управления станками, робототехническими комплексами; научно-технического сотрудничества участников создания авиационной техники в области компьютерных интегрированных технологий. Реализация этих принципов способствует формированию единого информационного пространства, в котором создается, поддерживается и модифицируется информационная модель ВС на протяжении его жизненного цикла на базе программно-технического обеспечения, стандартов на представление и обмен информацией, новых структур и методов управления процессами создания авиационной техники.

Создание информационных технологий, в свою очередь, предполагает перестройку принципов организации структуры производства и управления. Для самолетостроительных предприятий с переменной номенклатурой изготавливаемых изделий проблема разработки плановых заданий и регулирования производства стоит особо остро в связи с широкой автоматизацией производственных и технологических процессов на уровне создания интегрированной информационно-коммуникационной системы управления (ИСУ), включающей механизм адаптивной системы конструкторско-технологической поддержки производства (АС КТПП) на этапе технической подготовки производства (ТПП) и оперативного управления производством (ОУП). Модели математического программирования, по которым составляется план для ТПП (разработка директивной технологии, рабочих технологических процессов) и ОУП (разработка календарных планов-графиков, расчет потребности в ресурсах и т.д.) не отражают в должной степени возможности и условия его выполнения, не позволяют учитывать в полной мере прогнозируемые потери, обусловленные необходимостью локализации дестабилизирующих факторов и компенсации отклонений при выполнении (реализации) плана производства. Сложность указанной проблемы объясняется рядом причин, главными из которых являются: нерегулярная повторяемость выпуска одних видов изделий через длительные

отрезки времени; малые объемы выпуска; большое разнообразие наименований номенклатуры.

Рассмотрим характерные особенности авиационных предприятий на примере производства авиационных изделий в ЗАО «Авиастар-СП», где сложность процессов управления производством определяется многими причинами. Первой причиной можно считать динамичность процессов производства, которая накладывает ограничения на построение математической модели ИСУ. Так как вид детерминированной основы процесса не известен априорно и не может быть стабильным, требуется применение подхода, который приводит к моделям с переменной структурой и параметрами. Построение адаптивных моделей связано с использованием итеративных методов. Вторая причина определяется требованиями к точности формирования плана и регулирующих воздействий в условиях неопределенности. Третьей причиной является динамичность среды, ограничивающей построение модели процессов производств. Четвертой причиной является нарушение динамического равновесия производственной системы управления и ситуации в силу наличия диспропорций в развитии процессов производства.

В данном случае общий подход к синтезу структуры производства может быть конкретизирован с помощью следующей методологической цепочки: ситуация – решения – информация и знания – коммуникации – организационная схема. Характерными чертами этих операций являются методы распознавания ситуаций, прежде всего, критических ситуаций, под которыми понимается такое изменение состояния внешней среды, при котором для функционирования производства создаются новые возможности и новые угрозы. Механизм работы ИИКСУ включает многофункциональный системный адаптер (МСА), который представляет собой функционально-управляющий блок (ФУБ) алгоритмов и в зависимости от подхода к адаптации и может быть прямым или идентификационным [1]. При прямом подходе многофункциональный системный адаптер (МСА) оценивает параметры, непосредственно входящие в ИСУ. Используя значения этих параметров в предположении истинности, управляющий модуль ИСУ выбирает регулирующее воздействие. При идентификационном подходе МСА оценивает параметры процессов производства. Форма и метод управления выбирается из учета полученных параметров процессов производства.

Механизм ИСУ должен обеспечить системное применение средств автоматизации, направленных на взаимодействие людей, программных и технических средств при выполнении функций технологической подготовки и управления производством. Концепция структурной адаптации ИСУ содержит следующие основные положения, позволяющие проектировать системы управления процессами сборки со свойствами структурной адаптации и создавать на персональном компьютере (ПК) механизм структурной адаптации.

1. О соответствии процессов производства и моделей управления. Сложность процессов производства, как объектов управления, приводит к тому, что модель системы управления отражает лишь наиболее существенные характеристики производства. Соответствие между производством и моделью системы управления, является неоднозначным, так как одному и тому же производству может соответствовать некоторое множество моделей, отличающихся различной степенью адекватности производства относительно выбранного критерия деятельности. Разнообразие моделей систем управления позволяет оперировать с некоторым набором моделей и выбирать модель системы управления с заданной степенью соответствия в зависимости от реальных и прогнозируемых условий процессов производства.

2. О формировании показателей деятельности производства и среды. Разработка модели адаптивной системы (АС) предполагает наличие некоторых знаний о производстве и среде, определяющей условия его деятельности. Каждый процесс производства должен быть описан некоторым набором характеристик (признаков), отражающих его свойства. Условия, в которых функционирует производство, также определяется некоторым набором характеристик, отражающих свойства производственной ситуации. Формирование этого набора признаков осуществляется исходя из производственного потенциала производства, ситуации и требований практики управления. Возможность прогнозирования показателей производства вытекает из статистически значимых объемов информации об их динамике, учета разного рода директивных установок, которые реализуются в будущем.

3. О разработке моделей управления с заданными свойствами. При разработке моделей АС решается задача создания модели, пригодной для решения достаточно широкого круга типичных производственных задач и обладающих общими и специфическими свойствами. Итеративный процесс изучения производства расширяет и уточняет производственные возможности, и исходная модель постепенно совершенствуется. Тем самым в методологии разработки закладываются принципы, определяющие возможности совершенствования разрабатываемой модели АС и достижения ее заданных свойств.

4. О критерии структурной адаптации. Основное условие эффективного применения разрабатываемой модели АС – это ее адекватность реальному процессу производства. Причем соответствие в данном случае следует понимать не как отражение в модели АС всех «деталей» описываемых процессов производства, а как принципиальное соответствие результатов моделирования изменениям и соотношениям, имеющим место в действительности. В результате в качестве критерия структурной адаптации принимается показатель, характеризующий степень соответствия модели и процессов производства.

5. Об унификации адаптивных свойств в управлении. Применение принципа унификации относится к созданию программного и информационного обеспечения механизма АС в ИСУ. В основе создания программного обеспечения с точки зрения структурной адаптации лежит принцип модульного программирования, который позволяет максимально автоматизировать процесс разработки программного обеспечения, являющийся последним этапом разработки модели АС. Унификация функций модулей программного обеспечения определяет и унификацию информационного интерфейса между ними, а следовательно, и унификацию информационного обеспечения всего механизма АС в ИСУ.

6. О дополнении структурной адаптации параметрической. Как бы удачно ни была построена модель АС, она не сможет в достаточной степени описать процесс производства, поэтому структурную адаптацию необходимо дополнять параметрической, т. е. сопровождать настройкой параметров выбранной модели по текущим и прогнозным условиям производственных процессов. Важную роль играет и настройка средствами параметрической адаптации одной, конкретной модели АС на класс подобных процессов производства.

7. Об открытости механизма структурной адаптации. Данное положение допускает расширение любых алгоритмических и информационных наборов и блоков механизма структурной адаптации АС путем добавления в них новых объемов информации или методов решения возникающих задач. Примером расширяемости информационных файлов служит возможность расширения числа характеристик производства и внешней среды, являющихся входными для механизма структурной адаптации. Другим примером служит закладываемая в механизм структурной адаптации возможность подключения плановика/диспетчера на различных этапах решения задачи структурной адаптации. Механизм структурной адаптации имеет итеративную схему действия. Вначале разрабатывается модель АС в ИСУ. Затем проводится имитация ее действия и оценивается качество модели. Если модель АС не удовлетворяет заданным требованиям, то осуществляется переход к дальнейшей разработке или выбору модели на основе неформализуемых методов или корректировки параметров механизма структурной адаптации.

Постоянные динамические изменения производственных ситуаций и показателей производства, нарушение динамического равновесия между ними приводит к необходимости структурной адаптации ИСУ. Так как структура ИСУ определяется совокупностью взаимосвязанных модулей, то изменение ее структуры является следствием использования другого модуля для одной и той же организационно-экономической задачи. Для своевременной структурной адаптации ИСУ необходимо вести учет и прогнозирование изменений производственных ситуаций и процессов производства.

Важный фактор формирования управленческих структур – уровень развития на предприятии информационной технологии. Общая тенденция к децентрализации, т.е. к росту числа персональных компьютеров при одновременном расширении использования локальных сетей, ведет к ликвидации или сокращению объема работ по ряду функций на среднем и низовом уровнях. Прямым результатом использования локальных сетей может быть расширение сферы контроля руководителей при сокращении числа уровней управления на предприятии.

В условиях рыночных отношений для эффективной и своевременной реакции предприятия и подразделений на изменение рыночных условий необходимо моделирование и оценка его работы, которые позволяют грамотно и наглядно представить технологию работы каждого структурного подразделения компании; необходимо определить документооборот и информационные потоки; выделить основные, вспомогательные и управляющие функции подразделений предприятия; грамотно распределить функции между подразделениями и сотрудниками; снизить временные и стоимостные затраты, связанные с выполнением бизнес-процессов; повысить оперативное управление.

Рассмотрим возможные изменения в структуре управления, которые могут происходить на предприятии в результате проведения реинжиниринга с учетом перехода функциональных подразделений в команды процессов [2]. Работа исполнителя при этом изменяется от простой к многоплановой. Член команды несет (совместно с другими членами команды) ответственность за весь процесс, что требует умения не только

выполнять свое задание, но и понимать весь процесс в целом и уметь при необходимости выполнять несколько заданий. Работа члена команды становится более содержательной, так как из нее устраняются излишние проверки, согласования, ожидания, вызванные преодолением границ между подразделениями традиционного предприятия. Члены команды фокусируют свои усилия на потребностях пользователей, а не на потребностях начальства.

Руководитель предприятия назначает владельцев ресурсов и владельцев процессов: по одному для каждой функции и для каждого процесса на предприятии (между руководителем и владельцами ресурсов и процессов могут стоять должностные лица, отвечающие за различные сферы бизнеса). Владелец ресурса имеет долгосрочные права и несет долгосрочную ответственность за ресурсы, относящиеся к его конкретной функции. Владелец процесса несет оперативную ответственность за ресурсы, предоставленные в его распоряжение, чтобы выполнить некоторый конкретный процесс. Оператор процесса является исполнителем, которого владелец процесса приглашает к себе на работу и с которым заключает соглашение (рис. 1). Заключается трехстороннее соглашение между оператором, владельцем процесса и владельцем ресурса. Предложения по такому соглашению представляются оператору и, если тот соглашается с ними, все стороны подписывают и принимают их. Кроме того, владелец процесса назначает руководителя (лидера) для каждого из своих конкретных процессов. Этот лидер несет оперативную ответственность за порученный ему конкретный процесс.

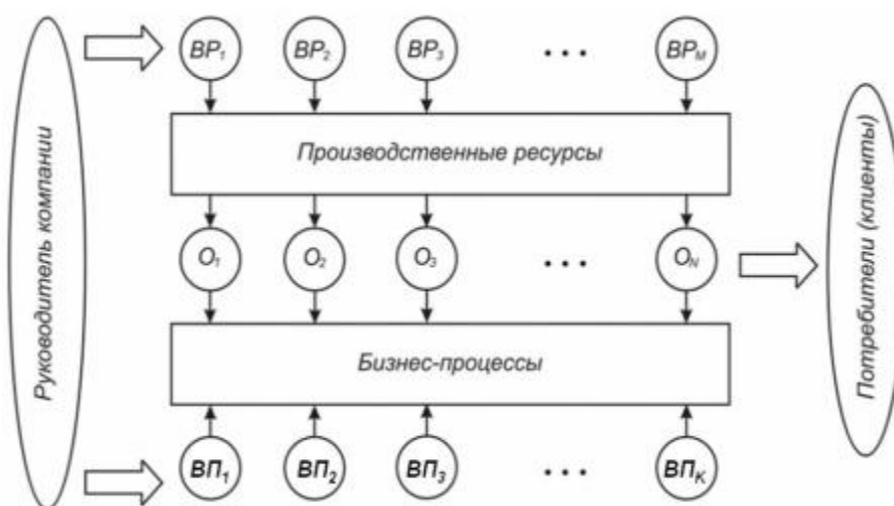


Рис. 1. Структура нового предприятия

Оценку эффективности внедрения бизнес-процессов на предприятии предлагается проводить по следующему алгоритму:

- выбор и расчет показателей эффективности бизнес-процессов предприятия в соответствии с

поставленными стратегическими задачами и целями;

- выбор и расчет показателей результативности бизнес-процессов предприятия и сравнение полученных показателей с рекомендуемыми;

- расчет комплексных показателей результативности и эффективности, определение рентабельности функционирования предприятия;

- анализ показателей рентабельности в динамике (за несколько лет) и выявление корреляционной связи с комплексными показателями эффективности и результативности по каждому из процессов.

Если не представляется возможным определить частные показатели результативности и эффективности по бизнес-процессам и subprocessам, предлагается определение комплексного показателя на базе финансовых коэффициентов – показателей результативности и эффективности управления, характеризующих процессное управление. В состав проекта реорганизации предприятия обычно включают:

- определение (уточнение) миссии и постановку стратегических целей,
- комплексную диагностику,
- программу/бизнес-план реформирования,
- разработку новой снабженческо-сбытовой, ценовой, финансовой и инвестиционной политики,
- разработку новых моделей бизнес-процессов,
- персональный менеджмент (определение должностной ответственности (центров ответственности) и внедрение бюджетирования (как

системы финансового планирования по результатам).

Комплексный подход в поиске и применении эффективных методов управления позволяет в короткие сроки решать задачи совершенствования структуры управления. Для управления процессами как системой необходимо сформировать процессную структуру, то есть выстроить их в определенном, взаимосвязанном порядке. Так как каждый процесс предназначен для получения какого-либо результата, который используется далее для получения следующего результата на дальнейших этапах и более высоких уровнях, данная структура должна обеспечить, в конечном счете, достижение общих целей предприятия. Структура процессов, таким образом, определяется структурой дерева целей предприятия. Именно тогда совершенствование процессов становится наиболее эффективным способом достижения целей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Скурихин, В.И.* Адаптивные системы управления машиностроительным производством / *В.И. Скурихин, В.А. Забродский, Ю.В. Копейченко.* – М.: Машиностроение, 1989. 208 с.
2. Менеджмент процессов / Под ред. Й. Беккера, Л. Вилкова, В. Таратухина и др. – М.: Эксмо, 2008. 384 с.

## MECHANISM OF THE STRUCTURAL ADAPTATION OF PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEM ON THE BASIS OF PROCESS APPROACH

© 2014 V.P. Makhitko, A.N. Konev

Ulyanovsk High School of Civil Aviation (Institute)

In the article the synthesis of mechanism of functioning of production management of aviation equipment adaptive system, which determines production system in the stage of planning and support of its normative regimes of functioning at the stage of regulation, is carried out. Are examined the special features of functioning the control system in aircraft construction on concrete example.

Key words: *mechanism, management adaptive system, analysis, synthesis, project, model, production, business-process*