

УДК 658.012.011.56
ББК У9(2)30

КОНЦЕПТУАЛЬНО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЕДИНИЧНЫМ И МЕЛКОСЕРИЙНЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ АВИАЦИОННЫХ АГРЕГАТОВ

© 2012 И. В. Прилепский

Самарское предприятие ОАО «Авиаагрегат»

Рассматривается концепция построения информационной системы (ИС) управления единичным и мелкосерийным производством авиационных агрегатов на основе максимизации экономической оценки при оптимизации информационных и материальных потоков в производстве и реализации выпускаемой продукции. Приведённая методология оценки внедрения ИС позволяет проводить своевременные корректирующие мероприятия в процессе внедрения.

Концептуальная модель, структурно-функциональная схема, производство авиационных агрегатов, процессный подход, комплексный показатель, методы и средства управления, наукоёмкое производство, концепция информационной системы.

Введение

В современном наукоёмком производстве агрегатов авиационной техники одной из важнейших задач является организация, информатизация и автоматизация всех процессов производства, решение которой обеспечит качество и снижение себестоимости изготовления высокотехнологичной продукции при частой сменяемости изделий в производстве, разнообразии и сложности технологических процессов, непрерывного повышения требований к надёжности и ресурсу изделий, а также к культуре и интеллектуальному уровню производства.

Единичное или в лучшем случае мелкосерийное производство требует от служб авиационных предприятий постоянного контроля и управления процессами производства, повторяемость которых ничтожна мала по сравнению с их многообразием. Сложность выпускаемых изделий, высокие требования к качеству продукции, многообразие технологических процессов и необходимость принятия ответственных адаптивных решений на авиационных предприятиях сегодня требуют комплексного решения задач, возникающих в процессе управления произ-

водством сложных авиационных агрегатов и его обеспечения. На единичном или мелкосерийном производстве имеют место повышенные требования к составу и степени детализации технологической документации, объясняемые двумя тенденциями – стремлением к максимальному упрощению управления производством при помощи создания эмпирической модели производства в виде технологических карт и необходимостью оперативного управления производством на основе использования технологии производства в качестве справочной информации. Быстроменяющаяся информация о составе и характере будущих заказов создаёт предпосылки для внедрения комплексной информационной системы управления предприятием (КИСУП). Она призвана обеспечить своевременное предоставление информации всем службам для принятия корректирующих действий при появлении отклонений от заданных плановых показателей, что, в свою очередь, обеспечивает оптимизацию затрат предприятия в условиях быстроменяющегося номенклатурного ряда и неустойчивого спроса на отечественную авиационную технику.

Решение проблемы обеспечения конкурентоспособности отечественных

предприятий требует наличия теоретических основ, методов и средств управления логистикой ресурсов единичного и мелкосерийного производства на авиастроительных предприятиях. Разработка методов и средств управления требует базиса в виде концептуальной модели, относительно которой первые являются надстройкой.

Анализ существующего состояния проблемы показал, что многие подходы и технологии внедрения сводятся к иерархическому анализу процессов деятельности предприятий на различных этапах жизненного цикла (ЖЦ) изделий. Большинство информационных систем поддержки ЖЦ применяется для повышения эффективности конкретной области деятельности. Однако главной целью внедрения КИСУП является конкурентоспособность выпускаемых изделий, их надёжность и эффективность в эксплуатации.

В последние годы активно разрабатывается концепция интегрированной логистической поддержки жизненного цикла изделия (ИЛП ЖЦИ) – методология оптимизации стоимости ЖЦ изделия, обеспечивающая поддержку эксплуатации изделия и основанная на построении интегрированной логистической системы [7].

При этом выделяются две основные проблемы, стоящие на пути повышения эффективности управления наукоёмким производством.

Во-первых, с увеличением сложности изделий значительно увеличивается объём данных об изделии. При этом прежние методы работы с данными уже не позволяют обеспечивать их точность и актуальность при сохранении приемлемых временных и материальных затрат.

Во-вторых, увеличение количества участников ЖЦ изделия, расширение и удлинение логистических цепей управления поставками приводит к возникновению серьёзных проблем, связанных с обеспечением информационной прозрач-

ности и синхронизацией информационных потоков в единой информационной среде.

Однако внедрение отдельных ИС управления цепочками поставок, производством, бюджетированием, финансами и т. д. не приводит к запланированному результату по той причине, что на входе локальной ИС необходима информация, которая остаётся в старых системах, не имеющих других информационных выходов, кроме бумажной документации.

Таким образом, при внедрении ИС необходим комплексный подход к её внедрению на предприятии, охватывающий максимально возможный объём бизнес-процессов предприятия, непосредственно влияющих на выпуск продукции. Внедрение ИС является проектом, к которому предъявляются требования наличия цели и задач, сроков, стоимости и объёма ресурсов.

Проект внедрения КИСУП не следует начинать с выбора программного обеспечения, только если это не «политическое» решение. Первым этапом является определение цели и требований к КИСУП. Иначе такой подход приводит к повышенным рискам затягивания сроков и стоимости проекта, т.к. не ясен результат, который будет получен. Разработка превратится в непрерывный процесс совершенствования и перенастройки программно-аппаратного комплекса, так и не достигнув предполагаемого результата.

Поэтому процесс внедрения КИСУП должен быть чётко спроектирован на самых ранних сроках внедрения проекта. Необходимо определить цели и задачи внедрения, приоритеты этапов внедрения системы, функциональную и структурную схемы КИСУП, а также методику оценки внедрения и достижения поставленных целей. В целом эти данные рекомендуется свести в единый документ – концепцию комплексной информационной системы КИСУП предприятия – первичный руководящий документ по внедрению.

Постановка цели и задач внедрения информационной системы. Методика разработки функциональной схемы КИСУП

Концептуальная (содержательная) модель КИСУП – это абстрактная модель, определяющая структуру моделируемой системы, свойства её элементов и причинно-следственные связи, присущие системе и существенные для достижения цели моделирования.

Целью моделирования является разработка базисной структуры системы методов и инструментальных средств повышения конкурентоспособности и качества реализуемой продукции единичного и мелкосерийного производства авиационных агрегатов на основе оптимизации функций управления, повышения эффективности производственных процессов и совершенствования информационной среды предприятия.

Стандарты ИСО 9000 и AS/EN 9100 требуют процессного подхода к управлению предприятием, основанного на концепции, согласно которой управление есть непрерывная серия взаимосвязанных действий или функций. Используемый процессный подход полностью соответствует стандартам ISO серий 9000 (ГОСТР ИСО) [1], [2]. Процессный подход акцентирует внимание предприятия на достижении поставленных целей, анализе ключевых показателей эффективности (KPI), а также на ресурсах, затраченных на достижение этих целей, и базируется на следующих четырех основных положениях:

1. Определение процессного и системного подходов применительно к организационно-технической структуре предприятия.

2. Определение процессов модулей предприятия (бизнес-процессов) организации.

3. Определение шагов, необходимых для внедрения процессного подхода в организации.

4. Определение сети (системы) взаимосвязанных процессов организации.

Очень важно дать концептуальное

определение процесса. По существу, на основе правильного определения можно построить фундамент системы процессного управления предприятием. Определим процесс как устойчивую, целенаправленную совокупность взаимосвязанных видов деятельности, которая по определённой технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя. Данное определение базируется на определении стандарта ISO 9000:2000 [1].

Процессный подход необходим и в реализации проекта внедрения КИСУП. В соответствии с требованиями стандартов построение концептуальной модели требует решения следующих задач:

- определение перечня взаимосвязанных понятий, используемых для описания предметной области, вместе со свойствами и характеристиками, классификацией этих понятий по типам, ситуациям, признакам в данной области и законам протекания процессов в ней;

- определение целей и задач внедрения КИСУП с реперными точками оценки процессов внедрения и проведения корректирующих мероприятий согласно требованиям стандарта AS/EN 9100;

- разработка функциональной схемы КИСУП;

- определение бизнес-процессов, подлежащих автоматизации;

- определение ключевых характеристик состояния предприятия для оценки состояния внедрения КИСУП.

В качестве основы для построения концептуальной модели будем рассматривать производство авиационных агрегатов на предприятии ОАО «Авиаагрегат», которое является единичным или мелкосерийным, процессно-ориентированным, но не имеющим концептуальных, математических и методологических основ, позволяющих эффективно управлять производственными процессами, качеством продукции и экономическими показателями предприятия.

Для ОАО «Авиаагрегат» определены основные бизнес-процессы исходя из ос-

новной цели конкурентоспособности и развития предприятия рис.1. Совокупность процессов составляет сеть взаимосвязанных бизнес-процессов, на основе которой сформирована функциональная схема КИСУП ОАО «Авиаагрегат». Каждый процесс имеет вход и выход, а также управляющее воздействие и описание требуемых ресурсов. В основу системного анализа и построения концептуальной модели положены основные процессы, управляющие (процессы менеджмента) и поддерживающие (ресурсные) бизнес-процессы.

Сеть процессов обеспечивает движение множества материальных потоков (ресурсов), их приобретение, распределе-

ние и преобразование для достижения цели предприятия – обеспечения конкурентоспособности продукции от основной деятельности предприятия. Совместно с материальными потоками движется и информационная составляющая, определяющая состояние того или иного ресурса (например, степени его преобразования, если это касается материалов). Векторы этих потоков коллинеарны, а на работающем предприятии множества материальных и информационных потоков изоморфны. Этот факт определяется тем, что любое действие на предприятии сопровождается либо управляющим документом, либо документом, валидирующим действие и его результат.

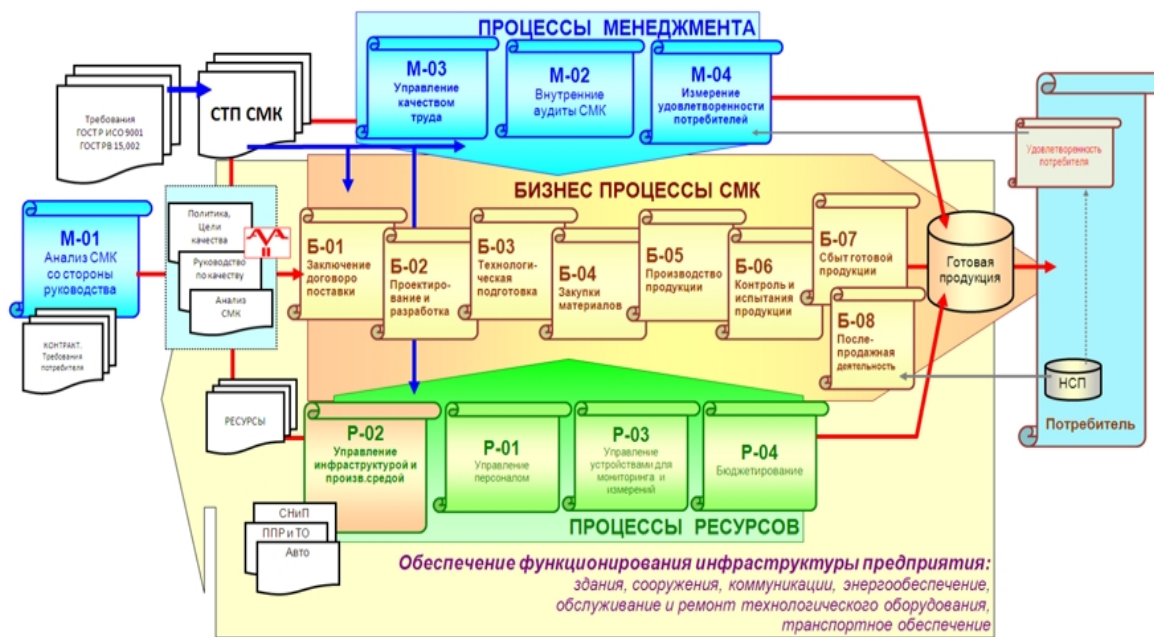


Рис. 1. Сеть взаимосвязанных процессов ОАО «Авиаагрегат»

Сеть бизнес-процессов определяет макроправила движения и преобразования материальных потоков. Для описания потоков определим:

$\vec{p}_i(t)$ – вектор единичных правил движения потока ресурсов на предприятии в текущий момент времени t ;

$\vec{x}_i(t)$ – вектор единичного потока ресурсов в текущий момент времени t ;

$\vec{X}(t) = \sum_{i=1}^n (\vec{p}_i(t) \times \vec{x}_i(t))$ – вектор совокупности потоков ресурсов в текущий момент времени t , где n – количество потоков ресурсов, задействованных в производстве одного изделия.

Стоимость преобразования материальных ресурсов запишется в виде

$$Z_{\text{mat}} = \sum_{k=1}^n \int_{t_1}^{t_2} \vec{X}_k(t) \cdot U_k(\vec{X}_k, t) dt, \quad (1)$$

где t_1 и t_2 определяют период, за который рассчитываются затраты на потоки ресурсов; n – количество выпускаемых наименований (далее видов) изделий; U_k – стоимость потока ресурсов на единицу k -го вида продукции.

Информационный поток описывается следующими векторами:

$\bar{Y}_i(t)$ – информационный поток, соответствующий единичному потоку ресурсов в текущий момент времени t ;

$\bar{P}(t) = \sum_{i=1}^n (\bar{p}_i(t) \times \bar{y}_i(t))$ – информационный поток, определяющий совокупность потоков ресурсов в текущий момент времени t , где n – количество потоков ресурсов, задействованных в производстве одного изделия.

Стоимость движения информационных потоков запишется в виде

$$Z_{инф} = \sum_{k=1}^n \int_{t_1}^{t_2} \bar{Y}_k(t) \cdot U_{инф,k}(\bar{Y}_k, t) dt, \quad (2)$$

где t_1 и t_2 определяют период, за который рассчитывается стоимость информационных потоков; n – количество выпускаемых видов изделий; $U_{инф,k}$ – стоимость информационного потока на единицу k -го вида продукции.

Сеть бизнес-процессов даёт на выходе продукцию для потребителя, поступлением финансовых средств от продажи которой предприятию покрывает затраты на материальные и информационные потоки:

$$P = \sum_{k=1}^n N_k(t) \cdot U_{прод,k}(t), \quad (3)$$

где t_1 и t_2 определяют период, за который рассчитывается доход от реализации произведенной продукции; n – количество реализованных видов изделий; $N_k(t)$ – объём выпускаемого вида изделий; $U_{прод,k}$ – цена единицы k -го вида изделия.

Требование конкурентоспособности предприятия, заключающееся в снижении издержек на движение и преобразование материальных и информационных потоков при обеспечении цены выпускаемого товара, определяемого рынком, транс-

формируется в целевую функцию внедрения КИСУП:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} = & \sum_{k=1}^n N_k(t) \cdot U_{прод,k}(t) - \\ & - \sum_{k=1}^n \int_{t_1}^{t_2} \bar{X}_k(t) \cdot U_k(\bar{X}_k, t) dt - \\ & - \sum_{k=1}^n \int_{t_1}^{t_2} \bar{Y}_k(t) \cdot U_{инф,k}(\bar{Y}_k, t) dt \longrightarrow \max. \end{aligned} \quad (4)$$

Таким образом, как с экономической точки зрения, так и с точки зрения математического описания производственных процессов стоимость ресурсов и информационных потоков – затраты на производство продукции – должны стремиться к минимально возможному уровню, что при ограничении цены реализации рынком это является единственным методом обеспечения роста конкурентоспособности продукции.

Стандарт ГОСТ 34.601-90, определяющий стадии жизненного цикла программного продукта, требует применения процессного подхода к внедрению ИС и, соответственно, разработки функциональной схемы ИС. Необходимо определить входы и выходы каждого функционального модуля (ФМ) и описать логику его функционирования. При этом необходимо обеспечить чёткое, регламентированное взаимодействие процессов различных подразделений по входам/выходам, оценку их результативности, тем самым создавая условия для эффективной деятельности всех модулей системы или, другими словами, эффективности бизнес-процессов.

Применение системы взаимосвязанных процессов для управления деятельностью и ресурсами организации составляет суть процессного подхода. Такое определение процессного подхода в ISO 9001:2000 ограничено, поскольку не содержит в себе собственно технологии управления процессом внедрения.

Но привязав процессы к функциональным модулям, получим функцио-

нальную модель ИС, внедрение которой подчиняется всем правилам управления проектом согласно циклу PDCA:

- 1) возможность однозначного определения границ процессов (по входам/выходам, выполняемым функциям подразделений);
- 2) возможность однозначного определения взаимодействия процессов в рамках сети (системы) процессов предприятия;
- 3) возможность однозначного определения владельцев процессов, отве-

чающих за результативность и эффективность каждого процесса.

Каждый функциональный модуль реализуется в определённом программном модуле, имеющем интерфейсы ввода и вывода информации, блок вычисления, реализующий бизнес-логику преобразования информации. С учётом вышеизложенного, структуру предприятия можно представить в следующем формализованном виде: как взаимодействие ФМ в математической структуре программных модулей (рис. 2).

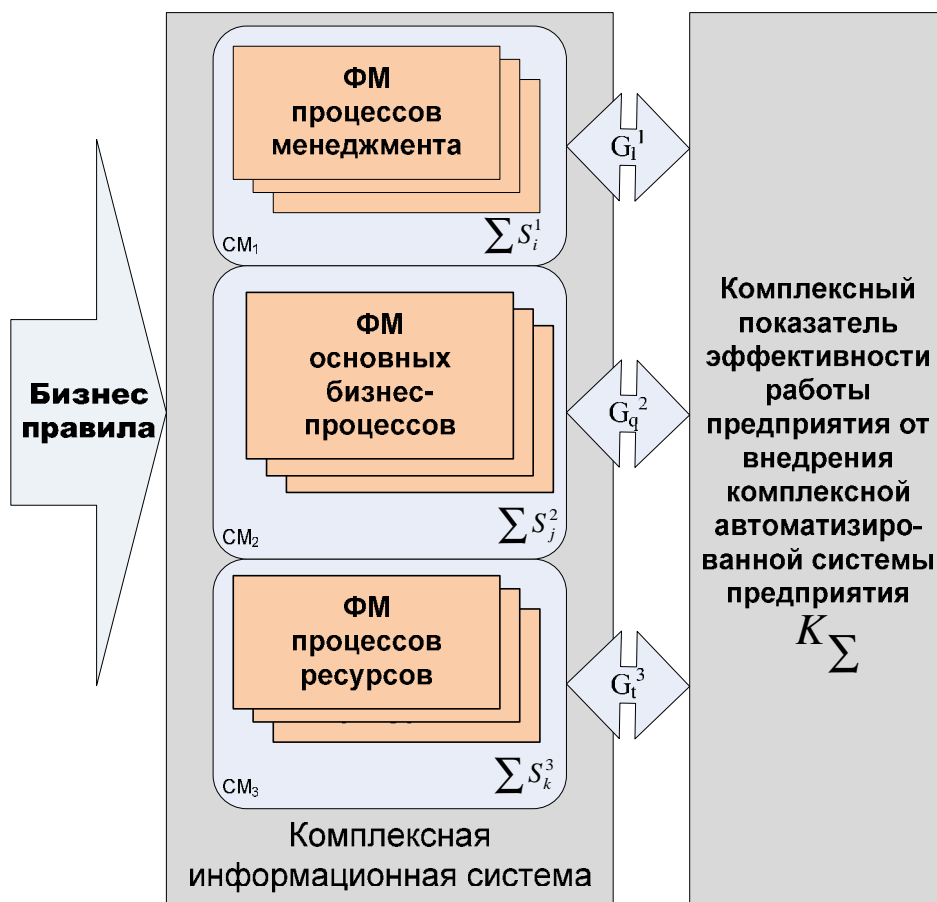


Рис. 2. Концептуальная структурно-функциональная модель комплексной информационной системы

Концептуальную структурно-функциональную модель КИСУП предприятия в самом общем виде представим в виде математической структуры S . Математическая структура S КИСУП пред-

ставляет собой множества взаимосвязанных организационно-технических структурных модулей в едином информационном пространстве и записывается следующим выражением:

$$S = \left\{ \sum_{i=1}^n S_i^1 \mathbf{U} G_t^1 + \sum_{j=1}^p S_j^2 \mathbf{U} G_q^2 + \sum_{k=1}^r S_k^3 \mathbf{U} G_t^3 \right\}, \quad (5)$$

где S_i^1 , S_j^2 , S_k^3 – организационно-технические структурные модули, реализующие функциональные модули процессов менеджмента, основных бизнес-процессов и ресурсов, соответственно, а G_1^1 , G_q^2 , G_t^3 – графы взаимосвязей структурных модулей.

Каждый из структурных модулей состоит из аппаратных средств AS и программных средств PS:

$$S = \{PS(K) + PS(T) + PS(II) + PS(D) + PS(Y) + AS\} \quad (7)$$

Программные средства $PS(K)$ конструкторской подготовки производства базируются на программных продуктах Unigraphics NX CAD/CAE и системе управления инженерными данными TeamCenter Engineering.

Программные средства $PS(T)$ технологической подготовки производства базируются на программных продуктах Unigraphics NX CAD/CAM, системе проектирования технологических процессов ADEMCAPP и системе управления инженерными данными TeamCenter Engineering. Обеспечивают информационную поддержку конструкторской и технологической подготовки производства изделий, деталей, оснастки и специального инструмента, выполняемой отделом главного технолога, отделом механизации и автоматизации работ, отделом главного металлурга.

Программные средства $PS(II)$ управления производством, ресурсами и сервисным обслуживанием базируются на программном продукте «Симфония» – системе ERP/MES/SRM/EAM и обеспечивают информационную поддержку процессов управления основным производством (объёмно-календарное планирование); управления ресурсами предприятия: финансовыми, кадровыми, инструментом, материалами и комплектующими, средствами труда (рабочие места); управления процессом сервисного обслуживания;

$$\left(\sum_{i=1}^n S_i^i \mathbf{U} G_i^i \right) = \sum PS_i + \sum AS_i \quad (6)$$

В качестве реализации организационно-технической структуры приведём пример реализации на предприятии ОАО «Авиаагрегат», математическая структура S которой записывается следующим выражением:

управления качеством процессов и продукции.

Программные средства $PS(D)$ контроля исполнительской дисциплины базируются на программном продукте «Симфония».

Программные средства $PS(Y)$ оперативного управления производством базируются на программном продукте Preactor APS400 и MES-система «Симфония».

Аппаратные средства AS представляют собой комплекс оборудования, обеспечивающего функционирование всех ФМ в едином информационном поле посредством объединения всех клиентских рабочих мест в единую информационную сеть, централизацию хранения и управления данными (применения клиент-серверных технологий) и резервирование информационных ресурсов. Исходя из сети взаимосвязанных процессов предприятия и с учётом принятой организационно-технической структуры КИСУП, разработана функциональная её схема, в основе построения которой лежит модульный (процессный) подход (рис. 3).

«Реальность» информационных процессов достигнута путём привязки функциональной схемы к сети взаимосвязанных процессов и ответственным за функционирование бизнес-процессов, а следовательно, к функциональным подразделениям предприятия.

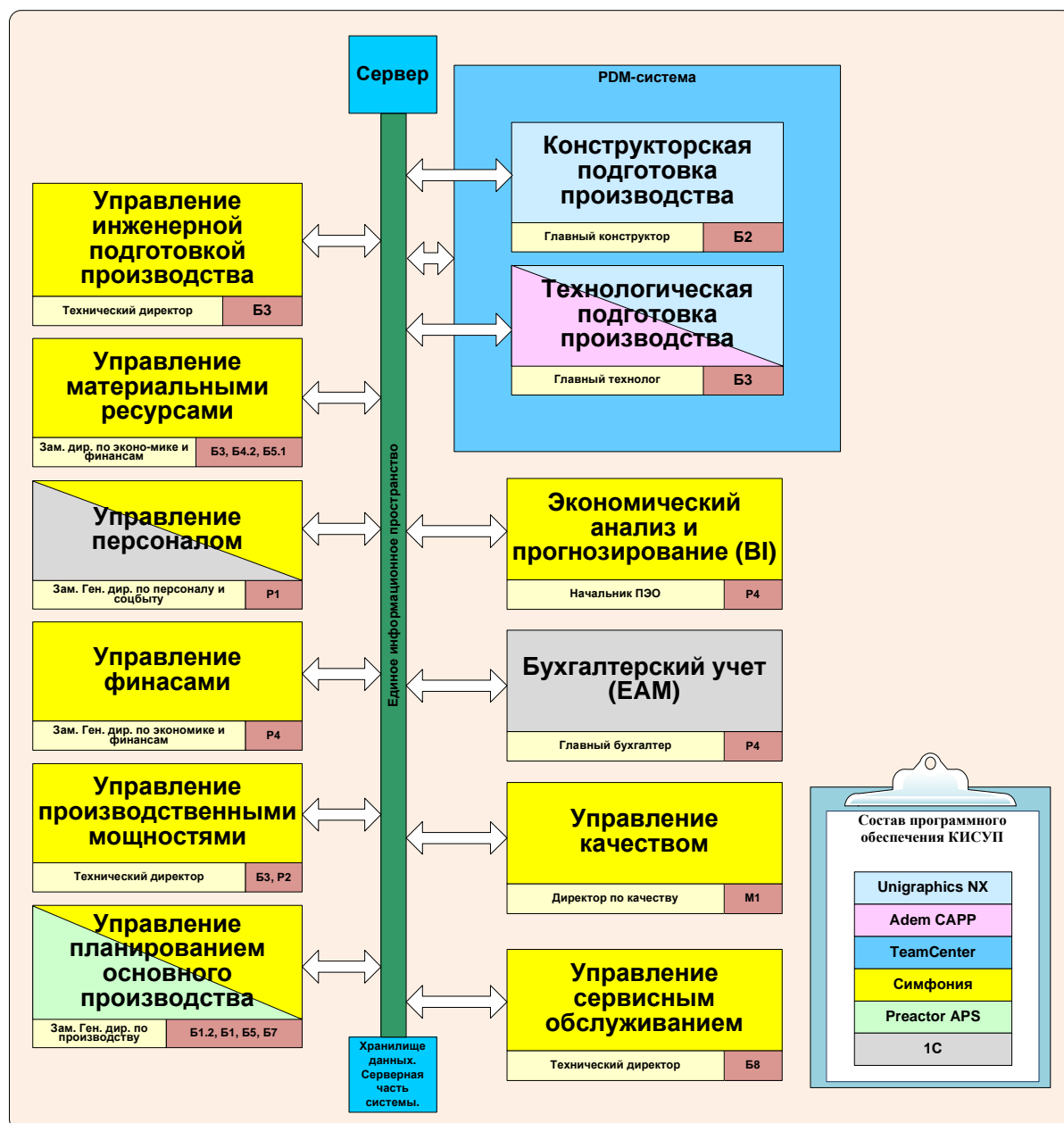


Рис. 3. Функциональная схема комплексной информационной системы ОАО «Авиаагрегат». Применяемое программное обеспечение

Методология оценки внедрения информационных систем

Использование отечественных стандартов серии ГОСТ 34.602-89 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 15271-02 позволяет построить процесс внедрения информационной системы, применяя принципы проектного управления. Стандарты распространяются на автоматизированные системы (АС) для различных видов деятельности (исследование, проектирование, управление и т. п.), в том числе на их сочетания, созда-

ваемые в организациях, объединениях и на предприятиях.

ГОСТ 34.601-90 [5] устанавливает следующие стадии и этапы создания АС:

- формирование требований к АС;
- разработка концепции АС;
- техническое задание;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая документация;
- ввод в действие;
- сопровождение АС.

Полное понимание процессного подхода базируется на выделении в организации «сквозных» процессов, их описании и последующей реорганизации в соответствии с п. 4.1 ISO9001:2000 [2], согласно которому концептуальная модель комплексной информационной системы должна:

- описывать процессы, необходимые для системы менеджмента качества, и их применение;
- описывать последовательность этих процессов и их взаимосвязь;
- определить критерии и методы, необходимые для обеспечения уверенности в том, что как сами эти процессы, так и управление ими результативны;
- обеспечить уверенность в наличии ресурсов и информации, необходимых для поддержки хода реализации этих процессов и их мониторинга;
- наблюдать, измерять и осуществлять анализ этих процессов, а также реализовывать мероприятия, необходимые для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения этих процессов.

Как видно, в отечественном стандарте отсутствуют требования аудита, оценки внедрения и результативности процесса внедрения и применения корректирующих мероприятий при отклонении процесса от нормы, так необходимые

для успешного внедрения ИС. Да и сами методики оценки внедрения информационных систем сводятся либо к прогнозированию эффекта от внедрения КИСУП, либо к косвенной оценке результатов внедрения по его окончании и уже не способны повлиять на ход внедрения КИСУП. В целом, можно выделить три основные группы методов, позволяющих определить эффект от внедрения: финансовые (они же количественные), качественные и вероятностные [6].

В мировой практике при определении конкурентоспособности предприятия и товара при функциональном подходе используются три основные группы экономических показателей [4]:

- эффективность производственной деятельности предприятия;
- состояние производственной сферы деятельности предприятия;
- состояние финансово-хозяйственной деятельности предприятия.

Для современного предприятия важным является эффективное управление производственными процессами, качеством продукции и экономическими показателями предприятия. Поэтому стратегия управления и адаптивность системы управления образует четыре группы основных экономических показателей (табл.1).

Таблица 1

| <i>Оценочная группа</i> | <i>Показатели оценки</i> |
|--|--|
| <i>Платёжеспособность Прибыльность</i> | <i>Показатель оперативного уровня конкурентоспособности</i> К_к : показатель конкурентоспособности продукции |
| <i>Стратегия управления. Адаптивность системы управления</i> | <i>Интегральный показатель управления</i> К_и : комплексный показатель управляемости предприятия |
| <i>Финансовая и управленческая прозрачность. Управляемость бизнес-процессами</i> | <i>Интегральный показатель финансово-хозяйственной деятельности предприятия</i> К_с : комплексный показатель состояния предприятия |
| <i>Инвестиционная привлекательность</i> | <i>Показатель стратегического уровня конкурентоспособности предприятия</i> К_с : рост стоимости предприятия |

Комплексный показатель конкурентоспособности предприятия равен сумме по группам экономических показателей:

$$K_{план} = \sum K_k, K_u, K_s, K_c. \quad (8)$$

Постановка цели внедрения основывается на стратегических целевых показателях, которые ставит предприятие перед собой: финансовые показатели, объёмы выпуска продукции, социально-экономические показатели и т. д. Обычно эти показатели рассчитываются на 5-10 лет вперёд. Их объединим в комплексный критерий конкурентоспособности, представляющий собой функцию:

$$K_{план} = \sum K_k, K_u, K_s, K_c \rightarrow \max. \quad (9)$$

Цели, ставящиеся предприятием (табл. 1), достигаются не только внедрением ИС, но и другими инновациями и модернизационными решениями. Основные из них – программы технического перевооружения и мероприятия в рамках социальной политики. Первое из них требует значительного объёма капитальных вложений, которые необходимо предприятию оправдать, а второе оказывает влияние на производительность рабочих и качество работ за счёт стимулирования и мотивации. И то и другое требует оценки качества реализации с целью контроля результативности и своевременного применения корректирующих воздействий. Поэтому оценка внедрения КИСУП является не полной в отрыве от оценки реализации инновационной программы, и необходимо перейти к комплексной оценке инноваций.

Для расчёта оценки можно предположить, что суммарный эффект от частных инновационных решений должен равняться их сумме. Однако на практике оказывается, что частные решения дают эффект значительно ниже, чем их параллельная реализация. Это необходимо учесть коэффициентом синергии, отображающим взаимное влияние решений друг на друга. Матрица частных эффективностей имеет вид:

$$\mathcal{E} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \mathbf{L} & C_{1n} \\ C_{21} & C_{22} & \mathbf{L} & C_{2n} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ C_{n1} & C_{n2} & \mathbf{L} & C_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_2 \\ \mathbf{L} \\ \mathcal{E}_n \end{pmatrix}. \quad (10)$$

Здесь \mathcal{E} – *матрица эффективностей*, в которой \mathcal{E}_i – эффективность от частного инновационного решения при условии успеха внедрения всех других решений. Эта величина взята не случайно. На практике в экономическом обосновании проектов рассчитывается именно максимальная эффективность, хотя и без учёта взаимного влияния инновационных решений друг на друга;

$C_{mk} = [0, \dots, 1]$ – *коэффициент синергии*, который определяет степень влияния инновационного решения k на эффективность от инновационного решения m . $C_{mk} = 0$ означает что эффект от инновационного решения k ничтожно мал без внедрения инновационного решения m ;

\times обозначает действие, при котором каждый элемент C_{ij} матрицы синергии умножается на \mathcal{E}_i :

$$\mathcal{E} = \begin{pmatrix} \mathcal{E}_1 C_{11} & \mathcal{E}_1 C_{12} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_1 C_{1n} \\ \mathcal{E}_2 C_{21} & \mathcal{E}_2 C_{22} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_2 C_{2n} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ \mathcal{E}_n C_{n1} & \mathcal{E}_n C_{n2} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_n C_{nn} \end{pmatrix}. \quad (11)$$

Коэффициенты синергии, расположенные на основной диагонали матрицы C_{nn} , целесообразно назвать *коэффициентами независимости* инновационного решения n .

Условие $\sum_{k=1}^n C_{1k} = 1$ следует из того, что сумма по строке должна равняться эффективности от частного инновационного решения при условии успешного внедрения всех других решений.

Таким образом, суммарный эффект равен поэлементной сумме всех членов матрицы.

При расчёте фактической эффективности от внедрения ограниченного числа инновационных решений необходимо ввести понятие *коэффициент завершения K_z* . Он показывает процент готовности по внедрению инновационного решения. С учётом коэффициента завершения матрица фактических эффективностей принимает вид:

$$\mathcal{E}_{факт} = \begin{pmatrix} \mathcal{E}_{1C_{11}K_{z_1}} & \mathcal{E}_{1C_{12}K_{z_2}} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_{1C_{1n}K_{z_n}} \\ \mathcal{E}_{2C_{21}K_{z_1}} & \mathcal{E}_{2C_{22}K_{z_2}} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_{2C_{2n}K_{z_n}} \\ \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} & \mathbf{L} \\ \mathcal{E}_{nC_{n1}K_{z_1}} & \mathcal{E}_{nC_{n2}K_{z_2}} & \mathbf{L} & \mathcal{E}_{nC_{nm}K_{z_n}} \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Поскольку плановый (или фактический) комплексный критерий конкурентоспособности $K_{план}$ (или $K_{факт}$) и плановая (или фактическая) эффективность от частных инновационных решений $\mathcal{E}_{план}$ (или $\mathcal{E}_{факт}$) по сути являются одной и той же величиной, рассчитанной по разным формулам, то следует оценивать внедрение ИС следующим образом.

На этапе технического проекта закладываются показатели оценки, которые необходимо достичь при проведении инновационных решений (табл. 1) в динамике на весь планируемый срок. Показатели разбиваются по годам на период планирования внедрения. Обычно показатели рас-

считываются, на основе жизненных фаз проекта: зарождение, развитие, стремительный рост, выход на заданный уровень. График показателей по годам приведён на рис.4.

С помощью предлагаемой в статье методологии оценки внедрения инновационных решений рассчитывается матрица эффективности и коэффициенты синергии.

Исходя из плана внедрения, рассчитываются плановые коэффициенты завершения внедрения K_z по годам. При этом необходимо согласовать целевые показатели оценки с полученными в результате планирования инновационных мероприятий. В результате должен быть получен план с последовательностью мероприятий и со сроками внедрения, которые будут обеспечивать выполнение заданных критериев и показателей конкурентоспособности предприятия.

В момент оценки внедрения необходимо по приведённой матрице фактической эффективности (12) найти критерий конкурентоспособности, который в общем случае должен быть не меньше заданной некоторой плановой величины:

$$K_{факт} \geq K_{план} - q, \quad (13)$$

где q – максимально допустимое отклонение от $K_{план}$.

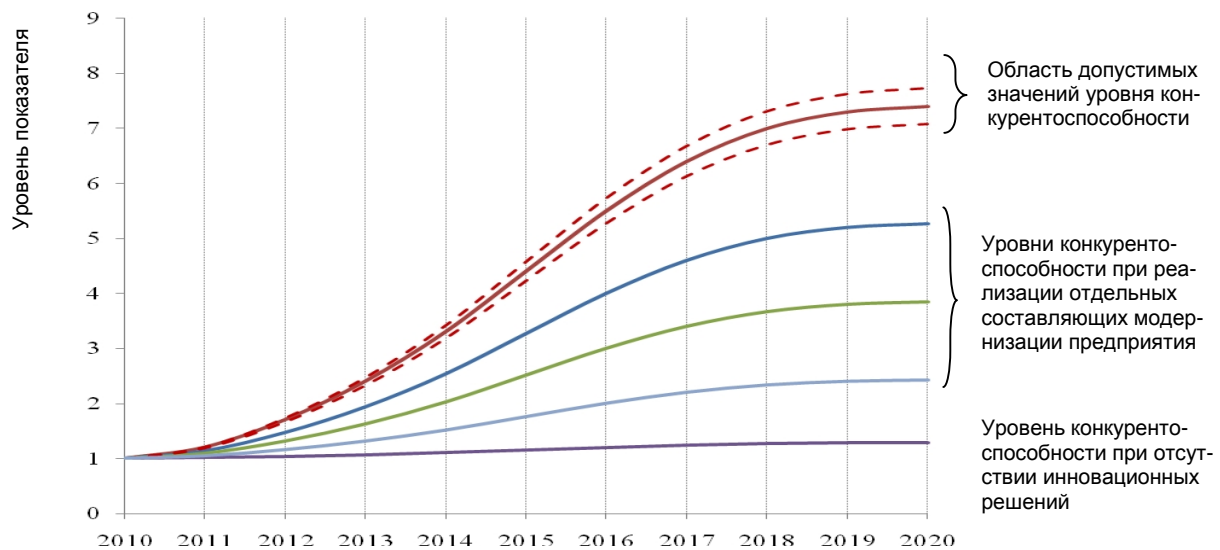


Рис. 4. Динамика изменения комплексного показателя по годам

Вывод

Рассмотренная концепция построения ИС управления единичным и мелкосерийным производством авиационных агрегатов на базе сформированной системы бизнес-процессов позволяет формализовать описание процесса внедрения ИС, произвести математическую постановку задачи и сформировать целевую функцию ИС.

Приведённые принципы построения структурно-функциональной модели ИС определяют функциональный состав модулей ИС и программно-аппаратный комплекс внедряемой ИС.

Предложенная методология оценки ИС на основе комплексного критерия конкурентоспособности позволяет провести своевременные корректирующие мероприятия в процессе внедрения ИС, от которых зависит успех реализации сложных проектов по внедрению КИСУП.

Библиографический список

1. ГОСТ Р ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь – Введ. 2000-12-05. – М.: Издательство стандартов, 2000.
2. ГОСТ Р ИСО 9000 Системы менеджмента качества. Требования – Введ. 2008-11-12. – М.: Издательство стандартов, 2000.
3. Репин, В.В. Процессный подход к управлению организацией. И снова о процессах [Текст] / В. В. Репин, В. Г. Елифиров // Все о качестве. Отечественные разработки – 2002. – Вып. № 18.
4. Моисева, Н.К. Международный маркетинг: учебник / Н.К. Моисева. – М.: Центр экономики и маркетинга, 1998.
5. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания – Введ. 1992-01.01. – М.: Издательство стандартов, 2000.
6. Галкин, Г. В. Методы определения экономического эффекта от ИТ-проекта [Текст] / Г. В. Галкин // Intelligent Enterprise – 2010. – №№22, 24.
7. Иванов, Д.А. Управление цепями поставок [Текст] / Д.А. Иванов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 660 с.

CONCEPTUALLY LOGICAL MODEL OF AN INTEGRATED DATA SYSTEM (SOFTWARE & HARDWARE) FOR THE CONTROL OF INDIVIDUAL AND SMALL-SCALE PRODUCTION OF AVIATION COMPONENTS

© 2012 I. V. Prilepsky

«AVIAAGREGAT» plc

The paper deals with a conceptual model of an Integrated Data System (IDS) for the control of individual and small-scale production of aviation components. The model is based on the maximization of economic assessment while optimizing the information and material flows in production and sale of the output. The presented methodology of IDS assessment makes it possible to take timely corrective measures in the process of implementation.

Conceptual model, structural and functional scheme, production of aircraft components, process approach, complex indicator, control methods and facilities, science-intensive production, information system concept.

Информация об авторе

Прилепский Илья Васильевич, начальник отдела комплексной автоматизации систем управления производством Самарского предприятия ОАО «Авиаагрегат», кандидат технических наук. E-mail: big_stick@mail.ru. Область научных интересов: комплексная автоматизация и управление производственными процессами.

Prilepsky Ilya Vasilyevich, candidate of technical science, head of the department of integrated automation of production control systems, Samara enterprise «Aviaagregat» plc. E-mail: big_stick@mail.ru. Area of research: integrated automation of production process control.