



УДК 658.5.012.1

© 2011 г. **С.Г. Цапко**, канд.тех.наук,
Е.Е. Лунева,
И.Н. Куренков,
Ю.А. Суханова
(Томский политехнический университет)

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ¹

Представлены критерии и методика оценки эффективности бизнес-процессов, использование которых позволяет выбрать наиболее эффективную технологию выполнения бизнес-процесса. Представлены результаты апробации разработанных положений при выполнении проекта организации единого информационного пространства приборостроительного предприятия.

Ключевые слова: процессный подход к управлению, критерии эффективности, бизнес-процесс, метод анализа иерархий, приборостроительное предприятие, проектирование приборов.

Введение

Исследования, проводимые в данной работе, связаны с развитием единого информационного пространства (ЕИП) на приборостроительном предприятии (далее – предприятие) [1]. Типовые характеристики предприятия рассмотрены в работе [2]. Следует отметить, что рассматривается класс приборостроительных предприятий, выполняющих деятельность на основе системы заказов. Каждый заказ выполняется посредством запуска проекта.

Само понятие ЕИП включает в себя комплексную программно-аппаратную телекоммуникационную среду, обеспечивающую непрерывный обмен данными и объединяющую все информационные ресурсы организации. Современные средства автоматизации, необходимые для развития единого информационного пространства, предъявляют определенные требования к используемым подходам к управлению предприятием.

Процессный подход к управлению является одним из наиболее передовых

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке по государственному контракту № 07.514.11.4067 в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007-2013 годы».

подходов, который поддерживается большим количеством разработчиков информационных систем (далее – ИС). Таким образом, внедрение и использование процессного подхода к управлению предприятием – одно из условий успешной организации ЕИП.

В ходе внедрения процессного подхода к управлению предприятием возникает задача совершенствования существующей системы его бизнес-процессов. Анализ работ [3, 4] показал, что решение относительно изменений в системе бизнес-процессов, а также изменений в технологии бизнес-процессов следует осуществлять с учетом правил процессного управления, особенностей и «узких мест» предприятия, мирового опыта в данной области, особенностей внедряемых ИС. Сложность использования этих методов для приборостроительного предприятия состоит в том, что они не учитывают проектную специфику его профильной деятельности, сильно зависимы от квалификации специалистов, выполняющих работы по совершенствованию структуры, и не позволяют оперировать какими-либо количественными оценками для доказательства преимущества одной структуры бизнес-процессов над другой. Исходя из этого, целью данной работы является разработка критериев эффективности выполнения бизнес-процессов приборостроительного предприятия.

Методика оценки эффективности бизнес-процессов на основе использования метода анализа иерархий

При совершенствовании приборостроительного предприятия в соответствии с правилами процессного управления необходимо оценить, будет ли выполнение разработанных бизнес-процессов предприятия (модель бизнес-процессов «как должно быть») эффективнее «старых» бизнес-процессов, существовавших на момент проведения обследования (модель бизнес-процессов «как есть»). При совершенствовании какого-либо бизнес-процесса возможна разработка нескольких вариантов технологий его выполнения. Эти варианты иллюстрируют различные пути развития предприятия в зависимости от имеющихся в распоряжении ресурсов. Необходимо оценить и выбрать наиболее эффективную технологию выполнения бизнес-процесса из разработанных вариантов.

Формально проводимую оценку бизнес-процесса можно представить следующим образом. Пусть существует бизнес-процесс B_i , $i \in 1 \dots n$, где n – количество рассматриваемых бизнес-процессов. Каждый бизнес-процесс B_i выполняется по определенной технологии T_i . При совершенствовании бизнес-процесса B_i вырабатывается усовершенствованная технология его выполнения $T1_i$ (может быть выработано несколько решений – $T2_i$, $T3_i$ и т.д.). На основе критериев эффективности выполнения бизнес-процессов необходимо оценить, действительно ли выработанная технология его выполнения $T1_i$ ($T2_i$, $T3_i$ и т.д.) является более эффективной по сравнению с существующей технологией выполнения бизнес-процесса T_i . Такую оценку предлагается осуществлять на основе анализа моделей бизнес-процессов.

Учитывая, что существует сложность в сборе, расчете количественных характеристик по бизнес-процессам предприятия, в том числе и данных по критери-

ям эффективности выполнения бизнес-процессов, предлагается количественные характеристики по бизнес-процессам рассчитывать на основе экспертных оценок специалистов в области приборостроения. Для того, чтобы получить сравнительную оценку критериев эффективности выполнения по какому-либо бизнес-процессу, предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ) Т. Саати [8]. Метод анализа иерархий позволяет осуществить сравнительную оценку характеристик бизнес-процессов по критерию, а также проранжировать рассматриваемые для оценки критерии между собой и получить итоговое числовое значение эффективности по сравниваемым бизнес-процессам. Таким образом, оценка эффективности бизнес-процессов осуществляется в соответствии с методикой, представленной на рис. 1.



Рис. 1. Методика оценки эффективности бизнес-процессов.

Разработка критериев эффективности выполнения бизнес-процессов предприятия

Был проведен анализ деятельности приборостроительных предприятий космической отрасли. На основе углубленного анализа приборостроительного отделения ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» были выявлены и описаны типовые группы бизнес-процессов, отражающие специфику как внутренней, так и внешней деятельности организации в

заданной области исследования. На основании работ [2, 3], с учетом выявленных типовых проблем, установленных для каждой группы бизнес-процессов, общих требований внедряемых информационных систем типа PLM, были разработаны критерии эффективности выполнения бизнес-процессов приборостроительного предприятия.

Бизнес-процессы проектирования приборов включают в себя такие процессы как: «Схемотехническое проектирование», «Топологическое проектирование», «Конструкторское проектирование», «Разработка программ и методик испытаний», «Испытание образца прибора».

Выполнен анализ эффективности бизнес-процессов и на его основе выявлены критерии, которые были объединены в группы в соответствии с обобщенными «узкими местами» бизнес-процессов. Полученные результаты представлены ниже.

Совершенствование технологии выполнения бизнес-процессов разработки изделия. Данные критерии являются мерой того, является ли взаимодействие бизнес-процессов прозрачной и понятной процедурой для сотрудников предприятия, насколько устранены трудности, возникающие при выполнении бизнес-процессов разработки изделия, а также насколько была усовершенствована технология разработки изделия с учетом современных достижений в данной области. Трудности связаны с неравномерным распределением временных ресурсов, что вызывает постоянный авральный режим выполнения этапов завершающих разработку изделия. В результате разрабатываемая конструкторская документация (КД) на изделие не всегда соответствует изготавливаемому изделию и возникающие проблемы при производстве решаются по ходу его изготовления. Также однозначно не определены порядок инициации процессов разработки и порядок распределения ответственности.

Среди критериев этой группы можно выделить следующие:

доля нерегламентированных «входов» и «выходов» бизнес-процесса;

степень автоматизации передачи данных между бизнес-процессами;

степень регламентации деятельности по разработке изделия;

отсутствие зон пересечения ответственности и зон безответственности при выполнении бизнес-процессов разработки изделия;

степень обеспеченности информационными средствами сотрудников отделения в соответствии с их должностями;

объем процессов, выполняющихся с учетом современных методик разработки радиоэлектронных изделий.

Сохранение и накопление знаний о проектных решениях, полученных при разработке изделия. Критерии этой группы позволяют оценить, насколько стало возможным использовать опыт предыдущих разработок при выполнении новых проектов, предусмотрены ли в бизнес-процессах разработки изделия процедуры обращения к базе знаний схемотехнических и конструкторских решений, процедуры формирования архивов при получении решений по новому изделию. Также критерии этой группы позволяют оценить уменьшение зависимости деятельности отделения от конкретных сотрудников.

Среди критериев этой группы можно выделить следующие:

степень доступности знаний по предыдущим разработкам сотрудникам, принимающим участие в разработках новых изделий;

степень использования знаний по предыдущим разработкам для проектирования новых изделий;

степень регламентации процедур, описывающих использование базы знаний схмотехнических и конструкторских решений;

степень поддержки информационными системами формирования базы знаний о проектных решениях, полученных при разработке изделия;

степень поддержки информационными системами получения сотрудниками отделения знаний о прошлых проектных решениях, полученных при разработке изделия;

удобство получения знаний о схмотехнических и конструкторских решениях.

Совершенствование технологии управляющих бизнес-процессов. Выполнение проектной деятельности по разработке изделия требует управленческого участия, контроля и координации со стороны руководства отделения. Управление связано с планированием деятельности по проекту, управлением версиями документов проекта, управлением требованиями и рисками проекта и пр. Критерии данной группы показывают эффективность данного управления и эффективность координации деятельности при выполнении проектов по разработке изделия.

Среди критериев этой группы можно выделить следующие:

уровень контроля временных ресурсов, затрачиваемых при разработке изделия;

уровень контроля сотрудников, участвующих в разработке изделия;

уровень контроля материальных ресурсов, затрачиваемых при разработке изделия;

степень поддержки информационными средствами деятельности по управлению разработкой изделия;

уровень контроля распределения ресурсов, требуемых для выполнения работ;

уровень планирования работ по проекту;

уровень контроля версий документов при разработке изделия;

управляемость издержками, возникающими при изготовлении изделия;

управляемость сроками выполнения проекта.

Автоматизация выполнения деятельности. Данные критерии являются признаком увеличения производительности деятельности как по разработке изделия, так и по управлению разработкой изделия путем ее автоматизации. Критерии показывают, как были модифицированы бизнес-процессы отделения с точки зрения максимальной автоматизации рутинных процедур, использования средств электронного документооборота и современных ИС.

Среди критериев этой группы можно выделить следующие:

степень охвата задач разработки и управления разработкой изделия современными информационными системами и технологиями;

доля документов, передаваемых при выполнении бизнес-процессов отделения с использованием средств электронного документооборота;
 степень унификации специализированного программного обеспечения, используемого для разработки изделия;
 степень автоматизации передачи данных между различными информационными системами.

Проведение оценки эффективности бизнес-процессов на основе разработанных критериев методом анализа иерархий

Для оценки и выбора наиболее эффективной технологии выполнения бизнес-процесса сначала следует проранжировать критерии, на основе которых будет проводиться данная оценка. Для ранжирования критериев в соответствии с методом МАИ необходимо разработать матрицу сравнительных суждений. Матрица сравнительных суждений является важной компонентой МАИ, в данной матрице значения элементов основаны не на точных измерениях, а на субъективных суждениях (эти матрицы подготавливаются экспертами).

На основании установленных сравнительных суждений разработанной матрицы необходимо определить такие параметры как максимальное собственное значение (I_{\max}), индекс согласованности матрицы (ИС) и отношение согласованности (ОС) [8]. Вычисление данных параметров показывает, насколько сравнительные суждения согласованы между собой. Матрица является согласованной, если $ОС < 0,1$, в противном случае требуется пересмотреть суждения по установленным критериям, остальные параметры (ИС, I_{\max}) дают дополнительную информацию о согласованности матрицы суждений.

Для вычисления ОС, а также ИС и I_{\max} требуется вычислить вектор приоритетов (ВК), каждый элемент которого вычисляется следующим образом [8]:

$$BK_i = \frac{\sum_{k=1}^n \frac{M_{i,k}}{\sum_{p=1}^n M_{p,k}}}{n},$$

где $i \in [1..n]$, n – количество критериев в матрице суждений (М). Используя значения вектора приоритетов, I_{\max} , ИС и ОС рассчитывается следующим образом:

$$I_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{[M \times BK]_i}{BK_i}}{n};$$

$$ИС = \frac{I_{\max} - n}{n - 1};$$

$$ОС = \frac{ИС}{СИ},$$

где $i \in [1..n]$, n – количество критериев в матрице суждений (М); СИ – табличное значение случайного индекса [8].

Если разработанная матрица суждений является согласованной, то полученный вектор приоритетов можно использовать для ранжирования бизнес-

процессов следующим образом:

$$ПБП = \sum_{i=1}^n ВК_i \cdot ВБП_i,$$

где ПБП – приоритеты бизнес-процесса; n – количество критериев; ВК – собственный вектор приоритетов критериев; ВБП – вес бизнес-процесса относительно соответствующего критерия. ВБП рассчитывается для разработанных вариантов бизнес-процессов при их оценке.

Результатом комплексного ранжирования бизнес-процессов является однозначное выявление оптимальной модели бизнес-процессов, которая является приоритетной для данного предприятия в конкретный момент времени. Внедрение выбранной модели бизнес-процессов на предприятии позволяет значительно повысить эффективность труда, что положительно сказывается на рентабельности бизнеса.

«Пилотная» апробация оценки эффективности бизнес-процессов на основе разработанных критериев методом анализа иерархий

Внедрение ИС для организации ЕИП предприятия определяет необходимость преобразования его бизнес-процессов в соответствии с правилами процессного подхода к управлению с учетом проектной специфики его профильной деятельности. Оптимизация временной проектной организационной структуры зависит от того, каким образом будет проведена оптимизация структуры деятельности. Такая оптимизация осуществляется на основе построения системы моделей бизнес-процессов «как есть» и построения усовершенствованной (оптимизированной) модели «как должно быть».

Цель разработки усовершенствованной модели «как должно быть» – повышение эффективности деятельности предприятия. В свою очередь основой повышения эффективности деятельности предприятия являются следующие направления его политики:

сокращение ресурсов на выполнение оптимизируемой деятельности;

усовершенствование деятельности предприятия в направлении повышения качества ее выполнения.

«Пилотная» апробация разработанных авторами статьи положений была проведена при выполнении проекта организации единого информационного пространства на приборостроительном предприятии. Работа выполнена в порядке реализации Постановления Правительства РФ от 09.04.2010 №218 (договор №13.G25.31.0017) и договора №2148 от 05.07.2010 г. ТГУ с ОАО "ИСС" им. акад. Решетнева.

В качестве примера авторами статьи представлены результаты оценки разработанного бизнес-процесса «Схемотехническое проектирование» приборостроительного отделения ОАО «ИСС».

Авторами статьи была проанализирована модель бизнес-процесса «как есть» и его основные «узкие места». Упрощенная ввиду конфиденциальности модель бизнес-процесса «как есть» приведена на рис. 2. Однако упрощенная модель бизнес-процессов дает принципиальное понимание представленного процесса.

Процесс схемотехнического проектирования «как есть» начинается с проработки технического задания инженерами-схемотехниками и разработки структурной и функциональных схем на блоки. Далее ответственные схемотехники разрабатывают схемы электрические принципиальные на блоки и на прибор в целом. При этом на данный момент разработчики используют разное программное обеспечение для решения одних и тех же задач.



Рис. 2. Модель бизнес-процесса «как есть» для схемотехнического проектирования.

По разработанным схемам выпускаются входящие в КД документы – такие как схема электрическая принципиальная (ЭЗ) и перечень элементов схемы электрической принципиальной (ПЭЗ), которые должны быть согласованы. Если в процессе согласования возникли замечания, то для их устранения необходимо вернуться на этап схемотехнического проектирования. После согласования ЭЗ и ПЭЗ выпускается ведомость покупных изделий (ВП), которую также необходимо согласовать с отделом снабжения. Если при согласовании выявляются элементы,

которых нет в наличии или срок доставки очень большой, то необходимо изменить схемы электрические принципиальные и все документы выпустить заново, при этом согласовав их.

После согласования ЭЗ, ПЭЗ и ВП инженеры-схемотехники выдают исходные данные (ИД) на проектирование инженерам-смежникам. ИД также должны быть согласованы и при внесении изменений в любое из них необходимо заново выполнять схемотехническое проектирование и все согласования. Только после согласования всех документов можно перейти на следующие этапы проектирования – такие как конструкторское проектирование, топологическое проектирование, разработка программного обеспечения (ПО) для центрального процессорного модуля (ЦПМ), проектирование программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС).

Далее на основе анализа деятельности предприятия, анкетирования и собеседования с сотрудниками была разработана модель бизнес-процесса «как должно быть» (рис. 3), также упрощенная ввиду конфиденциальности.



Рис.3. Модель бизнес-процесса «как должно быть» для схемотехнического проектирования.

Основной проблемой при разработке изделия (проектировании метаданных) на сегодняшний день является жесткая привязка к срокам выпуска КД, хотя первоисточником КД являются мета-данные. В настоящее время метаданные не согласовываются, следовательно, никто не несет за них ответственность. Это приводит к тому, что разработчик физически не успевает качественно проверить свое решение, т.е. провести моделирование и необходимые анализы. Таким образом, КД выпускается на неотработанное решение. В результате этого затягивается процесс согласования КД, что увеличивает сроки проектирования всего прибора. Для решения этой проблемы было предложено сначала согласовывать мета-данные, после чего выпускать документы.

Таким образом, в процессе «Схемотехническое проектирование» были предложены следующие изменения и дополнения:

- выбор единого САД-средства для схемотехнического проектирования;
- необходимость обязать проведение схемотехнического анализа САД-моделей блоков и прибора для сокращения количества ошибок;
- согласование ИД непосредственно после проведения схемотехнического анализа и переход к дальнейшему проектированию при внесении изменений в схемы электрические принципиальные;
- интеграция базы данных (БД) отдела снабжения (БД электрорадиоизделий) с рабочей средой инженеров-схемотехников;
- реализация перехода к выпуску КД только после согласования метаданных.

В соответствии с предложенной авторами статьи методикой необходимо было рассчитать, каким образом изменилась эффективность данного бизнес-процесса при изменении технологии его выполнения (см. рис. 3). Для проведения оценки использовались следующие критерии:

- № 1.2 – степень автоматизации передачи данных между бизнес-процессами;
- № 2.6 – удобство получения знаний о схемотехнических и конструкторских решениях;
- № 3.7 – уровень контроля версий документов при разработке изделия;
- № 4.3 – степень унификации специализированного программного обеспечения, используемого для разработки изделия.

На основе разработанной методики оценки эффективности бизнес-процессов критерии, выбранные для оценки, были проранжированы. Ранжирование критериев проводилось на основе шкалы, предложенной МАИ [8], которая позволяет оценить значимость одного критерия над другим в диапазоне от 1 (равная значимость) до 9 (абсолютная значимость).

Для того, чтобы получить данные оценки, были созданы экспертные группы. Группа для ранжирования критериев состояла из ведущих специалистов предприятия в области приборостроения и руководителей приборостроительных подразделений. На основе сравнительных суждений, полученных от экспертной группы, был рассчитан вектор собственных приоритетов критериев, каждый элемент которого представляет весовой коэффициент соответствующего критерия. Результаты ранжирования критериев для оценки эффективности бизнес-

процессов представлены в табл. 1.

Таблица 1

№ критерия	1.2	2.6	3.7	4.3
Весовой коэффициент (элемент ВК)	0.8	0.5	0.7	0.6

Далее была проведена оценка эффективности вариантов рассматриваемого бизнес-процесса. Для этого была создана экспертная группа из специалистов в схмотехнической области. В данную группу вошли руководители схмотехнических подразделений, а также ведущие специалисты данных подразделений. Экспертная группа сформировала сравнительное суждение по каждому варианту бизнес-процесса относительно четырех критериев.

На основе данных результатов, а также рассчитанных весовых коэффициентов были вычислены итоговые значения эффективности технологий выполнения «как есть» и «как должно быть» рассматриваемого бизнес-процесса. Результаты оценки эффективности технологий выполнения бизнес-процесса «Схмотехническое проектирование» представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технология выполнения бизнес-процесса	Весовой коэффициент				Итоговое значение (ПБП)
	№ 1.2	№ 2.6	№ 3.7	№ 4.3	
«Как есть»	0.3	0.4	0.5	0.2	0.91
«Как должно быть»	0.8	0.7	0.7	0.8	1.96

Полученные результаты обоснованно доказывают преимущество разработанной технологии выполнения бизнес-процесса «Схмотехническое проектирование» «как должно быть» над технологией выполнения данного бизнес-процесса «как есть».

Аналогично рассмотренному примеру была выполнена оценка эффективности различных технологий выполнения всех ключевых бизнес-процессов приборостроительного отделения. На основании полученных результатов была сформирована оптимальная модель «как должно быть» бизнес-процессов приборостроительного отделения.

Таким образом, полученные результаты доказывают, что разработанная методика может применяться для оценки эффективности бизнес-процессов.

Заключение

Разработанные авторами критерии были успешно апробированы в ОАО «ИСС» им. акад. Решетнева при создании единого информационного пространства проектирования и испытаний бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов. В настоящее время оптимальная модель «как должно быть» реализуется средствами PLM-системы Enovia SmartTeam.

В качестве основных результатов проделанной работы можно выделить следующие положения:

разработаны критерии оценки эффективности бизнес-процессов, использование которых позволяет выбрать наиболее эффективную технологию выполне-

ния бизнес-процесса из разработанных вариантов;

создана методика оценки эффективности бизнес-процессов на основе метода анализа иерархий;

показан порядок ранжирования разработанных критериев и порядок проведения оценки эффективности бизнес-процессов;

проведена «пилотная» апробация оценки эффективности бизнес-процессов на примере бизнес-процесса «Схемотехническое проектирование».

Полученные результаты доказывают работоспособность разработанных положений, в числе которых методика и критерии оценки эффективности бизнес-процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ершова Т.Б.* Организационные аспекты создания единого информационного пространства предприятия // Транспортное дело России. – 2009. – №2. – С.62-65.
2. Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения: принципы, системы и технологии CALS/ИПИ: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / *А.Н. Ковшов, Ю.Ф. Назаров, И.М. Ибрагимов, А.Д. Никифоров.* – М.: Издательский центр "Академия", 2007.
3. *Юткин А.В., Климкин О.А., Дзювина А.В.* Внедрение ИТ при проектировании РЭА КА и тепловом анализе печатных плат // Вестник СибГАУ им. акад. М.Ф.Решетнева – Красноярск. – 2009. – С.161-166.
4. *Елиферов В.Г., Репин В.В.* Процессный подход к управлению. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2005.
5. *Репин В.В.* Бизнес-процессы компании: построение, анализ, регламентация. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2007.
6. *Репин В.В., Елиферов В.Г.* Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2004.
7. *Андерсен Б.* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2003.
8. *Саати Т.* Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993.

Статья представлена к публикации членом редколлегии А.А Шелупановым.

E-mail:

Цапко Сергей Геннадьевич – serg@aic.ru;

Куренков Иван Николаевич – artemis@aic.ru;

Суханова Юлия Алексеевна – syua@aic.ru;

Лунова Елена Евгеньевна – lee@aic.ru.