

ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ЕАМ-СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ АРХИТЕКТУРНОГО ПОДХОДА

А.Н. Шурыгин (ЮУрГУ)

Показана возможность применения архитектурного подхода к формированию бизнес-модели предприятия и развитию портфеля информационных систем управления (ИСУ) предприятием. Рассмотрен пример моделирования желаемой функциональности ИСУ основными производственными фондами (ОПФ) с использованием концепции архитектуры предприятия.

Ключевые слова: архитектурный подход, архитектура предприятия, ЕАМ-система, ТОиР.

Глобальная цель автоматизации хозяйственной деятельности предприятия заключается в предоставлении инструментария, позволяющего обеспечить выполнение привычных рабочих процессов предприятия иным, более эффективным способом. Важнейшая задача, которая решается в ходе этих изменений, — получение синергетического эффекта, когда ИСУ позволяет объединить усилия работников различных подразделений для достижения целей предприятия в целом.

Сказанное справедливо, в том числе и для управления ОПФ. Под управлением ОПФ понимается систематическая и скоординированная деятельность по оптимизации управления физическими активами, параметрами их эксплуатации, рисками и расходами на поддержание рабочей готовности на протяжении всего жизненного цикла с целью выполнения стратегических планов организации. Осуществление такой деятельности невозможно без использования ИСУ соответствующего назначения (ЕАМ-системы, Enterprise Asset Management).

Как правило, внедрение ЕАМ-системы — не первый шаг по автоматизации хозяйственной деятельности. К моменту начала соответствующего проекта на предприятии уже эксплуатируется ERP или подобная учетная система. К сожалению, немногие организации в нашей стране могут похвастаться успешным внедрением таких систем (то есть с получением результата, соответствующего или превосходящего ожидания, без превышения сроков и бюджета проекта). Неудачный опыт автоматизации нередко является причиной настороженного отношения руководства предприятия к инвестированию в новые ИСУ. Так, руководство одного градообразующего предприятия тяжелой промышленности значительно время откладывало внедрение ЕАМ-системы. Связано это было со следующими основными рисками.

1. Вероятность ошибочного выбора ЕАМ-системы: на предприятии не существовало понятной всем заинтересованным сторонам методологии выбора ИСУ (неудачный выбор ERP-решения в прошлом усиливал соответствующие опасения).

2. Локальная оптимизация отдельных работ в ущерб оптимизации соответствующих процессов в целом, например, деятельность ремонтного подразделения не всегда и не во всем согласовывалась с деятельностью смежных служб.

3. "Лоскутная" автоматизация: наличие на предприятии нескольких ИСУ требовало органичной интеграции нового приложения с целью обеспечения единого информационного пространства, однако даже взаимодействие существующих систем не было документировано.

В целях минимизации указанных рисков была поставлена задача сформировать системное представление деятельности предприятия по управлению ОПФ, которое легло бы в основу функциональных требований к ИСУ ОПФ для последующего выбора ЕАМ-системы из представленных на рынке решений. Вообще говоря, выбор той или иной информационной системы определяется потребностями бизнеса и состоянием информационных технологий (ИТ) на предприятии (инфраструктурой ИТ). Потребности бизнеса сконцентрированы в виде его бизнес-модели (точнее, моделях настоящей и будущей). При этом под бизнес-моделью понимается не просто некоторая логическая организация бизнес-процессов, но и требования к организации, показателям эффективности бизнес-процессов, к которым, в частности, можно отнести возможность выполнения определенной операции 24 часа в сутки в течение 7 дней в неделю, возможность удаленного доступа к отчетам через Интернет и т.п. Такие требования определяют архитектурный стиль ИСУ (транзакционная система, система реального времени и др.), для каждого из которых существуют рекомендации по проектированию обеспечивающей инфраструктуры ИТ. В то же время сотрудники департаментов ИТ стремятся к стандартизации и по-возможности единообразию технологий, что является ограничивающим фактором при выборе прикладных систем. Таким образом, необходимо было не только спроектировать бизнес-модель управления ОПФ, но и транслировать ее в требования к ИСУ и инфраструктуре ИТ, учитывая ограничения, накладываемые текущим состоянием ИТ на предприятии. В качестве методологии решения поставленной задачи был выбран архитектурный подход.

Понятие архитектурного подхода

Под архитектурным будем понимать подход к разработке информационных и других автоматизированных систем, обеспечивающих жизнедеятельность организации, который предусматривает совместное взаимосвязанное и согласованное рассмотрение функций организации, среды ее деятельности, информационно-коммуникационной инфраструктуры, в которой она осуществляется, а также различных аспектов создаваемой системы, характеризующих ее представление как совокупность приложений и информационных ресурсов, воплощенных технологическими решениями [1]. Основой архитектурного подхода является концепция архитектуры предприятия (Enterprise Architecture, EA), которая в общем ви-

де описывает, каким образом предприятие планирует реализовать свои стратегические цели посредством оптимальной организации своей деятельности через использование эффективной инфраструктуры ИТ.

Архитектура предприятия реализует системный подход к рассмотрению деятельности организации, концентрируясь на обеспечении единого целостного видения того, как различные системы (ИСУ, организационная структура и др.) поддерживают и обеспечивают основную деятельность организации. В связи с тем, что пользователями архитектуры предприятия является множество людей, специализирующихся в разных областях знаний и рассматривающих архитектуру с разной степенью детализации, во всех наиболее известных архитектурных методиках (Захмана, Gartner, TOGAF, FEAF и др.) фигурируют два ключевых понятия [2]:

- представление (view) или предметная область — является упрощенным описанием или проекцией модели, которая рассматривается с некоторой определенной точки зрения и опускает все детали, которые не имеют отношения к этой точке зрения. Одно отдельно взятое представление архитектуры содержит информацию не более того объема, который может быть осознан одним отдельно взятым человеком;

- перспектива (perspective) или уровень абстракции — представляет собой уровень детализации описания предметной области.

Архитектура предприятия позволяет решить важнейшую проблему взаимодействия бизнеса и ИТ — синхронизацию потребностей бизнеса и возможностей ИТ. С одной стороны, нужды бизнеса определяют выбор тех или иных технологических инструментов. Архитектура предприятия позволяет транслировать нетехнологические потребности в требования к конкретным ИТ через согласованное развитие ее представлений:

1. Потребности бизнеса в широком смысле заключаются в выполнении миссии предприятия через осуществление определенным образом организованной деятельности. Последняя включает организационную структуру, систему бизнес-процессов и показатели эффективности и представляет бизнес-модель предприятия. Вместе с видением будущего и стратегией развития она составляет бизнес-архитектуру предприятия.

2. Выполнение работ в рамках бизнес-процессов (реализация бизнес-модели) обеспечивается связанными с ними информационными потоками. Модели информационных потоков, процессов обработки и управления информацией в совокупности составляют архитектуру информации, основное назначение которой заключается в объяснении того, какая информация необходима для выполнения работ и как она должна быть обработана.

3. Обработка информации и организация информационных потоков в основном возлагается на ИСУ, которые обеспечивают реализацию функциональных требований. Архитектура приложений показывает, какие прикладные системы требуются для информационного обеспечения работ бизнес-процессов и как эти системы между собой взаимодействуют.

4. Наконец, любая ИСУ — это техническая система, функционирование которой поддерживается соответствующей инфраструктурой ИТ. Технологическая архитектура определяет, какие аппаратные и программные средства необходимы для обеспечения работоспособности всего портфеля прикладных систем в соответствии с операционными требованиями (надежность, производительность и т.д.).

С другой стороны, возможности ИТ сегодня во многом определяют бизнес-модель предприятия. Поэтому при разработке стратегии развития нельзя не учитывать последние достижения в сфере ИТ. При этом возможности ИТ не должны диктовать бизнесу стратегию его развития, их роль в данном процессе сводится к указанию вариантов такого развития.

В силу ограниченности временных и финансовых ресурсов формирование целостной архитектуры предприятия в нашем случае не производилось. Архитектура была представлена четырьмя предметными областями [3]: бизнес-архитектурой, архитектурой информации, архитектурой приложений и технологической архитектурой (в статье не рассматривается), однако бизнес-архитектура и архитектура информации разрабатывались только в области управления ОПФ. Каждое представление архитектуры рассматривалось на трех уровнях абстракции: концептуальном, логическом и уровне разработки (уровень контекста, описывающий вопросы стратегического управления в данном проекте был опущен).

Немалую сложность при проектировании архитектуры предприятия представляет задача создания такого набора моделей, который позволял бы раскрывать детали высокоуровневых моделей на нижних уровнях согласованно по всем предметным областям. На рынке существуют специальные программные продукты, позволяющие решить эту задачу (например, ARIS, planningIT и др.). Однако в силу того, что, во-первых, приобретение таких решений связано с заметными финансовыми затратами (как на лицензии, так и на обучение персонала); во-вторых, у руководства были опасения, что новый программный продукт не принесет ожидаемых результатов и станет дорогостоящей игрушкой в руках сотрудников департамента ИТ, была разработана своя методика описания архитектуры предприятия с использованием нотаций IDEF, UML, ERM и др.

Бизнес-архитектура. Концептуальный уровень

Рассматриваемые вопросы: формализация стратегии развития предприятия; формирование обобщенной бизнес-модели предприятия, предполагающей выделение бизнес-единиц, описание их взаимодействия между собой и с внешними по отношению к предприятию группами влияния.

Было произведено высокоуровневое моделирование бизнес-процессов, а также определены основные стратегические задачи в области управления (ОПФ):

1. Повышение эффективности использования производственных мощностей, что предполагает обеспечение работоспособности оборудования и объектов инже-

Ничто так не деморализует, как скромный, но постоянный доход.

Эдмунд Уилсон

нерно-технической инфраструктуры в долгосрочной перспективе за счет выстраивания системы ТОиР ОПФ;

2. Повышение точности планирования затрат на ТОиР за счет нормирования расходов на проведение ремонтных работ и оптимизации использования трудовых ресурсов, а также совершенствования системы обеспечения запасными частями и расходными материалами;

3. Обеспечение согласованности графиков ТОиР с производственным планом для более точного планирования производства с учетом реально располагаемых мощностей.

Бизнес-архитектура. Логический уровень

Рассматриваемые вопросы: моделирование бизнес-процессов функциональных областей (может включать одну и более бизнес-единиц) с учетом стратегии развития, разработанной на уровне контекста архитектуры; формирование системной модели деятельности в рамках отдельных функциональных областей, по сути модели поведения ИСУ предметной области.

Решение поставленных на концептуальном уровне задач предполагалось посредством внедрения ЕАМ-системы, принципиальная схема работы которой представлена на рис. 1.

В системе должна содержаться справочная информация об объектах ОПФ (их состоянии, технических показателях, определяющих это состояние, значениях показателей и т.д.), видах отказов, технологических операциях, ре-

сурсах (запасные части, трудовые ресурсы и т.д.), географическом расположении. Состояние каждого объекта ОПФ определяется набором значений заданных технических показателей. Для любого объекта ОПФ определен перечень возможных отказов. Каждый отказ конкретного объекта ОПФ устраняется проведением определенных мероприятий (технологических операций, сгруппированных в ремонтные маршруты). Для всех объектов ОПФ также определен подход к их техническому обслуживанию (по расписанию, по наработке, по состоянию и др.), выражающийся в регламенте обслуживания. Так, например, для объектов, техническое обслуживание которых проводится по состоянию, должен быть указан набор контролируемых технических показателей и должна быть методика интерпретации значений этих показателей.

Особое внимание уделяется требованиям к реагированию системы на возникновение инцидентов — событий, изменяющих состояние объектов ОПФ. В качестве примера таких событий можно привести поступление объекта ОПФ на предприятие, отказ оборудования, достижение значением технического показателя критического уровня. Так, при поступлении оборудования на предприятие необходимо запланировать ресурсы на его первоначальную наладку. Любой случай отказа оборудования анализируется на предмет существования ремонтного маршрута для его устранения. Наличие ремонтного маршрута позволяет рассчитать ресурсы на устранение отказа, а план ТОиР может быть скорректирован с учетом значимости вышедшего из строя оборудования и его участия в критичных производственных процессах. При отсутствии ресурсов для ремонта силами предприятия предлагается, где это целесообразно, воспользоваться услугами сторонних организаций. Устранение ранее не встречавшихся неполадок требует привлечения специалистов более высокой квалификации.

При планировании ТОиР по состоянию производится прогнозирование значений технических показателей объектов ОПФ, исходя из истории их эксплуатации. В зависимости от результатов прогноза и периода планирования назначается дата проведения обслуживания. На основе плана ТОиР оборудования формируются наряды на работу и заявки на поставку требуемых комплектующих и расходных материалов.

Все операции по ТОиР оборудования должны фиксироваться в системе. На основе этих данных формируются аналитические отчеты, отражающие эффективность использования ОПФ и служащие основанием для пересмотра регламентов обслуживания и ремонтных маршрутов. В качестве примера можно привести отчет по затратам на ТОиР объектов ОПФ, отчеты по технической готовности и техническому использованию оборудования и т.д.

Архитектура информации. Логический уровень

Рассматриваемые вопросы: детальное описание информационных потоков в рамках функциональной области, а также информационных потоков взаимодействия процессов функциональной области с внешними по отношению к ней субъектами.

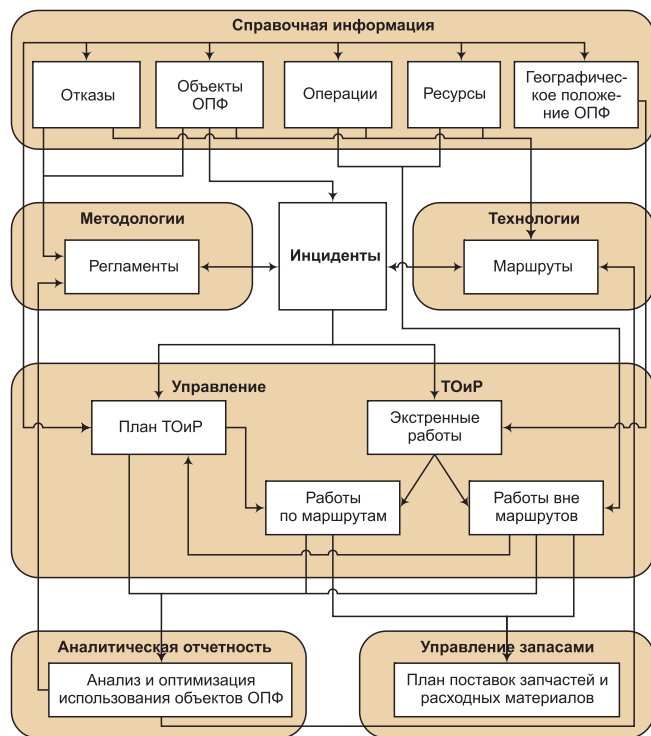


Рис. 1

Модель архитектуры информации ЕАМ-системы (рис. 1) на данном уровне абстракции представляется достаточно громоздкой для описания в рамках одной статьи. Поэтому рассмотрим только ту ее часть, которая покрывает бизнес-требования по обеспечению достоверными данными о затратах на ремонт оборудования.

Методология учета затрат на ТОиР схематически представлена на рис. 2.

Формализация методологии.

1. В ЕАМ-системе содержится полная информация об используемых при ТОиР ресурсах как в количественном, так и в стоимостном выражении. Для проведения работ по каждому объекту ОПФ требуется некоторое количество определенного вида ресурсов, стоимость i -го вида ресурса обозначим $c_i, i = \overline{1, m}$.

2. Для каждого объекта ОПФ определен перечень элементарных технологических операций:

$$O = \{o_1, \dots, o_j, \dots, o_n\} FA,$$

где $FA = \overline{1, n}, n$ – число объектов ОПФ.

Каждая операция определяет наименование и количество используемых ресурсов. Стоимость выполнения технологической операции определяется как стоимость используемых в процессе ее выполнения ресурсов и представляет собой прямые переменные затраты:

$$ODVC_j = \sum_{i=1}^m c_i \cdot V_{ij},$$

где $ODVC_j$ – прямые переменные затраты на технологическую операцию, $j = \overline{1, l}; V_{ij}$ – объем потребления i -го ресурса j -ой технологической операцией.

3. ТОиР выполняется согласно ремонтному маршруту – процессу, состоящему из некоторого числа тех или иных элементарных технологических операций:

$$P = \{p_1, \dots, p_k, \dots, p_p\} FA,$$

$$p_k = \{o_1, \dots, o_j, \dots, o_n\} k.$$

Таким образом, прямые переменные затраты на выполнение ТОиР складываются из соответствующего показателя входящих в него операций:

$$PDVC_k = \sum_{j=1}^p ODVC_{jk},$$

где $PDVC_k$ – прямые переменные затраты на ремонтный маршрут, $k = \overline{1, p}$.

4. В стоимость ТОиР включаются накладные постоянные расходы, определяемые как:

$$FC_k = \sum_{r=1}^q FC_{kr} = \sum_{r=1}^q FC_r \frac{R_{kr}}{\sum_{k=1}^p R_{kr}},$$

где: FC_k – накладные постоянные расходы на k -й ремонтный маршрут, FC_{kr} – накладные постоянные расходы r -го вида на k -й ремонтный маршрут, $r = \overline{1, q}, FC_r$ – накладные постоянные расходы r -го вида, $R_{kr}/\sum R_{kr}$ – ставка распределения накладных постоянных расходов r -го вида на k -й ремонтный маршрут.

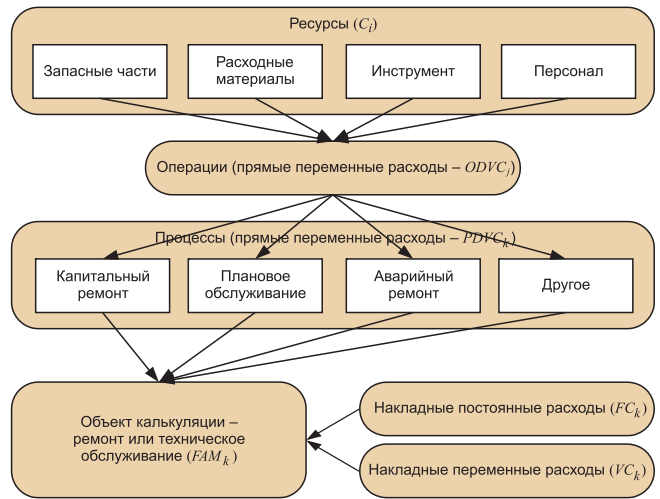


Рис. 2

5. Накладные переменные затраты являются последней составляющей общей суммы затрат на ТОиР. К затратам данного вида относятся затраты на транспортировку запасных частей, агрегатов, расходных материалов и т.п. к месту проведения ремонта (если услуги по транспортировке оказывают сторонние подразделения), расходы на оплату услуг сторонних организаций (когда по данным счета невозможно однозначно определить сумму затрат на конкретный ремонт или обслуживание) и др. Сумма накладных переменных затрат определяется следующим образом:

$$VC_k = \sum_{u=1}^l VC_{ku} = \sum_{u=1}^l VC_u \frac{K_{ku}}{\sum_{k=1}^p K_{ku}},$$

где: VC_k – накладные переменные расходы на k -й ремонтный маршрут; FC_{ku} – накладные переменные расходы u -го вида на k -й ремонтный маршрут, $u = \overline{1, l}; VC_u$ – накладные переменные расходы u -го вида; $K_{ku}/\sum K_{ku}$ – ставка распределения накладных переменных расходов u -го вида на k -й ремонтный маршрут.

6. Общая сумма затрат на ТОиР:

$$FAM_k = PDVC_k + FC_k + VC_k.$$

Архитектура приложений. Логический уровень

Рассматриваемые вопросы: формирование портфеля прикладных информационных систем предприятия и описание взаимодействия систем между собой.

Рассмотрим основные информационные потоки между прикладными ИСУ (рис. 3).

1. Из АСУТП в ЕАМ-систему передается наработка агрегатов и узлов, значения технических показателей и др.

2. Из ЕАМ-системы в MES передаются данные об отказах оборудования, планы ТОиР. В обратном направлении – информация об участии оборудования в производственных заказах и приоритеты производственных заказов.

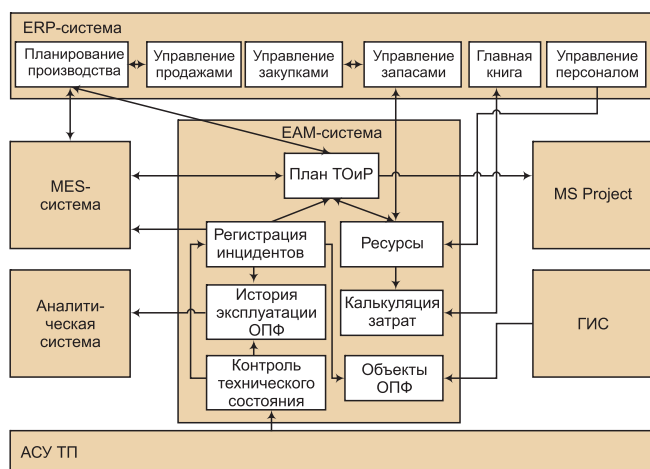


Рис. 3

3. ГИС предоставляет информацию EAM-системе о географическом положении объектов ОПФ (в том числе с отображением на карте). В то же время в ГИС можно получить необходимую информацию об объекте ОПФ, найденном на карте, из EAM-системы.

4. Планы ТОиР могут экспортироваться в приложение по управлению проектами, например, MS Project.

5. Обмен данными с ERP-системой в основном производится в области учета ресурсов (персонал, запасные части, расходные материалы), затрат на проведение ТОиР, расчетов с подрядными организациями, а также планирования выпуска готовой продукции.

6. В качестве перспективного направления развития портфеля приложений рассматривается вопрос об использовании аналитической системы на базе технологий OLAP и Data Mining, решающей задачу поиска неочевидных причин отказов оборудования на основе истории его эксплуатации, хранящейся в EAM-системе.

Бизнес-архитектура. Уровень разработки

Рассматриваемые вопросы: детальное представление конкретных методологий, алгоритмов, сервисов ИСУ.

На данном этапе были решены такие задачи, как классификация оборудования по применяемой методологии технического обслуживания, детальное описание самих этих методологий, составление для объектов ОПФ перечня технических показателей и методик интерпретации их значений и т.д.

Рассмотрим конкретный пример. После внедрения EAM-системы для значительной части оборудования должна применяться методология ТОиР "по фактическому состоянию". Однако на предприятии отсутствовали достоверные исторические данные по эксплуатации и ремонту оборудования, в том числе и о наработке на отказ каждого экземпляра оборудования. Решением этой проблемы стала разработанная математическая модель, оптимизирующая составление графика ТОиР ОПФ в период перехода с методологии планирования технического обслуживания "по регламенту" на методо-

Шурыгин Андрей Николаевич – аспирант Южно-Уральского государственного университета.

Контактный телефон (351) 726-26-01. E-mail: shurygina@list.ru

логию "по фактическому состоянию", которая впоследствии должна быть реализована в качестве дополнительного сервиса EAM-системы.

Заключение

Основные результаты моделирования архитектуры предприятия:

1. Сформирована системная модель деятельности по управлению ОПФ, принимаемая всеми заинтересованными сторонами.

2. Определены текущие состояния портфеля прикладных ИСУ и инфраструктуры ИТ: документирован состав ИСУ предприятия, информационные потоки между ними, механизмы интеграции приложений, а также обеспечивающие аппаратные и программные платформы.

3. Разработаны технологические стандарты на операционную и интеграционную платформы, а также средства разработки.

Полученные результаты позволили сформулировать конкретные требования к ИСУ, а именно к функциональности, возможностям интеграции и модернизации, надежности и аппаратному обеспечению. Полученный набор требований позволил сделать обоснованный выбор конкретной EAM-системы.

Кроме того, процесс формирования бизнес-модели явился важнейшим шагом на пути подготовки предприятия к внедрению EAM-системы. Был выявлен ряд проблем, многие из которых необходимо было решить еще до начала проекта автоматизации (например, классификация оборудования с точки зрения методологий ТОиР). Отметим, что необходимость проработки большинства тех методологий и алгоритмов, что относятся к бизнес-архитектуре уровня разработки, была выявлена именно в процессе проектирования модели деятельности предприятия по управлению ОПФ.

Все это позволило не только минимизировать риски, связанные с выбором и внедрением системы, сократить ориентировочные сроки и стоимость непосредственно проекта внедрения, но и сформировать понимание у заинтересованных лиц того, как должна быть организована их деятельность.

Список литературы

1. *Коголовский М.Р.* Понятийная система и терминология архитектурного подхода // Материалы семинара "Практика архитектурного подхода: концепции, стандарты, терминология, модели и их применение. – М.: Фонд ФОСТАС. Институт развития информационного общества. 2005.
2. *Данилин А., Слюсаренко А.* Архитектура и стратегия. "Инь" и "Янь" информационных технологий предприятия. М.: Интернет-Ун-т Информ. Технологий, 2005.
3. *Шурыгин А.Н.* Применение архитектурного подхода к формированию комплексной автоматизированной системы управления предприятием // Развитие информационного общества и информационное обеспечение административной реформы в субъектах РФ: Сб. науч. Трудов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ. ЦНТИ. 2009.