

ЭТАЛОННАЯ ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СТРУКТУРЕ

Рыжко А.Л.,

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (Национальный исследовательский университет)»

ARyzhko@list.ru,

Сварник П.Е.

ООО «ЛАНИТ-Интеграция»

P.Svarnik@yandex.ru

Аннотация. При построении и цифровой трансформации бизнес-моделей предприятий является перспективным создание из таких предприятий вертикально интегрированных холдингов, а также формирование расширенных (виртуальных) предприятий. В целях унификации моделей таких предприятий разработана эталонная модель. Для каждой из девяти ее функциональных областей дана расширенная характеристика.

Ключевые слова: Архитектура предприятия, Эталонная модель, Интеграция предприятий, Высокотехнологичное предприятие, Функционал-центричность, Жизненный цикл продукции.

Введение

Мировая экономика в последнее время находится в состоянии постоянной трансформации. Эта трансформация характеризуется серьезными изменениями на сырьевом и потребительском рынках, турбулентностью рынка капитала, а также непрерывным влиянием политической конъюнктуры. Изменение бизнес-моделей крупнейших мировых компаний в различных отраслях экономики являются как предпосылками этих изменений, так и их следствием.

Отрасль промышленного производства является существенным элементом мировой экономики. Именно эта отрасль производит существенную часть мирового валового продукта, создает материальную базу и условия для развития других отраслей. Заметной тенденцией в области трансформации организационных бизнес-моделей объектов отрасли промышленного производства сегодня является создание вертикально интегрированных холдингов [1] и так называемых расширенных (горизонтально интегрированных или иначе говоря – виртуальных) предприятий [2].

Под предприятием в целях данной работы определим обособленную специализированную хозяйствующую единицу (имущественный комплекс), деятельность которой опирается на профессионально организованный трудовой коллектив, объединённый общими целями, способный с помощью имеющихся в его распоряжении средств производства изготовить необходимую продукцию (выполнить работы, оказать услуги) определённого назначения, профиля, ассортимента в соответствии с актуальными задачами.

В последнее десятилетие процессы интеграции достаточно активны и в российском авиастроении. Здесь сформированы вертикально интегрированные структуры: ПАО

«Объединенная авиастроительная корпорация» (ПАО «ОАК»), АО «Вертолёты России», АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (АО «ОДК»), АО «Концерн Радиоэлектронные технологии» (АО «КРЭТ»), АО «Технодинамика».

Основной мерой по обеспечению высокой производительности труда, созданию и модернизации высокопроизводительных рабочих мест является изменение индустриальной модели авиационных предприятий. Особенно остро в сфере создания таких моделей встают вопросы, связанные с выбором (а в некоторых случаях и созданием) аналитических инструментов, применимых для решения задач проектирования концептуальной архитектуры подобных бизнес-структур. Основой такой аналитики должна быть функциональная интеграция вновь создаваемых и уже существующих элементов будущих вертикально интегрированных холдингов или расширенных предприятий с учётом уровня зрелости их конкретных компонентов.

1 Обзор литературы и исследований

Обобщением процесса проектирования архитектуры отдельного предприятия является задача проектирования эталонной концептуальной архитектуры группы предприятий. К настоящему моменту вопрос проектирования архитектуры конкретного предприятия в основном своём объёме хорошо изучен. На протяжении последних 30 лет его исследованию посвящалось множество сил. В основе проектирования архитектуры предприятия лежат так называемые фреймворки. Они представляют собой типовые шаблоны, разрабатываемые различными рабочими группами и коммерческими компаниями для задач методологической поддержки проектов развития или трансформации.

Можно назвать следующие наиболее известные архитектурные фреймворки, которые использовались для выработки результата рассматриваемой работы:

- *Zachman Framework* [3]. Описание онтологии предприятия, которая предназначена для структурированного описания предприятия. Разрабатывается под руководством Джона Захмана.
- *TOGAF* (The Open Group Architecture Framework) [4]. Формализованный подход к дисциплине Архитектура предприятия, который описывает проектирование, планирование, внедрение и управление корпоративной информационно-технологической архитектурой. Разрабатывается консорциумом The Open Group.
- *DoDAF* (The US Department of Defense Architecture Framework) [5]. Формализованный подход, который описывает способы представления сложных систем с различных точек зрения. Разрабатывается Министерством обороны США (United States Department of Defense).

Zachman Framework и многие положения *DoDAF* в основном применимы при анализе и синтезе архитектуры предприятия, обеспечивая формирование определенной общей онтологии. При этом *TOGAF* выступает как средство решения прикладных задач. Поэтому положения, определенные им, чаще используются на практике. В *TOGAF* подробно описаны подходы к разработке и внедрению информационных систем предприятия. Однако вопросы проектирования бизнес-архитектуры в документе освещены лишь рекомендательно. Отмечается необходимость применения эталонных моделей (англ. *reference models*) конкретных разработчиков со ссылкой на ряд таких примеров. При этом в тексте стандарта не приводится ссылок на эталонные модели для предприятий промышленности.

В ходе исследования по анализу эталонных моделей, проведенных авторами, а также по выявлению формализованных подходов к функциональной интеграции элементов на предприятиях промышленности, не удалось выявить эталонные модели, потенциально применимые для решения этих задач.

2 Материалы и методы

В ходе проведенных исследований применялся системный подход, в целях синтеза на основе проанализированных материалов целевой эталонной модели. Исходными материалами выступают действующие государственные стандарты, маркетинговая аналитическая модель, результаты анализа существующих тенденций.

Первоначально формат эталонной модели был сформирован для российской вертикально интегрированной структуры, осуществляющей свою деятельность в области авиастроения. Эта структура включала ряд серийных и опытных производственных площадок, конструкторских бюро,

ремонтных заводов. Разработка программы информатизации этой структуры, требовала анализа в едином ключе состояния автоматизации всех функциональных направлений деятельности всех предприятий. По историческим причинам эти предприятия имели гетерогенную структуру и обладали заметными различиями в части выполняемых функций. Синтезированная модель обеспечила оценку в едином ключе качественных параметров элементов ИТ-ландшафта. Это позволило разработать в дальнейшем централизованные подходы к решению актуальных для холдинга задач.

3 Результаты исследования

Разработанная эталонная функциональная модель промышленного предприятия позволила не только достичь цели унификации понятий, применяемых для анализа функций предприятий вертикально интегрированных структур и расширенных предприятий, но и решить задачи проектирования систем управления этими предприятиями. Предлагаемая модель (Рис. 1) синтезирована на основе следующих материалов:

- функциональной модели «предприятие – система управления», описанной в ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014 Интеграция систем управления предприятием. Часть 1. Модели и терминология;
- типовых стадий жизненного цикла продукции военного назначения, описанных в ГОСТ Р 56135-2014 Управление жизненным циклом продукции военного назначения. Общие положения;
- модели стратегического анализа, разработанной М. Портером, также известной как «цепочка создания ценности» [6];
- результатов анализа тенденций цифровой трансформации в международных производственных корпорациях [7 - 9].

Топологическая схема эталонной модели (функционал-центричная) и определение основных функциональных областей деятельности предприятия выполнены на основе функциональной модели «предприятие – система управления», описанной в ГОСТ Р МЭК 62264-1-2014.

На выделение функционального цикла эталонной модели, основанного на последовательности стадий «Разработка – Производство – Эксплуатация», а также на корректировку принципа формирования перечня функциональных областей повлияли типовые стадии жизненного цикла, перечисленные в ГОСТ Р 56135-2014.

Анализ опыта международных корпораций подтвердил целесообразность ориентации системы управления предприятиями на следующие принципы:

- выделение в качестве приоритетных функциональных областей тех, что лежат на так называемой цепочке создания ценности (формируют совокупность основных процессов), синхронизированных при этом со стадиями жизненного цикла производимых изделий [10];
- снижение операционных затрат и/или максимизации прибыли фокусно в каждой из функциональных областей [8, 9].

Эталонная модель группирует функции промышленного предприятия на девять функциональных областей. Эти функциональные области распределены по трём условным уровням: основному уровню, обеспечивающему уровень и уровню ядра. Функциональная область при этом именуется лексемой в форме имени существительного в именительном падеже. Эта лексема ассоциирует функциональную область с объектами системы управления предприятием и процессами характерными для неё.

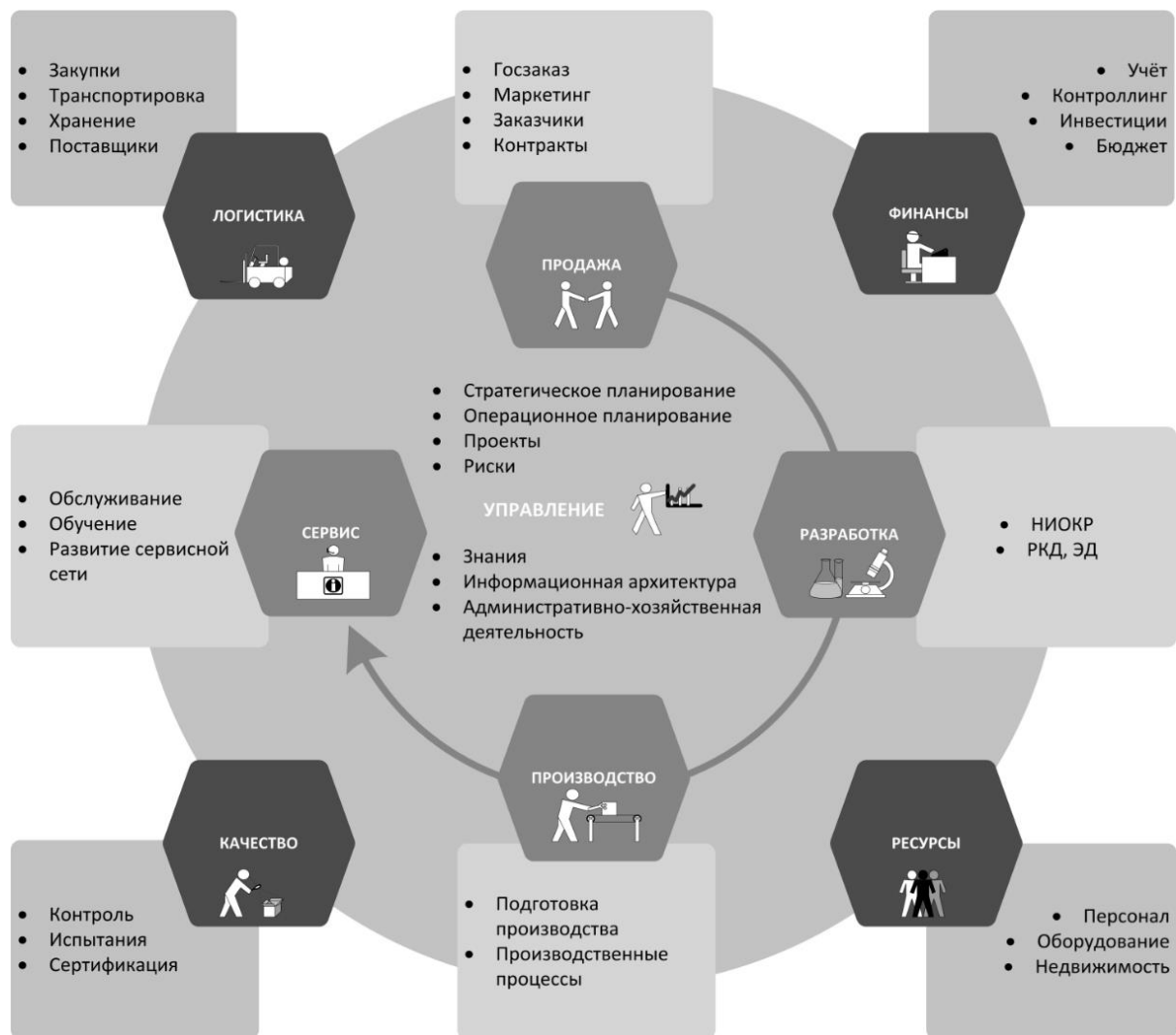


Рис. 1. Эталонная модель функций промышленного предприятия

Каждая функциональная область модели декомпозирована на функциональные блоки, более подробно характеризующую сферу процессов, охватываемую областью эталонной модели. Функциональные блоки находятся на более низком иерархическом уровне декомпозиции модели, чем функциональные области её ядра, основного или обеспечивающего уровней. Именование блоков происходит по тому же принципу, что и именование функциональных областей.

Основной (средний) уровень представляют четыре функциональные области предприятия, изображенные на рисунке именованными гексаэдрами, связанными дугой, оканчивающейся стрелкой. Это указывает на аппроксимированную последовательность типовых стадий жизненного цикла изделий. Основной уровень включает:

- функциональную область «Продажа»;
- функциональную область «Разработка»;
- функциональную область «Производство»;
- функциональную область «Сервис».

Состав атрибутов основного уровня эталонной модели функций промышленного предприятия на примере предприятий авиастроения представлен в Таблице 1.

Таблица 1. Состав основных функциональных областей эталонной модели

№ п/п	Функциональная область	Функциональный блок	Краткое описание
1	Продажа	Управление процессами, связанными с реализацией товаров, работ и услуг предприятия	

№ п/п	Функциональная область	Функциональный блок	Краткое описание
1.1	Продажа	Госзаказ	Инициация, планирование и контроль исполнения заказов в рамках гособоронзаказа (ГОЗ)
1.2	Продажа	Маркетинг	Комплексная деятельность по анализу рынка, ценообразованию, продвижению продукции
1.3	Продажа	Заказчики	Деятельность, связанная с ведением взаимодействия с заказчиками (вне ГОЗ)
1.4	Продажа	Контракты	Управление заключенными контрактами (вне ГОЗ)
2	Разработка		Управление процессами, связанными с разработкой новых изделий и технических процессов
2.1	Разработка	НИОКР	Научная и исследовательская деятельность, создание НТЗ, разработка аванпроекта, создание и разработка опытных образцов, пилотные технологические внедрения
2.2	Разработка	РКД, ЭД	Разработка рабочей конструкторской документации, документации для осуществления эксплуатации и ремонтов серийных изделий
3	Производство		Управление процессами, связанными с серийным производством изделий
3.1	Производство	Подготовка производства	Разработка технологического процесса изготовления серийного изделия, реализация этого проекта в конкретных условиях
3.2	Производство	Производственные процессы	Процессы изготовления серийного изделия, разработка политик, планирование, контроль операций
4	Сервис		Управление процессами, связанными с послепродажным обслуживанием изделий
4.1	Сервис	Обслуживание	Процессы технического обслуживания и ремонта серийных образцов выпускаемых изделий
4.2	Сервис	Обучение	Обучение эксплуатирующего персонала, подготовка учебного материала
4.3	Сервис	Развитие сервисной сети	Процессы расширения авторизованной сервисной сети, контроль качества её работы

Обеспечивающий (внешний) уровень эталонной модели, включает те функциональные области предприятия, которые покрывают потребности областей основного уровня и явно не участвуют в цепочке формирования добавленной стоимости. Одним из признаков выделения данных областей в отдельный уровень также является факт того, что они могут произвольно и независимо взаимодействовать с областями основного уровня, предоставляя различные виды материальных и информационных ресурсов. В модели области данного уровня изображены именованными более темными гексаэдрами. Обеспечивающий уровень включает в себя:

- функциональную область «Финансы»;
- функциональную область «Ресурсы»;
- функциональную область «Качество»;
- функциональную область «Логистика».

Состав атрибутов обеспечивающего уровня эталонной модели функций промышленного предприятия представлен в Таблице 2.

Таблица 2. Состав обеспечивающих функциональных областей эталонной модели

№ п/п	Функциональная область	Функциональный блок	Краткое описание
5	Финансы		Управление процессами, связанными с финансовой деятельностью предприятия
5.1	Финансы	Учёт	Ведение бухгалтерского, налогового, финансового и управленческого учёта
5.2	Финансы	Контроллинг	Информационно-аналитическая поддержка процессов принятия решений, контроль эффективности системы менеджмента
5.3	Финансы	Инвестиции	Планирование, выполнение и контроль инвестиционной деятельности
5.4	Финансы	Бюджет	Формирование плана будущих расходов, контроль их осуществления, а также казначейская функция
6	Ресурсы		Управление процессами, связанными с ресурсами, необходимыми для выполнения основной деятельности
6.1	Ресурсы	Персонал	Обучение, планирование и распределение человеческих ресурсов в рамках производства
6.2	Ресурсы	Оборудование	Закупка, планирование и обслуживание производственного оборудования (ОПФ)
6.3	Ресурсы	Недвижимость	Развитие и обслуживание объектов производственной инфраструктуры: зданий, сооружений, сопутствующих сетей (ОПФ)
7	Качество		Управление процессами, связанными с обеспечением качества выполнения основной деятельности
7.1	Качество	Контроль	Процессы контроля качества выпускаемых изделий
7.2	Качество	Испытания	Деятельность по испытанию серийных и опытных образцов
7.3	Качество	Сертификация	Деятельность по подготовке к сертификации изделий, производственных и управленческих процессов
8	Логистика		Управление процессами, связанными с обеспечением материальными ресурсами основной деятельности
8.1	Логистика	Закупка	Поиск поставщиков и контрактная деятельность в рамках закупки материалов и покупных изделий
8.2	Логистика	Транспортировка	Перемещение материалов и покупных изделий, необходимых для производства
8.3	Логистика	Хранение	Обеспечение складского хранения материалов и покупных изделий
8.4	Логистика	Поставщики	Управление долгосрочными взаимоотношениями с поставщиками, управление цепями поставок, участие в развитии МЗК

Ядром эталонной модели функций промышленного предприятия является функциональная область «Управление» (изображена в центре модели). Эта функция организует, координирует и контролирует деятельность предприятия, осуществляемую функциями, принадлежащими функциональным областям основного и обеспечивающего уровней.

Состав атрибутов ядра эталонной модели функций промышленного предприятия представлен в Таблице 3.

Таблица 3. Состав функционального ядра эталонной модели

№ п/п	Функциональная область	Функциональный блок	Краткое описание
9	Управление		Управление процессами, связанными с организацией, координацией и контролем всех видов деятельности предприятия
9.1	Управление	Стратегическое планирование	Деятельность, связанная с формированием и контролем исполнения стратегических задач в соответствии с установленными целями
9.2	Управление	Операционное планирование	Общее планирование деятельности предприятия на среднесрочном временном горизонте
9.3	Управление	Проекты	Осуществление проектной деятельности в рамках реализации стратегических задач
9.4	Управление	Риски	Выявление, оценка (ранжирование) и мониторинг возможных последствий неопределённости в рамках основной деятельности предприятия
9.5	Управление	Знания	Формирование перечня интеллектуальных активов, их консолидация и предоставление к ним доступа; патентная деятельность
9.6	Управление	Информационная архитектура	Организация и предоставление информации (совокупности данных), направленное на обеспечение эффективного удовлетворения информационных нужд пользователей
9.7	Управление	Административно-хозяйственная деятельность	Организационное и материальное обеспечение непроизводственной деятельности

Ещё раз следует отметить, что не только функциональные блоки, но и функциональные области эталонной модели определены на основе результатов анализа специфики деятельности предприятий пилотного проекта. (т. е. в ходе разработки программы информатизации для холдинга, осуществляющего свою деятельность в области авиастроения).

Исследование позволило сформировать принципы формирования эталонной модели функций промышленного холдинга. Такими принципами можно считать следующие положения:

1. **Обобщённость.** Модель является упрощённым представлением системы управления промышленным предприятием и включает все типовые функции, актуальные для рассматриваемой проблемы. Использование модели позволяет привести описание функций предприятий холдинга к семантическому единообразию, а качество их реализации или регламентации – выполнить в едином ключе.
2. **Сбалансированность.** Модель включает в себя два уровня иерархии (функциональные области и функциональные блоки) определённые на основе декомпозиции функционального пространства предприятия. Использование модели обеспечивает возможность оценки реализации функций с помощью атрибутов с тождественными весами.
3. **Функционал-центричность.** В основе модели лежат функции управления основными, с точки зрения производственного менеджмента, сущностями промышленного предприятия. При этом модель отличает свойство самоподобия (фрактальности) при масштабировании объекта исследования. Иными словами, возможно применение модели для моделирования систем управления предприятиями, холдингами и отраслями при минимальных структурных изменениях.

Стоит отметить, что гетерогенность существующей функциональной архитектуры предприятий рассматриваемого холдинга обусловлена в определенной степени и историческими причинами. В настоящее время это привело к положению, при котором затруднено

перепрофилирование предприятий холдинга и осуществление гармонизации основных направлений их деятельности. Поэтому интеграцию функций предприятий приходится реализовывать в существующем ресурсном ландшафте.

Анализ возможности использования разработанной эталонной модели для других интегрированных структур показал перспективность такого применения. Для анализа были рассмотрены предприятия других интегрированных структур авиастроения. В настоящий момент и другие холдинговые структуры, осуществляющие свою деятельность в области авиастроения (ПАО «ОАК», АО «Вертолёты России», АО «ОДК», АО «КРЭТ», АО «Технодинамика»), также имеют неоднородную структуру, а задачи отдельных предприятий де-факто чётко не определены. Каждое предприятие, входящее в холдинговые структуры, имеет собственную уникальную организационную и функциональную структуры. Поэтому потребовалось отображение эталонной функциональной модели на функциональные требования к структуре конкретного предприятия.

Анализ предприятий авиастроительной отрасли показал, что в целях выработки оптимальных функциональных моделей целесообразно выделять несколько обособленных типов предприятий в соответствии с основными направлениями их деятельности. При этом для конкретного предприятия могут отсутствовать отдельные функциональные области эталонной модели.

По аналогии с функциональными областями, при декомпозиции эталонной модели в условиях конкретного предприятия могут отсутствовать определенные функциональные блоки. На практике в отчётном материале это будет выглядеть как недетерминированное значение показателей функции, в соответствии с критериальной моделью.

На основе предложенных отображений эталонной модели формируется описание текущего и целевого состояния функций на предприятиях холдинга. Для перехода к целевому состоянию следует сформировать портфель проектов предприятия и определить условия их выполнения. Эти условия идентифицируют необходимые функции в привязке к функциональным блокам и областям.

Зоны ответственности типовых предприятий холдинговых структур авиастроительной отрасли за реализацию стадий жизненного цикла продукции (изделий) приведены на рисунке 2.

Работы по отображению показали, что эталонная модель может применяться для функциональной интеграции холдинговых структур и виртуальных предприятий по различным направлениям. Под функциональной интеграцией при этом подразумевается для совокупности ранее обособленных предприятий обеспечение взаимосвязи функций на различных уровнях (имеется в виду бизнес-уровень, уровень данных, уровень прикладных систем, технологический уровень).

Перечисленные классы предприятий имеют различные задачи, направления деятельности, организационные и функциональные структуры. Тем не менее, оценку состояния их информатизации можно наглядно оценить с использованием эталонной модели, а отсутствующие функции (в формате областей или блоков) просто не будут учитываться в итоговом отчёте, при этом все включенные в отчет функции будут анализироваться единообразно.

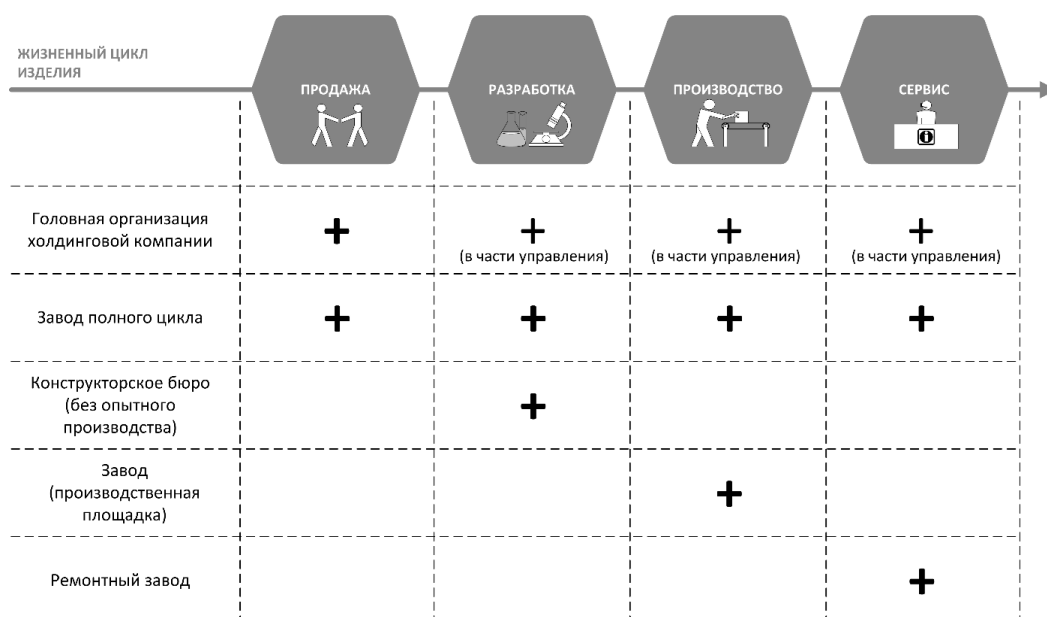


Рис. 2. Ответственность предприятий за реализацию стадий жизненного цикла изделий

Выводы

Модель в основном предназначена для применения в управленческом консалтинге. Также она вполне применима для проектирования информационных систем менеджмента, особенно в условиях архитектурного подхода к проектированию. Это сегодня востребовано в рамках трансформационных проектов и проектов функциональной автоматизации. Эффективность применения модели в настоящий момент подтверждена на практике, но только для предприятий промышленной отрасли. Такой вывод обусловлен спецификой деятельности как самих предприятий, так и особенностями выпускаемой ими продукции, в частности – детерминированным жизненным циклом.

Практическая значимость эталонной модели продемонстрирована в ходе реализации ряда подобных проектов, в том числе в области авиастроения. Модель на практике подтвердила реализацию заложенных в неё принципов (обобщённость, сбалансированность, функционал-центричность). Сам инструмент разработан на основе реального опыта, полученного в рамках реализации консалтингового проекта по разработке программы информатизации для промышленного холдинга, осуществляющего свою деятельность в области авиастроения.

Дальнейшее развитие, как эталонной модели, так и ее отображений видится в их расширении прикладным инструментарием, позволяющим более формализовано подойти к моделированию сложных бизнес-архитектур. Также, имеет смысл разработать версии эталонной модели для иных видов промышленных производств, с учётом особенностей жизненного цикла отраслевой продукции.

Результаты развития предложенной эталонной модели могут быть использованы для выявления точек приложения современных цифровых средств и комплексного развития промышленной сферы в рамках соответствующих государственных инициатив. Закрепление данной эталонной модели в статусе государственного стандарта также могло бы способствовать системному развитию промышленной отрасли.

Литература

1. *Дадаян И.В.* Стратегия вертикальной интеграции как способ укрепления конкурентных позиций компании // *Мировая экономика в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы.* Сборник научных статей / Под ред. Проф. В.М. Кутового. В двух частях. Часть II. – М.: Научная книга, 2005.
2. *Pihlajamaa M., Patana A., Polvinen K., Kanto L.* Requirements for innovation policy in emerging high-tech industries. In: *European Journal of Futures Research*, 2013, 1:8
3. *Zachman John A.* The Zachman Framework and Observations on Methodologies, *Business Rules Journal*, Vol. 5, No. 11 (November 2004), [Электронный ресурс], режим доступа: URL: <http://www.BRCommunity.com/a2004/b206.html>, 2018.
4. *TOGAF* Version 9.1 "Enterprise Edition", Available: <http://www.opengroup.org/architecture/togaf/>
5. Heisey C.W., Hendrickson A.G., Chludzinski B.J., Cole R.E., Ford M., Herbek L., Ljungberg M., Magdum Z., Marquis D., Mezhirov A., Pennell J.L., Roe T.A., Weinert A.J. A Reference Software Architecture to Support Unmanned Aircraft Integration in the National Airspace System, In: *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Springer, 2013, 69:41–55.
6. *Porter M.E.* *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, New York, 1985, 557 p.
7. *Asif M., Fisscher O.A.M., Joost de Bruijn E., Pagell M.* Integration of management systems: A methodology for operational excellence and strategic flexibility, In: *Operations Management Research*, 2010, 3:146–160.
8. Отчёт международной консалтинговой компании Accenture о роли цифровых технологий, URL: https://www.accenture.com/t20180112T093917Z__w_/us-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Global/PDF/Dualpub_26/Accenture-Industry-XO-whitepaper.pdf
9. *Цифровая трансформация экономики и промышленности: проблемы и перспективы* / Под ред. д-ра экон. наук, проф. А. В. Бабкина. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 807 с.
10. *Мантуров Д.В., Калачанов В.Д.* Организация производства наукоемкой продукции в авиационной промышленности России в современных экономических условиях // *Вестник Московского авиационного института*. 2012. Т. 19. № 4. С. 187-192.