

Глава 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

(О.П. Ильина)

2.1. Методология проектирования системы конвергентных и дивергентных информационно-коммуникационных технологий

Научно-технический прогресс в сфере информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) направлен на:

- рост эффективности применения вычислительных систем в сфере бизнеса;
- увеличение быстродействия вычислительных машин, скорости передачи информации;
- снижение удельной стоимости хранения и обработки данных;
- развитие компьютерных сетей – локальных, Интранет, глобальных, использующих различные физические среды передачи данных;
- повышение качества информации, обеспечение достоверности, полноты, точности и своевременности получения информации, необходимой для целей управления различными системами (автоматизированными, автоматическими).

Наиболее перспективными приложениями ИКТ являются:

- 1) информационные системы управления организационного и технологического назначения;
- 2) системы автоматического управления, робототехника;
- 3) искусственный интеллект, основанный на воссоздании с помощью вычислительных систем и иных искусственных устройств разумных рассуждений и действий;
- 4) компьютерное моделирование и проведение научных экспериментов;
- 5) образование, игры, развлечения, в том числе создание виртуальной реальности¹.

¹ Виртуальная реальность – компьютерная модель реальных объектов материальной среды, воспринимаемых с помощью определенных технических средств человеком через его ощущения: зрение, слух, обоняние, осязание в реальном времени.

Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и информационных систем идет в двух противоположных направлениях:

- появление различий между первоначально сходными представителями, или дивергенция ИКТ;
- появлением сходных признаков первоначально различающихся между собой представителей, или конвергенция ИКТ.

Одинаковые по функциональному назначению ИКТ подвержены *дивергенции*. Например, технологии работы с базами данных существенно меняются в зависимости от класса информационных систем:

- для систем оперативной обработки информации класса OLTP (On-line Transaction Processing) преобладают технологии, обеспечивающие оперативность загрузки и выборки данных базы данных, конвертирования данных, создания страховых копий, выполнения запросов, формирования отчетов стандартных форм и поддержки типовых алгоритмов массовой обработки данных;
- для систем оперативной аналитической обработки информации класса OLAP (On-line Analytical Processing) разработаны технологии аналитической обработки данных (статистического анализа и прогнозирования, искусственного интеллекта – нейронные сети, генетические алгоритмы и т.п.).

Из этого вытекает многообразие построения технологических процессов обработки информации на основе дивергентных ИКТ (программных продуктов, информационных сервисов, аппаратных платформ), вариантность организации информационных процессов.

Вместе с тем идет и *конвергенция* ИКТ, появление сходных признаков, обусловленных общностью назначения и условий применения у различных ИКТ. Одни и те же цели системы обработки данных можно реализовать с помощью различных ИКТ, которые рассматриваются как своего рода «продукты-заменители». Происходит расширение и «пересечение» функциональности, стандартизация аппаратных и программных интерфейсов разнородных ИКТ.

Более ярко проявляются конвергенция и дивергенция технологий на примере технологий различных сфер. Некоммерческая организация World Technology Evaluation Center (WTEC), осуществляющая проведение международных оценок технологий, ввела термин «Nano-Bio-Info-Cogno конвергенция технологий» или NBIC, который отражает взаимное влияние техно-

Рассмотрение системы на более низком уровне позволяет получить более детальное описание рассматриваемой системы, как система обеспечивает выполнение поставленной перед ней цели, а рассмотрение системы на более высоком уровне позволяет понять роль системы для окружающей среды. Предприятия динамично развиваются и претерпевают непрерывные изменения в результате изменяющихся условий рынка, технологий и знаний. Деятельность предприятия основана на информационном обмене подразделений для их взаимодействия и принятия необходимых управленческих решений. В моделях, описывающих архитектуру предприятия, существуют свойства элементов, описывающие их поведение; строятся *статические* или структурные модели, в которых не требуется отражение временных свойств элементов, и *динамические* или поведенческие модели. Система моделей архитектуры предприятия является эффективным средством формализации и сохранения знаний.

Интегрированное описание модели включает описание целей и ограничений, содержит набор представлений, обеспечивающих полноту и согласованность моделей для интеграции. Модели должны быть портативными, повторно используемыми и не зависеть от конкретной области приложения или инструментальной поддержки. Различают *интегрированные* модели – стандартные или базовые (эталонные) модели, *унифицированные* модели, создаваемые на основе готового шаблона, и *объединенные* модели, используемые в том случае, когда невозможно установить семантическую эквивалентность всех моделей предприятия.

Модели описываются на языках моделирования, которые позволяют поддерживать, создавать, анализировать, хранить и распространять их с применением организационных инструментов инжиниринга предприятия. Существуют сертифицированный класс инструментальных средств для построения моделей архитектуры предприятия, стандарты нотаций этих моделей (IDEF, BPMN, UML, BPEL и др.). Наиболее часто архитектура предприятия представляется с помощью диаграммы Захмана либо в соответствии с требованиями концепции TOGAF (The Open Group Архитектура Framework), эталонных моделей GERAM (Generalised Enterprise Reference Architecture and Methodology), по стандарту IEEE 1471 «IEEE Recommended Practice for Architectural Description of Software-Intensive Systems»¹.

¹ <http://www.enterprise-architecture.info/Images/Documents/IEEE-1471-togaf-impact.pdf>

Так, стандарт IEEE 1471 описывает архитектуру предприятия (рис. 2.2) в соответствии с указанными компонентами. Система выполняет миссию и находится в контакте с внешней средой (Environment), обладает архитектурой (Architecture), имеющей описание (Architectural Description). Заинтересованные лица (Stakeholder) реализуют свои интересы (Concern) и имеют точку зрения на предприятие (Viewpoint), которые составляют представления (View), используемые при формировании моделей архитектуры предприятия (Model). Описание функциональности связано с выделением действующих субъектов и их роли, основных бизнес-процессов, автоматизируемых приложений и функций, выполняемых системой.

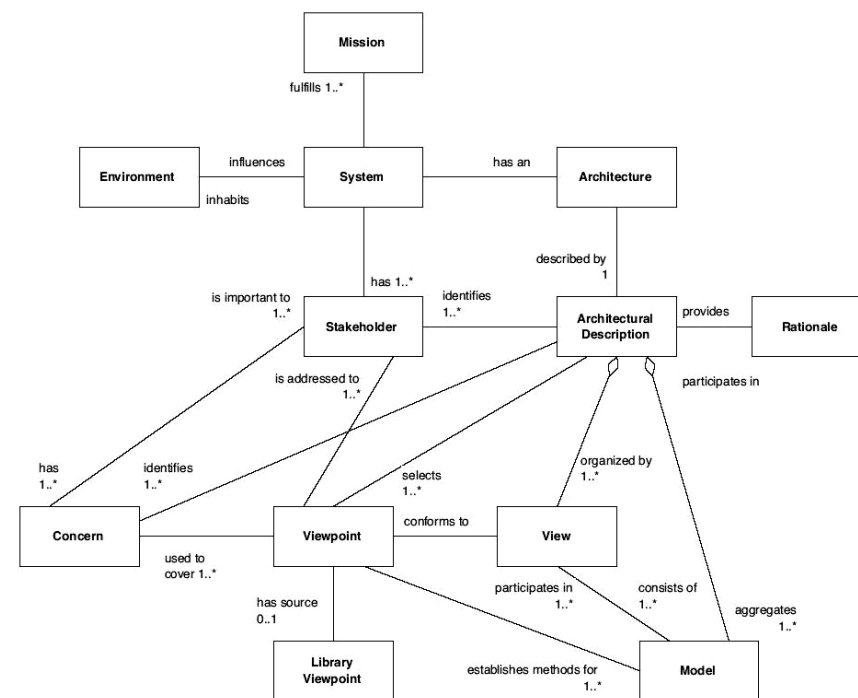


Рис. 2.2

Модельное описание архитектуры предприятия обеспечивает возможность своевременной актуализации взаимосвязанных моделей, внесение изменений в бизнес-правила, элементы моделей, а использование стандартных но-

таций и языков описания моделей гарантирует качество проектируемой информационной системы.

Предприятие – сложная система. Согласно методике TOGAF, модели архитектуры предприятия структурированы по уровням – рис. 2.3. Для предприятия предварительно (Preliminary) устанавливаются принципы построения архитектуры (Architecture Principles), дается описание бизнес-стратегий (Business Strategy), технологических стратегий (Technology Strategy), устанавливается состав заинтересованных лиц (Stakeholders), задаются бизнес-правила, стратегические цели и задачи, определяются критические факторы успеха (Business Principles, Objectives, Drivers). В результате этого формируется архитектурное видение (Architecture Vision) предприятия.

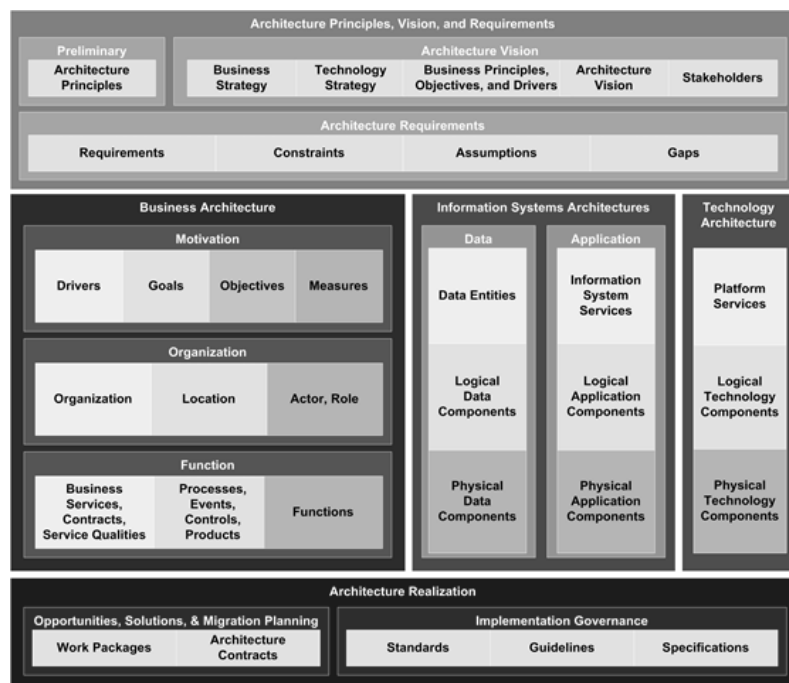


Рис. 2.3

Бизнес-архитектура (Business Architecture) представлена совокупностью моделей: *Мотиваций* (Motivation), *Организационной структуры* (Organization), *Функций* (Function), – которая включает модели процессов, событий, управле-

ния, продуктов. Архитектура информационной системы (Information Systems Architecture) объединяет модели двух видов:

- 1) данных/информации (Data): сущности (Data Entity), логической структуры данных (Logical Data Components) и физической структуры данных (Physical Data Components);
- 2) приложений (Application), к ним относятся: модель сервисов информационной системы (Information System Services), логические компоненты приложений (Logical Application Components) и физические компоненты приложений (Physical Application Components).

Технологическая архитектура (Technology Architecture) описывает платформу для сервисов (Platform Services), логические компоненты технологий (Logical Application Components) и физические компоненты технологий (Physical Application Components).

В ходе проектирования информационной системы часто выполняются модернизация системы управления, реинжиниринг бизнес-процессов, изменяются бизнес-стратегии, оргструктура системы управления и др., что приводит к изменениям бизнес-архитектуры предприятия и требований к информационной системе, а следовательно, приведет к изменениям других архитектурных моделей. При построении моделей архитектуры применяется метод проектирования «сверху вниз» или «от общего к частному». Это позволяет существенно ускорить и упростить проектные решения без существенной потери их качества или темпов проектных работ. В моделях присутствуют сначала только главные элементы и в том количестве, которое необходимо для определения набора требований к архитектуре предприятия на очередной итерации. Для сокращения трудоемкости проектных работ используется *объектно-ориентированный подход*, который обеспечивает декомпозицию и повторное применение базовых элементов моделей. Часто используются готовые референсные модели определенного вида, которые анализируются на предмет выбора соответствующих им конвергентные ИКТ. Наиболее известная стандартная референсная модель Generalized Enterprise Reference Architecture and Methodology (GERAM)¹.

На базе совокупности моделей архитектуры предприятия выполняется имитационное моделирование эффективности бизнес-процессов, дается оценка

¹ ГОСТ Р ИСО 15704-2008. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия.

соответствия проектных решений информационной системы требованиям бизнеса. Достижение эффективности информационных процессов требует моделирования элементов ИТ-инфраструктуры, структуры данных для выбранных ИКТ. Общая схема процесса итерационного модельного проектирования представлена на рис. 2.4.

Критерием успешности проекта информационной системы является эффективность бизнеса, обусловленная внедрением новых ИКТ.

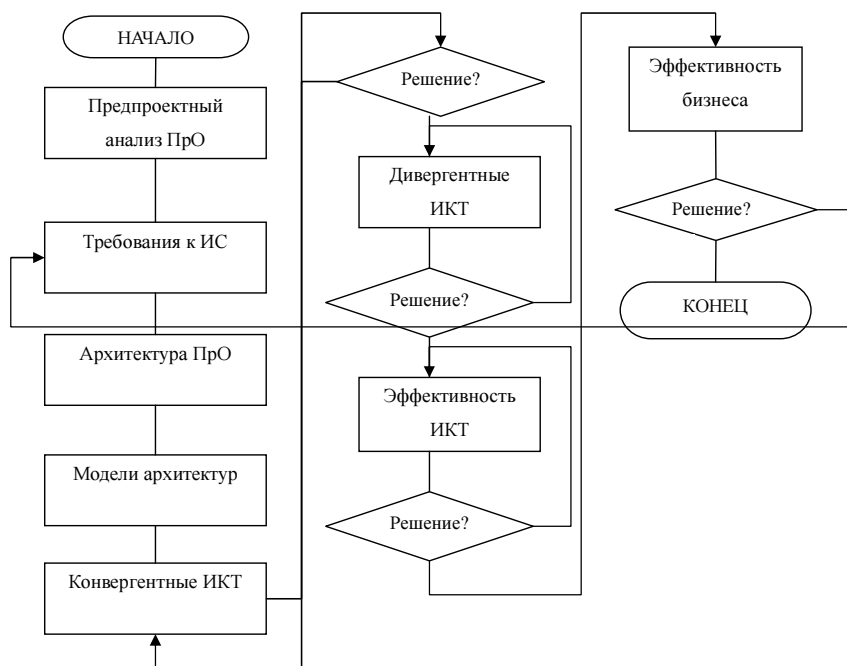


Рис. 2.4

Анализ и выбор ИКТ осуществляется следующим образом. Для построенных моделей архитектуры предприятия создается список конвергентных ИКТ – обладают функциональным подобием. Среди ИКТ отбираются те, которые удовлетворяют требования пользователей и обеспечивают надежность, удобство применения, технические требования эксплуатации и экономической эффективности, что приводит к сокращению разнообразия применяемых ИКТ.

Далее выполняется детальный анализ соответствия выбранных ИКТ специфике предметной области, уточняются дивергентные свойства ИКТ. В результате уточняется спецификация свойств ИКТ.

Общесистемными принципами проектирования информационных систем являются следующие:

I. Согласованность бизнес-стратегии и ИТ-стратегии

ИТ-стратегии выражают концепцию информатизации, ориентированы на архитектуру предприятия, которая обеспечивает эффективное функционирование бизнес-системы в соответствии с выбранными бизнес-стратегиями и поставленными бизнес-целями. Для разработки ИТ-стратегии требуется достаточно глубоко изучить предметную область – бизнес-систему (основные направления деятельности, отраслевая специфика бизнеса, бизнес-процессы, оргструктура и т.п.), хорошо понимать бизнес-стратегии, место информационной системы в деятельности организации. Следует обозначить проблемы в системе управления, решение которых возможно с помощью ИКТ. Проектирование информационной системы следует рассматривать как реализацию ключевых факторов успеха для достижения бизнес-целей. Целевое назначение информационной системы весьма широко – информационная поддержка функций системы управления; автоматизация выполнения бизнес-процессов; повышение качества управляющей информации; экономическая эффективность применения ИКТ и др.

Для согласования бизнес-целей (БЦ) и цели информатизации (ИТ-Ц) можно построить «матрицу согласия» – рис. 2.5.

Бизнес-стратегии	ИТ-стратегии					Ранг БЦ
	ИТ-Ц1	ИТ-Ц2		ИТ-Цn	ИТ-Цz	
БЦ1						
БЦ2						
БЦ k						
БЦ m						
Ранг ИТ-Ц						

Рис. 2.5

Значение элемента матрицы:

1 – ИТ-Ц способствует достижению БЦ;

0 – ИТ-Ц не оказывает влияния на достижение БЦ;

-1 – ИТ-Ц не способствует достижению БЦ.

Матрица согласия позволяет выполнить качественный и количественный анализ согласования разнородных целей. Особое внимание следует обратить на ИТ-Ц, которые имеют отрицательное влияние на БЦ. Количественный анализ предполагает вычисление рангов для БЦ и ИТ-Ц – суммы по строкам и столбцам матрицы. Сумма по столбцу показывает значимость ИТ-целей для бизнес-стратегии; сумма по строке свидетельствует о зависимости бизнес-цели от информатизации.

II. Архитектурный подход к разработке информационной системы

Согласно стандарту IEEE 1471: «Архитектура – это фундаментальная организация системы, реализованная в её компонентах, их взаимоотношениях друг с другом и средой и принципах, определяющих её конструкцию и развитие».

Архитектура информационной системы – концепция, определяющая модель, структуру, выполняемые функции и взаимосвязь компонентов информационной системы, она «накрывает» архитектуру информации, приложений и инфраструктуры, но использует из них фундаментальные основы.

Структурно информационная система состоит из функциональных и обеспечивающих подсистем. Для функциональных подсистем фундаментальной основой являются методы и функционал управления, например, стандарт MRP II или концепция CRM. Функциональные подсистемы информационной системы тесно связаны с бизнес-архитектурой, диктуют требования и ограничения для обеспечивающих подсистем информационной системы.

Наиболее приемлем следующий набор архитектурных моделей:

- организационной структуры – иерархическая диаграмма;
- ролей-участников информационной системы;
- бизнес-процессов (на языке BPMN, UML);
- управленческой функции (диаграмма PDCA);
- структуры данных предметной области (диаграмма ERD, Entity-Relationship Diagram);
- схемы информационных потоков (диаграмма DFD, Data Flow Diagram);

- структуры данных документов (на языке XML);
- классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (на языке XML);
- технологических процессов сбора, регистрации, передачи, хранения, обработки и выдачи информации;
- вычислительной системы;
- компьютерной сети и др.

Проектирование информационной системы состоит в целенаправленном изменении архитектуры приложений, информации (данных) и ИТ-инфраструктуры в рамках заданной бизнес-архитектуры. Модели могут иметь статус «As Is» – настоящее состояние архитектуры и «To Be» – будущее состояние после внедрения информационной системы.

III. Формулирование и управление требованиями

При проектировании информационной системы важно собрать и обобщить требования со стороны различных пользователей. Управление требованиями – процесс, включающий идентификацию, выявление, документирование, анализ, отслеживание, приоритизацию требований, достижение соглашения по требованиям и затем управление изменениями и уведомление соответствующих заинтересованных лиц.

Требования можно классифицировать на требования пользователя, системные требования и инструментальные требования. Требования пользователей являются основой для формулирования функциональных требований, они имеют четко выраженные цели. Анализ требований на осуществимость позволяет определить стоимость и трудоемкость реализации требований, оценить предполагаемый эффект. Для требований разрабатывают прототип реализации, который подвергается итерационному тестированию. Управление требованиями выполняется непрерывно на протяжении всего проекта разработки программного обеспечения.

Наилучшим считается требование, которое характеризуется как корректное, полное, однозначное, совместимое с другими требованиями, проверяемое, выполнимое, модульное (блочное) и независимое от средств реализации.

Компания IBM Rational Software уделяет огромное внимание управлению требованиями. Она предложила ряд практических действий по совершенствованию требований:

1. Структурирование требований на фрагменты с целью избежать дублирования.
2. Документирование требований и контроль их изменений.
3. Контроль за ограничениями для функциональных и нефункциональных требований. Функциональные требования направлены на информационное обеспечение управления, поэтому задается обязательный функционал для проектируемой информационной системы. Нефункциональные требования определяют производительность, интерфейсы сопряжения, защищенность, безопасность, надежность, работоспособность, ремонтпригодность; для них должны быть заданы диапазоны допустимых значений.
4. Визуализация и моделирование требований для придания им убедительности.
5. Тестирование требований, разработка системы тестов для проверки реализованных требований.
6. Приоритезация требований, установление связи требований с бизнес-целями.
7. Контроль за изменениями требований.
8. Использование индикаторов, метрик, тенденций для целей мониторинга выполнения требований.
9. Примеры хороших требований, стандартизация требований.
10. Повторное использование требований.

Требования бизнес-системы являются исходными данными для построения нового варианта архитектуры предприятия. Требования к ИТ-системе оформляются с помощью различных нотаций, например, на языке SysML – языке системного моделирования, расширения подмножества языка унифицированного моделирования UML. Поддержание в актуальном состоянии заявленных требований и контроль за их адекватной и своевременной реализацией создают основу для обеспечения качества проектных решений.

IV. Гибкость и итеративность проектных решений

Проект информационной системы – уникальное временное целенаправленное мероприятие, ограниченное по бюджету и трудовым ресурсам. Существуют различные проектные методологии: гибкие (Agile) и формализованные: IBM Rational Unified Process, или RUP, и Microsoft Solution Framework, или MSF.

Методология разработки Agile объединяет ряд методик: Agile Modeling, Agile Unified Process (AUP), Agile Data Method, Essential Unified Process (EssUP), Экстремальное программирование (Extreme programming, XP), Open Unified Process (OpenUP), Scrum, Бережливая разработка программного обеспечения (Lean Software Development) и др. Манифест Agile Manifesto провозгласил базовые идеи гибкой методологии. Главным приоритетом является удовлетворение заказчика посредством ранней и непрерывной поставки работоспособного программного обеспечения. Допустимы меняющиеся требования к информационной системе, но для их отработки необходимы гибкие процессы. Работоспособное программное обеспечение для информационной системы должно достаточно часто демонстрироваться заказчику. В работе над проектом информационной системы необходимо участие представителей бизнеса наряду с разработчиками, проект информационной системы должен быть ориентирован на удовлетворение требований мотивированных личностей. Обязательно периодическое проведение анализа результатов деятельности проектной команды и др. Подобная гибкая методология управления ИТ-проектом обеспечивает минимизацию проектных рисков за счет итерационных циклов. Ограничением этих методологий является размер команды разработчиков, она пригодна для небольших команд проекта.

Методология RUP поддерживает модель жизненного цикла программного продукта, обладает рядом характерных особенностей:

- итеративный процесс разработки;
- разработка архитектуры программного решения;
- процессный подход к разработке программного решения;
- анализ и реализация требований в виде диаграмм Use Case.

Все процессы программной инженерии структурированы на работы, выполняемые с помощью основных и поддерживающих процессов – рис. 2.6.

RUP выделяет стадии (фазы) жизненного цикла при создании программного решения:

- Начало (Inception): *Что создается?* Обоснование концепции построения программной системы, выявление высокоуровневых требований, оценка экономической целесообразности.
- Уточнение плана (Elaboration): *Как создается?* Уточняются требования и архитектура программного продукта.
- Конструирование (Construction): Разработка и тестирование программного продукта. Подготовка релиза.

- Внедрение (Transition): Приемка-передача созданного решения.
- Основные процессы соответствуют различным аспектам проектной деятельности по разработке программного обеспечения. Трудоемкость выполнения работ определенного процесса меняется при переходе на разные стадии, внутри которых выполняются *итерации* – последовательности действий, проверяемых по определенному критерию завершения – работоспособность релиза программной системы.

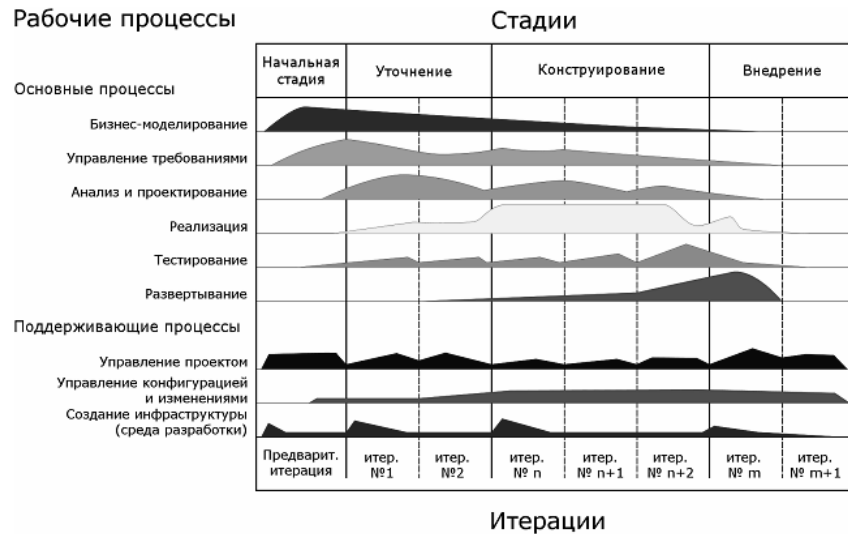


Рис. 2.6

Методология MSF представляет собой комплексный подход к процессам разработки программного обеспечения, имеет два варианта построения метамодели процессов разработки программного обеспечения:

- Agile – гибкая технология управления проектами;
- Formal (CMMI) – управление проектами на базе модели зрелости процессов.

В MSF вошли модели проектной группы и процессов, а также базовые дисциплины управления: проектами, рисками и подготовкой проектных решений. Решающее значение для успеха проекта имеет организация команды проекта. Модель MSF Team Model содержит ролевые кластеры (управление программой, управление продуктом, разработка, тестирование, управление рели-

зом, удовлетворение потребителя), которые соответствуют целям проекта, определяет области *компетенции* и зоны *ответственности* членов команды проекта, ключевые концепции: команда равных, нацеленность на конечный результат, стремление к самосовершенствованию и др.

Модели процессов MSF объединяют каскадную (waterfall) и спиральную (spiral) модели жизненного цикла программного продукта, применяется итеративный подход в разработке и внедрении программных решений.

Основные фазы модели процесса разработки: *Выработка концепции* (Envisioning), *Планирование* (Planning), *Разработка* (Developing), *Стабилизация* (Stabilizing), *Внедрение* (Deploying). Для каждой фазы модели процессов определены артефакты – стандартные документы, ролевые кластеры, выделены промежуточные и окончательные вехи. Начало работы над проектом связано с построением, тестированием и внедрением базовой функциональности программного обеспечения информационной системы, поддерживается стратегия версионирования, направленная на постепенное расширение функциональности программного продукта.

Управление *рисками* в MSF основано на превентивном (упреждающем) подходе к работе с рисками в условиях их неопределенности, непрерывном оценивании рисков на протяжении жизненного цикла проекта. Для успешного активного управления рисками необходимо их идентификация, анализ, планирование и реализация стратегий по их профилактике и смягчению возможных последствий.

Управление *проектом* по созданию информационной системы основано на выполнении заявленных требований и выполнении ограничений по срокам и бюджету проекта. Основу управления проектом составляют Project Management Body of Knowledge (PMBOK), стандарты ISO 10006 «Руководство качеством при управлении проектами», PRINCE2 (PRojects IN a Controlled Environment), национальные стандарты NASA Project Management (США), DIN 69901 (Германия), P2M (Япония) и др.

Управление *подготовкой* MSF посвящено формированию знаний, профессиональных компетенций для планирования, создания и сопровождения проектных решений.

Согласно приведенной на рис. 2.4 общей схеме процесса итерационного модельного проектирования информационной системы, выбор дивергентных и

конвергентных ИКТ в качестве проектных решений выполняется на соответствующих фазах (стадиях) проекта.

ИКТ как объект проектирования описывается набором свойств, которые можно классифицировать следующим образом:

- 1) бизнес-приложение – соответствие бизнес-процессам, функциям управления;
- 2) информационное обеспечение – состав и структура информационных сообщений (документов, баз данных, файлов), используемых ИКТ;
- 3) программное обеспечение – базовое и прикладное программное обеспечение ИКТ;
- 4) ИТ-инфраструктура – технический комплекс для поддержки ИКТ;
- 5) эксплуатационные характеристики – производительность ИКТ, затраты на эксплуатацию.

V. Соответствие проектных решений информационной системы стандартам взаимодействия открытых систем

Взаимодействие открытых систем (ВОС) предполагает обеспечение:

- переносимости приложений (portability) – кроссплатформенность;
- интероперабельности приложений (interoperability) – возможность совместного использования информации и ресурсов компонентами распределенной системы;
- масштабируемости приложений (scalability), их независимости от физических размеров системы (технических параметров).

ИТ-решения должны опираться на стандарты ВОС и рекомендации для открытых систем: *международные* стандарты, принятые ISO; *функциональные* стандарты, охватывающие несколько базовых стандартов или профилей; *эталонные модели* (Reference Model) предметных областей, в которых содержатся объекты, определяющие концептуальную основу для информационного взаимодействия с внешними информационными системами.

Эталонная модель среды открытой системы – Open System Environment Reference Model – OSE/RM, предложенная комитетом IEEE POSIX 1003.0, является многомерной. Объекты модели: приложения; платформа; внешняя среда и интерфейсы. Функциональные компоненты эталонной модели представлены в виде различных служб: операционной системы, интерфейса «человек-машина», управления и обмена данными, машинной графики, компьютерной сети. Обес-

печивающие компоненты эталонной модели – служба поддержки разработки программного обеспечения, служба защиты информации, служба интернационализации и служба распределенной обработки.

Для различных предметных областей разработаны эталонные модели, определяющие концептуальную и методологическую основы ИКТ, структуру базовых спецификаций. Наиболее известными эталонными моделями являются:

- базовая эталонная модель взаимосвязи открытых систем (Basic Reference Model for Open Systems Interconnection – RM-OSI);
- эталонная модель для открытой распределенной обработки (Reference Model for Open Distributed Processing – RM-ODP);
- эталонная модель управления данными (Reference Model for Data Management – RM DF).

Выводы:

1. Архитектура предприятия представляется с помощью системы моделей, для которых используются соответствующие языковые средства и нотации.
2. Функциональные требования к информационной системе обусловлены бизнес-стратегиями, которые представлены с помощью моделей архитектуры бизнеса. Нефункциональные требования.
3. Проект информационной системы состоит в реализации архитектурных решений в части приложений и данных, ИТ-инфраструктуры.
4. Системные принципы процесса проектирования являются минимально необходимыми для получения значимого решения.
5. Продукт информационной системы – совокупность информационных и программных сервисов, реализованных с помощью конвергентных и дивергентных ИКТ.

2.2. Интеграция информационных ресурсов и приложений информационно-коммуникационных технологий

Информационные ресурсы

Создание разнородных информационных ресурсов предприятия, использование различных аппаратно-программных платформ и моделей данных, с одной стороны, являются следствием бессистемной автоматизации предприятий. Это