ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р ИСО 15704— 2008**

# Промышленные автоматизированные системы

# ТРЕБОВАНИЯ К СТАНДАРТНЫМ АРХИТЕКТУРАМ И МЕТОДОЛОГИЯМ ПРЕДПРИЯТИЯ

**ISO 15704:2000**
**Industrial automation systems — Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies**
**(IDT)**

**Издание официальное**

БЗ 11—2008/387

Москва
Стандартинформ
2010

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

**Сведения о стандарте**

1 ПОДГОТОВЛЕН Научно-исследовательским институтом «ИНТЕК» на основе собственного аутентичного перевода стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 100 «Стратегический и инновационный менеджмент»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 621-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 15704:2000 «Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам предприятия и методологиям» (ISO 15704:2000 «Industrial automation systems — Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies»)

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

© Стандартинформ, 2010

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . . . 1
3 Термины и определения . . . . . 1
4 Требования к стандартным архитектурам предприятия и методологиям . . . . . 3
4.1 Приемлемость и охват типов объектов предприятия . . . . . 3
4.2 Понятия . . . . . 3
4.3 Компоненты стандартных архитектур предприятия . . . . . 5
4.4 Представление . . . . . 6
4.5 Словарь . . . . . 6
5 Полнота и соответствие . . . . . 6
Приложение А (справочное) GERAM: Обобщенная стандартная архитектура предприятия и методологии . . . . . 7
Приложение В (справочное) Экономическое представление в архитектуре системы CIM . . . . . 34
Приложение С (справочное) Представление принятия решений модели предприятия . . . . . 40
Библиография . . . . . 47

## Введение

### 1 Обоснование стандартных архитектур предприятия и методологий

Промышленные предприятия разрабатывают и изменяют производственные методы, обеспечивающие повышение производительности на внутренних и международных рынках. При функционировании предприятия широко применяют самые различные ресурсы, например, людские, информационные системы и автоматизированное оборудование. Отдельно и в комбинации друг с другом эти ресурсы обеспечивают достижение функциональных возможностей, необходимых для ускорения производственных процессов и составляющих их видов деятельности. В рамках предприятия ресурсы должны быть организованы и направлены на выполнение поставленной цели. Это требует наличия приемлемых производственных правил и организационных структур, позволяющих предприятию предоставлять своим потребителям продукцию и услуги, соответствующие согласованным критериям.

Предприятия работают в неопределенных рыночных и внешних условиях, поэтому процесс инжиниринга предприятия должен носить постоянный характер. Это означает, что персонал предприятия выполняет самые различные функции в рамках концепции предприятия и постоянной миссии производственных правил, производственных процессов, организационных структур, поддержки ресурсов и услуг. Из-за высокого уровня сложности процессов инжиниринга предприятия постоянно возникает необходимость в применении средств, обеспечивающих проведение оценки, структуризацию, координацию и поддержку процессов инжиниринга.

Стандартные архитектуры предприятия, подкрепленные стандартными методологиями, обеспечивают общие приемлемые методы для организации и координации проектов в области инжиниринга. Принимая и адаптируя в соответствии с производственными потребностями стандартную методологию и архитектуру, персонал предприятия может участвовать в инжиниринговых проектах предприятия, улучшая деятельность предприятия и применение имеющихся ресурсов. В результате принятия стандартной методологии, архитектуры и инструментальных средств персонал получает возможность повторного использования четких проектов и моделей предприятия для инжиниринга на постоянной основе с целью дальнейшего улучшение деятельности.

Следовательно, инжиниринг предприятия и наличие стандартной основы для интеграции, обеспечивающих разработку методологий и поддерживающих технологий, с помощью которых можно решить проблему интеграции предприятия, имеют жизненно важное значение. В работе целевой группы по архитектурам для интеграции предприятий IFAC/IFIP (Международная федерация автоматизированного управления/ Международная федерация по обработке информации) и многих других аналогичных организаций в мире особое внимание в последнее время уделяют решению этой проблемы с целью достижения общего необходимого решения. Эти организации подтвердили возможность разработки такой стандартной базы, подкрепленной стандартной архитектурой предприятия, которая:

a) способна моделировать всю хронологическую последовательность жизненного цикла проекта интеграции предприятия от первоначального его зарождения через определение, функциональное проектирование или разработку спецификации, подробное проектирование, применение или строительство, а также эксплуатацию вплоть до вывода из эксплуатации или устаревания;

b) распространяется на весь персонал, процессы и оборудование, которые участвуют в выполнении, менеджменте и контролировании миссии предприятия.

Следует отметить, что действие стандартных архитектур предприятия распространяется на структурную организацию разработки и внедрения проекта или программы, например, интеграцию предприятия или другой программы развития предприятия. В отличие от таких стандартных архитектур предприятия действие системных архитектур распространяется на структурное обустройство (проектирование) системы; например, на часть компьютеризированной системы управления всей системы интеграции предприятия.

Целевая группа по архитектурам для интеграции предприятий IFAC/IFIP разработала определение полной, обобщенной стандартной архитектуры предприятия и методологии и назвала его GERAM (описание приведено в приложении А). Требования GERAM использованы в качестве примера требований, установленных настоящим стандартом.

### 2 Ключевые принципы интеграции предприятия

В результате работы целевой группы по архитектурам для интеграции предприятий IFAC/IFIP было разработано несколько концепций, характеризующих характер стандартных архитектур предприятий и методологий, которые могут значительно упростить, интегрировать и расширить работу, связанную с инжинирингом предприятия. Эта работа привела к разработке архитектуры GERAM, способной оказать помощь специалистам, планирующим, проектирующим и внедряющим сложные проекты интеграции предприятий.

Ключевые принципы стандартной архитектуры предприятия описаны ниже для обеспечения основы, необходимой для выполнения требований, установленных в разделе 4.

**2.1 Возможность применения для всех предприятий**

Предыдущая работа в области CIM (компьютеризированное интегрированное производство) и интеграции предприятий ограничивалась в основном областью производства дискретных частей, компьютерами и обработкой информации. Однако основные принципы интеграции предприятий распространяются на любое предприятие, независимо от его размера и назначения или других подобных признаков, а также на все аспекты предприятия. Кроме того, ограничение рассмотрение об интеграции только с точки зрения информационных систем и систем управления оказалось неправильным. Проблемы зачастую возникают при определении миссии предприятия, они связаны с производственной деятельностью, потребительской продукцией и оказанием услуг или с человеческим фактором и организацией. Решение этих проблем значительно облегчает решение общей проблемы. Другими словами, общее решение невозможно без наличия информации, культуры и миссии предприятия.

Стандартная архитектура может распространяться на самые различные типы предприятий путем рассмотрения производства как вида потребительской услуги, обеспечивающей концепцию, разработку, проектирование, модификацию, производство и поставку товаров потребителю. Таким образом, область архитектуры, ответственная за выполнение миссии предприятия, представляет собой потребительскую услугу, оказываемую любым предприятием, даже если эта услуга предусматривает поставку потребителю продукции информационного типа.

**2.2 Идентификация предприятия и определение миссии**

Ни одно предприятие не может существовать в течение продолжительного периода времени без коммерческой деятельности или миссии, то есть, оно должно производить продукцию или оказывать услуги, необходимые потребителям. Предприятие, как правило, производит продукцию или оказывает услуги в условиях конкуренции с другими предприятиями. Следовательно, идентификация предприятия и определение его миссии являются существенной частью любого проекта интеграции предприятия.

**2.3 Разделение функций по выполнению миссии от функций по управлению миссией**

Существует только два основных класса функций, участвующих в операционной деятельности любого предприятия. Они описаны ниже:

a) Первый класс включает в себя функции, связанные с выполнением миссии, то есть процессами, производящими продукцию или оказывающими услуги. На производственном предприятии этот класс включает в себя все материалы и задачи по преобразованию энергии, а также движению и хранению материалов, источников энергии, продукции, находящейся как в процессе производства, так и готовой продукции, услуг.

b) Второй класс включает в себя функции, связанные с менеджментом и управлением выполнения миссии для достижения необходимого экономического или другого эффекта, обеспечивающего жизнеспособность или непрерывную успешную работу предприятия. Этот класс функций включает в себя сбор, хранение и использование (преобразование) информации, обеспечивающей управление производственными процессами, то есть, разработку и внедрение необходимых изменений в бизнес-процессы для достижения и поддержания их требуемого выполнения. Управление миссией включает в себя планирование, разработку сетевого графика, управление, менеджмент данных и соответствующие им функции.

**2.4 Идентификация структуры процесса**

Деятельность предприятия включает в себя самые разные преобразования материала, энергии и информации, которые можно подразделить на два отличных друг от друга класса: к первому относится преобразование информации, а ко второму преобразование материала и энергии. Такие трансформации осуществляются в результате выполнения многих различных видов работ, которые выполняются как одновременно, так и последовательно в рамках эквивалентных процессов. Процессы обоих классов взаимодействуют друг с другом в таких видах деятельности, которые запрашивают и поставляют информацию, а также в тех, которые выдают производственные команды. В комбинации эти преобразования определяют общую функциональность рассматриваемого предприятия.

**2.5 Идентификация содержания процесса**

По многим техническим, экономическим и социальным причинам люди участвуют во внедрении и выполнении многих производственных процессов всех типов обоих классов, упомянутых в 2.4. Другие производственные процессы могут быть автоматизированы и механизированы. Существует только три класса, обеспечивающих выполнение задач или бизнес процессов:

a) информационные или управленческие виды деятельности, которые могут быть автоматизированы с помощью компьютеров или других средств управления;

b) виды деятельности, связанные с миссией, которые могут быть автоматизированы с помощью оборудования, предназначенного для выполнения миссии;

c) виды деятельности, выполняемые людьми независимо от класса информации и управления или выполнения миссии.

Представляется целесообразным иметь простой способ, демонстрирующий, где и как человеческий фактор вписывается в предприятие и как достигается распределение функций между людьми и оборудованием.

**2.6 Признание этапов жизненного цикла предприятий**

Любое предприятие, независимо от типа, следует своему жизненному циклу от первоначального зарождения идеи предпринимателя через ряд различных этапов, включая разработку, проектирование, создание, эксплуатацию и обслуживание, модернизацию или устаревание и окончательную утилизацию.

«Жизненный цикл предприятий» распространяется не только на предприятие, но и на продукцию предприятия. Кроме того, одно предприятие может быть продуктом другого предприятия. Так, производственное предприятие, построенное предприятием может рассматриваться как ее продукция. Производственное предприятие затем производит свой продукт, например, автомобиль. Автомобиль имеет собственный жизненный цикл, который проходит аналогичные этапы, рассмотренные в настоящем стандарте (см. 2.1).

Представляется возможным провести четкое различие между этапами жизненного цикла, которые распространяются на создание и модификацию (их разработку, проектирование, строительство и т. д.) и эксплуатацию производственных объектов. Такое различие дает возможность осуществить упорядоченный переход от инжиниринговой среды к операционной, обеспечивая проведение валидации, испытаний и получение результатов инжиниринга до функционирования.

**2.7 Эволюционный подход к интеграции предприятия**

Интеграция всех информационных функций и функций, обеспечивающих производство потребительской продукции и оказание услуг, может быть частью генерального плана. Фактическое выполнение такой интеграции может подразделяться на несколько скоординированных проектов, которые отвечают финансовым, физическим и техническим возможностям предприятия. Такие проекты осуществляются индивидуально или коллективно, насколько позволяют имеющиеся ресурсы, при соблюдении генерального плана.

**2.8 Модульность**

В связи с серьезным характером проектов интеграции предприятия модульность должна по мере возможности получать самое широкое распространение. Учитывая это, представляется целесообразным определять все виды деятельности модульным образом наряду с их необходимыми взаимосвязями так, чтобы они впоследствии могли быть взаимозаменяемыми с другими видами деятельности, выполняющими аналогичные функции, но различным образом. Аналогично эти заменяющие виды деятельности будут также применяться модульным образом, обеспечивая впоследствии их замену другими отличными методами выполнения одной и той же функции. Выбор таких методов выполнения может определяться независимыми методами проектирования и оптимизации при соблюдении требований, установленных для данного вида деятельности.

При применении такого модульного подхода взаимосвязи между этими модулями могут рассматриваться как интерфейсы. Если интерфейсы установлены и внедрены с применением стандартов, согласованных компанией, сектором промышленности на национальном и/или международном уровне, процессы взаимообмена и замены, упомянутые выше, будут существенно упрощены.

**3 Цель и преимущества развития стандартных архитектур предприятия и методологий**

Стандартная архитектура предприятия, ее методологии и соответствующие технологии инжиниринга предприятия, соответствующие требованиям настоящего стандарта, позволят группе планирования интеграции предприятия определить и разработать план действий, характеризующийся полнотой, точностью и должной ориентацией на перспективы в будущем и выполняемый с минимальными затратами средств, людских ресурсов и капитала. Такой план действий предусматривает:

a) описание необходимых задач;

b) определение необходимого объема информации;

c) взаимодействие между персоналом, процессами и оборудованием с учетом рассматриваемой интеграции;

d) определение вопросов менеджмента;

e) принятие во внимание соответствующих экономических, культурных и технических факторов;

f) подробное определение необходимой степени компьютерной поддержки;

g) моделирование процессно-ориентированной поддержки, способной моделировать всю историю жизни предприятия.

**4 Преимущества настоящего стандарта**

Требования настоящего стандарта к стандартной архитектуре предприятия и методологии позволяют проверять стандартную архитектуру специфического предприятия и его методологию на предмет полноты в отношении настоящей и будущей целей. Настоящий стандарт оказывает содействие в руководстве процессом их развития. Это преимущество наиболее важно для любой группы, ответственной за улучшение инфраструктуры предприятия или его процессов. Для такой группы целесообразно выбрать или создать свою собственную стандартную архитектуру с терминологией, относящейся непосредственно к рассматриваемой компании, сектору промышленности и культуре. Настоящий стандарт оказывает содействие в выборе или создании такой архитектуры.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Промышленные автоматизированные системы**

# ТРЕБОВАНИЯ К СТАНДАРТНЫМ АРХИТЕКТУРАМ И МЕТОДОЛОГИЯМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Industrial automation systems. Requirements for enterprise-reference architectures and methodologies

**Дата введения — 2010—01—01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к стандартным архитектурам предприятия и методологиям, а также требования по их соответствию полному (завершенному) представлению стандартной архитектуры предприятия и методологиям.

Область применения стандартных архитектур предприятия и методологий распространяется на следующие составные части, обязательные для выполнения всех типов проектов по созданию предприятий, а также на любые изменяющиеся проекты, необходимые в течение всего срока жизни предприятия, включая:

a) создание предприятия;

b) выполнение работ по реструктуризации предприятия и

c) нарастающие изменения, распространяющиеся только на части жизненного цикла предприятия.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие нормативные документы содержат положения, которые в виде ссылок содержатся в положениях настоящего стандарта. Для ссылок с установленной датой используют только эти документы. Однако сторонам — участницам соглашений, заключенных на основе настоящего стандарта, предлагается рассмотреть возможность применения самых последних изданий нормативных документов, указанных ниже. Для не датированных ссылок применяют последнее издание нормативного документа. Члены ИСО и МЭК ведут реестры действующих в настоящее время международных стандартов.

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие международные стандарты:

ИСО 14258:1998 — Промышленные автоматизированные системы — Концепции и правила для моделей предприятия

ИСО 14258:1998 — Промышленные автоматизированные системы — Концепции и правила для моделей предприятия. Изменение 1[1)]

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **деятельность:** Все или часть функций, выполняемых предприятием.

Примечание — Деятельность предприятия включает в себя элементарные задачи, выполняемые на предприятии, которые используют входы, требуют времени и ресурсов для производства выходов.

---

[1)] Изменение 1 включено в текст ГОСТ Р ИСО 14258—2008. Соответствующий национальный стандарт находится в стадии разработки.

**Издание официальное**

3.2 **архитектура:** Описание (модель) основного устройства (структуры) и связей частей системы (физического или концептуального объекта или сущности).

Примечание — Существует только два типа архитектур, имеющих отношение к интеграции предприятия, а именно:

a) системные архитектуры (называемые иногда архитектурами «типа 1»), действие которых распространяется на проектирование системы, например, на компьютеризированную, являющуюся частью системы интеграции предприятия;

b) стандартные проекты предприятия (называемые иногда архитектурами «типа 2»), действие которых распространяется на организацию разработки и выполнения проекта, например, интеграцию предприятия или другую программу развития предприятия.

3.3 **признак (атрибут):** Часть информации, устанавливающей свойство сущности (объекта).

Примечание — Признак моделирует присущее чему-либо свойство, например, геометрию детали, состояние инструмента или квалификацию рабочего.

3.4 **поведение:** Реакция или действие всей системы или ее частей.

3.5 **бизнес-процесс:** Частично упорядоченный набор видов деятельности предприятия, который выполняют для реализации установленной цели предприятия или части предприятия с тем, чтобы достичь необходимый конечный результат.

3.6 **предприятия:** Одна или несколько организаций, разделяющих определенную миссию, цели и задачи для получения выхода (результата) в виде продукции или услуги.

Примечание — Этот термин включает в себя такие связанные понятия, как «расширенное предприятие» или «виртуальное предприятие».

3.7 **инжиниринг предприятия:** Дисциплина, применяемая для выполнения любых работ по созданию, изменению или реорганизации любого предприятия.

3.8 **модель предприятия:** Представление о том, чего предприятие планирует достичь и как оно работает.

Примечание — Модель предприятия, которую применяют для повышения эффективности и результативности предприятия, идентификации основных элементов и их разложения до необходимой степени. Она устанавливает требования к информации, ресурсам и организационным аспектам этих элементов, а также обеспечивает предоставление информации, необходимой для определения требований к интегрированным информационным системам.

3.9 **среда, структура, основа:** Структурная диаграмма, увязывающая составные части концептуальной сущности друг с другом.

Примечание — Ни рассматриваемая структура, ни увязка частей друг с другом не имеют жизненного цикла или временной связи в отличие от стандартной архитектуры предприятия («тип 2»).

3.10 **общность:** Степень, до которой понятие является общим.

3.11 **жизненный цикл:** Конечный набор общих фаз и этапов, через которые система может проходить в течение своей истории жизни.

3.12 **история жизни:** Фактическая последовательность этапов, через которые прошла система в течение своей жизни.

3.13 **генеральный план:** Документация по планированию основных работ по инжинирингу и операциям, подготавливаемым до проведения любой крупной интеграции предприятия или другого системного проекта по инжинирингу.

Примечание — Генеральный план основывается на целях проекта и использует методы функционального и экономического анализа предварительного инжиниринга проекта для достижения первоначального проектного требования и подтверждения экономической целесообразности выполнения проекта.

3.14 **методология:** Набор инструкций (представленных в виде текста, компьютерных программ, инструментов и т. д.), являющихся поэтапной помощью для пользователя.

Примечание — При выполнении необходимых аспектов жизненного цикла проекта интеграции объекта методология устанавливает или описывает процессы инжиниринга предприятия и интеграции. Методология может учитывать любые социальные, политические и экономические аспекты.

3.15 **миссия:** Деятельность предприятия, предусматривающая производство потребительской продукции или услуги, ради которых оно было создано, механизм, посредством которого предприятие достигает своих целей и задач.

3.16 **модель:** Абстрактное представление реальности в любой форме (включая математическую, физическую, символическую, графическую или описательную) для представления определенного аспекта этой реальности для ответа на рассматриваемые вопросы.

Примечание — Модель может применяться для описания видов деятельности предприятия или различных этапов жизненного цикла предприятия (см. 3.8).

3.17 **организация:** Структура предприятия и распределение обязанностей и полномочий на предприятии.

3.18 **ресурс:** Сущность (объект) предприятия, обеспечивающая определенную или всю способность, необходимую для выполнения деятельности предприятия и/или бизнес-процесса.

3.19 **структура:** Определение связей между составными частями организации.

3.20 **система:** Совокупность предметов реального мира для установленной цели.

Примечание — Система характеризуется структурой и ее поведением.

## 4 Требования к стандартным архитектурам предприятия и методологиям

### 4.1 Приемлемость и охват типов объектов предприятия

#### 4.1.1 Обобщенность

Стандартные архитектуры предприятия и методологии способны оказать помощь и обеспечить структурирование описания, разработки, эксплуатации и организации любого понятного объекта (сущности) предприятия, системы, организации, продукта, процесса и поддерживающих их технологий. Существуют стандартные архитектуры, действие которых распространяется на какое-либо подмножество, и в связи с этим они ограничиваются специфическим классом или типом предприятия или систем (например, производство деталей, перерабатывающие секторы промышленности и информационные системы). Однако область деятельности таких стандартных архитектур и методологий должна быть четко и однозначно идентифицирована.

Методология, относящаяся к стандартной архитектуре, обеспечивает необходимые руководящие положения и методы менеджмента для начала и выполнения работ по проекту или программе развития и эксплуатации предприятия или объекта. Такая методология может основываться на применении модели или применяться без модели. То есть результатом процесса проектирования предприятия может быть разработка специфической модели предприятия или такая модель может не разрабатываться.

Стандартные архитектуры предприятия и методологии не должны базироваться на какой-либо одной единой методологии и сопутствующей ей архитектуре или среде (структуре). Потенциально существует много различных методологий и/или основ, которые могут применяться для этого. Внимание в первую очередь необходимо обратить на приемлемость и способность выполнять требования, установленные в настоящем стандарте.

Стандартные архитектуры и методологии идентифицируют концепции и составные части (компоненты) в соответствии с 4.2 и 4.3.

#### 4.1.2 Проектирование предприятия

Стандартные архитектуры предприятия и методологии идентифицируют виды деятельности, необходимые для управления, понимания, определения, описания, проектирования, выполнения, обслуживания и вывода из эксплуатации любой сущности предприятия (см. ИСО 14258, пункт 3.2.3 и подраздел 3.4).

#### 4.1.3 Работа предприятия

Стандартные архитектуры предприятия и методологии идентифицируют виды деятельности, необходимые для применения результатов инжиниринга предприятия непосредственно в работе. Такое использование может включать в себя основанные на модели операции по принятию решений, а также использующие модель операции по управлению и мониторингу.

### 4.2 Понятия

#### 4.2.1 Общая информация

Действия стандартных архитектур предприятия и методологий принимают во внимание роль человеческого фактора, описание процессов (функции и поведения) и представление всех поддерживающих технологий в течение жизненного цикла предприятия.

#### 4.2.2 Ориентация на человека

Стандартные архитектуры предприятия и методологии должны быть способны представлять такие человеческие аспекты, как организационные и рабочие роли, способности, профессиональные навыки, ноу-хау, компетенцию, обязанности, полномочия и отношение к организации.

**4.2.3 Ориентация на процесс**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии должны быть способны представлять работу предприятия с учетом ее функциональности и поведения. Такие представления обращают особое внимание на концепции жизненного цикла и историю жизни видов сущностей предприятия и поддерживают операции, ориентированные на процесс.

**4.2.4 Ориентация на технологию**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии должны быть способны представлять все технологии, применяемые в работе предприятия.

Примечание — Такое представление, установленное в 4.2.2 — 4.2.4, обеспечивает интеграцию организационных инфраструктур, применяемых для обеспечения инжиниринга предприятия и операций бизнес-процессов, ресурсных моделей предприятия (информационная технология, технология производства, офисная автоматизация и т. д.), моделей размещения средств, моделей системы информации, системы обмена информацией и логистики.

**4.2.5 Ориентация на выполнение миссии**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии должны быть способны представлять любой процесс и составляющие его виды деятельности, участвующие в выполнении установленной миссии предприятия, заключающейся в производстве продукции и услуг предприятия для потребителей.

**4.2.6 Ориентация на управление миссией**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии должны быть способны представлять любой процесс и составляющие его виды деятельности для осуществления менеджмента и управление установленной миссией предприятия в соответствии с критериями, определенными менеджментом предприятия.

**4.2.7 Среда моделирования предприятия**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии, основанные на модели, должны быть способны представлять моделируемые сущности в рамках концептуального пространства, определенного размерностями жизненного цикла, общности и модельными представлениями.

Примечание — Эти размерности дополнительно рассматриваются в ИСО 14258.

**4.2.8 Жизненный цикл**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии идентифицируют и представляют этапы жизненного цикла, относящиеся ко времени жизни любой сущности предприятия.

Примечание — Действие этапов жизненного цикла распространяется на все виды деятельности от зарождения идеи создания объекта предприятия до вывода из эксплуатации (или конца срока жизни) сущности предприятия, которые могут быть охарактеризованы. Эти этапы не обязательно являются последовательными.

**4.2.9 История жизни**

Стандартные архитектуры и методологии предприятия должны быть способны представлять историю жизни любой сущности предприятия; то есть представлять во времени производственную деятельность, выполняемую любой сущностью предприятия.

Примечание — Применяя понятие жизненного цикла (см. 4.2.8), пользователь может идентифицировать такие виды деятельности, как типы деятельности жизненного цикла, тогда как история срока жизни позволяет тому же пользователю идентифицировать соответствующий временной элемент. Это демонстрирует интерактивный характер понятия жизненного цикла по сравнению с временной последовательностью истории срока жизни. Подобные итерации идентифицируют различные изменения процессов, необходимые для операционных процессов и/или продукции или услуг для потребителя.

**4.2.10 Модельные представления**

Стандартные архитектуры моделирования и методологии, основанные на модели, обеспечивают концепции (понятия) для представления различных представлений (видов) модели предприятия (см. ИСО 14258, подраздел 3.7), что позволяет описывать ее как интегрированную модель, но при этом представлять пользователю в различных подмножествах. Представления включают в себя подмножество факторов, представленных в интегрированной модели для того, чтобы сконцентрировать внимание на интересующих вопросах, которые заинтересованные стороны пожелают рассмотреть, прибегая к моделированию предприятия. Различные представления могут использоваться для высвечивания отдельных и сокрытия других аспектов модели. Понятие «представление» применимо для моделей всех типов сущности на протяжении всего их жизненного цикла.

Стандартные архитектуры моделирования и методологии, основанные на модели, включают в себя следующие четыре представления содержания модели:

1 — функциональное;

2 — информационное;

3 — ресурсное и

4 — организационное.

Разработчики модели могут разработать дополнительные изображения, отвечающие определенным интересам пользователя, которые затем пользователь может применять. Примеры дополнительных изображений приведены в приложениях В и С.

**4.2.11 Общность**

Стандартные архитектуры и методологии, основанные на модели, способны представлять общие элементы предприятия (см. 4.3.3), частные модели предприятия (см. 4.3.4) и обособленные (конкретные) модели предприятия (см. 4.3.5).

**4.3 Компоненты стандартных архитектур предприятия**

**4.3.1 Методологии инжиниринга**

Стандартные архитектуры и методологии предприятия обеспечивают разработку методологий инжиниринга предприятий, являющихся руководством для пользователя в процессе менеджмента изменений, и предлагающих прогрессивные методы для каждого вида деятельности жизненного цикла для любой сущности предприятия.

Методологии инжиниринга предприятия описывают процесс интеграции предприятия и его моделирования. Право на существование имеют различные методологии, действие которых распространяется на различные аспекты изменения процессов на предприятии. Это могут быть полностью интегрированные процессы или нарастающие изменения, использующиеся при непрерывном процессе улучшения.

**4.3.2 Языки моделирования**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии, основанные на модели, идентифицируют языки моделирования предприятия или конструкции моделирования, обеспечивающие описание деятельности предприятия (см. ИСО 14258, подразделы 3.2 и 3.6).

Конструкции моделирования позволяют пользователям представлять различные элементы моделируемого объекта предприятия и в результате улучшать эффективность моделирования и понимание модели. Форму (представление) конструкций моделирования адаптируют под потребности специалистов, создающих и применяющих модели предприятия. Следовательно, право на существование имеют различные языки, отвечающие требованиям различных пользователей (например, коммерческих пользователей, проектировщиков систем, специалистов по моделированию информационной технологии и т. д.). Кроме того, языки моделирования могут образовывать конструкции более высокого уровня, основывающиеся на базовых конструкциях (макроконструкциях) для улучшения производительности моделирования.

Языки моделирования предприятия должны быть достаточно выразительными для того, чтобы моделировать роли человека, операционные процессы и их функциональное содержание, а также вспомогательные информационные, офисные и производственные технологии. Их семантику можно описать в терминах онтологических теорий. Это особенно важно в случае, если модели предприятия должны непосредственно обеспечивать процессы работы самого предприятия, поскольку такие модели должны быть выполнимы. Тем не менее определение формальной семантики обеспечено естественными языковыми выражениями используемых понятий.

**4.3.3 Общие элементы**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии могут основываться на общих элементах проектирования и моделирования предприятия. Такими общими элементами в порядке возрастания формализации являются словари, мета — модели и онтологические теории. Эти общие элементы обеспечивают согласованность представлений предприятия.

**4.3.4 Частные модели**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии обеспечивают понятие «частные модели предприятия» (повторно используемые стандартные модели). Это позволяет пользователю понять и повторно использовать понятия, которые являются общими для многих предприятий и, следовательно, улучшить эффективность моделирования. Частные модели по-прежнему необходимо адаптировать к требованиям конкретного предприятия. Действие частных моделей может распространяться на одно или все понятия, идентифицированные в 4.2.

**4.3.5 Обособленные модели**

Стандартные архитектуры и методологии предприятия обеспечивают создание его обособленных моделей, описывающих часть любой сущности предприятия или всю сущность.

Модели предприятия могут выражаться на языках моделирования предприятия и поддерживаться, создаваться, анализироваться, храниться и распространяться с применением организационных инструментов инжиниринга предприятия. Создание и применение модели может обеспечиваться с использованием услуг интегрированных информационных технологий. Такие услуги обеспечивают доступ к информации в режиме реального времени в технологических и рабочих средах предприятия.

**4.3.6 Инструменты**

Стандартные архитектуры и методологии предприятия обеспечиваются поддержкой компьютеризированных инструментов, которые помогают пользователю в проведении инжиниринга предприятия и выполнении интеграционных проектов. В основе таких компьютизированных инструментов лежит одна или более методологий инжиниринга предприятия с применением одного или более языков моделирования.

Такие инструменты обеспечивают проведение анализа и возможности модулирования для создания, моделирования, эксплуатации и менеджмента проектов и моделей предприятия, а также их анализа, описания и оценки. Эти функции необходимы для принятия решений в процессе инжиниринга предприятия. Кроме того, такие инструменты могут обеспечивать поддержку работ по сотрудничеству в рамках границ организации.

Инструменты инжиниринга позволяют пользователю увязать конструкции и модели предприятия с реальным производственным процессом, чтобы они отвечали современным требованиям.

**4.3.7 Модули**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии способны представлять понятие модулей предприятия или внедренных строительных блоков или систем (продукции или семейств продукции), которые применяются как общие ресурсы при инжиниринге предприятия и его интеграции. Одним из подмножеств модулей предприятия, важным для инжиниринга и интеграции предприятия, является инфраструктура интеграции или набор услуг по технологии интеграции, необходимые для инжиниринга предприятия и его работы в различных неоднородных (гетерогенных) средах.

**4.3.8 Операционные системы предприятия**

Результатом процесса инжиниринга предприятия является конструкция или модель операционной системы предприятия, которая включает в себя оборудование и программное обеспечение, необходимые для выполнения задач и целей предприятия. Содержание операционной системы определяется его требованиями.

**4.4 Представление**

Стандартные архитектуры предприятия и методологии обеспечивают механизм для руководства пользователей в вопросах применения связанных составных частей, описанных в 4.3, например, среды (структуры) или графической интерпретации высокого уровня. Среда представления или графическая форма должна показать применимость и связи между различными составными частями (компонентами).

**4.5 Словарь**

Для содействия в понимании проектов и других работ по сотрудничеству стандартные архитектуры и методологии предприятия должны обеспечить:

a) согласованный словарь, семантику и синтаксис для применения при инжиниринге предприятия или выполнении интеграционных работ или

b) ссылку на другие соответствующие словари.

## 5 Полнота и соответствие

Степень полноты предложенных архитектуры и методологии определяется пределами приемлемости в соответствии с 4.1 и степенью применения понятий и составных частей, указанных в 4.2 и 4.3. Следовательно, степень полноты с этой точки зрения измеряется любыми ограничениями, характерными для определенного класса или типа предприятия.

Любая оценка степени соответствия представленных архитектур и методологий будет определяться:

a) предварительным заявлением о том, основаны ли они на модели или нет;

b) заявлением степени, до которой они соответствуют полностью или частично соответствующим требованиям, установленным в 4.2 — 4.5.

В случае частного соответствия области несоответствия должны быть четко идентифицированы.

**Приложение А**
**(справочное)**

## GERAM: обобщенная стандартная архитектура предприятия и методологии

### А.1 Введение

#### А.1.1 Предыстория

Одной из наиболее важных характеристик современного предприятия является быстро изменяющаяся среда и невозможность прогнозирования на долгосрочную перспективу. Для того, чтобы приспособиться к изменениям, предприятия должны сами развиваться и реагировать на такие изменения. Адаптация должна носить естественный динамический характер, а не являться периодической и принудительной. Это вызывает необходимость интеграции работы предприятия[1)] и развитие дисциплин, организующих все знания, которые необходимы для идентификации изменений на предприятии и оперативного профессионального решения проблем, связанных с изменениями. Эта дисциплина называется «инжинирингом предприятия»[2)].

Предыдущее исследование, проведенное консорциумом AMICE в области открытых систем архитектуры для компьютерного интегрированного производства (см. приложение D) лабораторией GRAI и консорциумом Purdue (как и аналогичные методологии, разработанные другими), позволило получить стандартные архитектуры, предназначенные для организации знаний по интеграции предприятия, которые можно использовать как руководство для программ инжиниринга предприятия. Целевая группа IFIP/IFAC проанализировала эти архитектуры и пришла к выводу, что даже если имеют место случаи частичного дублирования, ни одна из существующих стандартных архитектур не совпадают с другой; каждая из них уникальна по своему характеру. Признание необходимости определения обобщенной архитектуры является результатом работы целевой группы IFIP/IFAC.

Начиная с оценки существующих архитектур интеграции предприятия (CIMOSA, GRAI/GIM и PERA), целевая группа IFIP/IFAC по архитектурам интеграции предприятия разработала общее определение обобщенной архитектуры. Предложенная основа была озаглавлена GERAM (обобщенная стандартная архитектура предприятия и методология). Действие GERAM распространяется на методы, модели и инструменты, которые необходимы для построения и поддержания интегрированного предприятия независимо от того, является ли оно частью предприятия, одиночным предприятием или комплексом предприятий (виртуальным или расширенным предприятием).

GERAM, как представлено ниже, определяет понятие комплекта инструментов, необходимых для проектирования и поддержания в рабочем состоянии предприятий в течении всего срока жизни. GERAM не является другим предложением по стандартной архитектуре предприятия, но служит для организации существующих знаний по организации предприятия. Среда (структура) является потенциальным приложением GERAM ко всем типам предприятия. Ранее опубликованные стандартные архитектуры сохраняют свою уникальность, а с помощью GERAM предполагается идентифицировать дублирование их функций и дополнительные преимущества по сравнению с другими.

#### А.1.2 Область деятельности

Область деятельности GERAM распространяется на все знания, необходимые для инжиниринга/интеграции предприятия. Таким образом, GERAM определяется посредством программного подхода, обеспечивающего обобщенную основу для описания составных частей, необходимых для процессов всех типов инжиниринга/интеграции предприятия, например, при:

- проведении основных работ по инжинирингу/интеграции предприятия (установка в полевых условиях, полная реорганизация, слияние, реорганизация, создание виртуального предприятия или консорциума, комплекс предприятий или интеграция в цепи поставок и т. д.);
- различных нарастающих изменениях, предусматривающих непрерывное улучшение и адаптацию.

Целью GERAM является обеспечение унификации методов нескольких дисциплин, применяемых в процессе изменений, таких как методы промышленного инжиниринга, менеджмента, управления инжинирингом, обмена информацией, коммуникационные и информационные технологии, то есть их комбинированное использование в противовес раздельному применению.

---

[1)] Интеграция предприятия предусматривает разрушение организационных барьеров и улучшение взаимодействия для создания условий на предприятии, обеспечивающих его более высокую эффективность и адаптируемость к изменяющимся условиям.

[2)] Организация предприятия представляет собой комплекс инструментов и методов, которые можно применять для проектирования и постоянного поддержания интегрированного состояния предприятия.

Одним из аспектов среды GERAM является унификация двух различных подходов к инжинирингу предприятия, основанных на моделях продукции и проектировании бизнес-процесса. Он также предлагает новые подходы к проектному менеджменту инжиниринга предприятия и увязки интеграции с другими стратегическими направлениями деятельности предприятия.

Важным аспектом инжиниринга предприятия является признание и идентификация обратной связи на различных уровнях характеристик деятельности в увязке с производимой продукцией, миссией и целью. Для достижения такой обратной связи в отношении внутренней и внешней среды необходимы показатели характеристик и критерии оценки соответствующего воздействия изменения на процесс и организацию. Постоянное применение такой обратной связи является необходимым условием непрерывного процесса улучшения работы предприятия и его адаптации к изменениям соответствующего рынка, технологии и общества.

**А.2 Среда инжиниринга предприятия и интеграция предприятия**

**А.2.1 Общая информация**

GERAM обеспечивает описание всех элементов, рекомендованных при проведении инжиниринга и интеграции предприятия и устанавливает стандарт на комплекс инструментов и методов, из которого любое предприятие может выбрать приемлемые для него инструменты и методы, обеспечивающие успешное первоначальное планирование интеграции и выполнение процессов изменений, которые могут произойти в течение операционного времени жизни предприятия. GERAM не навязывает конкретного комплекса инструментов или методов, однако определяет критерии, которым должны соответствовать выбранные инструменты и методы. GERAM рассматривает модели предприятия как важную составную часть организации и интеграции предприятия; она включает в себя различные формальные (и менее формальные) формы описаний конструкций, применяемых в процессе проектирования в соответствии с методологиями инжиниринга предприятия, например, компьютеризированные модели и представления конструкции на основе текста и графики.

Комплекс составных частей, идентифицированных GERAM, представлен на рисунке А.1, краткое описание приведено в настоящем разделе, а каждая составная его часть более подробно определена в А.3.

Среда GERAM идентифицирует наиболее важную составную часть GERA (обобщенная стандартная архитектура предприятия), основные понятия, которыми необходимо руководствоваться при инжиниринге и интеграции предприятия (например сущности предприятия, жизненные циклы и истории жизни сущностей предприятия). GERAM проводит различие между методологиями инжиниринга предприятия (EEMs) и языками моделирования (EMLs), которые используются методологиями для описания и моделями, структурами, содержанием и поведением рассматриваемых сущностей предприятия. Эти языки моделирования обеспечивают моделирование человеческой составляющей в деятельности предприятия, а также доли бизнес-процессов и их вспомогательных технологий в работе предприятия. В результате процесса моделирования разрабатываются модели предприятия (EMs), которые представляют все или часть операций предприятия, включая его производственные или сервисные задачи, организацию и менеджмент, а также систему управления и информационную систему. Такие модели могут применяться в качестве руководства при внедрении операционной системы предприятия (EOSs), а также для улучшения возможностей предприятия по оценке операционных или организационных альтернатив (например, посредством моделирования), что в результате приводит к улучшению текущих и будущих производственных показателей.

Методология и языки, применяемые для моделирования предприятия, подкрепляются инструментами инжиниринга предприятия (EETs). Семантика языков моделирования может определяться онтологиями, метамоделями и словарями, которые в комбинации именуются «общими концепциями предприятия» (GEMCs).

Процесс моделирования улучшается в результате применения частных моделей (PEMs), которые представляют собой повторно используемые модели человеческих ролей, процессов и технологий.

Работа моделей предприятия поддерживается специфическими модулями (EMOs), которые обеспечивают представление такой предварительной продукции, как характеристики профессиональных навыков для определенных профессий, общие бизнес-процедуры (например, правила банковских операций и налогообложения), услуги для инфраструктуры IT или любой другой продукт, который может применяться в качестве компонента процесса внедрения операционной системы (EOSs).

Потенциально все предложенные стандартные архитектуры и методологии могут быть так охарактеризованы в GERAM, что разработчики конкретных архитектур выигрывают от возможности ссылаться на возможности своих архитектур без необходимости переписывания документов для обеспечения соответствия требованиям GERAM. Пользователи таких архитектур осознают преимущество GERAM, поскольку определения GERAM позволяют им идентифицировать то, что они могли (и что не могли) ожидать от любой выбранной конкретной архитектуры в связи с методологией инжиниринга предприятия и предложенных ею поддерживающих компонентов.

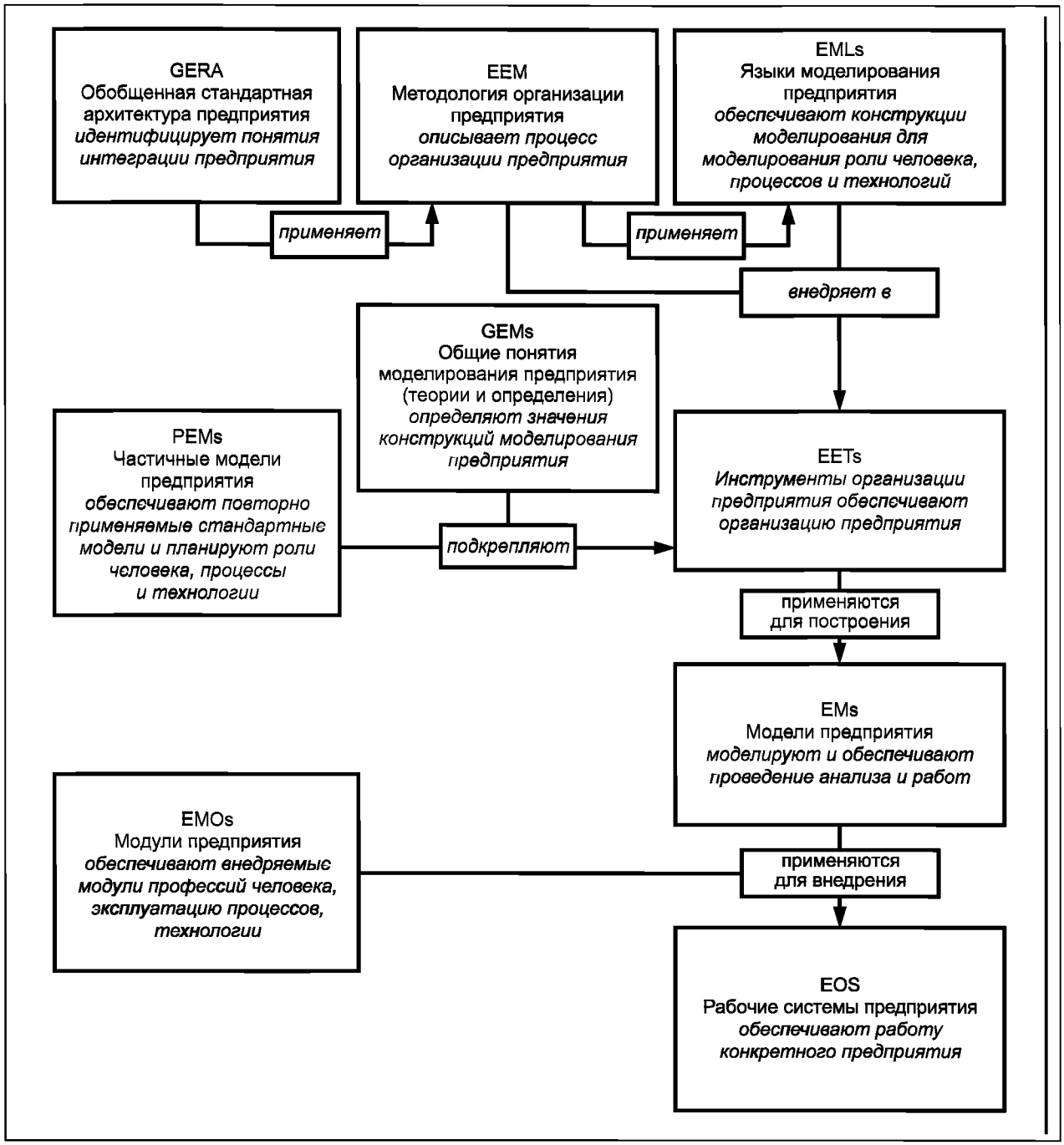



Рисунок А.1 — Компоненты основы GERAM (обобщенная стандартная архитектура предприятия и методология)

**А.2.2 Определение компонентов основы GERAM**

**А.2.2.1 GERA — общая стандартная архитектура предприятия**

GERA определяет общие смежные понятия предприятия, рекомендованные для применения при инжиниринга предприятия и выполнении интеграционных проектов. Такие понятия можно классифицировать как:

a) понятия, ориентированные на человека:

1) для описания роли людских ресурсов как неотъемлемой части организации и работы предприятия,

2) для поддержки людских ресурсов в процессе планирования, строительства и изменений на предприятии;

b) понятия, ориентированные на описание бизнес-процесса предприятия;

c) понятия, ориентированные на описание технологии обеспечения бизнес-процесса, вовлеченные в процесс работы и усиление по инжинирингу предприятия (моделирование и обеспечение применения модели).

**A.2.2.2 EEMs — методологии инжиниринга предприятия**

EEMs описывают процессы инжиниринга и интеграции предприятия. Методологию инжиниринга предприятия можно выразить в форме модели процесса или структурированной процедуры с подробными инструкциями по каждому виду инжиниринговой и интеграционной деятельности предприятия.

**A.2.2.3 EMLs — языки моделирования предприятия**

EMLs определяют общие конструкции моделирования для моделирования предприятия, адаптированные к потребностям специалистов, создающих и применяющих модели предприятия. В частности, языки моделирования предприятия обеспечивают конструкцию, позволяющую описать типовые роли персонала, рабочие процессы и их функциональное содержание, а также обеспечивающие информационные, офисные и производственные технологии.

**A.2.2.4 GEMCs — общие понятия моделирования предприятия**

GEMCs определяют и формализуют наиболее общие понятия моделирования предприятия. Общие понятия моделирования предприятия могут определяться различными способами. В порядке возрастания формализации общие понятия моделирования предприятия можно определить как:

- естественное языковое объяснение значения понятий моделирования (словари);
- некоторую форму метамодели (например, метасхема связей объекта), описывающая связи между понятиями моделирования, присущими языкам моделирования предприятия;
- онтологические теории, определяющие значение (семантику) языков моделирования предприятия для улучшения аналитических возможностей инструментов инжиниринга и, через них, применимости моделей предприятия (на практике эти теории встраиваются в инструменты инжиниринга).

**A.2.2.5 PEMs — частные модели предприятия**

PEMs (повторно используемые, парадигматические, типичные модели) включают в себя характеристики, общие для многих предприятий в рамках или наряду с одним или более промышленными секторами. Таким образом, эти модели произрастают на основе предыдущих знаний, допуская разработку библиотек моделей и их повторные применение по принципу «включил и играй», а не на основе разработки моделей с чистого листа. Частичные модели предприятия обеспечивают повышение эффективности процесса моделирования.

Область деятельности этих моделей распространяется на такие всевозможные компоненты предприятия как, модели, определяющие роли людских ресурсов (профессиональные навыки, умение и компетенцию в эксплуатации предприятия и менеджменте), рабочие процессы (функциональность и поведение) и компоненты технологии (ориентированные на услуги или производство), компоненты инфраструктуры (информационную технологию, энергию, услуги и т. д.).

Действие частных моделей предприятия может распространяться на все или на часть типичного предприятия. Они могут применяться к таким различным сущностям предприятия как продукция, проекты, компании, и могут представлять их с различных точек зрения, например, как модели данных, модели процессов, модели организации, для наименования некоторых из них.

В литературе частные модели предприятия обозначают терминами «стандартные модели» и «стандартные архитектуры типа 1» (такие архитектуры как GERA относятся к «стандартным архитектурам типа 2»). Эти термины имеют одно и то же значение.

**A.2.2.6 EETs — инструменты инжиниринга предприятия**

EETs обеспечивают инжиниринговые и интеграционные процессы предприятия посредством внедрения методологии инжиниринга предприятия и поддерживающих языков моделирования. Инструменты инжиниринга должны обеспечивать проведение анализа, планирования и применения моделей предприятия.

**A.2.2.7 EMs — модели (конкретного) предприятия**

EMs представляют конкретное предприятие. Модели предприятия могут выражаться с применением языков моделирования. EMs включают в себя различные планы, модели, разработанные для проведения анализа, выполнимые модели для обеспечения работы предприятия и т. д. Они могут состоять из нескольких моделей, описывающих различные аспекты (или представление) предприятия.

**A.2.2.8 EMOs — модули предприятия**

EMOs представляют собой продукты, которые могут применяться при вводе предприятия в эксплуатацию. Действие модулей предприятия распространяется на людские ресурсы с конкретными характеристиками профессиональных навыков и умения (специфические профессии), типы производственных ресурсов, общее производственное оборудование или инфраструктуру ИТ (программное обеспечение и оборудование), предназначенные для рабочего применения и моделей предприятия.

Особое внимание следует обратить на инфраструктуру ИТ, которая обеспечивает работу предприятия и его инжиниринг. Услуги инфраструктуры ИТ обеспечивают две основные функции:

a) портативность и интеропарабельность модели, обеспечиваемые интегрированной инфраструктурой в неоднородных средах предприятия;

b) операционную поддержку с использованием модели (обеспечение процесса принятия решений, мониторинг работы и управление) через доступ в режиме реального времени к производственной среде.

Последняя функция особенно помогает при решении задач инжиниринга по актуализации модели и модификации. Доступ к реальным данным обеспечивает значительно более реалистичный сценарий для модели валидации и верификации моделирования, основанный на «искусственных» данных.

**A.2.2.9 EOSs — операционные системы (конкретного) предприятия**

EOSs обеспечивают работу конкретного предприятия. Их внедрение осуществляется с помощью конкретной модели конкретного предприятия, которая устанавливает требования к системе и идентифицирует модули предприятия, применяемые при внедрении системы конкретного предприятия.

**A.3 Описание компонентов среды GERAM**

**A.3.1 GERA — обобщенная стандартная архитектура предприятия**

**A.3.1.1 Общая информация**

GERA определяет общие понятия, рекомендованные для использования при инжиниринге предприятия и по интеграции. Эти понятия классифицируются следующим образом:

a) понятия, ориентированные на человека, распространяющиеся на такие человеческие аспекты, как способности, профессиональные навыки, умения, ноу-хау и компетенцию, а также на роли людей в организации и работе предприятия. Организационные аспекты распространяются на уровень принятия решений, обязанности и полномочия, а рабочие аспекты — на способности и качества людей, рассматриваемые как ресурсные элементы предприятия. Кроме того, аспекты обмена информацией между людьми распространяются на взаимодействие с другими людьми и элементами технологии при выполнении работ на предприятии. Конструкции моделирования необходимы для описания ролей людских ресурсов как неотъемлемой части организации и работы предприятия. Конструкции моделирования должны обеспечить включение моделей предприятия, описывающих:

1) роли людских ресурсов,

2) способы организации ролей, выполняемых людскими ресурсами, для взаимодействия с другими людскими ресурсами и элементами технологии при выполнении работ на предприятии и

3) способности и качества людских ресурсов как ресурсных элементов предприятия.

Кроме того, возникает необходимость в соответствующей методологии, обеспечивающей сохранение и повторное применение моделей, которые накапливают знания (то есть ноу-хау, которым владеют людские ресурсы и выраженного как актив предприятия) в течении различных этапов жизни проектов инжиниринга предприятия;

b) понятия, ориентированные на процесс, действие которых распространяется на работы предприятия (функциональность и поведение), жизненный цикл сущности объекта предприятия и виды деятельности на различных этапах жизненного цикла, историю срока жизни, типы сущностей предприятия, моделирование предприятия с интегрированным представлением модели и видами модели;

c) понятия, ориентированные на технологию, действие которых распространяется на различные инфраструктуры, используемые для обеспечения процессов, и включают в себя, например, ресурсные модели (информационную технологию, производственную технологию, офисную автоматизацию и т. д.), модели компоновки предприятия, модели информационной системы, модели системы обмена информацией и модели логистики.

Примеры стандартных архитектур предприятия приведены в ARIS (архитектура информационных систем), CIMOSA (архитектура открытых систем), GRAI/GIM (диаграммы с результатами и взаимосвязанными видами деятельности)/Интегрированная методология GRAI, IEM (интегрированное моделирование предприятия), PERA (стандартная архитектура предприятия Purdue). Стандарт ENV 40003 устанавливает общую среду моделирования предприятия. ИСО 14258 устанавливает правила и понятия для моделей предприятия.

**A.3.1.2 Понятия, ориентированные на человека**

Роль людских ресурсов на предприятии остается решающей и определяющей. Независимо от сложности и степени интеграции предприятия окончательное решение всегда остается за человеком. С появлением децентрализованных организаций, плоских иерархий, делегированием обязанностей и полномочий информация о ролях, выполняемых отдельными лицами, и распределении обязанностей становится важным элементом любого предприятия, особенно если предприятия работают в соответствии с новыми механизмами менеджмента. Следовательно, включение такой информации в модели предприятия рассматривается как весьма полезное, обеспечивающее гибкое реагирование на изменение производственной среды. Кроме того, представляется необходимым также включение различных факторов, описывающих способности и возможности людских ресурсов (то есть профессиональные навыки и умения, опыт и т. д.).

Люди могут, как правило, выполнять различные роли в процессе организации и работы предприятия. В качестве примеров можно привести следующие должности:

главное исполнительное лицо;

председатель, директор по маркетингу, продажам, опытно-конструкторским работам, финансам, инжинирингу предприятия и производства;

менеджеры по проектированию продукции, планированию производства, информационным системам, качеству, обеспечению продукции, логистике, капитальному оборудованию цеха и участка;

заместители менеджера;

бухгалтеры;

кассиры;

проектировщики продукции, процесса и информационной системы;

инженеры на производстве, техники-электрики и механики;

обслуживающий персонал;

контролеры качества;
инспекторы;
мастера;
операторы машин;
работники склада;
аналитики процесса работы;
секретари;
водители;
уборщики;
консультанты по вопросам менеджмента и системам;
интеграторы систем;
создатели систем;
поставщики ИТ и продавцы.

Также представляется возможным развитие альтернативных организационных структур, например, элементы организации могут увязываться иерархически и демонстрировать свойства соединений, сетей, комбинаций или групп элементов, связанных общим признаком.

Отдельным лицам или группам лиц зачастую поручается выполнение нескольких ролей и обязанностей, которые должны осуществляться параллельно и во взаимосвязи с другими задачами, которые могут включать в себя различную отчетность и процедуры управления. Кроме того, не исключается изменение этих ролей и обязанностей со временем в результате изменения требований к процессу, прогресса или регресса способностей отдельного лица или группы. Способность управления и эффективной, и коллективной организации людских ресурсов в сложных и изменяющихся условиях является определяющей для конкурентоспособности предприятия.

Хотя моделирование всех аспектов ролей, выполняемых людьми, не является практичным в рамках предприятия, понятия должны формально представлять те человеческие факторы, которые связаны с интеграцией предприятия. Это достигается гармонизацией ролей, выполняемых человеком, с другими элементами человека и технологии как единого целого организации и работы предприятия. Именно этим объясняется потребность в конструкциях, обеспечивающих включение знаний (которыми владеют люди), в форму повторно применяемых моделей предприятия, описывающих:

- обязанности, которые выполняют отдельные сотрудники и группы сотрудников;
- способ воздействия организационных структур и организаций на координацию этих ролей, например, через делегирование обязанностей, процедуры управления и отчетности и
- возможности и качества сотрудников, рассматриваемые как ресурсные элементы.

Представляется важным понимать, когда, кем и как на предприятии принимаются решения, а также кто способен выполнить задачи вместо других сотрудников.

Информация об обязанностях сотрудников предприятия и способах гармонизации таких обязанностей может использоваться и повторно применяться как актив предприятия. Степень формализации этой информации в рамках компьютеризированных обрабатываемых моделей оказывает непосредственное воздействие на степень ее применения. Компьютеризированные обрабатываемые модели обеспечивают естественным образом проведение анализа, необходимых преобразований, хранение и интеграцию (на основе общего понимания).

Умственные модели, сохраняемые в памяти и обрабатываемые людьми, пригодны для таких целей в меньшей степени. Однако сохранение в памяти и повторное применение неформальных моделей (например, в форме зависимости причин и результатов и обмена умственными моделями или изображениями) может также иметь большое значение для улучшения сотрудничества между сотрудниками на предприятии. Следовательно, даже если формальное моделирование человеческих факторов оказывается неэффективным на практике, способность к сохранению в памяти и повторному применению знаний может быть поощрена посредством развития приемлемых социальных процессов, структур, ответственных за организацию отношений между людьми, методологий и инструментов, обеспечивающих точное и однозначное понимание модели и визуализацию.

Способность сохранять в памяти и повторно применять информацию о человеческих факторах может иметь большое значение для конкурентоспособности предприятия. Повторное применение такой информации позволяет предприятию:

- оперативно реагировать на новые возможности рынка или изменения окружающей среды;
- перестраивать свои деловые (и производственные) процессы;
- улучшать менеджмент ресурсов и их использование при производстве новой продукции и услуг;
- улучшать оперативность и мобильность за счет знающих и опытных сотрудников в случае потери ведущих высококвалифицированных специалистов в той или иной области.

Таксономия человеческого фактора и их связь с рабочей моделью позволит увязать человеческий фактор с моделями предприятия.

Возникает также необходимость в моделях, устанавливающих обязанности сотрудников при принятии решений, возможности, в социально-технических моделях (мотивация, заинтересованность, стимулы и т. д.), моделях, устанавливающих профессиональные навыки и умение сотрудников, организационных моделях. Необходимость в других моделях подлежит определению.

Модели, устанавливающие обязанности сотрудников, обеспечивают определение их обязанностей, ответственности и полномочий в процессе работы и организации предприятия. Такие модели обеспечивают сбор

необходимой информации и ее осознанное применение при планировании операционной системы. Действие GERA распространяется на человеческий фактор в своем понятии представления (см. А.3.1.5.3). Это понятие обеспечивает представления (виды) моделей с ориентацией на процесс и внедрение с ориентацией на технологию, подтверждая значимость человеческого фактора и сбора необходимой информации. Фактически эти представления подтверждают роль человеческого фактора как рабочего ресурса. Под этим углом и будут описываться профессиональные навыки и умения сотрудников и их возможности. Человеческий аспект в интеграции предприятия должен внимательно рассматриваться при изменении методологии как с точки зрения изменения обязанностей сотрудника, так и его роли как потенциального и фактического ресурса (см. А.3.2).

**А.3.1.3 Понятия, ориентированные на процесс**

А.3.1.3.1 Общая информация

Целью моделирования с ориентацией на производственный процесс является описание процессов на предприятии с учетом как функциональности (того, что должно быть сделано и с помощью каких обязанностей), так и поведения (когда задачи выполнены и в какой последовательности). Для достижения полного описания процессов методология, используемая в качестве руководства, должна определять несколько понятий. Понятиями, сориентированными на процесс и определенными в GERA, являются:

- жизненный цикл производственной сущности и этапы его жизненного цикла;
- история жизни;
- типы производственной сущности;
- моделирование предприятия с представлением интегрированной модели и модельными представлениями.

Более подробно эти понятия будут описаны ниже.

А.3.1.3.2 Жизненный цикл

А.3.1.3.2.1 Общая информация

Жизненный цикл GERA любого предприятия или любой из его сущностей представлен на рисунке А.2. Различные этапы жизненного цикла определяют виды деятельности, характерные для периода жизни сущности предприятия. Виды деятельности жизненного цикла распространяются на все виды деятельности — от идентификации до утилизации (или конца срока жизни) предприятия или производственной сущности. Определено семь видов деятельности жизненного цикла, которые могут дополнительно подразделяться, как это показано на примере видов проектированной деятельности, которые подразделяют на два вида деятельности более низкого уровня (на основе обычного подразделения во многих проектных секторах на предварительные и детализированные виды проектной деятельности). Диаграмма жизненного цикла, используемая для описания жизненного цикла сущности, фактически является моделью методологии инжиниринга предприятия.

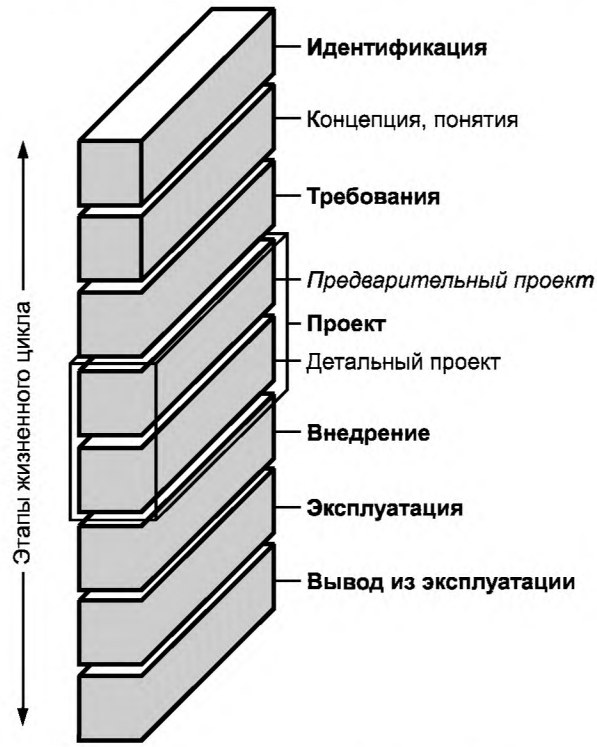



Рисунок А.2 — Этапы жизненного цикла GERA для любого предприятия или производственного объекта

A.3.1.3.2.2 Идентификация объекта

Это комплекс видов деятельности, которые идентифицируют конкретную рассматриваемую сущность с учетом ее границ и связи с внутренним и внешним окружениями. Эти виды деятельности включают в себя идентификацию существования и природы потребности (или потребности в изменении) конкретной сущности. Другими словами, это виды деятельности, которые определяют сущность, жизненный цикл которой рассматривается.

A.3.1.3.2.3 Концепция сущности

Комплекс видов деятельности, необходимых для разработки концепций основной сущности. Эти понятия включают в себя определение миссии сущности, ее видения, значений стратегии, целей, операционных концепций, политик, бизнес-планов и т. д.

A.3.1.3.2.4 Требования к сущности

Виды деятельности, необходимые для разработки описания операционных требований к сущности предприятия, соответствующих ей процессов и комплекса функциональных, поведенческих, информационных потребностей, а также потребностей, связанных с производственными возможностями. Такое описание включает в себя требования к сервисам и производству, менеджменту и управлению, независимо от того, будут ли они выполнены людьми (отдельными лицами или организационными подразделениями) или при помощи оборудования (включая производственную, информационную технологию, технологию управления, и информационного взаимодействия, любую другую технологию).

A.3.1.3.2.5 Проектирование сущности

Деятельность, осуществляемая в соответствии с технической спецификацией сущности со всеми ее составными частями, отвечающими требованиям сущности. Проектирование сущности включает в себя все задачи, подлежащие выполнению сотрудниками (задачи отдельных лиц и подразделений организации), выполнению с помощью оборудования, распространяющиеся на оказание потребительских услуг и производство продукции для потребителей, а также на выполнение соответствующих функций менеджмента и управления. Проектирование операционных процессов включает в себя идентификацию необходимой информации и ресурсов (включая производственную, информационную технологию, технологию управления и информационного обмена или любую другую технологию).

Любой этап жизненного цикла можно разделить на подэтапы для обеспечения дополнительного структурирования видов деятельности жизненного цикла. Например (см. рисунок A.2), проектная деятельность подразделяется на функциональное проектирование, разработку, спецификацию и детальное проектирование для обеспечения разделения и классификации:

a) общих требований к предприятию (достаточных для расчета приблизительных издержек и одобрения выполняемого проекта руководством);

b) основной работы по проекту, необходимой для завершения проекта системы, отвечающего требованиям создания конечной физической системы[3)].

A.3.1.3.2.6 Внедрение сущности

Виды деятельности, которые определяют задачи, подлежащие выполнению для создания или модернизации сущности, включающие в себя внедрение в самом широком смысле, действие которого распространяется на:

a) ввод в эксплуатацию, закупочную деятельность, конфигурацию (реконфигурацию) или развитие программного обеспечения услуг, производства и управления, а также оборудования;

b) наем, подготовку и обучение персонала, развитие или изменение организации людских ресурсов;

c) испытания компонентов и валидацию, интеграцию системы, валидацию и проведение испытаний и ввод в эксплуатацию.

Следует обратить внимание на то, что описание внедрения (документация) может отличаться от технической спецификации на проектирование сущности из-за предпочтений или отсутствия специализированных компонентов.

A.3.1.3.2.7 Работа сущности

Виды деятельности сущности, необходимые в процессе ее работы и производства продукции или услуг для потребителя, что является ее основной миссией вместе с выполнением всех задач, необходимых для мониторинга, управления и оценки работы. Следовательно, ресурсы сущности управляются и контролируются так, чтобы обеспечить выполнение процессов, необходимых сущности для выполнения своей миссии. Отклонение от уста-

---

[3)] Следует обратить внимание на то, что a) потребность в таком подразделении является очень важной с методологической точки зрения (см. руководство A Perdue «Справочник по контрольному планированию и внедрению интеграционных программ на предприятии» и b) формулировка предусматривает соответствие определения этапа жизненного цикла требованию ENV 40003, который устанавливает только один этап проекта. Это различие объясняется тем, что руководство Perdue рассматривает PERA и, следовательно, GERA, как модель методологии, и в этом случае создание подразделов имеет большое значение. С другой стороны CIMOSA и, следовательно, ENV 40003, рассматривает этапы жизненного цикла как характеристику уровней моделирования и языков. С этой точки зрения создание разделов не обязательно имеет значение, поскольку предварительный и всесторонний проект отличаются только в деталях. Использование формулировки GERA обеспечивает выполнение как перечисления a) так и b).

новленных целей и задач или любая обратная информация из окружающей среды могут потребовать изменений, включающих в себя реорганизацию предприятия или непрерывное улучшение его людских и технологических ресурсов, бизнес-процессов и организации.

А.3.1.3.2.8 Вывод объекта из эксплуатации

Данный вид деятельности необходим для переопределения миссии, переобучения и переподготовки, перепроектирования, рециклинга, сохранения, передачи, расформирования, демонтажа или утилизации всей сущности или ее части в конце срока ее полезного функционирования.

А.3.1.3.3 История жизни

История жизни бизнес-сущности является представлением во времени задач жизненного цикла, выполненных в рамках конкретной сущности в течение всей ее жизни. Учитывая концепцию, описанную выше, концепция «истории жизни» обеспечивает идентификацию задач, относящихся к этим различным этапам как к видам деятельности. Это подтверждает итеративный характер понятие «жизненный цикл» по сравнению с временной последовательностью истории жизни. Такие итерации идентифицируют различные изменения процессов, необходимых для операционных процессов и/или производства потребительской продукции или услуг.

Процессы, как правило, могут претерпевать изменения в любой период времени или осуществляться параллельно с эксплуатацией сущности. Кроме того, процессы изменения могут взаимодействовать между собой. В рамках одного процесса, такого как проект непрерывного улучшения, разнообразные виды деятельности жизненного цикла будут активны в любой период времени. Например, параллельные процессы инжинирингового проектирования и внедрения могут выполняться в рамках процесса инжиниринга одного предприятия со значительным перекрытием во времени и, как правило, параллельно с работой предприятия.

Все истории жизни сущностей являются уникальными и единственными в своем роде, однако все истории жизни состоят из процессов, которые в свою очередь зависят от одних и тех же видов деятельности жизненного цикла, определенных в жизненных циклах GERA (см. А.3.1.3.2). По этой причине виды деятельности жизненного цикла являются полезной абстракцией в понимании истории жизни любой сущности.

Связи между жизненным циклом и историей жизни, представляющие простой случай в комбинации с семью процессами: тремя инжиниринговыми, тремя операционными и одним процессом вывода из эксплуатации, показаны на рисунке А.3.

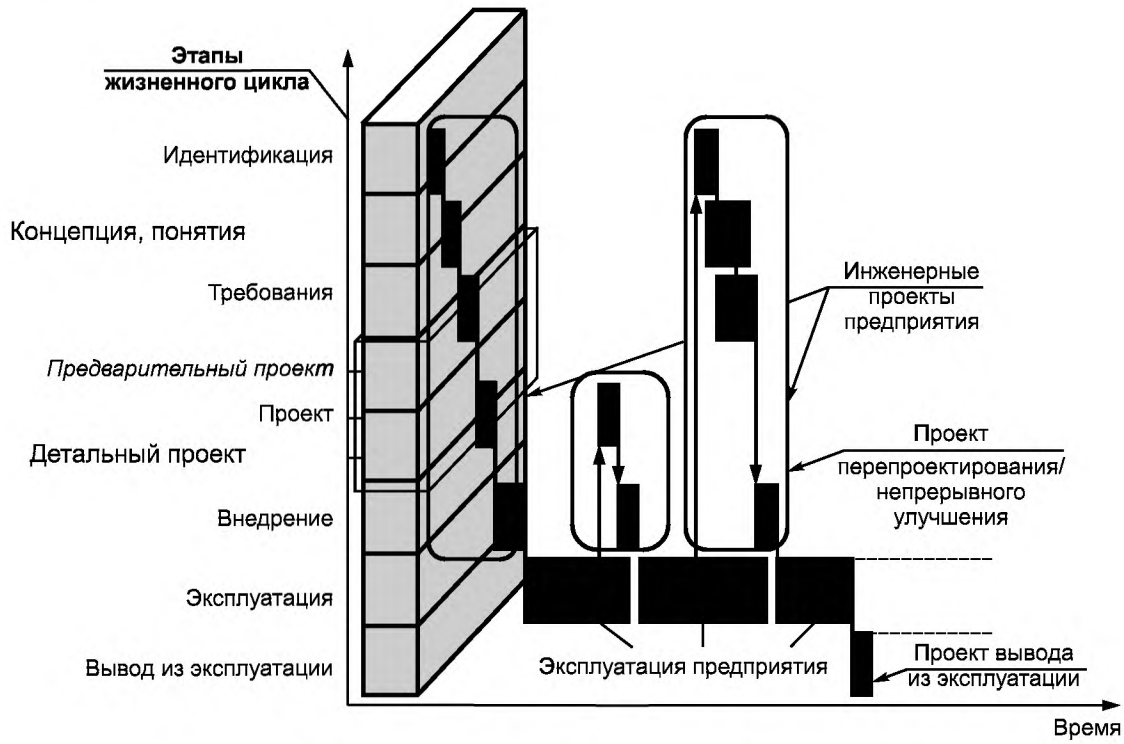



Рисунок А.3 — Параллельные процессы в истории жизни сущности

А.3.1.3.4 Типы сущностей при интеграции предприятия

А.3.1.3.4.1 Общая информация

Соотношение деятельности жизненного цикла двух сущностей показано на рисунке А.4. Работа сущности А обеспечивает деятельность жизненного цикла в процессе проектирования и внедрения сущности В. Например, сущность А может быть инжиниринговой сущностью, производящей такую часть сущности В, как завод.

И наоборот, деятельность жизненного цикла сущности А должна обеспечиваться подробной информацией о жизненном цикле сущности В. То есть для идентификации завода, определения его понятий и требований и его проектирования необходимо применять информацию о том, на какие деятельности жизненного цикла продукции завода должны распространяться операции этого завода.

Могут быть определены и примеры других связей между деятельностью жизненного цикла сущностей предприятия. Однако не следует забывать, что только операционная деятельность сущностей влияет на деятельность жизненного цикла других видов деятельности. GERA вводит понятие «типов сущностей» и «связей между различными типами». Представляется возможным определить многие категории сущностей предприятия. Классификацию типов предприятия предлагается рассматривать с помощью двух различных подходов — комплекса с ориентацией на операции общего и рекурсивного комплексов типов сущностей предприятия. Оба комплекса сущностей тесно взаимодействуют друг с другом и идентифицируют сущность продукции как результат операции других сущностей.

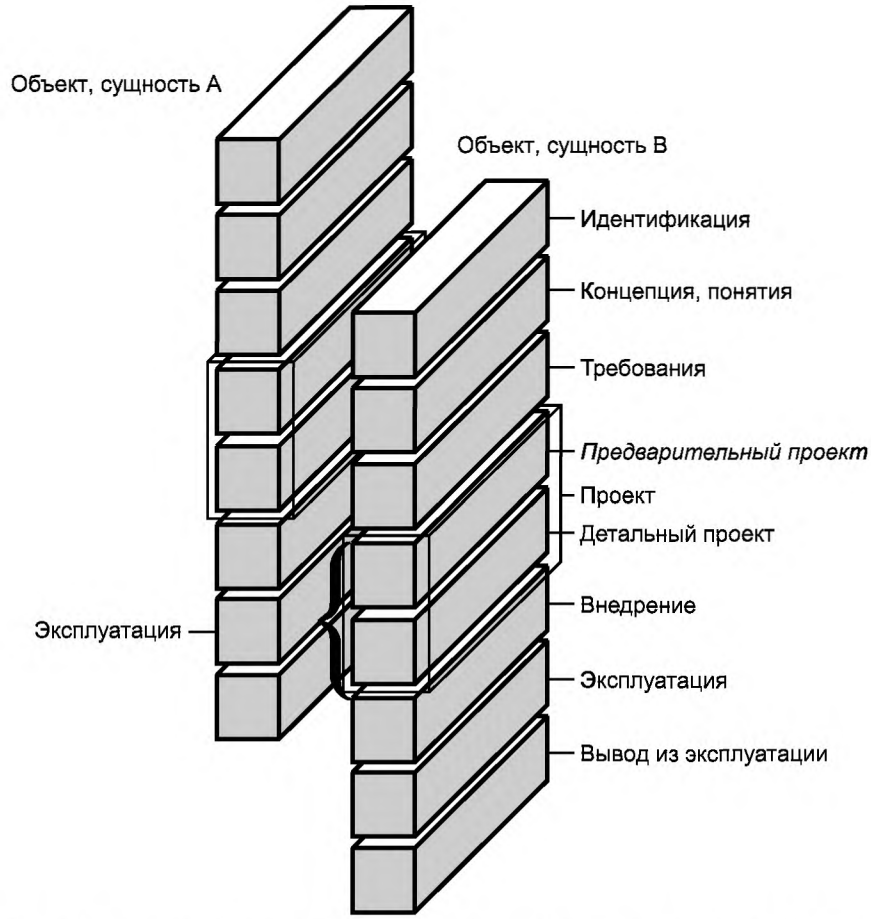



Рисунок А.4 — Пример связей между жизненными циклами двух сущностей (объектов)

А.3.1.3.4.2 Типы сущностей предприятия, ориентированные на операции

Все типы сущностей предприятия, рассмотренные ниже, относятся к различным типам операций.

А.3.1.3.4.2.1 Проектируемая сущность предприятия (тип А)

Этот тип определяет предприятие (зачастую с короткой историей жизни), созданное для производства другой сущности. В качестве примеров проектируемого предприятия можно привести инжиниринговый проект предприятия, единственные в своем роде производственные проекты, строительные проекты и т. д.

Проектируемое предприятие характеризуется тесной связью с жизненным циклом одного вида продукции или услуги, которые оно производит. Система менеджмента проектируемых предприятий создается, как правило, достаточно быстро, тогда как остальное создается и работает в тесном контакте с деятельностями жизненного цикла продукта проекта.

Проектируемые предприятия ассоциируются, как правило, с производящими повторяющуюся продукцию или услуги предприятиями или создаются ими. Типичным примером является инжиниринговый проект, разработанный инжиниринговым предприятием.

Продукция проектируемых предприятий может быть самой различной, например, это может быть крупное оборудование, здания или предприятие (например, завод или предприятие инфраструктуры).

А.3.1.3.4.2.2 Сущность предприятия производящего повторяющиеся продукцию или услуги (тип В)

Этот тип определяет предприятия, обеспечивающие производство вида или семейства продукции в повторяющемся или стабильном режиме. В течение своего срока жизни такие бизнес-предприятия претерпевают различные изменения. В качестве примеров предприятий с повторяющимся бизнесом можно привести предприятия обслуживания, заводы, инжиниринговые компании, предприятия инфраструктуры и т. д.

Продукция предприятий, производящих повторяющиеся продукцию или услуги, может быть самой различной например, это могут быть сущности непроизводственной продукции (см. ниже) или продукция, которая сама является предприятиями (например, проектируемые предприятия, которые создаются инжиниринговыми и строительными компаниями на регулярной основе).

А.3.1.3.4.2.3 Сущность продукции (тип С)

Этот тип определяет большой класс сущностей, включая любой искусственный продукт, например потребительские товары, услуги, оборудование, компьютерное программное обеспечение и т. д. Такие сущности сами не являются предприятиями, однако их жизненные циклы описываются GERAM.

А.3.1.3.4.3 Рекурсивные типы сущностей предприятия

Определяют следующие общий и рекурсивный комплекс из четырех типов сущностей предприятия:

- сущность стратегического менеджмента предприятия (сущность типа 1), определяющая необходимость и начало любых попыток инжиниринга и интеграции предприятия;
- инжиниринговая и интеграционная сущности предприятия (сущность типа 2), обеспечивающие средства для проведения работ по инжинирингу предприятия, определенные сущностью типа 1. Они предусматривают применение методологии (сущность типа 5) для определения, проектирования, внедрения и построения операций предприятия (сущность типа 3);
- сущность предприятия (сущность типа 3), являющаяся результатом операций сущности типа 2. Она предусматривает применение методологии (сущность типа 5) и операционной системы, обеспеченной типом 2 объекта для определения, проектирования, внедрения и производства продукции и потребительских услуг предприятия (сущность типа 4);
- сущность продукции (сущность типа), являющаяся результатом операции сущности типа 3. Она представляет всю продукцию и потребительские услуги предприятия.

Настоящий комплекс может дополняться сущностью типа 5, которая представляет методологию, необходимую для руководства деятельностью по инжинирингу и интеграции предприятия;

- сущность методологии (сущность типа 5), которая должна применяться любым типом сущности предприятия в процессе его работы, и, как правило, приводит к созданию другого типа сущности.

Рекурсивность (повторяемость) первых четырех типов сущностей может быть продемонстрирована посредством идентификации роли различных сущностей, их «продукции» и связей между ними. Цепочка эволюции сущностей предприятия показана на рисунке А.5. Сущность типа 1 всегда инициирует создание любой сущности более низкого уровня посредством идентификации цели, области деятельности и задач конкретной сущности. Сущность типа 2 обеспечивает разработку и внедрение новой сущности предприятия (или новой бизнес единицы), а сущность типа 3 ответственна за разработку и производство новой продукции (сущность типа 4). За исключением сущности типа 1, все сущности предприятия имеют ассоциируемый с сущностью жизненный цикл. Однако именно в течение рабочего периода жизненного цикла сущности определяются, создаются, разрабатываются и строятся сущности более низкого уровня. Выполнение самих операций обеспечивается соответствующей методологией инжиниринга предприятия, операций предприятия, разработки продукции и поддержки производства.

Жизненный цикл методологии (сущность типа 5) и модель процесса методологии приведены на рисунке А.5. Необходимо проводить четкое различие между жизненным циклом методологии (которая фактически является описанием разработки методологии) и ее процессной моделью, являющейся индивидуальным проявлением самой сущности методологии, применяемой для обеспечения операционной фазы конкретных сущностей предприятия.

Операционные связи различных типов сущностей также показаны на рисунке А.6, на котором в качестве примера приведено участие различных сущностей в жизненном цикле производственной сущности (сущность типа 3). Производственная сущность сама создает продукцию предприятия (сущность типа 4) в процессе своей операционной фазы.

Определенный комплекс типов сущностей рассматривается как достаточный для обеспечения представления других сущностей. Например, различие между единственными в своем роде или связанными с проектом сущностями предприятия и предприятиями непрерывного типа (работы) заключается только в различных частях видов деятельности жизненного цикла, входящих в историю жизни таких сущностей. Это различие, в котором инжиниринговые процессы могут относиться к сущности типа 2, а операционные процессы к сущности типа 3, которая производит продукцию или потребительские услуги (сущность типа 4), показано на рисунке А.3. Участие сущности типа 1 зависит от степени изменений, осуществляемых в процессе изменений.

А.3.1.3.5 Моделирование процесса

Моделирование процесса является деятельностью, в результате которой создаются различные модели менеджмента и контроля, а также процессы обслуживания и производства и устанавливаются их связи с ресурса-

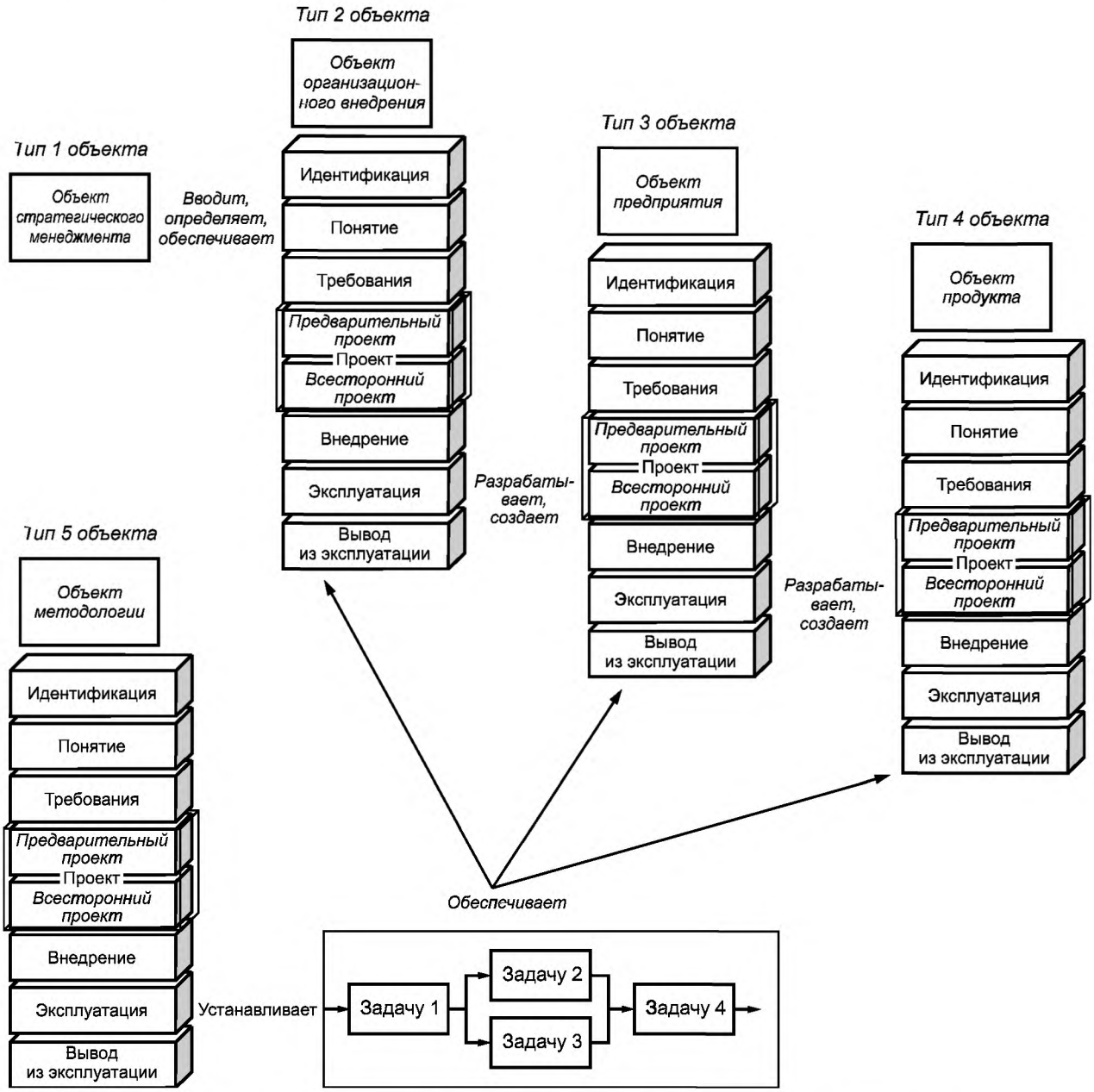



Рисунок А.5 — Связи между жизненными циклами типов сущностей (объектов) GERA

ми, организацией, продукцией предприятия и т. д. Моделирование процесса обеспечивает представление работы объектов предприятия и типов объектов с учетом всех функциональных, поведенческих, ресурсных и организационных аспектов. Это обеспечивает рабочее применение моделей для поддержки процесса принятия решений посредством оценки альтернативных вариантов и проведения процедур операционного контроля и мониторинга.

**А.3.1.4 Концепции, ориентированные на технологию**

А.3.1.4.1 Общая информация

Как процесс инжиниринга предприятия, так и операционная среда не могут обойтись без применения технологии. Технология рассматривается как ориентированная на производство и, следовательно, участвующая в производстве продукции и производственных услуг предприятия, или как ориентированная на менеджмент и контроль, обеспечивающая необходимые средства для обмена информацией, ее обработки и распределения. Концепции, ориентированные на технологию, описывают технологию, применяемую при эксплуатации предприятия и в процессе инжиниринга предприятия.

При ориентации технологии на производство такие концепции должны увязываться с моделями ресурсов и моделями организации ресурсов (например, модели цеха, системные архитектуры, информационные модели, модели инфраструктуры), моделями обмена информацией (например, модели сети) и т. д.

Все эти описания приемлемы и для инжиниринговой среды предприятия. Кроме того, существуют специфические потребности в информационной технологии для поддержки инжиниринга предприятия (например, инжиниринговые инструменты, услуги, связанные с разработкой модели и ее внедрением для «анимации», моделирования, операционного контроля и мониторинга, основанных на модели).

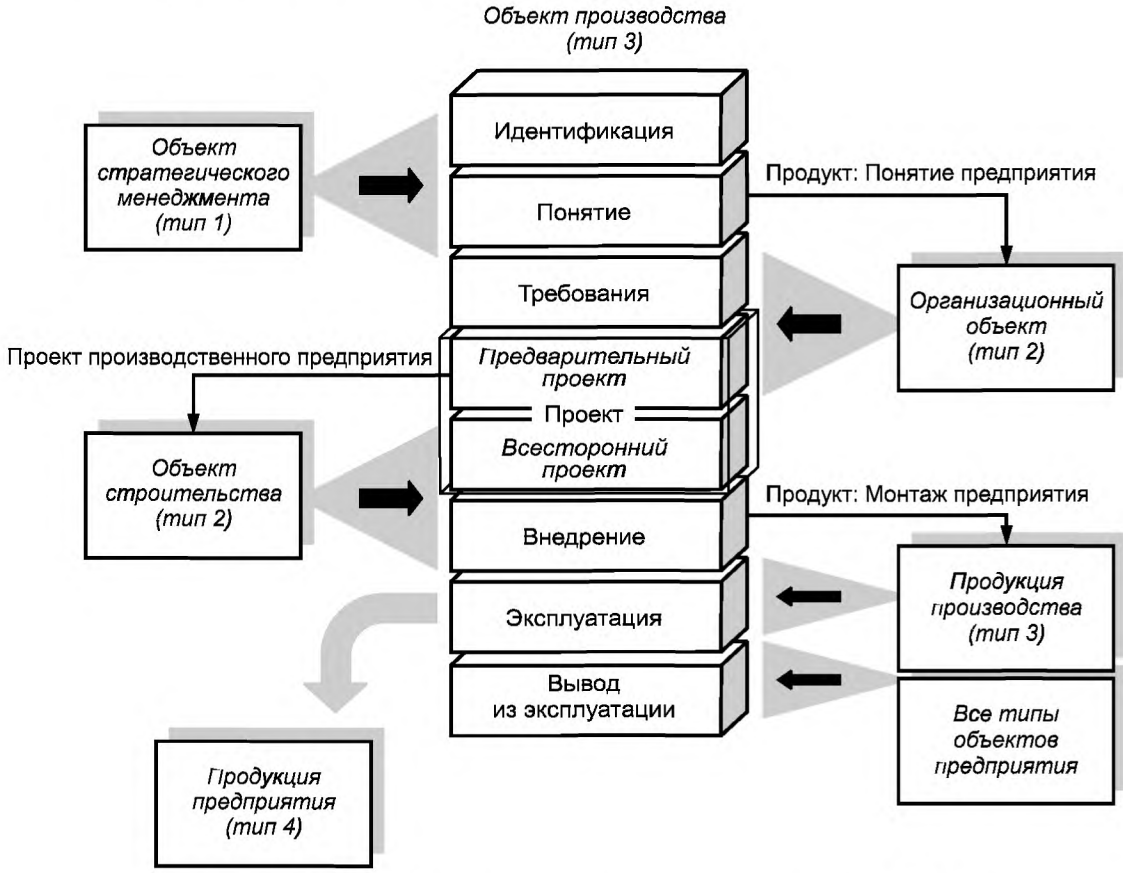



Рисунок А.6 — Связи между типами сущностей (объектами) GERA

А.3.1.4.2 Поддержка ИТ при организации и интеграции предприятия

ИТ поддержка инжиниринга и операционной деятельности предприятия должна обеспечивать две основные функции:

a) переносимость и интероперабельность модели посредством интеграции инфраструктуры всех разнородных сред предприятия;

b) операционную поддержку на основе модели (обеспечение процесса принятия решений, мониторинга и контроля) посредством обеспечения доступа в режиме реального времени к среде предприятия.

Для обеспечения интегрированной поддержки работы в режиме реального времени описание процесса и фактическая информация должны представляться в режиме реального времени для поддержки процесса принятия решений, осуществления мониторинга и управления, а также для поддержки модели.

А.3.1.4.3 Услуги по исполнению и интеграции модели предприятия (EMEIS)

Для иллюстрации потенциального применения компьютеризированных исполнимых моделей для работы в режиме он-лайн предприятия на рисунке А.7 приводится концепция интеграционной инфраструктуры, связывающей модель предприятия с реально существующими системами. Интеграционные услуги действуют как гармонизирующая платформа для разнородных сред системы (IT и другие) и обеспечивают необходимую поддержку выполнения для модели. Динамика процессов, заложенная в модели предприятия, действует как управляющий поток, обеспечивающий внедрение модели. Следовательно, доступ к информации и ее передаче в/из пользовательского участка контролируется моделью и обеспечивается интегрирующей инфраструктурой. Гармонизирующие характеристики интегрирующей инфраструктуры обеспечивают передачу информации внутри организации и за ее пределами. Посредством семантической унификации также обеспечивается внутренняя пригодность среды моделирования моделей предприятия.

Работы, направленные на поддержку моделирования предприятия, были выполнены в пилотных проектах (CCE/CNMA, CIM-BIOSIS, CIMOSA, NIDA, OPAL, PISA, TOVE). Некоторые результаты этих проектов были оценены в

отчете CEN/TK 310, что привело к установлению CEN/TK 310 требований к услугам по исполнению модели предприятия и интеграции. Установление требований проводит различие между услугами по разработке модели (MDS), услугами по исполнению модели (MXS) и общими IT услугами (см. рисунок А.7). Однако обслуживающие сущности не были четко и однозначно определены.

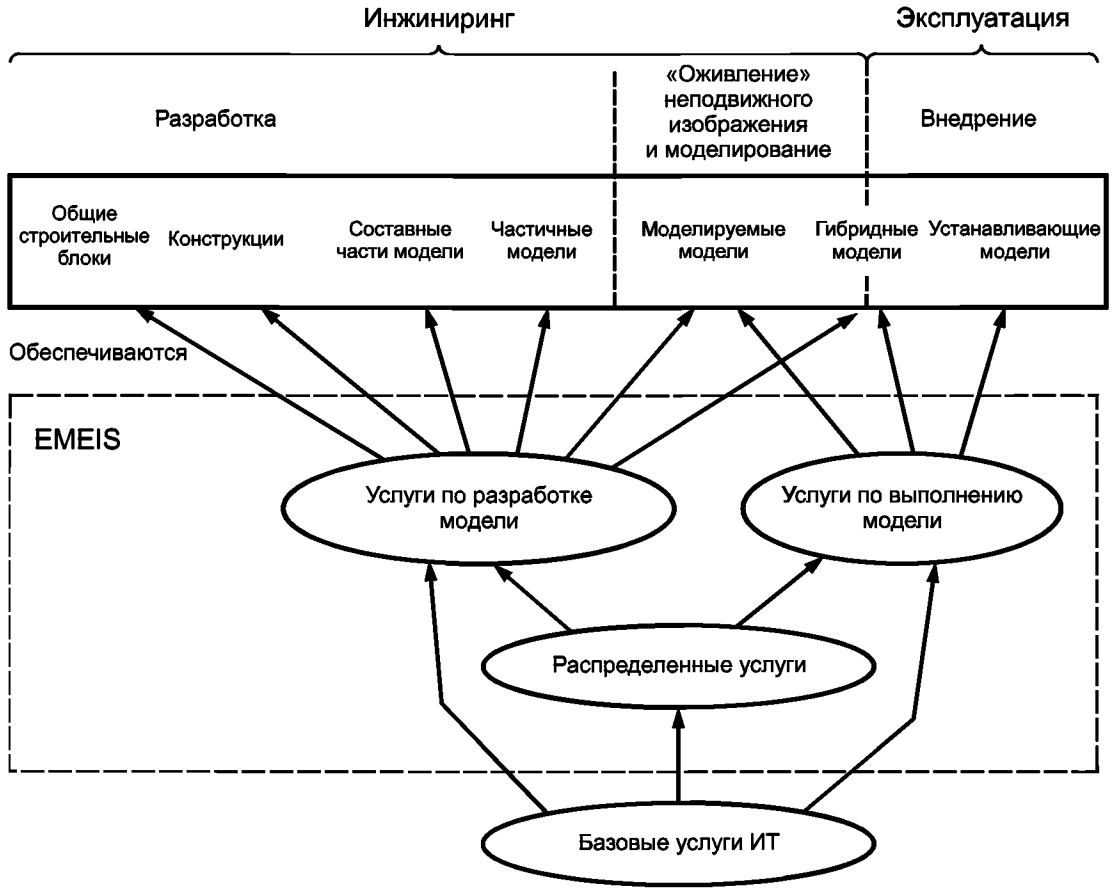



Рисунок А.7 — Эталонная модель EMEIS

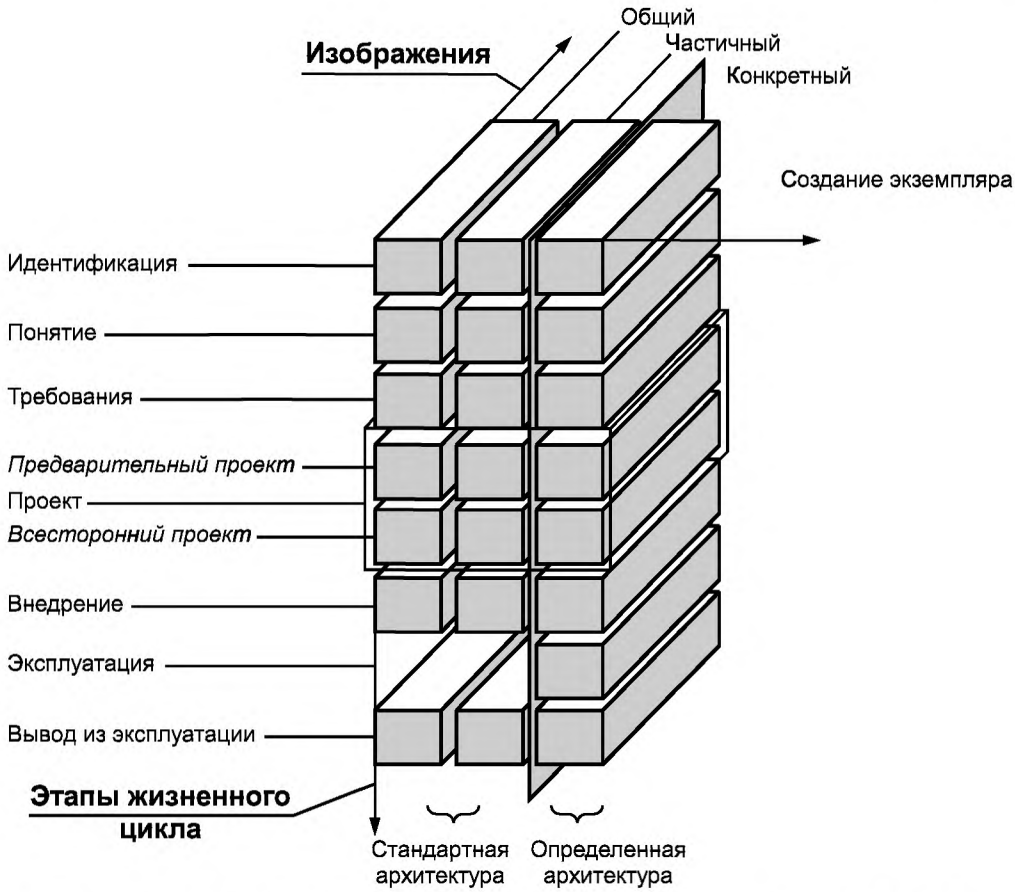
**А.3.1.5 Среда моделирования GERA**

А.3.1.5.1 Общая информация

GERA обеспечивает проведение анализа и среду моделирования на базе концепции жизненного цикла и идентифицирует три размерности для определения области и концепции моделирования предприятия:

- размерность жизненного цикла, обеспечивающая контролируемый процесс моделирования сущностей предприятия в соответствии с видами деятельности жизненного цикла;
- размерность общности, обеспечивающая контролируемый процесс конкретизации (создание экземпляра) от общего и частного к конкретному;
- размерность представления, обеспечивающая контролируемое визуальное представление специфических представлений (видов) сущностей предприятия.

На рисунке А.8 приведена идентифицированная выше трехразмерная структура, представляющая среду моделирования. Исходная часть среды основы моделирования включает в себя только общие и частные уровни. Эти два уровня организованы в структуру определений, концепций, конструкций основного и макроуровня (языки моделирования), определенных и использованных для описания данной области. Конкретный уровень представляет результаты процесса моделирования, который является моделью или описанием сущности предприятия в состоянии процесса моделирования, соответствующего конкретному набору видов деятельности жизненного цикла. Однако языки моделирования должны, как запланировано, обеспечивать двухстороннюю связь между моделями смежных этапов жизненного цикла, то есть отклонение моделей от верхнего к более низкому состоянию или абстрагирование моделей более низкого состояния к верхнему состоянию, а не создавать разные модели для различных наборов видов деятельности жизненного цикла.




Примечание — Слева представлены эталонные модели, а справа — разработанные в результате конкретные модели.

Рисунок А.8 — Среда моделирования GERA

А.3.1.5.2 Моделирование предприятия

Моделирование предприятия является деятельностью, в результате которой разрабатываются частные или конкретные модели предприятия (например, различные модели менеджмента и управления, а также модели процессов оказания услуг и производственных процессов, ресурсов, организации предприятия и производимой им продукции). Виды деятельности жизненного цикла могут определять различные модели создаваемого объекта, то есть результатами моделирования предприятия могут быть самые различные модели, например, модели, разработанные для проведения анализа, исполняемые модели для обеспечения деятельности предприятия и т. д. (см. [13] А.4.1).

В настоящее время особое внимание при моделировании предприятия уделяется моделям обеспечения процесса и продукции для представления деятельности предприятия. Моделирование с ориентацией на процесс обеспечивает представление операций сущностей предприятия и типов сущностей во всех аспектах: функциональном, поведенческом, информационном, ресурсном и организационном. Это обеспечивает рабочее применение моделей для поддержки принятия решений посредством оценки операционных альтернатив, а также управления и мониторинга на основе модели.

Модели предприятия представляют собой очень сложную реальность. Для снижения степени сложности модели предприятия должны обеспечивать представление отдельных аспектов (представлений) модели, то есть аспектов, представляющих часть модели, которая соотносится с интересами пользователя, что позволяет манипулировать моделью в соответствии с потребностями пользователя независимо от общей сложности полной модели.

Моделирование предприятия не ограничивается моделированием процесса предприятия. Все другие обычные проектные и аналитические виды деятельности, обеспечивающие создание описаний или моделей предприятия на любом этапе жизненного цикла (например, инженерные чертежи, карты и т. д.), также относятся к этой категории. Причина повышенного внимания к моделированию процесса объясняется тем, что оно является относительно новой деятельностью в проектировании предприятия, которая ранее не практиковалась. Тем не

менее данная деятельность в области моделирования значительно превосходит по значимости уже практикуемые работы и не заменяет их.

А.3.1.5.3 Понятия представлений

А.3.1.5.3.1 Общая информация

Для снижения степени очевидной сложности разрабатываемых в результате моделей предприятия GERA обеспечивает понятие «представление», которое позволяет описывать рабочие процессы в виде интегрированной модели, однако представляется пользователю в различных подмножествах (представлениях модели) интегрированной модели (см. рисунок А.9). Представление включает в себя подмножество фактов, отраженных в интегрированной модели, что позволяет пользователю сконцентрироваться на интересующих его вопросах, которые соответствующие заинтересованные организации могут пожелать рассмотреть с применением моделирования предприятия. Не исключается возможность создания различных представлений, отражающих определенные аспекты модели и скрывающих все другие. Понятие «представление» распространяется на модели всех типов сущностей на протяжении всего жизненного цикла. Представления моделирования создаются из лежащей в основе интегрированной модели.

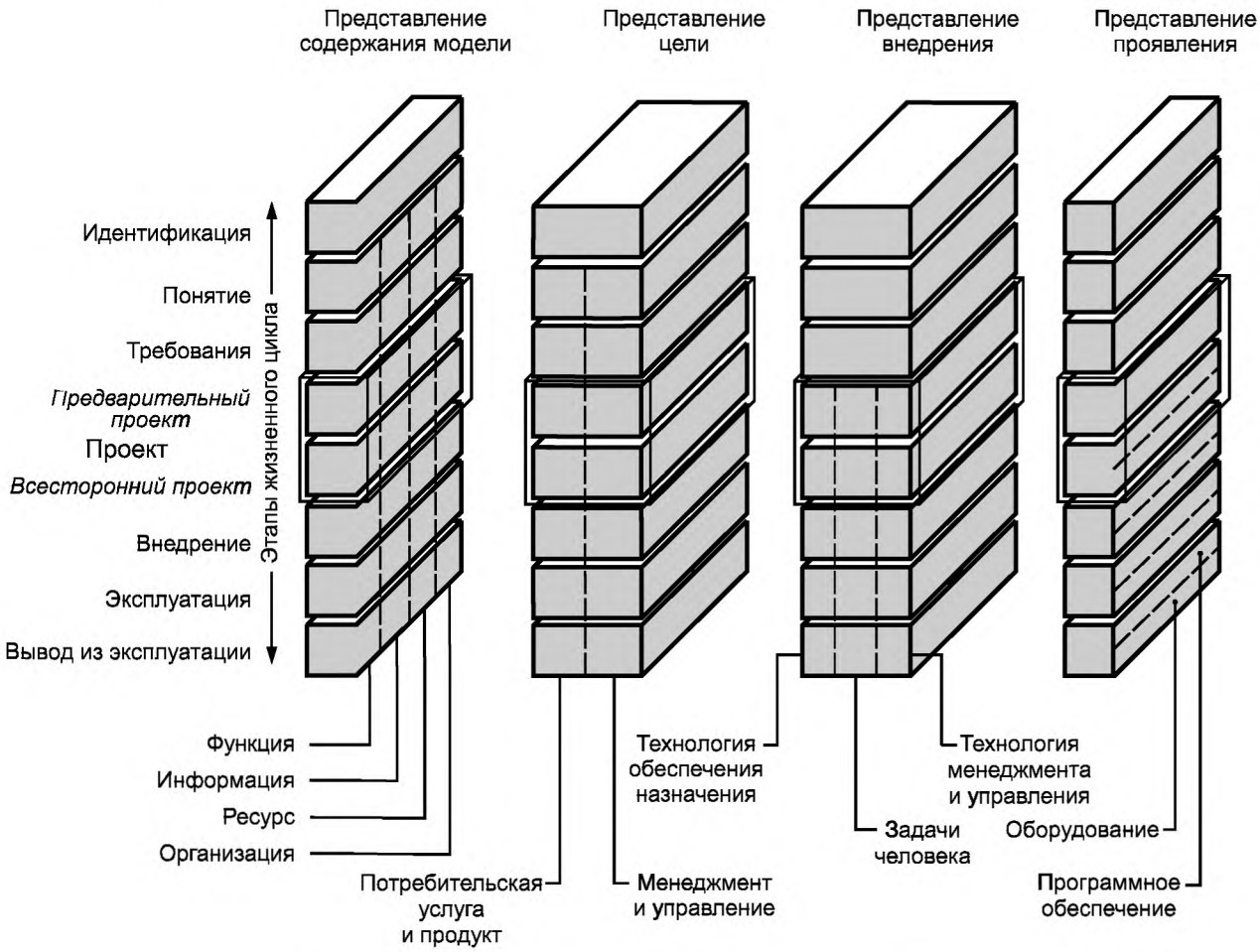



Рисунок А.9 — Понятие представления моделирования

Любая манипуляция модели (любое изменение содержания определенного представления) будет отражаться на всех сопутствующих представлениях и аспектах модели.

GERA определяет «наиболее точную структуру подразделения» целесообразных видов моделей, допуская при этом возможность установления лучшего подразделения при помощи другой соответствующей GERAM архитектуры.

В соответствии с требованиями GERA были идентифицированы следующие подразделения или представления модели:

- представление содержания модели сущности: функция, информация, ресурс, организация;
- представление цели сущности — потребительская услуга и продукция, менеджмент и контроль;

- представление внедрения сущности — задачи, выполненные человеком, автоматизированные задачи (технология менеджмента и контроля, а также и технология обеспечения миссии);

- представление физического проявления сущности (программное обеспечение, оборудование).

Не исключается возможность определения дополнительных представлений, отвечающих специфическим потребностям пользователя.

GERAM не требует наличия каждого представления на каждом этапе жизненного цикла. Однако в соответствии с требованиями GERAM область деятельности определенных представлений должна охватываться подразделением любого другого отличного представления. Таким образом, гарантируется, что все необходимые факты учтены. Например, не так важно иметь отдельные представления для программного обеспечения и оборудования, как обеспечить совместную модель программного обеспечения и оборудования. Методология инжиниринга предприятия определяет, какую модель следует разработать и какой язык моделирования или формализм использовать для описания этой модели. Другими словами, процессу организации предприятия необходимы модели для конкретной прагматической цели. Например, модели могут применяться для выражения таких понятий как:

a) выбор проекта;

b) имитация процесса определения некоторых характеристик процесса, например, издержек или продолжительности;

c) анализ существующего процесса определения несоответствий или других проблем в информационном или материальном потоке;

d) анализ функций принятия решений и обнаружения отсутствующих ролей при принятии решений.

Понятие «представление» является обобщением понятий представлений многих архитектур, включая CIMOSA, GRAI (и др.). Среда моделирования GERA допускает применение языков различной выразительной способности для каждого представления модели. Это означает, что существует выбор языка в любом конкретном представлении в зависимости от требуемых возможностей анализа (и, следовательно, выразительной способности) в соответствии с требованиями методологии инжиниринга предприятия.

A.3.1.5.3.2 Представление содержания модели сущности

Для пользователя, ориентирующегося на представление процесса с помощью описаний сущностей предприятия, были определены четыре различных представления содержания модели: функциональное, информационное, организационное и ресурсное.

Функциональное представление представляет функциональности (виды деятельности) и поведение (последовательность управления) бизнес-процессов предприятия. Это представление также охватывает процедуры принятия решений, связанных с менеджментом, а также различными преобразованиями и обеспечением. Фактически, функциональное представление системы менеджмента и контроля предприятия или сущности является функциональной моделью системы принятия решений (следует обратить внимание на то, что система менеджмента и контроля зачастую называется «системой принятия решений»). Функциональное представление включает в себя функциональные модели, процессные модели, модели принятия решений, отличающиеся своей выразительной способностью (и компетенцией, например, на какие вопросы эти модели могут ответить), однако все говорят о некотором аспекте функций предприятия. В результате «функциональное представление» является вместилищем для множества возможных моделей. Примеры включают в себя модели функционального представления, CIMOSA (см. A.4.1: ссылки [8] и [14]), модели изображения функции (см. A.4.1: ссылка [15]), представления центров принятия решений и GRAI Net, (см. A.4.1: ссылка [15]), сети ПЕТРи, цепочки процесса, управляемые событиями, обобщенные сети процесса, QGERT и модели GPSS. Эти типы моделей принадлежат к «функциональному представлению». Аналогичные аргументы могут быть приведены и для информационного, организационного и ресурсного представления.

Информационное представление осуществляет сбор данных об объектах предприятия (материальных и информационных), поскольку они применяются и появляются при выполнении операций на предприятии. Информация идентифицируется на основе соответствующих видов деятельности и структурируется в информационную модель предприятия в информационном представлении для информационного менеджмента и контроля материальным и информационным потоками.

Ресурсное представление представляет собой ресурсы (людские и технические ресурсы, а также технологические компоненты) предприятия, поскольку они применяются при выполнении операций на предприятии. Принадлежность ресурсов к контрольным деятельностям определяется в зависимости от их возможностей и структурируется в ресурсные модели, например, для управления основными средствами.

Организационное представление представляет собой обязанности и полномочия всех сущностей, идентифицированных в других представлениях (процессов, информации и ресурсов). Оно строит структуру организации

предприятия посредством организации идентифицированных организационных подразделений в такие более крупные подразделения, как департаменты, отделы, отделения и т. д.

По мере необходимости определяются другие представления моделирования (например, экологические, экономические), которые обеспечиваются средствами инжиниринга.

Фактически, представления содержания модели сущности охватывают большой объем информации. Это объясняется наличием многих языков, которые подходят для данного представления модели в данной категории.

А.3.1.5.3.3 Представления цели сущности

Два приведенных ниже различных представления охватывают содержание модели в соответствии с целью сущности предприятия:

- представление продукции и потребительских услуг представляет содержание операций сущности предприятия и их результатов. Оно представляет миссию рассматриваемой сущности предприятия;

- представление менеджмента и контроля представляет собой содержание функций менеджмента и контроля, необходимые для управления частью сущности предприятия, которая производит продукцию или оказывает услуги потребителю.

Внутренне деление этого представления определяется для разграничения области описания предприятия, при этом следует иметь в виду, что область деятельности должна распространяться как на часть, ответственную за выполнения миссии, так и на часть, ответственную за менеджмент предприятия. Методология инжиниринга предприятия предлагает разработку отдельных моделей или описания для этих двух частей.

А.3.1.5.3.4 Представление внедрения сущности

Внедрение сущности предприятия может быть представлено при помощи двух приведенных ниже различных представлений, основанных на разделении задач, выполняемых человеком и автоматикой:

- представления деятельности человека, охватывающие всю информацию, относящуюся к задачам, выполняемым людьми. Эти представления проводят различие между задачами, которые могут быть выполнены людьми (степень возможностей человека) и задачами, которые должны быть выполнены людьми (степень автоматизации);

- представление автоматизированной деятельности, представляющее задачи, подлежащие выполнению машинами. Оно включает в себя информацию, относящуюся к тем задачам, которые должны выполняться при помощи технологии обеспечения выполнения миссией и технологией менеджмента и контроля (то есть «технологическим задачам»). Представления внедрения проводят различие между задачами, которые могут быть выполнены машинами (степень возможностей автоматизации), и задачами, которые должны быть выполнены машинами (степень автоматизации).

А.3.1.5.3.5 Представление физического проявления сущности

Два приведенных ниже различных представления позволяют пользователю следующим образом представить физическое проявление сущности предприятия:

- представление программного обеспечения, представляющее все информационные ресурсы, способные управлять выполнением операционных задач на предприятии. В качестве примера можно привести любую компьютерную программу, которая может храниться в памяти компьютера или в любом устройстве управления, обеспечивающую выполнение производственной задачи, или любой набор инструкций, определяющих обязанности персонала с идентифицированными профессиональными навыками и умением, например, инструкции для персонала по выполнению задачи, без которых они не могли бы быть выполнены. Программное обеспечение относится к контролируемому состоянию, например, конфигурационное описание производственного оборудования, так что оборудование в этой конфигурации может выполнять задачи при условии, что конфигурация поддерживается на протяжении этой задачи;

- представление оборудования, представляющее все физические ресурсы, обеспечивающие выполнение определенного комплекса задач предприятия. В качестве примеров можно привести компьютерную систему с установленными эксплуатационными характеристиками, сотрудника, имеющего определенные профессиональные навыки и умение или машину с определенной функциональностью.

Различные представления, идентифицированные выше, представлены на рисунке А.10. Категории представлений являются, как правило, независимыми друг от друга, однако отдельные их комбинации могут быть полезны для представления специфических аспектов предприятия на конкретных этапах жизненного цикла. Наличие любого предложения является предметом внедрения в инструменты инжиниринговой поддержки.

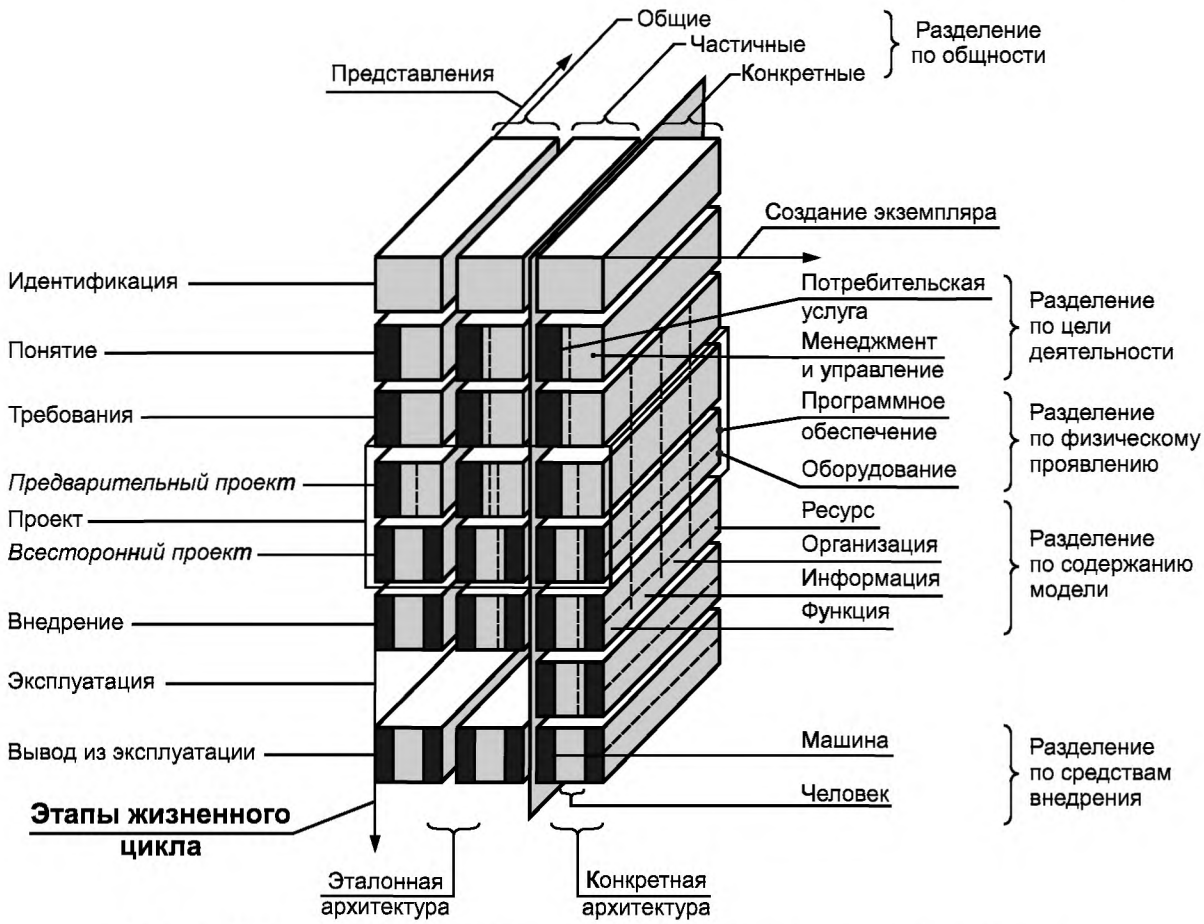



Рисунок А.10 — Среда моделирования GERA с представлениями моделирования

**А.3.2 EEMs — методологии организации предприятия**

**А.3.2.1 Общая информация**

Методологии инжиниринга предприятия описывают его процессы. Их область деятельности определена в понятии жизненного цикла GERA. Обобщенная методология, как и обобщенная архитектура, применима к любому предприятию независимо от сектора промышленности.

Методология инжиниринга предприятия помогает пользователю в процессе инжиниринга предприятия при выполнении интеграционных проектов как в случае всеобщей интеграции нового или реформированного предприятия, так и для менеджмента проводимых изменений. Она обеспечивает методы последовательного продвижения для любого вида деятельности жизненного цикла. Верхние два комплекса таких видов деятельности (идентификация и концепция) подпадают частично под компетенцию менеджмента и частично инжинирингового анализа и задачи описания (моделирования). Требования и комплексы проектных видов деятельности в основном ориентированы на выполнение задач инжиниринга посредством процесса, включая разработку моделей предприятия и проектов с помощью процесса.

Методологии инжиниринга предприятия описывают процесс инжиниринга предприятия и являются руководством для пользователя при выполнении инжиниринговых задач моделирования предприятия. Представляется возможным существование различных методологий, действие которых распространяется на различные аспекты процессов изменения предприятия. Это могут быть завершенные процессы интеграции или нарастающие изменения по аналогии с процессом непрерывного улучшения.

Сам процесс инжиниринга предприятия обычно направлен на предприятие, занимающееся оказанием повторяющихся услуг производства продукции или проектированием. Методология может быть специально ориентирована на тип рассматриваемого предприятия или сущности.

Инжиниринг предприятия может осуществляться в качестве специального проекта. Однако выполнение задачи интеграции может начинаться с любого типа деятельности в рамках жизненного цикла предприятия, не обязательно с верхних «идентификационных» типов деятельности. Например, конкретный инжиниринговый проект нового предприятия может не начинаться с идентификации и концепции, поскольку потребитель (который инициировал проектирование и строительство) мог уже выполнить эти действия. В этом случае инжиниринговое проектное предприятие должно только установить требования и осуществить проект/детальный проект и

внедрение (строительство) предприятия. После этого такой инжиниринговый проект может использовать части, касающиеся требований, проекта и внедрения, завершенной методологии инжиниринга предприятия.

Поэтому, в методологии инжиниринга предприятия процессы, относящиеся к его различным задачам, следует определять независимо друг от друга для возможности использования их комбинации в контексте определенной инжиниринговой задачи.

Инжиниринговые методологии предприятия могут описываться как модели процесса или описания с подробным представлением инструкций по каждому типу деятельности процесса интеграции. Это обеспечивает не только лучшее понимание методологии, но и идентифицирует необходимую информацию, ресурсы, обязанности и полномочия в рамках выполнения инжинирингового процесса предприятия при проведении проектного менеджмента проектов интеграции. При представлении процесса методологии могут применяться соответствующие языки моделирования предприятия. В рамках методологий предприятия методологии моделирования могут также применяться в качестве компонентов. Методологии моделирования — это методологии, целью которых является оказание содействия разработчикам модели, которые используют язык моделирования или несколько языков и описывают то, как модель может разрабатываться и оцениваться (сначала или с применением предварительно определенных частных моделей).

**А.3.2.2 Человеческий фактор**

Основной частью методологии является структурированный подход, обеспечивающий определение не только этапов/фаз, которым необходимо следовать при выполнении проекта инжиниринга и/или интеграции, но и способа вовлечения как можно большего количества сотрудников компании (пользователей) в проведение анализа и проектирования системы производства и оказания услуг.

Вовлечение сотрудников компании рассматривается как важный фактор успеха проекта интеграции. Считается, что методы, используемые для построения новых производственных и обслуживающих систем, являются сложными для понимания пользователей будущей системы, особенно в области информационной технологии. Кроме того, учитывая размеры затрат, необходимые для построения новой производственной и обслуживающей систем, ее создатели должны быть уверены, что проектное решение каждой новой системы отвечает целям, установленным первоначальными требованиями пользователей. Проект новой системы должен пройти валидацию пользователями до процесса разработки или внедрения.

Вовлечение сотрудников компании обеспечивает окончательную приемку спроектированной системы и, следовательно, сокращает этап перехода от старой системы к новой. Методология должна проводить четкое различие между двумя основными этапами проекта: проектирование с ориентацией на пользователя и проектирование с ориентацией на технологию. Опыт показывает, что требования бизнеса должны максимально учитываться на этапе проекта с ориентацией на пользователя и минимально на этапе детального проекта с ориентацией на технологию, поскольку это является задачей специалистов (если только рассмотрение технологии не оказывает прямого воздействия на производство).

Другим аспектом вовлечения сотрудников в деятельность предприятия является их место в самой спроектированной сущности, такой как предприятие.

Для демонстрации истинного места сотрудников в процессе внедрения функций предприятия необходимо соответствующих сотрудников наделить полномочиями для выполнения функций и задач в соответствии с требованиями к человеческому фактору этапа жизненного цикла, установленными в рамках системы. Это достигается рассмотрением функциональных задач, сгруппированных в трех столбцах этапа предварительного проекта, представленного на рисунке А.11.

Такая мера обеспечит разделение задач «выполнения миссии» и «менеджмента и контроля», как это определено на этапе «анализа требований», на три задачи, что позволит назначить ответственных за выполнение задач или функций, определенных в соответствующих столбцах, которые, в свою очередь, определяют автоматизированные информационные задачи, которые будут выполнять функции «архитектуры информационных систем» и автоматизированных производственных задач, которые выполняют функции «архитектуры производственного оборудования». Оставшиеся не автоматизированными задачи станут функциями, выполняемыми сотрудниками в рамках «человеческой и организационной архитектуры».

Разделение функций внедрения между человеком и машиной образует первое определение внедрения разработанной в результате разделения системы производства. В связи с включением человека возникает необходимость в следующих элементах схемы внедрения: «архитектура информационной системы», «человеческая и организационная архитектура» и «архитектура производственного оборудования».

Также определяются два таких направления, как «направление автоматизации» и «направление участия людей», путем определения пределов автоматизации и вовлечения человека.

«Направление автоматизации» показывает абсолютную степень способность чистых технологий к фактической автоматизации задач и функций. Это направление ограничивается тем, что многие задачи и функции требуют инноваций от человека и т. д. и не могут быть автоматизированы с помощью имеющейся в настоящее время технологии.

«Направление участия людей» подтверждает максимальную степень использования человека для фактического выполнения задач и функций. Это направление ограничивается человеческими возможностями, связанными со скоростью реакции человека, широтой понимания, диапазоном видения, его физической силой и т. д.

Можно также определить еще одно, третье «направление степени автоматизации», подтверждающее фактическую степень автоматизации, достигнутой или запланированной рассматриваемой сущностью предприятия. Именно это направление фактически определяет с одной стороны границу между «человеческой и организационной структурой» и «архитектурой информационных систем» и, с другой стороны, границу между «человеческой и организационной архитектурой» и «архитектурой производственного оборудования» (выполнение миссии). Если такие требования, как временные установки и координация соблюдены, то не имеет значения, какие функции выполняются человеком, а какие машиной или какие требования установлены к организационной структуре или по отношению к людям и в отношениях между людьми. Следовательно, фактическая степень автоматизации определяется соображениями политического характера и людскими отношениями, а также техническими соображениями. Определение «направления степени автоматизации» зависит от экономических, политических, социальных (обычаи, законы и директивы, правила профсоюзов) и технологических факторов.




Рисунок А.11 — Введение понятий «направления автоматизации», «участие людей» и «степень автоматизации» для определения трех архитектур внедрения

**А.3.2.3 Менеджмент проекта**

Для эффективного проведения анализа, выполнения проекта и внедрения в рамках инжинирингового и/или интеграционного проекта методология должна увязываться с имеющими в наличии методами менеджмента проекта, действие которого распространяется на планирование проекта, финансовое планирование и управление, сроки исполнения проекта и т. д.

Между жизненным циклом проекта и жизненным циклом системы предприятия (см. А.3.1.3.4) можно провести следующее логическое различие в рамках жизненного цикла проекта:

a) контроль проекта является частью «менеджмента и контроля» в рамках жизненного цикла проекта и

b) контроль проекта является частью, определяющей «услуги для потребителя» в соответствии с различными этапами, определенными в жизненном цикле системы, которая спроектирована/создана в рамках проекта. В этом смысле одним из основных типов деятельности в рамках менеджмента проектов является планирование сроков и ресурсов и управление этапами, которые должны быть выполнены и определены в жизненном цикле системы.

Проект истории срока жизни включает в себя как минимум три временных этапа:

- начало выполнения проекта, предусматривающее организацию проекта (различных групп и менеджеров), подготовку проекта, планирование проекта и организацию проведения заседания по результатам начального этапа выполнения проекта;

- контроль проекта, предусматривающее приемку поставленной продукции (оборудование и/или программное обеспечение, машины, различные установки и т. д.), мониторинг прогресса и непрерывного планирования, решение проблем менеджмента и изменений, осуществление проверок и проведение аудита;

- завершение проекта, предусматривающее общую приемку и окончательную оценку проекта.

Примеры различных подходов менеджмента проекта, связанных с методологией, могут быть найдены в GIM, SADT и т. д.

**А.3.2.4 Экономические аспекты**

Методология должна учитывать экономические аспекты. Действительно, выбор различных инвестиций зависит от целей, которые зачастую являются противоречивыми. Для выбора наиболее эффективного решения проектировщик должен изучить технические и экономические представления на различных этапах проекта интеграции.

Методология должна обеспечивать разделение стратегических целей компании на подцели для каждой функции; за техническими требованиями должна следовать технико-экономическая оценка.

Экономическую оценку можно разделить на следующие три этапа:

- расчет стоимости решения;
- показатели результативности для принятого решения;
- сопоставление затрат на выполнение решения с бюджетом.

Целью настоящего подхода является, с одной стороны, сопоставление затрат на реализацию проекта с инвестиционным бюджетом и, с другой стороны, сопоставление результативности принятого решения с техническими целями, вытекающими из стратегии компании. Такое сопоставление позволит определить следует ли производить экономическую оценку предложенного решения.

Примеры подхода к технико-экономической оценке могут быть найдены в ECOGRAI, GEM (методология эволюции GRAI),

**А.3.3 EMLs — языки моделирования предприятия**

Инжиниринг предприятия представляет собой очень сложное и многодисциплинарное мероприятие, включающее в себя менеджмент, проектирование и внедрение, в процессе выполнения которых могут разрабатываться различные формы описаний и модели рассматриваемого предприятия.

Для разработки моделей предприятия необходимо наличие более одного языка моделирования. Ситуация аналогична инжинирингу программного обеспечения, когда отсутствуют известные языки, действие которых распространяется на потребности всех моделей на всех этапах жизненного цикла. Комплекс языков должен обладать способностью выражать модели всех областей, определенных для среды моделирования в обобщенной стандартной архитектуре предприятия (GERA).

Модели предприятия должны представлять операции предприятия с различных модельных точек зрения (см. А.3.1.5.3). Для каждой области, моделируемой на основе GERA, должен быть выбран язык моделирования в соответствии с инжиниринговой методологией предприятия, приемлемой для выражения соответствующих моделей. На практике множество языков будет меньше множества областей, подлежащих моделированию, а один язык будет приемлемым для более чем одной области.

При определении полного набора языков моделирования необходимо соответствовать следующим требованиям:

- каждая область, представленная в рамках моделирования (см. рисунки А.8 и А.10), должна распространяться на каждый тип сущности предприятия;
- модель, разработанная в одной предметной области, должна быть способной к интеграции с моделями других предметных областей, если этого требует информационное содержание модели.

Любая предметная область моделирования может охватываться более чем одним языком. При этом языки должны обладать различной «выразительной способностью», что означает приемлемость некоторых языков только для описания предметной области и неприемлемость для отдельных задач анализа. Например, языки, принадлежащие к функциональному представлению, могут отличаться по их способности выражения таких определенных характеристик функций, как динамика функций, поведение функции, подразделение функции на виды функции, например, на менеджмент продукции, менеджмент ресурсов, координацию и планирование. Необходимая выразительная способность и, следовательно, выбор языков связаны с методологией, которой следуют.

Методология инжиниринга предприятия может предписывать выполнение некоторых аналитических задач, требующих определенного языка моделирования. Однако языки моделирования не должны создаваться с учетом того, какой будет методология. Любая методология инжиниринга должна иметь доступ к совместимому комплексу языков моделирования для выполнения обычных задач инжиниринга предприятия. Следовательно должны быть отобраны или разработаны такие совместимые и полные комплексы языков, как, например, комплекс языков CIMOSA, комплекса языков, выбранных на основе методологии GRAI, и т. д.

Языки моделирования предприятия могут определяться как конструкции моделирования, которые представляют различные элементы смоделированной сущности предприятия и улучшают как эффективность моделирования, так и понимание модели. Форма (представление) конструкций моделирования должна быть адаптирована к потребностям разработчиков и пользователей моделей. Следовательно, отдельные языки могут существовать для удовлетворения потребностей различных пользователей (например, участников бизнеса, разработчиков систем, специалистов по моделированию ИТ и т. д.). Кроме того, языки моделирования могут обеспечить образование конструкций более высокого уровня из более общих конструкций (макроконструкций) для повышения степени производительности моделирования.

Обеспечение принятия решений на основе моделей и операционный контроль и мониторинг с помощью модели требуют наличия конструкций моделирования, целью которых является оказание содействия и поддерж-

ки конечным пользователям. Они должны представлять операционные процессы в соответствии с потребностями пользователя.

Семантика языков моделирования может описываться с помощью онтологических теорий (см. А.3.4). Это особенно важно в том случае, когда модели предприятия должны обеспечивать сам процесс работы предприятия, поскольку модели в данном случае должны быть исполнимыми. Однако определение формальной семантики должно также подкрепляться естественными языковыми объяснениями понятий.

Примеры языков моделирования приводятся в ARIS (см. [18], А.4.1), CIMOSA (см. [8] и [14], А.4.1), GRAI/GIM (см. [15], А.4.1), IEM (см. [17], А.4.1) или в серии языков IDEF (см. [8] и [16], А.4.1). Соответствующими стандартами являются ENV 12204, который определяет исходный комплекс из двенадцати конструкций моделирования предприятия (бизнес-процесс, набор возможностей, деятельность предприятия, объект предприятия, событие объектное представление, состояние объекта, заказ, организационная единица, продукт, ресурс, отношение) и ИСО 14258, который определяет правила и понятия для моделей предприятия.

**А.3.4 GEMCs — общие концепции моделирования предприятия**

**А.3.4.1 Общая информация**

Общими концепциями (понятиями) моделирования предприятия являются наиболее употребительные концепции и определения организации предприятия и моделирования. Существуют следующие формы определения концепции в порядке их формализации:

- глоссарии;
- мета-модели;
- онтологические теории.

При этом должны быть выполнены следующие требования:

- концепции, определенные более чем в одной из вышеприведенных форм, должны определяться взаимно согласованным образом;
- концепции, применяемые в языке моделирования предприятия, должны также иметь по крайней мере определение в форме мета-модели, однако предпочтительным является определение взятое из онтологической теории.

**А.3.4.2 Глоссарий**

Терминологию, применяемую при организации предприятия, можно определить на родном языке как «глоссарий терминов». Наличие такого глоссария является обязательным требованием для полной обобщенной архитектуры интеграции предприятия и методологии. Определение в глоссарии всех понятий, относящихся к полуформальным мета-моделям и/или формальным онтологиям, является минимальным требованием.

**А.3.4.3 Мета-модели**

В контексте GERAM мета-модели являются концептуальными моделями терминологической составляющей языков моделирования[1)]. Они описывают используемые понятия, их свойства и связи, а также некоторые основные ограничения, например, кардинальные ограничения.

Мета-модели располагаются между неформальными и формальными выражениями. Их, как правило, представляют в виде схемы связей сущностей или на языке с аналогичной выразительной способностью. Терминологию, определенную в интегрированной мета-схеме, можно также рассматривать как схему (в любой момент) инструментальной базы данных инжиниринга предприятия для моделей предприятия.

**А.3.4.4 Онтологические теории**

Онтологические теории являются формальными моделями понятий, которые используются в представлениях предприятий. Их действие распространяется на правила и ограничения в интересующей области, допуская полезные предположения, которые применяются для анализа, выполнения (например, для целей имитации), перекрестной проверки и валидации моделей.

Онтологические теории представляют собой нечто вроде общей модели предприятия, описывающей наиболее общие аспекты понятий, относящихся к предприятию (функцию, структуру, динамику, издержки и т. д.) и определяющей семантику используемых языков моделирования. Они выполняют роль, аналогичную роли «модели данных» в проектировании базы данных. Языки моделирования предприятия при поддержке онтологических теорий (и сопутствующих им инструментов инжиниринга предприятия) обеспечивают пользователя возможностями проведения более глубокого анализа.

Поскольку отдельные языки моделирования предприятия могут применяться для описания различных аспектов/представлений предприятия, важно отметить, что онтологические модели должны быть интегрированными, то есть языковые определения для представлений должны быть представлениями интегрированной мета-схемы (если такая мета-схема определена) и/или ее основной онтологической модели (если соответствующая онтологическая теория определена). Это чисто техническое требование позволяет применять инжиниринговые инструменты предприятия для перекрестной проверки взаимного согласования моделей предприятия, разработанных в процессе инжиниринга предприятия[2)].

---

[1)] Мета-модели являются моделями моделей.

[2)] Для такой перекрестной проверки существуют теоретические ограничения, поэтому формулировка должна подвергаться перекрестной проверке, насколько это возможно.

**А.3.5 (PEMs) — частные модели предприятия**

**А.3.5.1 Общая информация**

Частными моделями предприятия (повторно используемыми эталонными моделями) являются модели, действие которых распространяется на понятия, общие для многих предприятий. PEMs применяются при моделировании предприятия для повышения степени эффективности процесса моделирования. В процессе организации предприятия такие частные модели могут применяться как проверенные компоненты для создания конкретных моделей предприятия (EMs). Однако, в целом таким моделям по-прежнему необходима адаптация (завершенность) к конкретной сущности предприятия.

Частные модели можно выразить как:

- модели, действие которых распространяется на некоторую общую часть класса предприятий;
- парадигматические (исходные или прототипные) модели, которые описывают типичное предприятие класса (прототипные модели могут быть в последующем модифицированы в конкретный класс);
- абстрактные модели части или всего класса, которые сохраняют общность, но при этом не содержат специфических подробностей (этот тип модели предназначен для «заполнения пропуска»).

**А.3.5.2 Частные модели роли человека**

Частные модели необходимы для установления обязанностей людей при принятии решений, профессиональных способностей, навыков и умения, социальных и технических аспектов (мотивации, стимулов и т. д.). Целью частных моделей роли человека является организация предприятия и идентификация обязанностей и полномочий сотрудников предприятия.

**А.3.5.3 Частные модели процесса**

Обеспечение бизнес-процессов повторно применяемыми эталонными моделями может существенно улучшить эффективность моделирования предприятия. Эти модели представляют собой общие представления рабочих процессов предприятия, и их действие распространяется на такие разные процессы, как закупка, выполнение заказа, разработка продукции и административные процессы (представляющие процедуры рабочего потока или CSCW), отношения с внешними организациями (например, банками).

Частные модели процесса могут разрабатываться под определенные сектора промышленности (таких как автомобильная промышленность, производство электронных компонентов или более специфические секторы, например, производство подвески автомобиля, и т. д.). Они могут представлять собой типичные системы менеджмента и контроля, таких, например, как различные формы сотрудничества предприятия. Например, современные парадигмы расширенных и виртуальных предприятий могут быть представлены как частные модели, являющиеся руководством для заинтересованных сторон в определении конкретных форм сотрудничества.

Следует отметить, что частные модели производственных процессов применяют, как правило, один или более видов представлений модели (см. А.3.1.5.3), таких, например, как функциональные и поведенческие модели, схема базы данных и т. д. Частные модели процесса описывают, как правило, общую функциональность, однако оставляют определение процесса поведения на усмотрение конкретным предприятиям.

Частные модели могут быть представлены в различных условиях абстракции и могут применять различные представления содержания модели; например, модели качества по стандартам ИСО 9000 являются частными моделями, определяющими типичные или необходимые политические направления, которые должны быть приняты компаниями, получившими аккредитацию качества (некоторые стандарты комплекса ИСО 9000 идут дальше и более подробно определяют отдельные аспекты функций бизнес-процесса). Многие компании создают частные модели в виде схем базы данных на уровне компании, которые затем внедряются во все базы данных компании или применяются в качестве основы для таких проектов. Такие общие схемы базы данных могут применяться как стандартные интерфейсы между процессами. Некоторые частные модели представляют как систему фрагментов модели, гарантирующую что результирующие модели определяют модель бизнес-процесса высокого качества, так и простое внедрение системы.

**А.3.5.4 Частные технологические модели**

А.3.5.4.1 Общая информация

Частные технологические модели обеспечивают общие описания ресурсов и их совокупностей, например, описания цеховых участков, сборочных линий, гибких систем производства, офисных систем, систем ИТ и т. д. Все такие частные модели являются специфическими для конкретного сектора промышленности и/или конкретной страны, обеспечивая общие описания компонентов (увязанных с каталогами поставщиков), общих правил эксплуатации и т. д.

А.3.5.4.2 Частные модели систем ИТ

Частные модели систем ИТ могут представлять компоненты, необходимые при обмене и обработке информации, которые ориентируют и улучшают проектирование информационных систем, что способствует применению соответствующей технологии при инжиниринге предприятия (EDI, STEP, HTML/WWW и т. д.).

Одной из важных частных моделей, которая обычно необходима при организации предприятия, является модель интеграционных сервисов (см. А.3.1.4.3), обеспечивающая портативность в разнородных средах. Такие услуги должны включать в себя обмен информацией, управление обработкой/выполнением, представительские и информационные сервисы. Определение этих сервисов должно ссылаться на такие стандартные определения, как EDI, STEP, HTML/HTTP и другие протоколы обмена информацией; CORBA-IDL; SQL3; сервис Java для выполнения, сбора, представления и т. д.

Такие сервисы могут поставляться при помощи различных способов, таких как модульная продукция или строительные блоки (см. А.3.7).

**А.3.6 EETs — инжиниринговые инструменты предприятия**

Инжиниринговые инструменты предприятия применяют языки моделирования предприятия для поддержки инжиниринговых методологий предприятия и должны обеспечивать создание, применение и управление моделями предприятия.

Инжиниринговые инструменты предприятия должны обеспечивать проведение анализа и оценки моделей (или описаний) предприятия и его продукции, а также внедрение моделей для имитации. Эти функции необходимы для принятия проектных решений в ходе инжиниринга предприятия.

Инжиниринговые инструменты должны обеспечивать руководство процессом моделирования и необходимые возможности для проведения анализа при применении моделей в процессе инжиниринга предприятия. То есть данные инструменты помогают пользователю применять модели для наилучшего продвижения инжинирингового процесса, а также облегчают ввод моделей в действие для обеспечения процесса принятия решений и проведения мониторинга и управления на основе моделей.

Инжиниринговые инструменты предприятия необходимы для обеспечения проектной/инжиниринговой деятельности рассматриваемой сущности предприятия. Следовательно, они должны обеспечивать:

- общую и индивидуальную проектную/инжиниринговую деятельность и
- общее распределенное хранилище для проекта или базу данных, позволяющие управлять всеми частными и конкретными моделями и описаниями, которые применяются или создаются в процессе инжиниринга предприятия, включая формальные модели и любые другие неформальные описания проекта, документы и т. д.

В зависимости от рассматриваемой сущности предприятия такие инжиниринговые инструменты предприятия могут многое. Если объектом проектирования является проект (то есть проектное предприятие) или предприятие (такое, как компания), инжиниринговые инструменты будут обеспечивать создание проекта такого предприятия, включая его производственные процессы, ресурсы, организацию и т. д. Если рассматриваемой сущностью предприятия является продукция или тип продукции, инструменты будут обеспечивать проектирование продукции, которое распространяется на функциональность, геометрию, системы управления, процедуры оператора и т. д.

С помощью потенциальной интеграции инжиниринга предприятия и сервисов выполнения модели представляется возможным увязать сервис инжиниринга с сервисами менеджмента предприятия (например, при первоначальной имитации выполнения проекта можно применять инструменты, аналогичные инструментам, которые используются для непрерывного планирования проекта в процессе его выполнения).

Инжиниринговые инструменты должны обеспечивать пользователя возможностью увязки моделей с реальным производственным процессом с целью их постоянной актуализации. Необходимо отметить, что инжиниринговые инструменты могут быть отделены или интегрироваться со средой выполнения модели (см. А.3.7).

Идеальная инжиниринговая среда должна быть модульной, чтобы альтернативные методологии могли основываться на ней. Следовательно, инжиниринговые инструменты должны обеспечить среду, которая является эластичной (а не базирующуюся на закрытом наборе моделей), оставляющей возможность для альтернативных методов моделирования (например, с помощью обогащения конструкций языков моделирования или дополнения новых представлений по необходимости).

В качестве некоторых примеров инжиниринговых инструментов, базирующихся на языках моделирования (когда рассматриваемая сущность предприятия является предприятием или проектным предприятием) являются: комплект инструментов ARIS (ARIS, см. [18], А.4.1), First STEP (CIMOSA), MOGO (IEM, см. [19], А.4.1), инструменты KBSI (см. [20], А.4.1), METIS и т. д. Существует много примеров инжиниринговых инструментов предприятия для случая, когда рассматриваемая сущность предприятия является продуктом; такие инструменты включают в себя инструменты для моделирования продукции и проекта, имитации, визуальное представление, проектирование систем управления и т. д., например, инструменты STEP.

**А.3.7 EMOs — модули предприятия**

Модулями предприятия являются внедренные строительные блоки или системы (продукция или семейство продукции), которые можно применять в качестве общих ресурсов при инжиниринге и интеграции предприятия. Как физические сущности (системы, подсистемы, программное обеспечение, оборудование и имеющиеся людские ресурсы/профессии) такие модули должны быть доступны на предприятии или могут быть легко приобретены на рынке. В общем EMOs представляют собой внедрение частных моделей, идентифицированных в данной области деятельности в качестве основы общетребуемой продукции, имеющейся на рынке. Модули предприятия предлагаются в виде комплекса, как если бы проект предприятия требовал применения частных моделей, образующих основу этого комплекса; тогда результирующая конкретная бизнес-система предприятия может быть внедрена с применением отдельных или всех моделей такого комплекса модулей. Одним из комплексов модулей предприятия, имеющим большое значение, является интегрируемая инфраструктура, внедряющая необходимые интегрируемые сервисы ИТ (см. А.3.5.4.2).

**А.3.8 EMs — модели предприятия**

Целью моделирования предприятия является создание и постоянное поддержание в рабочем состоянии модели определенной сущности предприятия. Модель предприятия должна представлять реальную работу пред-

приятия в соответствии с требованиями пользователя и областью его деятельности. Это означает адаптацию частей модели к определенным установленным потребностям, что не исключает ее взаимодействие с моделями других предприятий. Модели предприятия включают в себя все описания, проекты и формальные модели предприятия, подготовленные в течение истории жизни предприятия.

Модели предприятия выражаются на языках моделирования предприятия и поддерживаются в рабочем состоянии (создаются, анализируются, хранятся, распространяются) в результате инструментов инжиниринга предприятия. Создание и применение моделей должны обеспечиваться информационными сервисами в режиме реального времени. Применение таких сервисов обеспечивает доступ к информации в режиме реального времени в обоих средах предприятия — инжиниринговой и операционной.

Отдельными важными аспектами применения моделей предприятия являются:

- обеспечение процесса принятия решений для оценки рабочих альтернатив процесса инжиниринга предприятия (обеспечение анализа работы и учет результатов синтеза);
- выполнение функций инструмента обмена информацией, обеспечивающего взаимное понимание вопросов между заинтересованными сторонами предприятия как внутри, так и за его пределами;
- управление и мониторинг на основе модели для эффективного выполнения бизнес-процесса, обучения и подготовки вновь принятого на работу персонала, для которого модели предприятия являются демонстрацией реального производственного процесса.

**A.3.9 EOSs — операционные системы предприятия**

Операционные системы предприятия обеспечивают эксплуатационную деятельность конкретного предприятия. Они включают в себя оборудование и программное обеспечение, необходимое для выполнения задач и целей предприятия. Их содержание определяется требованиями предприятия, а внедрение — моделями проекта, которые обеспечивают технические характеристики и идентифицируют модули предприятия, используемые при внедрении системы.

**A.4 Глоссарий ссылок**

**A.4.1 Общие ссылки**

[1] Charles J. Petrie, Jz. Моделирование интеграции предприятия; Труды конференции ICEIMT, The MIT Press, Cambridge, MA, (1992) (ISBN 0-262-66080-6)

[2] CIMOSA — Архитектура открытой системы для CIM, ESPRIT Консорциум AMICE, Springer — Verlag, Berlin, 1993, (ISBN 3-540-56256-7), (ISBN 0-387-56256-7)

[3] T. J. Williams. Архитектуры для интегрирования производственной деятельности и предприятия, компьютеры в промышленности — Том 24 № 2—3 (1994)

[4] D. Shorter, редактор, Оценка конструкций моделирования CIM — Отчет по оценке конструкций для представлений в соответствии с ENV 40003, Компьютеры в промышленности — Том 24 № 2—3 (1994)

[5] P. Bernus и L. Nemes, Основа определения общей исходной архитектуры предприятия и методология, Труды международной конференции по автоматизации, роботизации и компьютерному видению (ICARCV'94), Сингапур, Ноябрь, 10—12 (1994) см. также в Компьютерных интегрированных системах производства 9,3 (июль 1996) pp 179—191

[6] T. J. Williams и Hong Li, Спецификация и установление требований к GERAM (Обобщенная исходная архитектура предприятия и методология) со всеми требованиями с примерами из исходной архитектуры предприятия Purdue и методологии PERA, Исследовательский отчет 159, Лаборатория Purdue по прикладному промышленному управлению (ноябрь 1995), версия 1.1

[7] CIMOSA — Архитектура открытой системы для CIM, Техническая базовая линия; Версия 3.2 Ассоциация CIMOSA, частичная публикация (март 1996)

[8] F. B. Vernadat, Моделирование предприятия и интеграция: принципы и применения, Chapman и Hall, Лондон, (1996), (ISBN — 0-412-60550-3)

[9] K. Kosanke Сравнение методологий моделирования предприятия, Труды DIISM 96, Chapman и Hall, Лондон (1997)

[10] M. S. Fox Проект TOVE: к модели здравого смысла предприятия, Proc ICIEMT92, Petrie, C. J., Jz. (редактор) MIT Press (1992) pp 310—19

[11] K. Kosanke, J. Nell (редакторы), Труды международной конференции по интеграции предприятия и технологии моделирования, Springer — Verlag (1997)

[12] R. H Weston Рабочие стенды и эталонные модели для организации предприятия глава в Справочнике по технологии жизненного цикла: понятия, инструменты и методы под редакцией A. Molina, J. M. Sancher, A. Kusiak, публикация Chapman и Hall, Лондон (1998)

[13] P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt, Справочник по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998)

[14] F. B. Vernadat, Языки CIMOSA в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998), pp 243—264

[15] G. Doumeingts, B. Vallespir, D. Chen Моделирование процесса принятия решений с использованием GRAI Grid в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998), pp 313—338

[16] C. Menzel, R.J. Mayer, Серия языков IDEF в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998), pp 209—242
[17] G. Spur, K. Mertins, R. Jochem Integrierte Unternehmensmodellierung, Beuth Verlag, Берлин (1993)
[18] A.W. Scheer, ARIS в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998), pp 541—566
[19] K. Mertins, R. Jochem, MO²GO в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998), pp 589—600
[20] F. Tissot, W. Crump «Действительно интегрированная среда моделирования предприятия» IDEF в P. Bernus, K. Mertins и G. Schmidt Справочнике по архитектурам информационных систем, Springer — Verleg (1998)

**А.4.2 Ссылки на стандарты**

ENV 40003 — 1990 Компьютерное интегрированное моделирование — Архитектура систем — Основа моделирования предприятия, СЕН/СЕНЕЛЕК
ENV 12204 — 1995 Прогрессивная технология производства — Архитектура систем — Конструкции для моделирования предприятия, СЕН/ТК 310/РГ 1
СЕН/ТК 310 — 1995 Архитектура систем CIM — Выполнение модели предприятия и сервисы интеграции — Отчет по оценке, Отчет СЕН 1831
СЕН/ТК 310 — 1995 Архитектура систем CIM — Выполнение модели предприятия и сервисы интеграции — Информация о требованиях, Отчет СЕН 1832
ИСО 14258 — Промышленные автоматизированные системы — Концепции и правила для моделей предприятия (ИСО/ТК 184/ПК 5/РГ 1)
ИСО 14258 — Промышленные автоматизированные системы — Концепции и правила для моделей предприятия: Техническое изменение 1

**Приложение В**
**(справочное)**

## Экономическое представление в архитектуре системы CIM

### В.1 Общая информация

#### В.1.1 Введение

Доверие предпринимателей и менеджеров производства к прогрессивной технологии CIM зависит от возврата инвестиций, планируемых на этапе проекта, так же как и от внедрения новой системы, ее актуализации, реорганизации и интеграции. Учитывая необходимость рассмотрения материальных и нематериальных выгод, оценка прибыли является трудоемкой задачей. Существенным аспектом любого механизма решения проблемы является возможность оценки различных альтернатив с применением моделей существующей и предложенной системных архитектур, связывая функциональности с экономическим результатом с тем, чтобы обеспечить возможность принятия компромиссных решений по проекту. В частности оценка нематериальных выгод часто является препятствием для капиталовложений в компьютеризированное интегрированное производство (CIM).

Экономическое представление отображает содержание модели в отношении экономических решений. Оно выделяет существующее содержание модели и установленные аналитические методы для информирования лиц, ответственных за принятие решений. Экономическое представление является наиболее критичным на ранней стадии жизненного цикла, когда вступает в силу большинство экономических обязательств, и на более поздней стадии жизненного цикла, когда определяется экономический эффект.

#### В.1.2 Оказание содействия менеджерам предприятия

В качестве руководства для менеджеров предприятия экономическое представление оказывает содействие в:

a) прогнозировании влияния интеграции системы на предприятие;

b) оценке необходимых капиталовложений и возможных выгод;

c) принятии решений и повышении их корректности и

d) проведении мониторинга процесса внедрения и применения интегрированной системы.

#### В.1.3 Оказание содействия разработчикам моделей предприятия и аналитикам

В качестве руководства для разработчиков моделей и аналитиков экономическое представление оказывает содействие в:

a) описании экономических элементов;

b) понимании связи между этими элементами и другими составляющими частями в интегрированной системе;

c) описании экономических связей между стратегическими целями предприятия, структурой интегрированной системы и ее составляющими и

d) идентификации экономических выгод в результате реорганизации предприятия.

#### В.1.4 Оказание содействие разработчикам систем

Как руководство для разработчиков систем, экономическое представление обеспечивает:

a) методы оценки экономических последствий в результате функциональных модификаций системы в процессе ее разработки и

b) область применения инструментов программного обеспечения при экономическом моделировании и проведении анализа.

### В.2 Основа экономического представления

При выполнении проектов внедрения/интеграции системы цели и соответствующие требования назначения проекта отражаются в требованиях к экономическим характеристикам. Экономические последствия/влияния на систему реализуются через стратегию интеграции и технологический проект. Экономическое представление устанавливает связи между экономической целью и инжиниринговым проектом. Оно описывает экономические элементы, факторы влияния и скалярные показатели, продекларированные в интегрированной системе и их связи, позволяющие определить их воздействие на экономические цели в проекте интеграции системы. Эти показатели, факторы и элементы являются конструкциями, а их свойства определяются или устанавливаются с помощью четырех обязательных представлений изображений содержания модели (см. 4.2.10).

В интегрированной системе экономическое представление включает в себя комплекс моделей, применяемый для описания экономических компонентов и их связей. С помощью многих методов, например, графических, математических и даже описательных, можно описывать экономические компоненты. Для улучшения совместимости и обеспечения успешной работы предприятия создается выраженная в графической форме трехуровневая среда, основанная на методах моделирования предприятия и эталонных моделях в общей эталонной архитектуре предприятия, как показано на рисунке В.1.

Три уровня среды (или основы) экономического представления (показатели, факторы, элементы) обладают различными экономическими качественными признаками. Среда устанавливает связи между уровнями детализации от верхнего уровня стратегических целей предприятия до нижних основных экономических элементов вместе с действующими показателями и факторами. Для правильного определения связей между различными уровнями необходимо применять комбинированные и классификационные методы отбора информации из комплекса общих и частных моделей, предназначенного для соответствующих стадий жизненного цикла, и затем классифицировать информацию для установления конкретных древовидных схем и связей.

На ранней стадии жизненного цикла устанавливаются экономические цели (ET) и ограничения, например, возврат инвестиций (прибыль на инвестированный капитал) и уровни цен. В соответствии с идентификацией домена и определением концепции составляются комплексы экономических показателей ($I_j$) в увязке с целями и ограничениями и выбираются аналитические методы с возрастающими уровнями детализации по мере протекания жизненного цикла. На факторном уровне факторы стоимости, относящиеся к процессу, определяются из разбивки моделей процесса на виды деятельности ($f_P$). На этом уровне другие экономические факторы определяются в результате аналитической разбивки предполагаемого значения, которое может быть как материальным, так и нематериальным ($f_A$). Все показатели имеют как материальные, так и нематериальные факторы. Даже такие наиболее материальные показатели как расходы ($I_C$) и время ($I_T$) могут быть подвержены воздействию нематериального фактора, который необходимо принимать во внимание. Такие определённо нематериальные факторы, как услуга ($I_S$) и окружающая среда ($I_E$) могут также иметь материальные факторы, например, время реагирования, интенсивность загрязнения и т. д. Материальные факторы могут принимать различные формы и представления. Они могут выражаться в математических уравнениях ($f_E$), матрицах, таблицах ($f_T$), прямоугольные объекты — в графических моделях и т. д. На рисунке В.1 более подробно представлен этап проекта с применением древа разложения показателей, факторов процесса ($f_P$), описанных как часть модели процесса, аналитических факторов ($f_A$), как иерархические модели, факторов уравнения ($f_E$), как формула и факторов таблицы ($f_T$) как таблица данных.

Элементный уровень идентифицирует основные экономические элементы, включающие в себя переменные величины в математических уравнениях ($E_E$), входные данные в матрицы и таблицы ($E_T$) и виды деятельности [такие как прямоугольные объекты видов деятельности на самом низком уровне модели IDEF3, ($E_E$)] и т. д., из которых определяются факторы или значения стоимости. Эти элементы представляют собой, как правило, простые качественные значения, характеризуемые как невидимые, которые могут применяться для измерения, мониторинга или управления связанными факторами. В целом, элементы являются ресурсными свойствами, используемыми для оценки и определения стоимости какого-либо вида деятельности.

Экономические показатели, факторы и элементы могут принадлежать к общим видам, собранным в качестве набора конструкций для использования на различных уровнях. Эти общие виды могут быть сформированы в частные модели показателей и факторов для помощи в наполнении конкретных экономических представлений при помощи специализации.

Методы анализа изменяются в зависимости от уровня, например, методы анализа с помощью иерархических древ более подходят для уровня показателей, а имитация модели структуры процесса, иерархический анализ, физические формулы, методы подгонки и интерполяции — для факторного уровня. Такие методы анализа обеспечивают сбор данных и способствуют оптимизации решения, принятого на предприятии. Результаты оптимизации можно наложить на свойства для реализации стратегии предприятия и повышения уровня конкурентоспособности. Существует две итерации оптимизации и управления: разбивка цели сверху вниз на этапе «Требования» с последующим анализом системы — снизу вверх; на этапе «Проект» осуществляется на ранней стадии жизненного цикла, затем внедрение системы сверху вниз на этапе «Внедрение» и мониторинг и управление системой снизу вверх на этапе «Эксплуатация» происходят на более поздней стадии жизненного цикла. Результатом первой итерации является накопление экономических оценок для проведения сравнения с установленными целями и ограничениями. Вторая итерация обеспечивает меры по улучшению экономической результативности.

Подробные методы могут обеспечить реализацию целей предприятия, сбор основной информации и проведение анализа, рациональное осуществление поставленных целей и мониторинг системы. Внедрение среды должно подкрепляться правильной методологией, устоявшимися методами инжиниринга и передовыми теориями и методами интеграции системы. Инициативы по сопутствующим инжиниринговым мерам, клеточным технологиям и комплексному менеджменту качества можно увязать с капиталовложениями и трудовыми инвестициями для получения экономического эффекта.

Анализ и оценка различных альтернатив внедрения CIMS могут быть проведены с применением экономического представления. Выбор наиболее приемлемой альтернативы из многих возможных внедрений интеграции системы и повышения компетенции предприятия достигается в результате применения специальных методов моделирования.

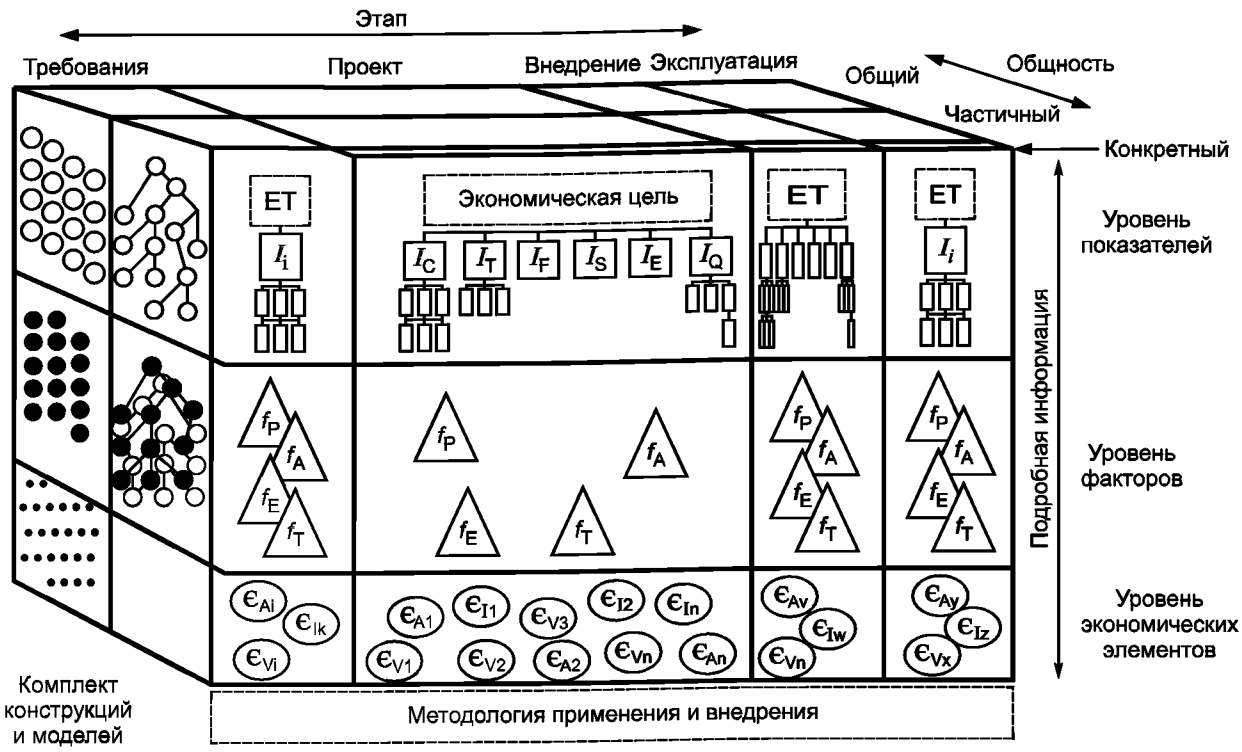
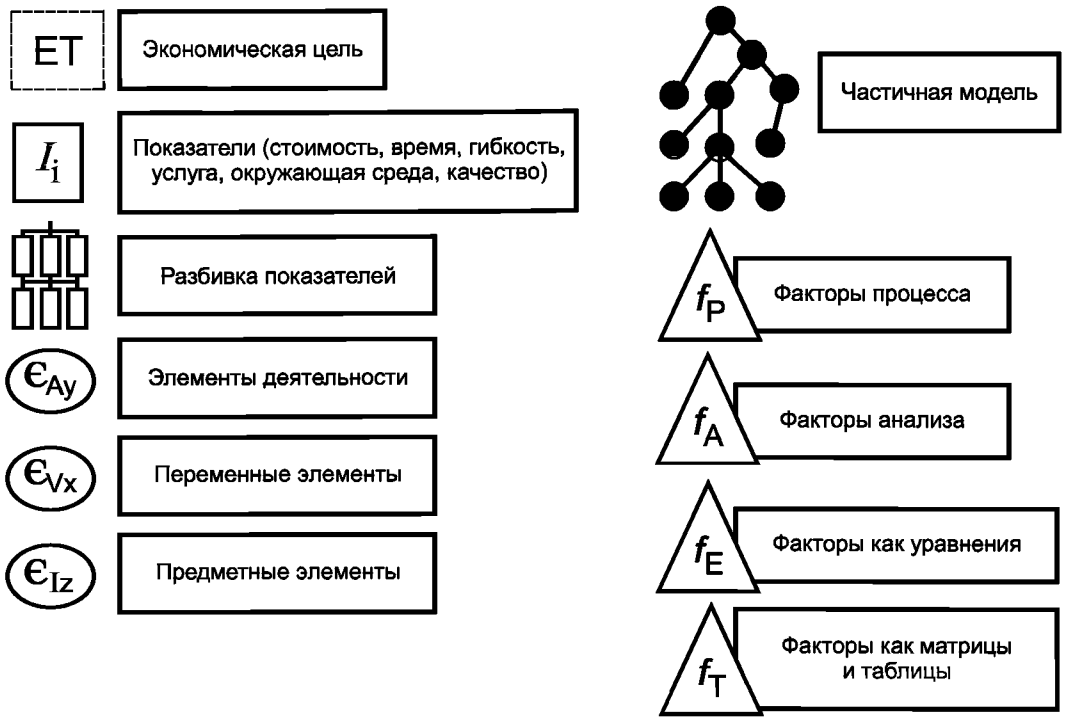



Рисунок В.1 — Основа экономического изображения

Таблица В.1 — Обозначения




**В.3 Предложенные методы моделирования**

**В.3.1 Введение**

Ниже приведены описания двух методов, представленных как $f_A$ и иерархические модели на рисунке В.1.

**В.3.2 Стоимость, основанная на деятельности**

Стоимость, основанная на деятельности [Activity Based Costing (ABC)] представляет собой метод, определяющий расходы и результативность организации по результатам деятельности, которую организация осуществ-

ляет для производства своей продукции. ABC отличается от традиционных методов стоимостной оценки тем, что этот метод определяет все «фиксированные» и косвенные расходы как переменные без учета распределения затрат на единицу продукции для потребителя, общего числа дней производства или процентного вклада косвенных расходов. Информация, собранная с помощью ABC, обеспечивает перекрестно-функциональное интегрированное представление организации, включая виды ее деятельности и производственные процессы [1].

**B.3.3 Аналитический иерархический процесс и аналитический сетевой процесс**

Аналитический иерархический процесс [The Analytic Hierarchy Process (AHP)] является процессом принятия решений, обеспечивающий установление приоритетов и принятие решений, когда должны рассматриваться качественные и количественные аспекты. Посредством снижения степени сложных решений до степени сравнения один к одному с последующим обобщением результатов AHP помогает ответственным за принятие решений достигнуть оптимального решения и обеспечивает наличие однозначного и ясного обоснования принятых решений. AHP предлагает ответственным за принятие решений провести разбивку процедуры принятия решений на более мелкие части от цели до критериев и подкритериев на уровне показателей вниз к альтернативным направлениям действия. Затем ответственные за принятия решений делают простые выводы на основе попарного сравнения для всей иерархической структуры для определения общих приоритетов по имеющимся альтернативам. Проблема принятия решения может включать в себя социальные, политические, технические и экономические факторы. Метод AHP помогает специалистам решать вопросы, связанные с предложенной инициативой, рациональными и иррациональными факторами, а также риском и неопределенностью в сложных ситуациях. Метод может применяться для прогнозирования возможных или вероятных результатов, планирования предопределенных и желательных результатов в будущем, обеспечения принятия коллективных решений, осуществления управления изменениями в системе принятия решений, распределения ресурсов, выбора альтернатив, проведения сравнения затрат и полученного экономического эффекта, оценки квалификации сотрудников и повышения заработной платы [2].

Аналитический сетевой процесс [The Analytic Network Process (ANP)] является общей теорией относительного измерения для вывода соотношений приоритетов составной размерности из индивидуальных соотношений размерности, которые представляют собой относительные измерения влияния атрибутов (свойств), взаимодействующих в рамках критериев управления. С помощью собственной суперматрицы, атрибуты которой являются матрицами столбцовых приоритетов, ANP определяет результирующие зависимости и обратную связь внутри и между группами атрибутов. Аналитический иерархический процесс (AHP) с его допущениями зависимости от групп и атрибутов рассматривают как особый случай ANP. ANP увеличивает линейные структуры, используемые при традиционных подходах, и их неспособность учитывать обратную связь для выбора альтернатив. ANP предлагает принимать решения в соответствии с атрибутами и критериями в случаях как с позитивными, так и с негативными последствиями [3].

**B.4 Применение экономического представления при разработке модели**

**B.4.1 Введение**

Ниже представлено подмножество экономического представления с применением предложенных методов, описанных в B.3. Выбранные модели помогают ответственным за принятие решений увязать расходы и полученный эффект с целями и ограничениями.

**B.4.2 Пример применения метода ABC**

Для точной оценки выгод технологии CIM для предприятий необходим метод расчета стоимости, учитывающий не только производство, но и другие процессы. В данном примере формализм моделирования основывается на методе IDEFO [4]. Поскольку методы ABC и IDEFO обращают основное внимание на функциональные виды деятельности, модель IDEFO расширена включением в себя данных по расчету издержек по результатам деятельности. Таким образом, исключается возможность пропуска допущенных расходов по результатам деятельности в процессе интеграции с моделью IDEFO. В данном случае создается отдельная экономическая модель, соответствующая модели функционального представления IDEFO. Каждый блок модели включает в себя четыре атрибута:

1) номер узла;
2) наименование вида деятельности;
3) механизм расходов;
4) стоимость издержек.

Первые два атрибута взяты непосредственно из модели IDEFO, тогда как последние два должны определяться проектировщиками. Как показано на рисунке B.2, модель стоимости формирует иерархию точно также, как модель IDEFO. Подпроцессы определяют до видов деятельности на уровне «Элемент», которые являются наиболее общими.

Построение экономической модели ABC включает в себя следующие руководящие положения:

a) ни один атрибут не может оставаться пустым;

b) стоимость издержек основного процесса является суммой стоимостей издержек всех процессов его более низкого уровня или видов деятельности;

c) в случае наличия издержек, связанных с координационной деятельностью на том же уровне, координация должна моделироваться как деятельность того же уровня;

d) разбивка модели может осуществляться в виде иерархии, эквивалентной иерархии IDEFO;

е) распределение стоимости издержек должно осуществляться снизу вверх, чтобы стоимость издержек видов деятельности более высокого уровня могла быть консолидирована и соответствующим образом распределена.

Например, как показано на рисунке В.2, механизмы издержек «Поставка детали As», «Подготовка сырья», «Производство детали As», «Закупка материала», «Управление заказом на поставку детали», «Подготовка программы NC», «Установка оборудования» и «Механическая обработка» определены. После этого распределяют стоимость издержек на «Подготовку программы NC», «Установку оборудования» и «Механическую обработку» (основные экономические элементы).

Следовательно, стоимость издержек на «Производство детали As» рассчитывают суммированием стоимостей издержек А2 (А21+А22+А23). Аналогично распределяют стоимости издержек на «Подготовку сырья», «Закупку материала» и «Управление заказом на поставку детали». И, наконец, определяют издержки на «поставку детали As». Для поставки продукции необходимы такие процессы, как «планирование производства» и «отгрузка». Следовательно, издержки на эти процессы прибавляют для расчета общей стоимости продукции. Необходимо отметить, что метод моделирования АВС можно применять как к существующим процессам, так и к проведению оценки издержек в новых системах. Целью является точное определение или оценка издержек проекта.

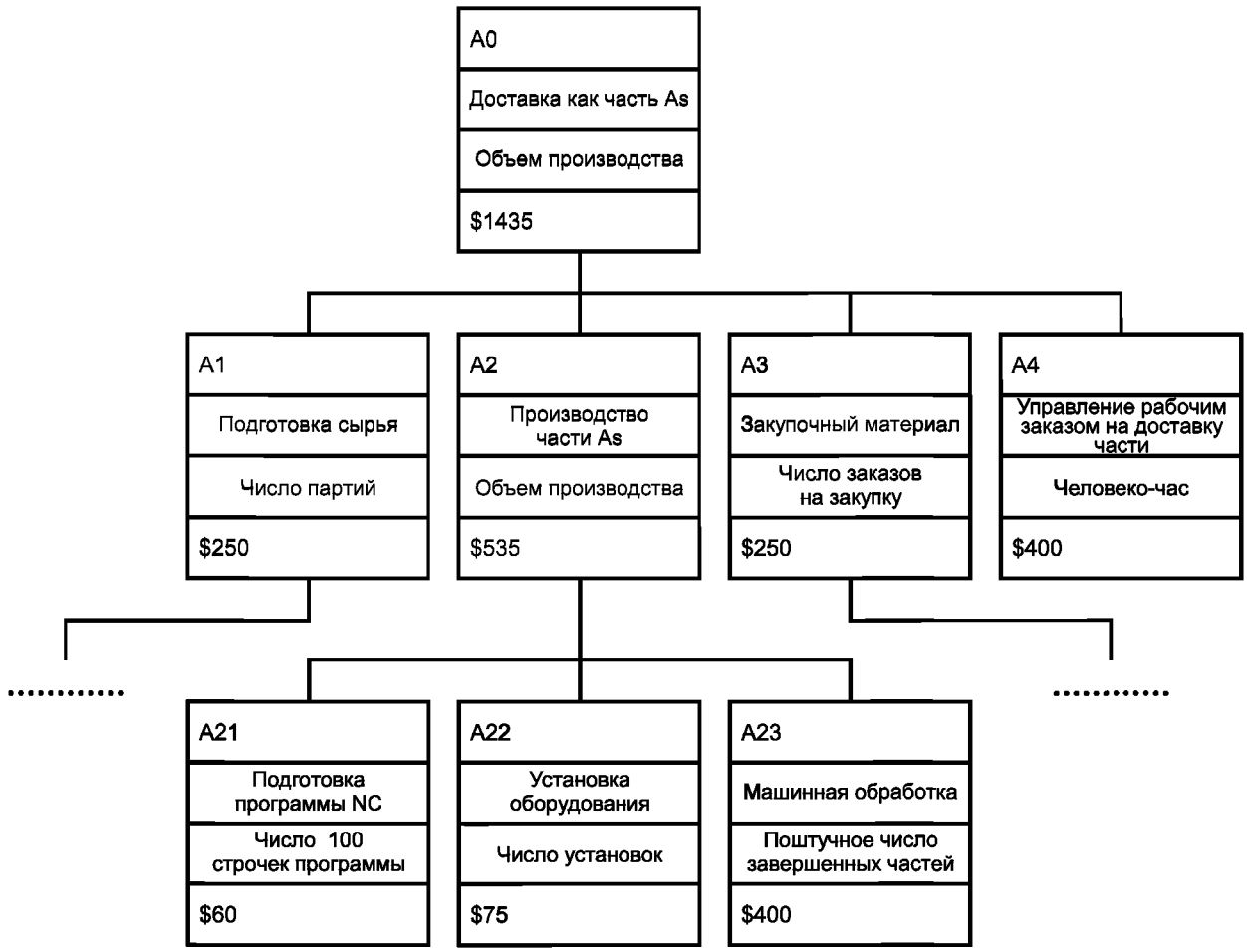



Рисунок В.2 — Пример иерархии стоимости

**В.4.3 Пример метода AHP**

Поскольку инвестиции в метод CIM зачастую производятся не ради самой технологии, особенно важным является соответствие бизнес-процессов установленной производственной цели. Операционные меры достижения результативности должны определяться целями компании, увязывающими корпоративную стратегию на уровне показателей. Вопросами для разрешения являются следующие:

1) могут ли инвестиции в технологию эффективно обеспечить достижение цели и

2) являются ли инвестиции экономически обоснованными?

Метод АВС, рассмотренный выше (В.3.3), касается материальных аспектов и относится ко второму вопросу. Первый вопрос имеет отношение к аналитическому иерархическому процессу (AHP) на факторном уровне.

Например, производственная компания внедряет перспективный технологический проект, предусматривающий целевой рост компании. Финансы выделены на первый этап работ по проекту. В связи с ограничением

бюджета на первом этапе группе менеджеров, аналитикам и инженерам предлагается подготовить предложение по инвестициям. Группа применяет метод AHP для принятия решения, какая область проекта получит первоначальное финансирование. На рисунке В.3 приведена иерархия проблемы перспективных инвестиций.

В процессе проведения анализа наблюдается, что издержки на продукцию, время подготовки к выпуску продукции и обслуживание потребителей по-разному влияют на долю продукции на рынке и прибыльность. Аналогично увеличение доли рынка и прибыльности по разному влияет на установленный целевой рост компании. Метод AHP обеспечивает определение влияния альтернатив на установленную цель.

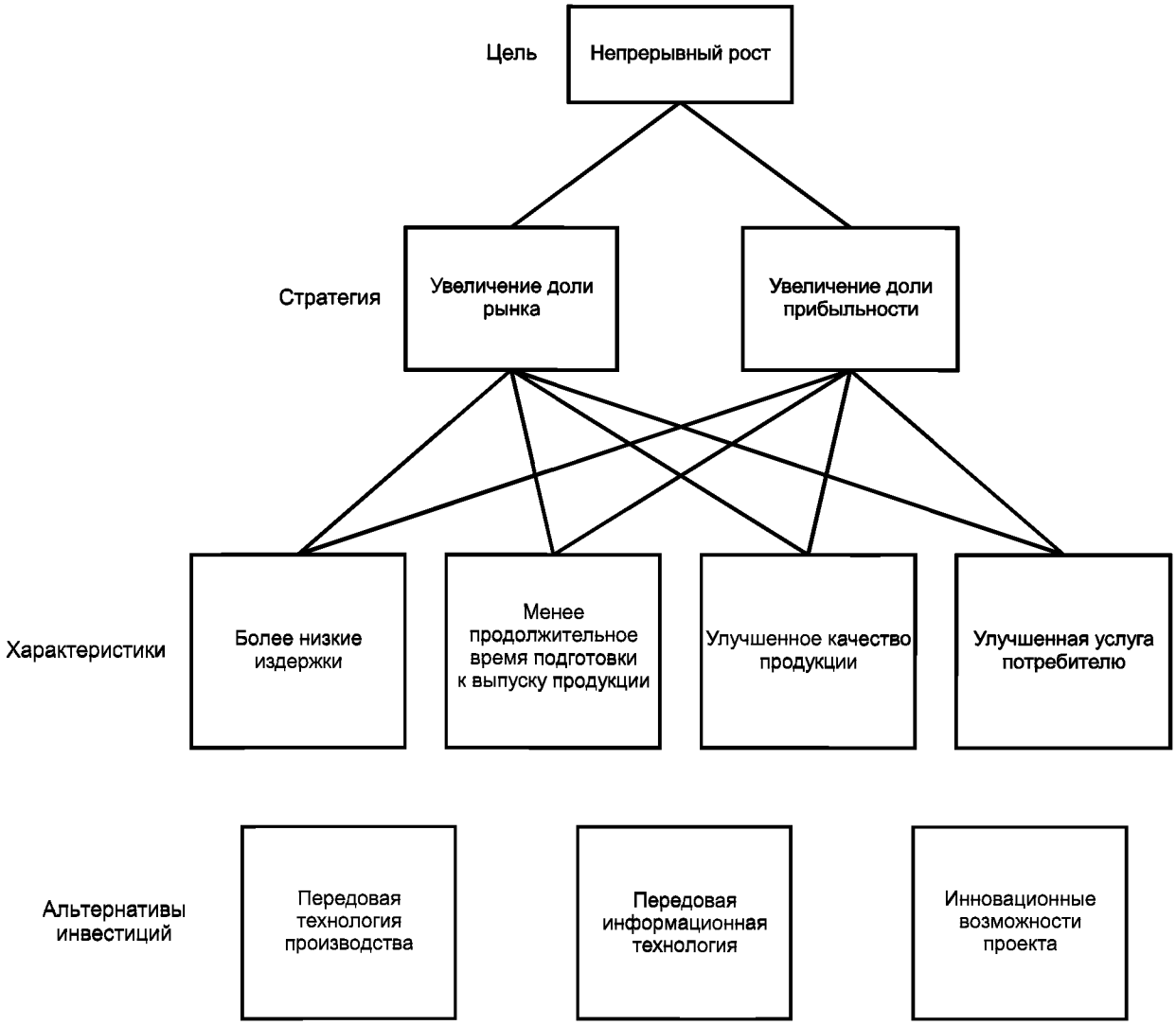



Рисунок В.3 — Иерархия перспективных инвестиций

**В.4.4 Применение результатов приведенного примера метода**

При анализе выгод и затрат показатели прибыльности определяют на основе приоритетов AHP. Показатели издержек определяют с использованием метода ABC. Вначале определяют составляющие издержек в результате инвестиций в технологию производства, информационную технологию и технологию проекта. Составляющие издержек должны также включать в себя стоимость поддержки процесса после инвестирования в конкретную технологию. Для сокращения возможного базового уровня, вызванного большими капитальными издержками, последние могут быть отнесены на возврат инвестиций. Общую стоимость рассчитывают после построения иерархий IDEFO и стоимости.

**В.5 Глоссарий ссылок для представления изображения**

[1] Chen Yuliu, Tseng M.M. Yien J, Экономическое представление архитектуры системы CIM. Планирование производства и управление, 1998, 9(3): 241—249

[2] Saaty T.L, Принятие решений на основании многих критериев: Аналитические иерархические процессы, (McGraw — Hill), 1980

[3] Saaty R.W, Принятие решений в сложных средах (суперрешения), 2003

[4] Национальный институт стандартизации и технологии (NIST). Стандарт по функциональному моделированию — Публикация IDEFO, FIPS 183, 1993

**Приложение С**
**(справочное)**

## Представление принятия решений модели предприятия

### С.1 Введение

Предприятие организовано по функциям и уровням ответственности. Решения принимаются в рамках различных функций и на самых разных уровнях. Целью представления принятия решения является поддержка интеграционного процесса с точки зрения принятия решений. Решения, принимаемые в рамках различных функций, должны отличаться согласованностью, содействовать достижению глобальных целей компании. Это также означает координацию принимаемых решений по времени. Для домена менеджмента и управления производством для получения нужного сырья/продукта в нужное время на нужном оборудовании и произведенного обработанного компетентным специалистом необходимо принятие решений на множественных временных уровнях.

Представление принятия решения, описанных в настоящем приложении, идентифицирует решения, принимаемые по планированию производства и управлению, и связи между ними. Такие решения принимают с использованием информационных и ресурсных представлений в соответствии с обязанностями, установленными в организационном представлении.

Представление принятия решения предусматривает описание структуры принятия решений на предприятии, которая обеспечивает идентификацию тем принятия решений, их категорий, критериев и зависимостей. В настоящем приложении представлены основные понятия (концепции), связанные с представлением принятия решения, и фокусируемые на домен менеджмента производства.

Представление принятия решений определяет общую интегрированную структуру системы принятия решений с учетом ряда центров принятия решений и связей между ними. Представление является общей структурой для интегрированного принятия решений в домене планирования производства и управления и основой для разработки модели принятия решений в рамках конкретной системы.

Представление принятия решений предназначено для специалистов, которые:

a) ответственны за принятие решений в области менеджмента и управления производством;

b) участвуют в ежедневном планировании производства и управлении;

c) участвуют в системах планирования производства и управления;

d) участвуют в разработке программного обеспечения планирования производства и управления (то есть MRPII, ERP и т. д.) или

e) участвуют в инжиниринге предприятия и интеграционных проектах в целом.

### С.2 Понятие представления принятия решений

#### С.2.1 «Решение»

Термин «решение» распространяется на «виды деятельности или процессы, имеющие отношение к его выбору»; само решение является «результатом выбора между различными альтернативами направлений действия». Деятельность по принятию решений включает в себя выбор из нескольких известных переменных величин, который в наибольшей степени отвечает цели в рамках установленных ограничений.

#### С.2.2 Функциональные категории принятия решений

Деятельность по принятию решений классифицируется по функциональным категориям в зависимости от рассматриваемого объекта [продукция (P), ресурсы (R) и время (T)]. Комбинации последних подразделяют на следующие категории (см. также рисунок С.1):

a) «менеджмент продукции» (например, готовой продукции, сборок, деталей и сырья). Принимаемые в данном случае решения распространяются на менеджмент продукции во времени ($P \cap T$). Основные вопросы этой функциональной категории — что, когда и в каком количестве продукцию нужно поставлять и каковы соответствующие уровни ее запасов;

b) «менеджмент ресурсов» (например, информационной технологии и ресурсов технологии производства, а также людских ресурсов). Принимаемые в данном случае решения распространяются на менеджмент ресурсов во времени ($P \cap T$). Основные решения этой категории распространяются на менеджмент способности/возможности ресурсов;

c) «плановое производство» (например, контрольный график, разработка графика для цеха и т. д.). Принимаемые в данном случае решения распространяются на планирование производства, которое обеспечивает синхронизацию потока продукции через ресурсы во времени ($P \cap R \cap T$).

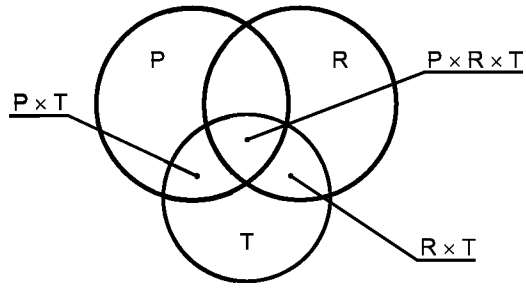



Рисунок С.1 — Три основных домена принятия решений

**С.2.3 Временные категории принятия решений**

Решения подразделяют на три общие временные категории:

a) долгосрочные и стратегические по масштабу — долгосрочные решения, действие которых распространяется на определение целей, согласующихся с глобальными целями предприятия;

b) среднесрочные и тактические по масштабу — являются среднесрочными решениями, действие которых распространяется на внедрение средств (как людских ресурсов, так и оборудования) для обеспечения выполнения стратегических целей;

c) краткосрочные и рабочие по масштабу — краткосрочные решения, связанные с планированием и выполнением действий с использованием средств, определенных в среднесрочной категории.

**С.2.4 Специальные временные понятия принятия решений**

**С.2.4.1 «Горизонт»**

«Горизонт» является частью времени, учитываемого решением, то есть в случае «горизонта» длительностью шесть месяцев решение принимается на период времени, составляющий шесть месяцев. Понятие «горизонт» тесно связано с понятием «планирование». Следовательно, понятие «горизонт» также тесно связано с категорией «времени» (долгосрочная, краткосрочная и т. д.), но является более точным. Например, в системах промышленного производства «горизонт» количественно определяется по отношению к времени реализации заказа потребителя, временным циклам поставки, материалов и производственному циклу.

**С.2.4.2 «Период»**

Понятие «период» тесно связано с понятиями «управление» и «корректировка». Когда решение, основанное на цели, принято для осуществления некоторой деятельности или видов деятельности в течение последующего «горизонта», их выполнение должно сопровождаться мониторингом. Промежуточные результаты должны определяться по отношению к установленной цели до полного завершения выполнения работы и завершения «горизонта». Если в процессе измерений выявлено отклонение от установленной цели, необходимо провести корректировку. Период является временем между принятием решения и его переоценкой.

***Пример — В случае, когда трехмесячный план переоценивается и решения по нему принимаются каждые две недели, «горизонт» составляет три месяца, а «период» — две недели.***

Понятие «период» позволяет менеджеру учитывать изменение системы. Эти изменения могут возникать в результате внутреннего поведения системы (например, нарушения нормальной работы или выход оборудования из строя) или внешнего воздействия (например, получение новых заказов от потребителей или возникновение проблем с провайдерами).

**С.2.5 «Уровень принятия решений»**

«Уровень принятия решений» является абстрактным понятием, представляющим иерархию процесса принятия решений. Он определяется двумя величинами, означающими горизонт и период (H, P). На данном уровне принятия решений все принятые решения будут иметь аналогичную пару значений «горизонта» и «периода».

Определенный уровень принятия решений может относиться к одной из трех основных категорий (долгосрочной, среднесрочной и краткосрочной). Каждый из трех основных уровней может подразделяться на подуровни. Например, в некоторых компаниях долгосрочный уровень может иметь два подуровня с решениями, действие которых распространяются соответственно на стратегические направления производства и долгосрочное планирование производства (см. С.4).

**С.2.6 «Центр принятия решений»**

«Центр принятия решений» является абстрактным понятием, представляющим собой пересечение уровней принятия решений и функциональную категорию принятия решений домена. «Центры принятия решений» встраиваются в организацию предприятия для идентификации персонала, ответственного за принятие различных решений. «Центр принятия решений» определяется как набор решений, принятых на одном уровне принятия решений и относящихся к одной функциональной категории. «Центры принятия решений» являются концептуальными участками, в которых принимаются решения по различным задачам и целям, которые система должна достигнуть, и имеющимся средствам для выполнения работ в соответствии с установленными целями и задачами. В интересах менеджмента системы многие центры принятия решений работают согласованно и совместно. При этом каждый из центров характеризуется своей собственной динамикой, отражающей временные масштабы, и динамичными требованиями, которые должно рассматривать руководство при принятии решений.

**С.2.7 Структура принятия решений**

**С.2.7.1 Содержание структуры принятия решений**

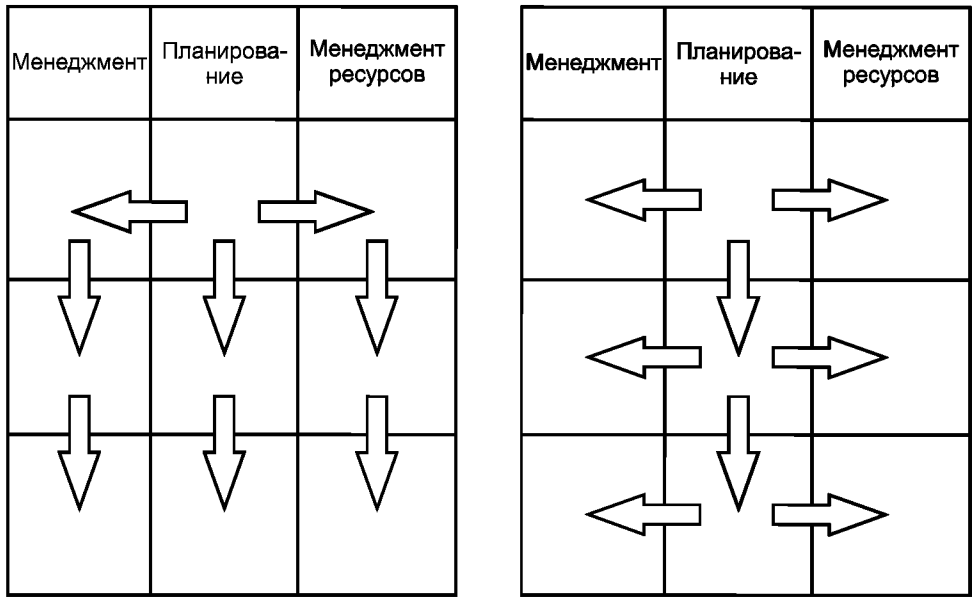
Структура принятия решений включает в себя содержание информации, передаваемой между «центрами принятия решений», которая описывает перечень вопросов, ограничивающих свободу принятия решений (см. рисунок С.2). Эта структура не может изменяться решением, принятым в «центре принятия решений», относящимся к структуре. Во избежание конфликтных ситуаций «центр принятия решений» должен подчиняться только одной структуре принятия решений.

Основными понятийными элементами, влияющими на процесс принятия решений, являются:

a) цели принятия решений или набор целей, которым принятое решение должно удовлетворять;

b) переменные величины принятия решений, которые снабжают ответственного за принятие решений информацией о масштабе имеющихся в его распоряжении мер и их ограничениях;

c) критерии принятия решений, определяющие выбор при принятии решений.




Координационная структура Синхронизирующая структура

Рисунок С.2 — Типы звеньев принятия решений

Понятийные элементы, составляющие структуру принятия решений, определяются в первую очередь иерархией системы принятия решений. Эти элементы последовательно разбивают сверху вниз согласованным образом в рамках иерархии системы. Следовательно, с помощью структуры принятия решений «центр принятия решений» передает другому «центру принятия решений» информацию о целях, переменных величинах для принятия решений, ограничениях и критериях, которые последний должен учитывать при принятии решений. Такая передача осуществляется в форме диалога, определяемого как звено принятия решений.

Существуют две основные структуры, определяемые различными типами диалога: координирующая и синхронизирующая, как показано на рисунке С.2. Координирующая структура отвечает за координацию между различными уровнями предприятий, а синхронизирующая — за синхронизацию между различными функциональными категориями принятия решений. Выбор структуры зависит от типа менеджмента предприятия и ситуации применения схемы.

**С.2.7.2 Цель принятия решений**

Цели принятия решений указывают на цели результативности деятельности, которыми могут быть, например, издержки производства, сроки поставки или уровень качества. Цели необходимы для каждого центра принятия решений всякий раз, когда принимается решение. Действие глобальных целей распространяется на всю производственную систему, и в соответствии с принципом координации они должны быть последовательно детализированы для установления целей для всех центров принятия решений.

**С.2.7.3 Переменная принятия решений**

Переменные принятия решений представляют собой информацию, на основе которой центр принятия решений может принимать решения, обеспечивающие выполнение поставленных перед ним задач.

***Пример — Для составления графика рабочего времени рабочих переменной принятия решения может быть «число дополнительных рабочих часов», когда, например, в соответствии со структурой принятия решений устанавливается, что решения по составлению графика могут основываться на величине дополнительных рабочих часов для достижения цели составления графика.***

«Центр принятия решений» может руководствоваться одной или более переменными посредством определения их соответствующих значений. Другими словами, решения принимаются в пространстве принятия решений. Размерность пространства принятия решений определяется количеством переменных принятия решений.

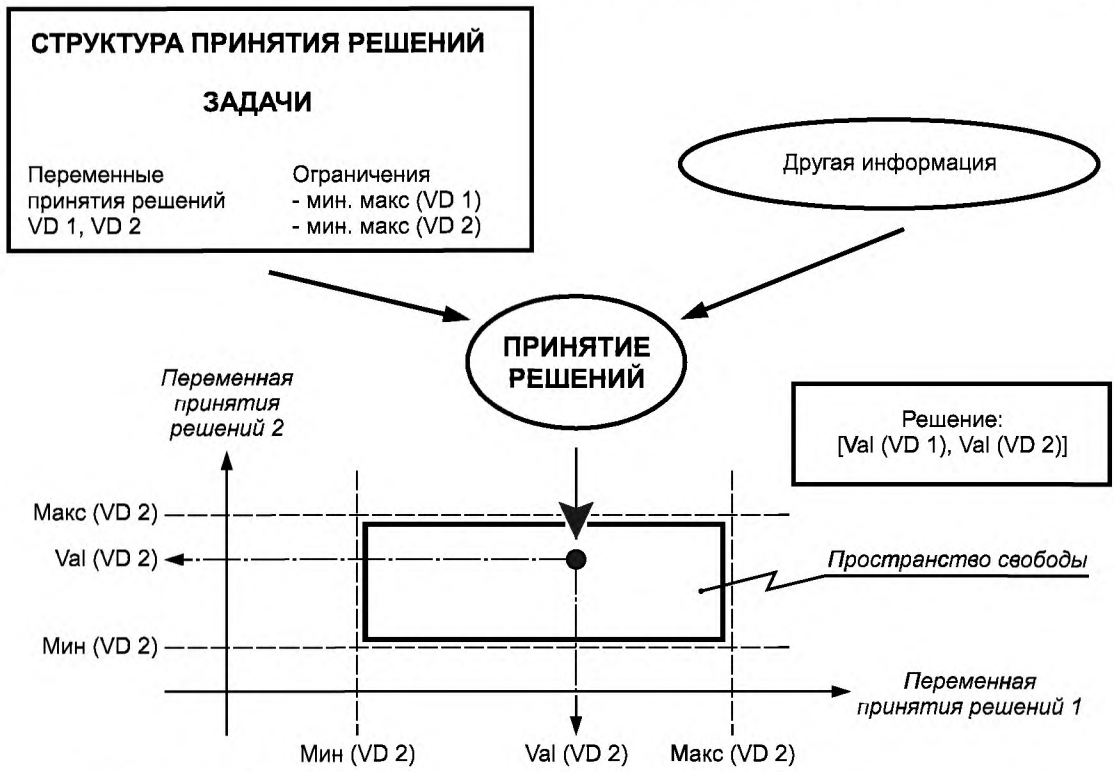



Рисунок С.3 — Пространство принятия решений в рамках центра принятия решений

**С.2.7.4 Ограничение принятия решений**

Ограничениями принятых решений являются пределы на возможных значений переменных величин. Ограничение принятия решений ограничивает свободу центра принятия решений в выборе любого производственного значения для своих переменных принятия решений.

**С.2.8 Показатель результативности**

Показатель результативности (производительности) является совокупной информацией, обеспечивающей степень сравнения между результативностью системы и установленными целями. Показатель результативности определяется наименованием, доменом значений и процедурой определения его значения.

Показатели результативности должны соответствовать установленным задачам, поскольку необходимо проводить сравнение между целями результативности (задачами) и достижением результативности (показатели). Показатели результативности должны также соответствовать переменным принятия решений, поскольку переменные будут влиять на результативность, мониторинг которой осуществляется. Основной проблемой является обеспечение внутренней согласованности в рамках центра принятия решений с точки зрения согласованности комбинации трех составляющих (см. рисунок С.4). Такая согласованность обеспечивается в случае, если показатели результативности допускают проведение верификации поставленной задачи и на них влияют действия, предпринимаемые по переменным принятия решений.

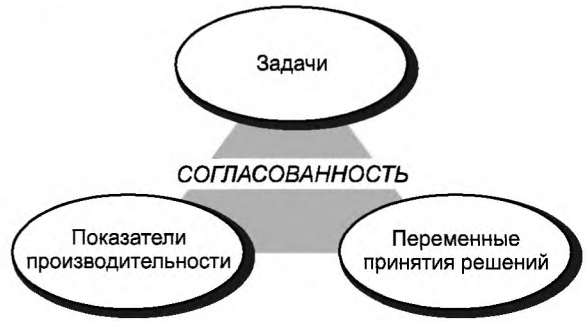



Рисунок С.4 — Согласованность комбинации трех составляющих (целей, переменных величин, показателей результативности)

**С.3 Представление формализации**

На рисунке С.5 представлено представление принятия решений. Ряды представляют уровни принятия решений, а столбцы означают функциональные категории принятия решений. Пересечение рядов и столбцов является центром принятия решений. Центры принятия решений связаны звеньями принятия решений (широкие стрелки), как показано на рисунках С.2 и С.5. Кроме звеньев принятия решений простые обмены информацией между центрами принятия решений представлены информационными звеньями (узкие стрелки), как показано на рисунке С.5.

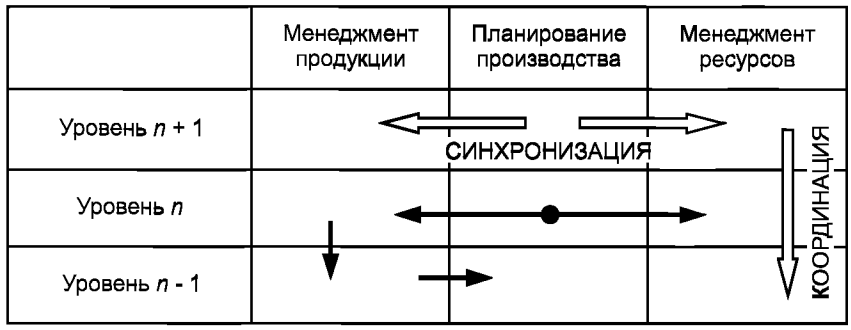



Рисунок С.5 — Представление формализации принятия решений

**С.4 Руководство представлением принятия решений**

На основе практического опыта применения методологии GRAI ([1], [2]) ниже представлены руководящие положения устоявшейся практики:

a) модель представления принятия решений должна включать в себя не менее трех уровней принятия решений, а именно долгосрочный, среднесрочный и краткосрочный;

b) модель представления принятия решений должна включать в себя не менее трех функций; для производительных предприятий такими функциями являются «планирование производства», «менеджмент ресурсов» и «менеджмент продукции».

Примечание 1 — Другие функции, относящиеся к данной теме рассмотрения, могут быть добавлены в зависимости от специфики компании. В некоторых случаях функция «менеджмент ресурсов» проводит различие между людскими ресурсами и машинными ресурсами; функция «менеджмент продукции» может быть также подразделена на «закупки» и «запасы»;

c) на данном уровне принятия решений горизонт $H$ должен быть продолжительней цикла деятельности $C_y$, управляемого решением на этом уровне.

Примечание 2 — Например, если действие решения распространяется на планирование цеха, горизонт должен быть продолжительнее цикла цехового производства;

d) на данном уровне принятия решений горизонт $H$ должен превышать более чем в два раза период $P$;

e) уровни классифицируются посредством уменьшающихся горизонтов и уменьшающихся периодов для равных горизонтов и

f) горизонт уровня $n$ должен быть не менее чем в два раза продолжительней периода уровня $n$ – 1.

На рисунке С.6 приведена результирующая таблица связей согласования во времени уровней принятия решений при создании представления.

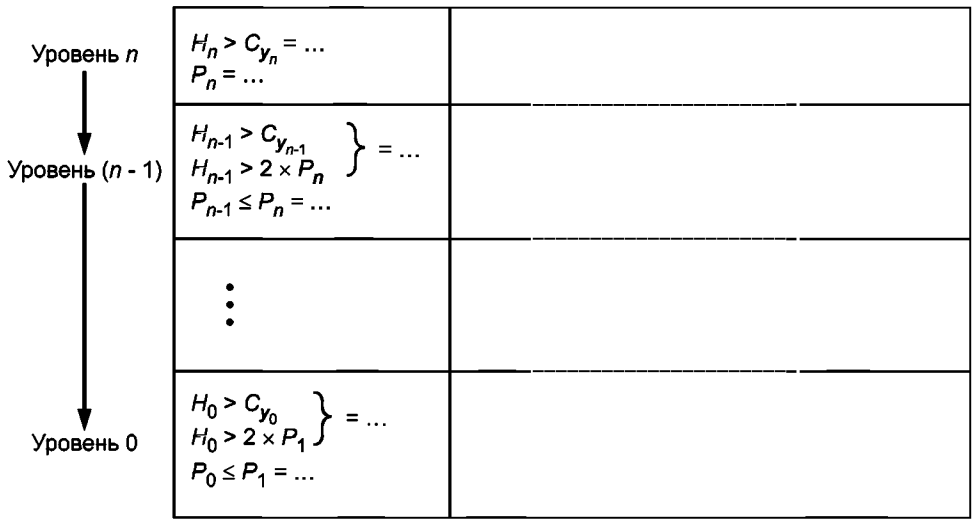



Рисунок С.6 — Временно́е согласование между уровнями принятия решений

**С.5 Пример представления принятия решений для планирования производства и управления**

Для достижения согласованного, интегрированного представления принятия решений в рамках всей системы решения, принимаемые каждым центром принятия решений, должны ограничиваться рамками принятия решений. Структура и подробная информация о таких рамках принятия решений не являются объектом рассмотрения настоящего приложения, поскольку они являются специфичными для каждого предприятия. Вот почему модель, представленная на рисунке С.1 в качестве общего примера, не включает в себя виды звеньев принятия решений и информационных звеньев, а также специфических значений временно́го горизонта и периода, поскольку они зависят от особенностей конкретного предприятия и определяются при его рассмотрении и анализе.

Примечание 1 — При построении представления принятия решений в рамках конкретной системы можно выбрать один из двух типов структуры, представленной на рисунке С.2, и адаптировать ее для определения возможных звеньев принятия решений между центрами принятия решений.

В таблице С.1 представлено представление принятия решений по планированию интегрированного производства и управлению.

Таблица С. 1 — Пример представления принятия решений для планирования производства и управления

| | Менеджмент продукции (P∩T) | Планирование производства (P∩R∩T) | Менеджмент ресурсов (R∩T) |
|---|---|---|---|
| Долгосрочное (стратегическое по масштабу) (Н, Р) | Определение политики закупок (периодичность, количество и т. д.).<br>Определение политики хранения запасов.<br>Определение необходимых уровней запасов.<br>Представление предложения по критическим деталям/материалам | Определение параметров планирования (объем партии, правила и т. д.).<br>Определение долгосрочного плана производства (в отношении серий продукции).<br>Определение контрольного графика производства (в отношении готовой продукции и основных подсборок) | Оценка потребностей в ресурсах на основе долгосрочного плана производства.<br>Определение политики менеджмента ресурсов (включая решения по субподрядчикам).<br>Представление предложения по ресурсам (людским ресурсам и оборудованию).<br>Планирование приблизительной производительности на основе долгосрочного плана производства |
| Среднесрочное (тактическое по масштабу) (Н, Р) | Внедрение политики закупок и запасов.<br>Представление предложения по частям и материалам.<br>Корректировка долгосрочных решений, если необходимо | Определение плана производства производимых частей | Внедрение политики менеджмента ресурсов (например, по субподряду).<br>Установка нового закупленного оборудования.<br>Обучение и подготовка нового персонала.<br>Подробное определение производительности.<br>Корректировка производительности ресурсов между различными участками, цехами, звеньями и т. д. |
| Краткосрочное (рабочее по масштабу) (Н, Р) | Мониторинг приемки закупленного материала/деталей.<br>Менеджмент хранения материала.<br>Представление срочного и необычного предложения по закупке материала.<br>Предварительный заказ материала/частей для производства конечной продукции.<br>Менеджмент уровней запасов.<br>Представление информации по запасам для производственного графика | Определение подробного графика для цехового производства.<br>Распределение производственных заказов.<br>Мониторинг развития производства.<br>Представление отчета по состоянию производства.<br>Корректировка производственного графика для отчета по наличию ресурсов и нехватке материала | Назначение персонала для работы с оборудованием в соответствии с подробным цеховым графиком производства.<br>Менеджмент оборудования при выводе его из строя.<br>Решение проблем, связанных с прогулами операторов машин |

Различные виды деятельности по планированию производства и управлению разбиты на категории и включены в основную структуру системы принятия решений.

Представление принятия решений включает в себя три функциональные категории:

a) действие «менеджмента продукции» — распространяется на решения по менеджменту продукции (сырье, детали или сборки) для производства готовой продукции;

b) действие «планирования производства» — распространяется на решения по преобразованию продукции посредством ресурсов. Основной целью планирования производства является менеджмент производства посредством синхронизации решений, принятых для «менеджмента продукции» и «менеджмента ресурсов»;

c) действие «менеджмента ресурсов» — распространяется на решения по определению политики в области ресурсов (людских ресурсов или оборудования) и менеджменту производительности ресурсов в части производственных нагрузок).

Представление принятия решений включает в себя три временные категории:

a) действие решений, принятых на долгосрочном уровне, — распространяется на политику производства, закупок и менеджмента ресурсов (например, необходимый уровень запасов, перечень критических материалов, перечень критических ресурсов, работы по субподряду или нет) и определение производственных задач для выполнения с учетом установленного горизонта;

b) действие решений, принятых на среднесрочном уровне, — распространяется на тактическое внедрение средств, необходимых для выполнения стратегических задач (например, закупка сырья; внедрение дополнительных ресурсов, таких как людские ресурсы и оборудование; при увеличении объемов производства выбор субподрядчиков и определение выполнения работ по субподряду);

c) действие решений, принятых на краткосрочном уровне, распространяется на конечный график производительности производственных операций с применением тактических средств для выполнения стратегических задач. Такие решения должны приниматься с учетом необходимости производства нужной продукции на правильно выбранном оборудовании специалистом, квалификация которого отвечает установленным требованиям, и в установленные сроки.

Примечание 2 — Значения горизонта и периода изменяются в зависимости от размера и направления деятельности каждого конкретного предприятия. Для крупной компании и при производстве сложной продукции, например, самолета, долгосрочный горизонт может определяться в один или два года, а для небольшой компании и при производстве простой продукции, например, мебели, — может составлять от шести месяцев до одного года. Эти значения должны определяться в зависимости от конкретной ситуации.

**С.6 Ссылки для представлений принятия решений**

[1] Doumeingts, G (1984), Метод GRAI: метод создания производственных систем. Автоматическое управление, Университет Бордо, с. 519 (на французском языке)

[2] Doumeingts, G, Vallespir, B и Chen, D (1998) Сетка GRAI для моделирования принятия решений; Справочник по архитектуре информационных систем (Peter Bernus, Kai Mertins, Gunter Schmidt (Eds)), Springer

[3] CEH ТУ 14818 (2004) Интеграция предприятия — Стандартная модель принятия решений, технические условия, CEH, апрель 2004

## Библиография

**Ссылки CIMOSA**

Проект AMICE, ESPRIT 688 Архитектура открытой системы для CIM, Springer-Verlag, Берлин, 1988

Консорциум AMICE Архитектура открытой системы для CIM, Исследовательский отчет по проекту ESPRIT 688, том 1, Springer-Verlag, Берлин, 1989

Консорциум AMICE Архитектура открытой системы для CIM, CIMOSA, AD 1.10, Описание архитектуры, Консорциум ESPRIT AMICE, Брюссель, Бельгия, 1991

Консорциум AMICE CIMOSA, Описание архитектуры, Проект ESPRIT 5288, Этап M2, AD 2.0.,2, документ R0443/1, Брюссель, Бельгия, август 24, 1992

Beeckman, Dirk, CIMOSA: Компьютеризированное интегрированное производство — Архитектура открытой системы, Международный журнал по компьютеризированному интегрированному производству, том 2, с. 94—105, 1989

Ассоциация CIMOSA CIMOSA — Архитектура открытой системы для CIM, Техническая базовая линия, Версия 3.2, частная публикация, март 1996

Gransier, T и Schonewolf, W (редакторы), Специальный выпуск. Валидация CIMOSA, Компьютеры в промышленности, том 27 № 2 с. 95—213, октябрь 1995. Посвящено исключительно обсуждениям на основе CIMOSA

Jorysz, H. R и Vernadat, F.B CIMOSA Часть 1: Общее моделирование производства и функциональное представление, Международный журнал по компьютеризированному интегрированному производству, том 3, с. 144—156, 1990

Jorysz, H. R и Vernadat, F.B CIMOSA Часть 2: Информационное представление, Международный журнал по компьютеризированному интегрированному производству, том 3, с. 155—167, 1990

Klittich, M., CIMOSA. Часть 3: Интегрированная структура CIMOSA — Среда для интегрированных производственных систем, Международный журнал по компьютеризированному интегрированному производству, том 3, с. 168—180, 1990

Vernadat, F, Моделирование предприятия CIM с CIMOSA, Труды второй международной конференции по компьютеризированному интегрированному производству, проходившей в Ренсселаере (Rensselaer), с. 236—243, май 1990

Vliestra, Jacob, Архитектура открытой системы в компьютеризированном интегрированном производстве: CIMOSA, Журнал прикладных производственных систем, с. 23—35, лето 1991 г.

**Ссылки GRAI-GIM**

Chen, David, Интегрированная основа GREI для интеграции предприятия, Протокол одиннадцатого рабочего заседания целевой группы IFAC/IFIP по архитектурам интеграции предприятия, Галвей (Galway), Ирландия, апрель 18—19, 1995

Doumeingts, G, Метод GRAI: Метод создания производственных систем, государственная тема: Автоматика: университет Бордо I, Франция, 13 ноября 1984

Doumeingts, G, Vallespir, B, Darracar, D и Roboam, M Методика проектирования прогрессивных производственных систем, Компьютеры в промышленности, том 9, с. 271—296, 1987

Doumeingts, G, Vallespir, B., и Marcotte, F., Предложение по интегрированной модели производственной системы. Применение инжиниринга к сборочному цеху, Практика организации управления, том 3, № 1, с. 67, 1995

Doumeingts, G, Vallespir, B., Zanettin, M., и Chen, D., Интегрированная методология GRAI-GIM, Методология проектированная систем CIM, Версия 1.0, LAB/GRAI, университет Бордо I, Франция, май 1992

**Ссылки PERA**

Li, Hong и Williams, T.J., Формализация и расширение стандартной архитектуры Perdue и методологии Perdue, Технический отчет 158, лаборатория Perdue по прикладному промышленному управлению, университет Perdue, W. Lafayette, IN, декабрь 1994

Rathwell, G.A., и Williams, T.J., Применение стандартной архитектуры предприятия Perdue и методологии в промышленности (пример Fluor Daniel), в Моделировании и методологиях по интеграции предприятия (P. Bernus и L. Nemes, редакторы), Chapman and Hall, Лондон, 1996

Williams, T.J., Стандартная архитектура предприятия Perdue, Компьютеры в промышленности, Том 24, № 2—3, с. 141—158, 1994

Williams, T.J., Rathwell, G.A. и Li, Hong (редакторы) Справочник по контрольному планированию и внедрению программ интеграции предприятия, отчет 160, Лаборатория Perdue по прикладному промышленному управлению, университет Perdue, W. Lafayette, IN, 1996

Williams, T.J., Стандартная архитектура предприятия Perdue, инструментальное общество Америки, Research Triangle Park, ПС, 1992. Отчеты Perdue можно получить из университета Perdue (gost.e-ecolog.ru ie.edu/IIES/PLAIC)

**Ссылки GERAM**

Bernus, Peter и Nemes, Основа определения общей стандартной архитектуры предприятия и методологии, Протокол восьмого рабочего заседания целевой группы IFAC/IFIP по архитектурам интеграции предприятий, Вена, Австрия, 11—12 июня 1994

Bermus, Peter и Nemes, Laszio, Основа определения общей стандартной архитектуры и методологии, Протокол девятого рабочего заседания целевой группы IFAC/IFIP по архитектурам интеграции предприятий, Оттава, Канада, 25—26 августа 1994; также Труды международной конференции по автоматизации, роботизации и компьютерному видению (ICARCV'94), Сингапур, 10—12 ноября 1994

Bermus, Peter и Nemes, Laszio, Интеграция предприятия, организационные инструменты для проектирования производственного процесса предприятия, Доклад, представленный на совместном семинаре Австралии и Тайваня по материалам в Wollongong East, NSW, Австралия, 26—27 июня 1995; протокол двенадцатого рабочего заседания целевой группы IFAC/IFIP по архитектурам интеграции предприятий, университет Perdue, западный Лафайет (West Lafayette, Индиана, США, июнь 19—20, 95

Bermus, Peter и Nemes, Laszio, Основа определения общей стандартной архитектуры предприятия и методологии, Номер отчета отдела: MTM 366, отдел CSIRO по производственной технологии, Престон, Виктория, Австралия 3072, отчет не датирован. Также в протоколе десятого совместного заседания целевой группы IFAC/IFP по архитектурам интеграции предприятий, Сингапур, 7—8 ноября, 1994, Гренобль, Франция, 13 декабря 1994

Williams, T.J., Вклад стандартной архитектуры и методологии Perdue (PERA) в развитии общей стандартной архитектуры предприятия и методологии (GERAM), Труды третьей международной конференции по автоматизации, роботизации и компьютерному видению (ICARCV'94), pp. 83—87, Сингапур, 9 ноября

Williams, T.J. и Li, Hong, Предложенная трехразмерная модель GERAM, Протокол десятого совместного рабочего заседания целевой группы IFAC/IFIP по архитектурам интеграции предприятий, Гренобль, Франция, 13 декабря 1995

Williams, T.J. и Li, Hong, Спецификация и установление требований к GERAM, Отчет 159, лаборатория Perdue по прикладному промышленному управлению, университет Perdue, западный Лафайет (West Lafayette, IN, сентябрь 1995

**Ссылки на работу целевой группы IFAC/IFIP**

Bermus.P., Peter и Nemes. L., Моделирование и методологии интеграции предприятий, Chapman и Hall, Лондон, 1996. Включает публикации по всем рассмотренным архитектурам и смежным исследованиям, проведенными членами целевой группы и другими

Bermus. P., Nemes. L., и Williams, T.J. (редакторы) Архитектуры интеграции предприятий, Chapman и Hall, Лондон, 1996. Пересмотренная версия книги, написанной Williams (1993)

Williams, T.J. (редактор) Архитектуры для интегрированной производственной деятельности и предприятий, Технический отчет целевой группы IFAC/IFIP, университет Perdue, западный Лафайет (West Lafayette, IN, март 1993, пересмотрено в мае 1993

Williams, T.J., Bermus.P., Brosvic. J., Chen, D., Doumeingts, G., Nemes, L., Nevis, J.L., Vallespir, B., Vlietstra, J., и Zoetekouw, D., Архитектуры для интегрированной промышленной деятельности и предприятий, Труды двенадцатого конгресса IFAC, Сидней, Австрия, 19—23 июня 1993; Chapman и Hall, Лондон (1994); также представлен на семинаре рабочей группы IFIP 5.3 на тему: На пути к производству мирового класса, Litchfield Park, Аризона, 13—16 сентября 1993 и на семинаре рабочей группы JSPE-IFIP 5.3 на тему: «Проектирование информационных инфраструктурных систем для производства», Токио, Япония, 8—10 ноября 1993. Было опубликовано в трудах обоих семинаров по аналогии с публикацией Elsevier-North Holland для IFIP

Williams, T.J., Bermus.P., Brosvic. J., Chen, D., Doumeingts, G., Nemes, L., Nevis, J.L., Vallespir, B., Vlietstra, J., и Zoetekouw, D., Архитектуры для интегрированной промышленной деятельности и предприятий, Компьютеры в промышленности, том 24, № 2—3, с. 111—139, 1994; Организационная практика управления, том 2, № 6, с. 939—960, 1994

**Другие важные ссылки в области интеграции предприятия**

Kosanke, K., и Nell, J.G. (редакторы) Организация предприятия и интеграции: Обеспечение международного консенсуса, Springer Verlad, 1997 (ISBN3-540-63402-9)

Petrie, C. J., Jr (редактор) Моделирование интеграции предприятия, Труды первой международной конференции по технологии моделирования интеграции предприятий, MIT Press 1992

Scheer, A-W Архитектура для информационной системы предприятия, Берлин, 1992

Scheer, A-W Моделирование данных в рамках предприятия — Информационные системы в промышленности, Springer Verlag Берлин — Хейделберг, 1989

Spur, G., Mertins, K., Jochem, K., Моделирование интегрированного предприятия, Beuth-Verlag, Берлин, 1996

Vernadat, F.B., Моделирование предприятия и интеграция, Chapman и Hall, Лондон, 1996. Общий текст по рассматриваемой области с подробной информацией по CIMOSA

Yuliu Chen и M.M. Tseng, Лестницеподобная архитектура системы CIM. IEEE Trans по части C CPMT, апрель 1997, с. 101—110

УДК 656.072:681.3:006.354 ОКС 25.040.01 Т58

Ключевые слова: автоматизированные промышленные системы, интеграция, жизненный цикл систем, управление производством

Редактор *В. Н. Копысов*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Сдано в набор 21.01.2010. Подписано в печать 15.03.2010. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 6,80. Тираж 230 экз. Зак. 90.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru