

Министерство образования Российской Федерации

Владимирский государственный университет

Кафедра вычислительной техники,
кафедра информационных систем и информационного менеджмента

На правах рукописи

Огрызков Станислав Анатольевич

УДК 681.518

Исследование технологии потока работ
для управления производственным процессом

552800 «Информатика и вычислительная техника»

Диссертация на соискание академической степени
магистра техники и технологии

Научный руководитель: д.т.н.,
профессор кафедры ИСИМ ВлГУ
Макаров Р.И.

Владимир 2003

АННОТАЦИЯ

В работе была подробно рассмотрена технология потока работ (workflow) и создана методика построения диаграмм потока работ, в том числе по уже имеющимся (возникшим в результате бизнес-консалтинга) диаграммам, описывающим динамику бизнес-процессов (*IDEF3*, *STD*, сети Петри), а также выработаны рекомендации по осуществлению перехода от других методик формализации бизнес-процессов, в частности, от *IDEF0*-диаграмм. Применение методики рассмотрено на примере построения диаграммы потока работ в приложении «Редактор процессов потока работ» (*Workflow Process Editor*) PLM-системы *Windchill* на основе *IDEF3*-диаграммы, а также на основе *IDEF0*-диаграммы, явившейся результатом проведённого бизнес-консалтинга для ОАО «Борский стекольный завод».

Табл. 22 Ил. 23 Библиогр. 79

In the given work, workflow technology has been studied in detail, and methods of building workflow diagrams (definitions) were created, including those based on ready (as a result of business consulting) diagrams describing dynamics of business processes (*IDEF3*, *STD*, Petri nets), as well as recommendations produced for migrating from other methods of formalizing business processes, particularly from *IDEF0* diagrams. Use of the elaborated methods is illustrated by building a workflow diagram in *Workflow Process Editor* of PLM system *Windchill*, based on a ready *IDEF3* diagram, as well as by building another workflow diagram based on a real project *IDEF0* diagram.

Tabl. 22 Il. 23 Bibliogr. 79

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПОТОКА РАБОТ	9
1.1. Основные понятия и терминология	9
1.2. Понятие и структура процесса	15
1.3. Более широкие понятия и терминология потока работ	19
1.4. Классификация систем управления потоком работ	26
1.5. Перечень существующих систем управления потоком работ ..	33
1.6. Технология потока работ в России	43
2. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММ ПОТОКА РАБОТ	48
2.1. Общая методика построения диаграмм потока работ	48
2.2. Особенности построения диаграмм потока работ по IDEF3- диаграммам	50
2.3. Особенности построения диаграмм потока работ по STD- диаграммам	57
2.4. Особенности построения диаграмм потока работ по сетям Петри	62
2.5. К вопросу об использовании других методик формализации бизнес-процессов	66
3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ПОТОКА РАБОТ В WINDCHILL	73
3.1. Краткое введение в PLM-систему Windchill и её подсистему потока работ	73
3.2. Пример построения диаграммы потока работ по IDEF3- диаграмме	75
3.3. Пример построения диаграммы потока работ по IDEF0- диаграмме	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	94
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	95

ПРИЛОЖЕНИЕ. ОБЩИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ПОТОКА РАБОТ	101
---	-----

ВВЕДЕНИЕ

Технология потока работ (workflow) впервые дала о себе знать в конце 1980-х – начале 1990-х годов. Весьма скоро появилась соответствующая организация – *Коалиция по управлению потоком работ (Workflow Management Coalition, WfMC [2])*, которая уже в 1994 году выпустила свой первый официальный документ – словарь-глоссарий *Terminology & Glossary [5]*. Третья редакция этого документа (февраль 1999 года) определяет термин «*поток работ*» (*workflow*) следующим образом [5]:

Автоматизация бизнес-процесса, полная или частичная, в процессе которой документы, информация или задания передаются от одного участника к другому для выполнения им действия, в соответствии с набором процедурных правил.

Поток работ обычно включает в себя некоторое количество логических шагов, каждый из которых известен как *действие (activity)*. Действие может подразумевать ручное взаимодействие с пользователем, или *участником потока работ (workflow participant)*, либо может выполняться с использованием машинных ресурсов. Доставка работы пользователям увеличивает эффективность. Автоматизация фактической работы обеспечивает огромный рост эффективности, а также предоставляет менеджерам возможности создания виртуальной организации и эффективного участия в электронной коммерции [6].

В том же упомянутом словаре-глоссарии [5] *система управления потоком работ (workflow management system)* определяется так:

Система, которая определяет, создаёт и управляет выполнением потоков работ посредством использования

программного обеспечения, работающего на одном или нескольких движках потока работ, которые способны интерпретировать определения процессов, взаимодействовать с участниками потока работ и, при необходимости, использовать инструменты и приложения информационных технологий.

Было бы большим упрощением говорить, что система управления потоком работ (СУПР) управляет потоком работ. Тем не менее, суть СУПР состоит в том, что она может интерпретировать определение потока работ, обычно, но не всегда, созданное по отдельности, управлять триггерами, сигнализаторами, а также взаимодействовать с внешними системами. Важно заметить, что это определение покрывает спектр СУПР, исключая при этом просто системы реляционных баз данных и системы электронной помощи с программируемыми механизмами доставки.

Технология потока работ, являющаяся одновременно дисциплиной, практикой и концепцией, играет всё большую роль в современном мире. Однако её внедрение и эксплуатация должны быть поставлены соответствующим образом, так как она существенным образом затрагивает операции организации. В качестве удачного примера обычно приводится опыт внедрения системы *Viewstar* в департаменте доходов и прибылей (Revenue & Benefits Department) района *Lewisham* (Лондон, Великобритания), районный совет (Borough Council) которого уже по результатам первого года отметил следующие факты [6]:

- 5 млн. фунтов стерлингов дополнительных доходов;
- расследования нецелевого использования средств сэкономили дополнительные 1,7 млн. фунтов стерлингов за счёт более быстрых процессов и возможности сквозной проверки;
- 0,5 млн. фунтов стерлингов экономии по операционным затратам.

Организации нередко начинают формализовывать свои бизнес-процессы с построения различных диаграмм, их описывающих. Чаще всего используются такие методологии, как *IDEF0* (как подмножество *SADT – Structured Analysis and Design Technique* – технологии структурного анализа и проектирования), *DFD (Data Flow Diagrams* – диаграммы потоков данных), *ERD (Entity Relationship Diagrams* – диаграммы «сущность – связь») для статики и *IDEF3, STD (State-Transition Diagrams* – диаграммы переходов состояний) и сети Петри для динамики. Однако нередко на построении диаграмм всё и заканчивается, хотя проведённая диаграммная формализация должна напрямую претворяться в жизнь, перестраивая и настраивая бизнес-процессы на более эффективное функционирование. В этом смысле один из наиболее наглядных способов определения бизнес-процесса в СУПР – *диаграммы потока работ (workflow diagrams)* – представляют собой диаграммную формализацию, наиболее близкую к реальному функционированию организации (так как именно на их основе работает СУПР). Отсюда необходимость уметь не только грамотно строить диаграммы потока работ «с чистого листа», но и использовать уже имеющиеся наработки в виде диаграмм, описывающих динамику бизнес-процессов (*IDEF3, STD, сети Петри*).

1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ ПОТОКА РАБОТ

Многие термины являются интуитивно понятными либо знакомыми по другим областям информатики и вычислительной техники, но, тем не менее, требуют уточнения в контексте технологии потока работ.

1.1. Основные понятия и терминология

Ниже описываются основные понятия и терминология, связанные с технологией потока работ. На рис. 1.1 изображена взаимосвязь отдельных терминов.

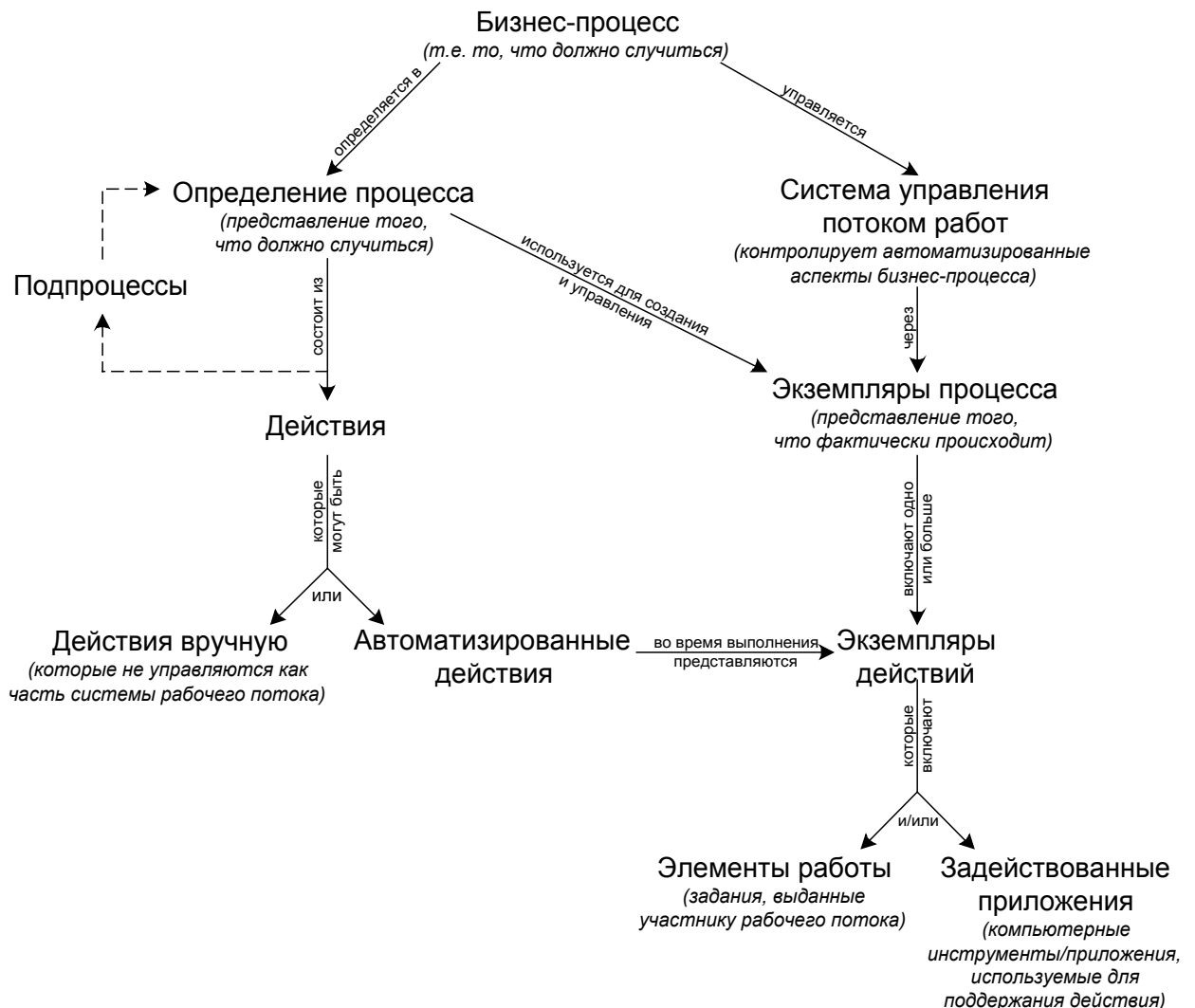


Рис. 1.1. Связь основных терминов потока работ

Поток работ (*workflow*) – автоматизация бизнес-процесса, полная или частичная, в процессе которой документы, информация или задания передаются от одного участника другому для выполнения им действия, в соответствии с набором процедурных правил.

Система управления потоком работ (*workflow management system*) – система, которая определяет, создаёт и управляет выполнением потоков работ посредством использования программного обеспечения, работающего на одном или нескольких ядрах потока работ, которые способны интерпретировать определения процессов, взаимодействовать с участниками потока работ и, при необходимости, использовать инструменты и приложения информационных технологий (ИТ).

Бизнес-процесс (*business process*) – набор из одной или нескольких связанных процедур или действий, которые сообща реализуют деловую или политическую цель, обычно в контексте организационной структуры, определяющей функциональные роли и отношения.

Определение процесса (*process definition*) – представление бизнес-процесса в форме, которая поддерживает автоматизированное управление ею, как-то моделирование или выполнение СУПР. Определение процесса состоит из совокупности действий и взаимоотношений между ними, критериев начала и окончания процесса, а также информации об отдельных действиях, как-то о соответствующих участниках, связанных приложениях и данных и т.п. Мета модель определения процесса представлена на рис. 1.2.

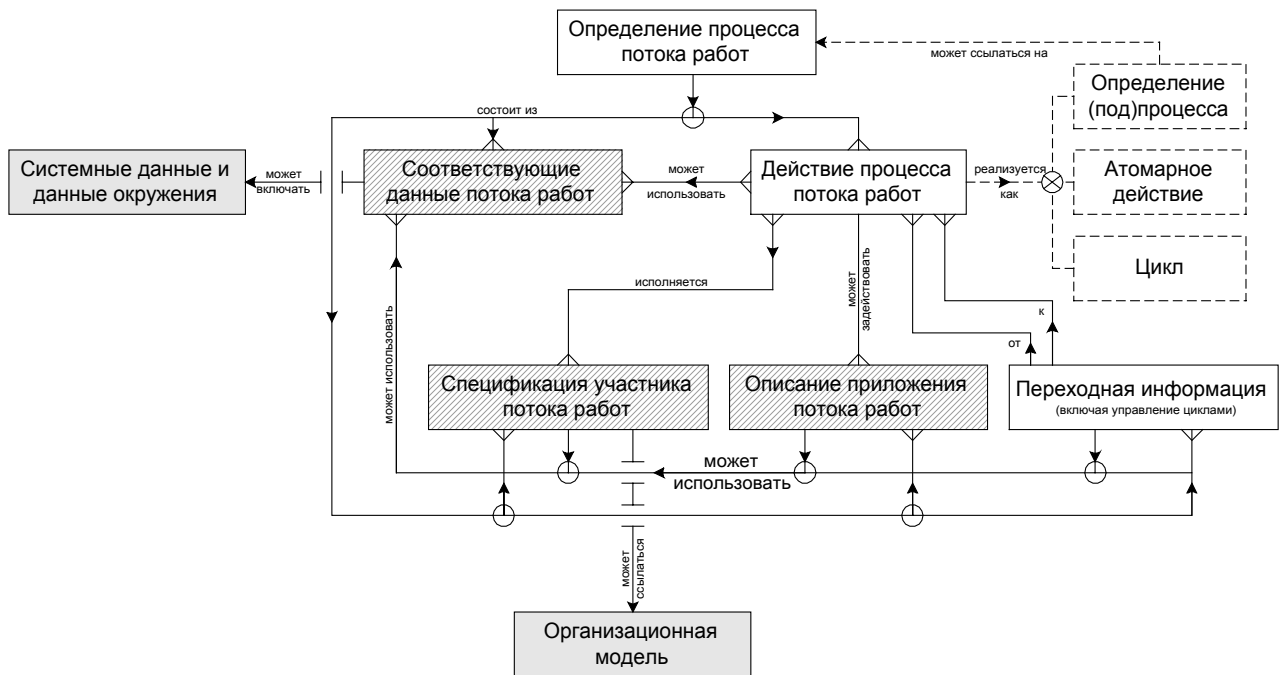


Рис. 1.2. Метамоделю определения процесса¹

Действие (activity) – описание части работы, которая составляет один логический шаг в рамках процесса. Действие может быть ручным, не поддерживающим компьютерную автоматизацию, либо автоматизированным действием потока работ. Действие потока работ требует человеческих и/или машинных ресурсов для поддержания выполнения процесса; когда требуется человеческий ресурс, действие назначается участнику потока работ.

Автоматизированное действие (automated activity) – действие, которое поддается компьютерной автоматизации с использованием СУПР для управления действием во время выполнения бизнес-процесса, частью которого оно является.

Ручное действие (manual activity) – действие в рамках бизнес-процесса, которое не поддается автоматизации и поэтому находится за пределами СУПР. Такие действия могут включаться в определение

¹ Здесь и далее диаграммы «сущность – связь» даются в модифицированной ER-нотации Мартина.

процесса, например, для поддержания моделирования процесса, но они не являются частью результирующего потока работ.

Экземпляр (*instance*, применительно к процессу или к действию) – представление отдельного исполнения процесса или действия в рамках процесса, включая связанные с ним данные. Каждый экземпляр представляет собой отдельный поток выполнения (при наличии в процессе параллельных действий его экземпляр может включать несколько одновременно выполняющихся потоков) процесса или действия, который может управляться независимо и будет иметь своё собственное внутреннее состояние и видимую снаружи сущность, которая может использоваться как указатель, например, для записи или извлечения проверочных данных, относящихся к отдельному исполнению.

Экземпляр процесса (*process instance*) – представление отдельного исполнения процесса.

Экземпляр действия (*activity instance*) – представление действия в рамках (отдельного) исполнения процесса, то есть в рамках экземпляра процесса.

Участник потока работ (*workflow participant*) – ресурс, который выполняет работу, представленную экземпляром действия потока работ. Эта работа обычно представляется в виде одного или нескольких элементов работы, назначенных участнику потока работ посредством списка работ.

Элемент работы (*work item*) – представление работы, которая будет выполняться (участником потока работ) в контексте действия экземпляра процесса.

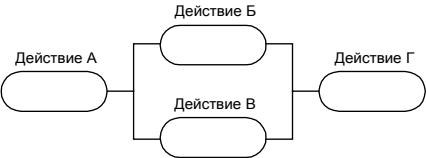
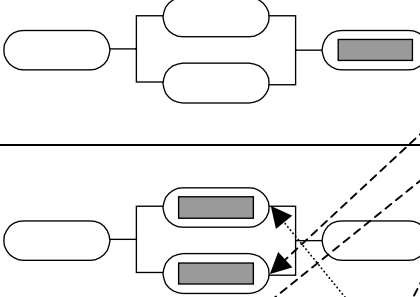
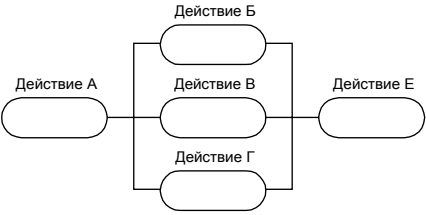
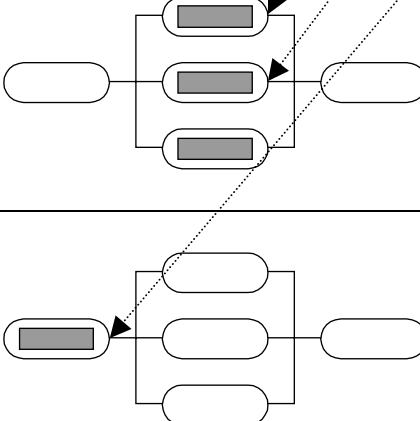
Список работ (*worklist*) – список элементов работы, связанных с данным участником потока работ (или, в некоторых случаях, с группой

участников, которые могут разделять между собой общий список работ). Список работ составляет часть интерфейса между ядром потока работ и обработчиком списка работ.

Обработчик списка работ (*worklist handler*) – программный компонент, который управляет взаимодействием между пользователем (или группой пользователей) и списком работ, поддерживаемым ядром потока работ. Этот компонент позволяет передавать элементы работы от СУПР к пользователям, а также уведомления о завершении или другие сообщения о состоянии работ между пользователем и системой.

1.1.1. Процессы и структуры списков работ. В табл. 1.1 показаны отношения между ключевыми терминами технологии потока работ – *определениями процессов, экземплярами процессов и списками работ.*

Связь структур процессов и списков работ

Определение процесса	Экземпляр процесса	Список работ
<p>Определение процесса А</p> 		<p>Список работ 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Элемент работы 11 Элемент работы 12 Элемент работы 13 Элемент работы 14 ... Элемент работы 1N <p>Список работ 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Элемент работы 21 Элемент работы 22 Элемент работы 23 ... Элемент работы 2N
<p>Определение процесса Б</p> 		

Эталонная модель потока работ (workflow reference model) – архитектурное представление СУПР, определяющее самые важные системные интерфейсы, разработанные *WfMC*. Её схематическое изображение представлено на рис. 1.3.

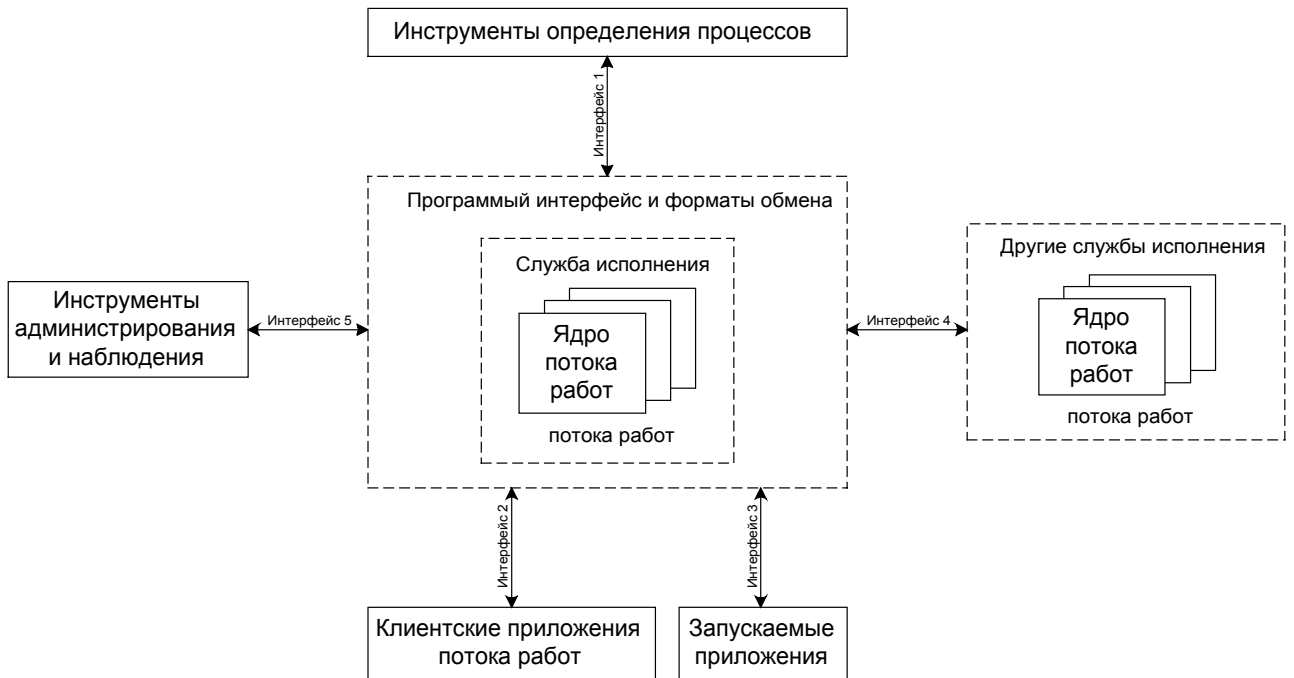


Рис. 1.3. Эталонная модель потока работ

WAPI (Workflow APIs and Interchange Formats) – набор программных интерфейсов приложений и форматов обмена потока работ, публикуемый WfMC [2], и объединяющий в себе спецификации для взаимодействия между различными компонентами систем и приложений управления потоком работ.

1.2. Понятие и структура процесса

Ниже описывается терминология, используемая в определениях процессов и во время их выполнения для описания природы протекания процесса и его взаимодействий.

Режим определения процесса (process definition mode) – временной интервал, во время которого электронным образом определяются и/или изменяются ручные и/или автоматизированные описания (потока работ) процесса.

Процесс (process) – формализованный вид бизнес-процесса, представленный как скоординированный (параллельный и/или

последовательный) набор действий процесса, которые соединены в последовательность для достижения общей цели. Пример процесса из восьми действий представлен на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Пример процесса из восьми действий

Подпроцесс (*subprocess*) – процесс, который выполняется или вызывается из другого (иницирующего) процесса (или подпроцесса) и составляет часть обобщающего (иницирующего) процесса. Могут поддерживаться несколько уровней подпроцессов.

Блок действий (*activity block*) – набор действий в определении процесса, которые разделяют одно или несколько общих свойств, что вынуждает программное обеспечение управления потоком работ предпринимать конкретные действия по отношению к блоку как к единому целому. Например, группа действий может быть классифицирована как блок, если эти действия нуждаются в общей политике выделения ресурсов.

Крайний срок (*deadline*) – временное ограничение в расписании, которое требует, чтобы конкретное действие (или элемент работы) было завершено к конкретному времени (крайнему сроку).

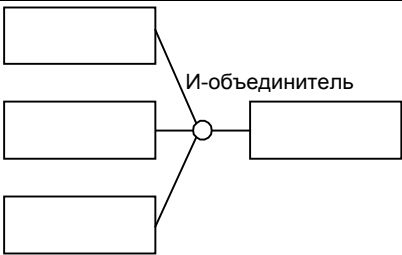
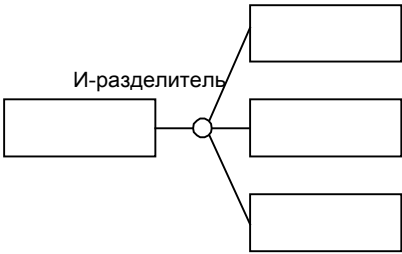
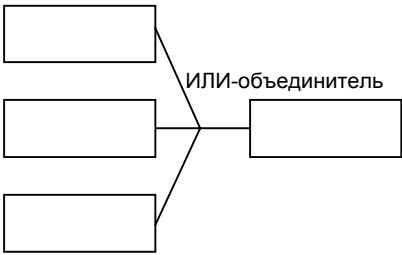
Параллельная маршрутизация (*parallel routing*) – участок экземпляра процесса, выполняемый СУПР, на котором два или более экземпляров действий выполняются в процессе параллельно, порождая несколько потоков управления.

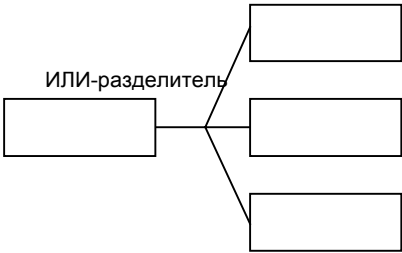
Последовательная маршрутизация (sequential routing) – участок экземпляра процесса, выполняемый СУПР, на котором несколько действий выполняются последовательно, в одном потоке. (При последовательной маршрутизации на участке отсутствуют *И-объединитель* и *И-разделитель*.)

Определения логических элементов маршрутизации потока работ приведены в табл. 1.2.

Табл. 1.2

Логические элементы маршрутизации потока работ

Обозначение	Наименование	Значение
	<i>И-объединитель (AND-Join)</i>	Точка в потоке работ, в которой два или более параллельно выполняющихся действия объединяются в единый общий поток управления (см. определение <i>параллельной маршрутизации</i>).
	<i>И-разделитель (AND-Split)</i>	Точка в потоке работ, в которой единый поток управления разделяется на два или более потоков, которые выполняются в процессе параллельно, позволяя действиям выполняться одновременно (см. определение <i>параллельной маршрутизации</i>).
	<i>ИЛИ-объединитель (OR-Join)</i>	Точка в потоке работ, в которой две или более альтернативных ветви (действия) потока работ снова объединяются в единое общее действие как следующий шаг в рамках потока работ. (Так как параллельное выполнение у этой точки отсутствует, то нет необходимости осуществлять синхронизацию.)

Обозначение	Наименование	Значение
	ИЛИ-разделитель (OR-Split)	Точка в потоке работ, в которой единый поток управления принимает решение о том, по какой ветви следовать далее, когда имеют место несколько альтернативных ветвей потока работ.

Итерация (iteration) – цикл действий потока работ, в котором осуществляется повторяющееся выполнение одного (или нескольких) действий потока работ до тех пор, пока не будет выполнено то или иное условие. Пример такого цикла приведён на рис. 1.5.

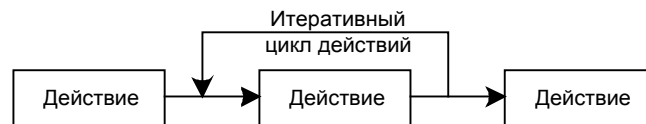


Рис. 1.5. Пример итерации действий

Предусловие (pre-condition) – логическое выражение, которое может проверяться ядром потока работ с целью определения, может ли быть запущен экземпляр процесса или действие в рамках экземпляра процесса.

Постусловие (post-condition) – логическое выражение, которое может проверяться ядром потока работ с целью определения, завершился ли экземпляр процесса или действие в рамках экземпляра процесса.

Переход (transition) – точка в ходе выполнения экземпляра процесса, в которой одно действие завершается, и поток управления передаётся другому действию, которое начинается. Также см. определения *перехода состояния* и *условия перехода*.

1.3.2. Компоненты и интерфейсы программных продуктов управления потоком работ. На рис. 1.7 показаны ключевые компоненты программных продуктов управления потоком работ, связи между ними, а также пять функциональных интерфейсов, определённых в эталонной модели потока работ.

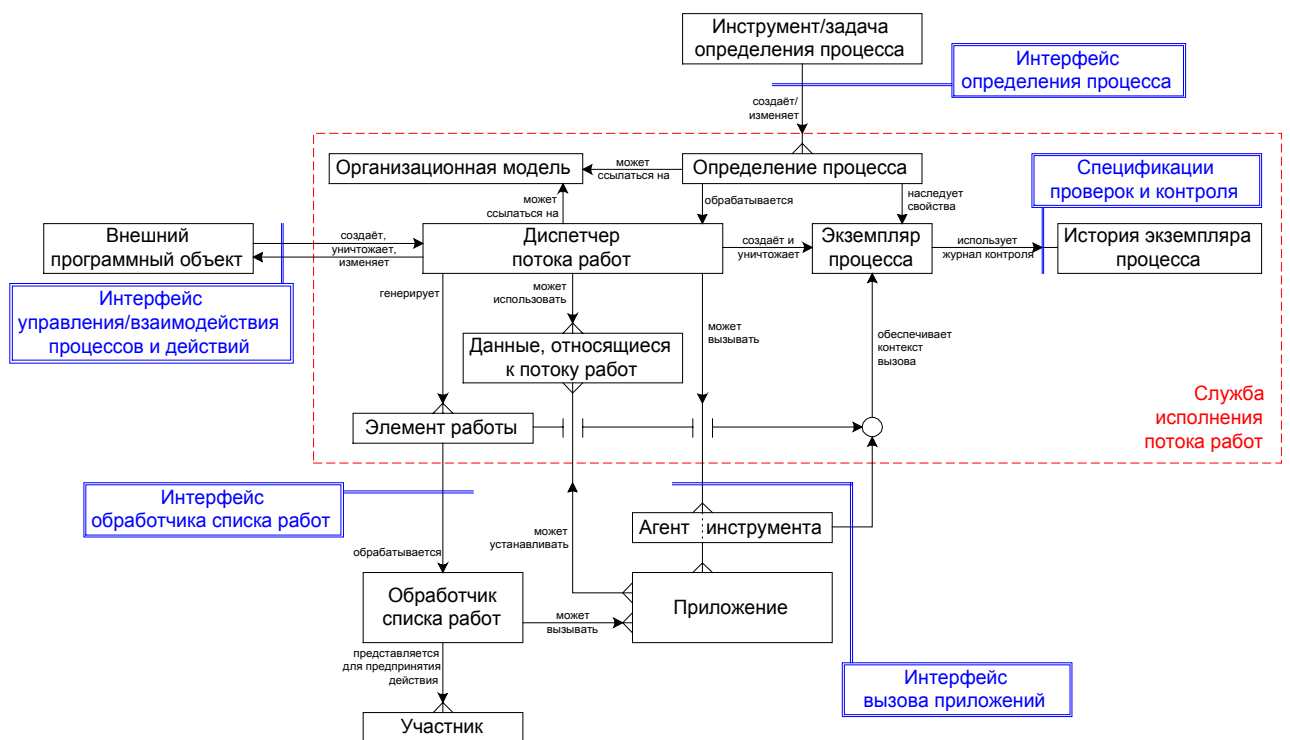


Рис. 1.7. Компоненты и интерфейсы ПО управления потоком работ

Приложение потока работ (workflow application) – общий термин для обозначения программы (программного обеспечения), которая взаимодействует со службой исполнения потока работ, выполняя часть необходимой для конкретного действия (или действий) обработки.

Клиентское приложение (client application) – приложение, которое взаимодействует с ядром потока работ, запрашивая у него выполнение функций и служб.

Вызываемое приложение (invoked application) – приложение потока работ, которое вызывается СУПР для автоматизации действия,

полной или частичной, или для поддержки обработки элемента работы участником потока работ.

1.3.3. Структуры данных потока работ представлены на рис. 1.8.

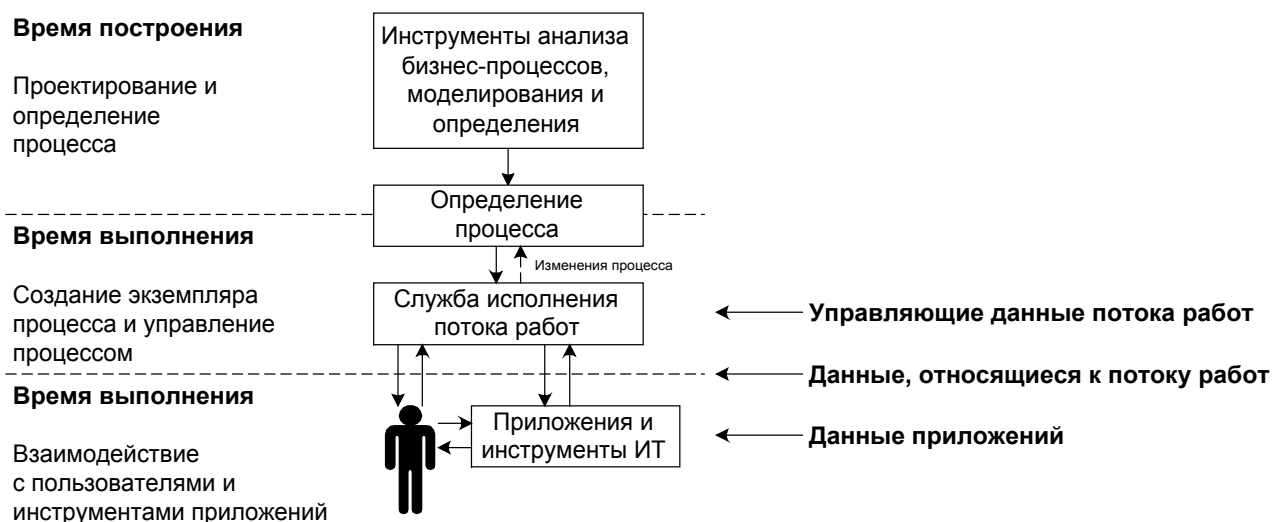


Рис. 1.8. Структуры данных потока работ

Данные приложений (*application data*) – данные, особенные для каждого приложения, к которым сама СУПР не имеет доступа.

Данные, относящиеся к потоку работ (*workflow relevant data*) – данные, которые используются СУПР для определения переходов состояний экземпляра потока работ, например, по пред- и постусловиям, условиям переходов и назначениям участника.

Управляющие данные потока работ (*workflow control data*) – данные, с которыми работает СУПР и/или ядро потока работ. Такие данные являются внутренними по отношению к СУПР и обычно не доступны для приложений.

Состояние процесса (*process state*) – представление внутренних условий, определяющих состояние экземпляра процесса в конкретный момент времени. Большинство СУПР рассматривают такую информацию о состоянии как часть управляющих данных потока работ.

Стандартными являются следующие состояния процесса: *инициированный (initiated)*, *выполняющийся (running)*, *активный (active)*, *приостановленный (suspended)*, *завершённый (complete)*, *прекращённый (terminated)* и *заархивированный (archived)*.

Состояние действия (activity state) – представление внутренних условий, определяющих состояние экземпляра действия в конкретный момент времени. Большинство СУПР рассматривают такую информацию о состоянии как часть управляющих данных потока работ. Стандартными являются следующие состояния действия: *неактивное (inactive)*, *активное (active)*, *приостановленное (suspended)* и *завершённое (complete)*.

Переход состояния (state transition) – переход из одного внутреннего состояния (экземпляра процесса или действия) в другое в рамках потока работ, отражающий изменение в состоянии потока работ, например, запуск конкретного действия. Переход состояния может иметь место в ответ на внешнее событие, на пользовательский вызов функции программного интерфейса приложений, на решение ядра потока работ о маршрутизации и т.д.

Фиктивное действие (dummy activity) – действие, у которого нет собственной обработки, имеющей отношение к бизнес-процессу, но которое используется для представления и оценки сложной маршрутизации или условий управления процессом, могущих быть слишком сложными для эффективного определения с использованием стандартной нотации определения процесса.

Событие (event) – проявление конкретного условия (которое может быть внутренним или внешним по отношению к СУПР), которое вынуждает программное обеспечение управления потоком работ предпринимать одно или несколько действий. Например, появление

конкретного типа сообщения по электронной почте может вынудить СУПР запустить экземпляр конкретного определения процесса. Событие состоит как бы из двух элементов: *триггера* (или *причины*), являющегося распознаванием predetermined обстоятельств, и *действия* (или *реакции*), являющегося predetermined ответом системы на срабатывание триггера.

Данные контроля (audit data) – историческая запись развития экземпляра процесса, от начала до завершения или прекращения. Обычно такие данные включают в себя информацию о переходах состояний экземпляра процесса.

Определение потока работ (workflow definition) – та часть определения процесса, которая содержит автоматизируемые действия.

Выполнение процесса (process execution) – временной интервал, на протяжении которого процесс является действующим, с созданием и управлением его экземплярами.

Организационная роль (organizational role) – группа участников, обладающих конкретным набором атрибутов, квалификацией и/или навыками.

Организационная модель (organizational model) – модель, которая представляет организационные сущности и связи между ними; она также может объединять ряд атрибутов, связанных с сущностями, как-то навыки или роли. Такая модель может быть реализована в виде директории или в другой форме базы данных. Пример модели с типовыми атрибутами показан на рис. 1.9.

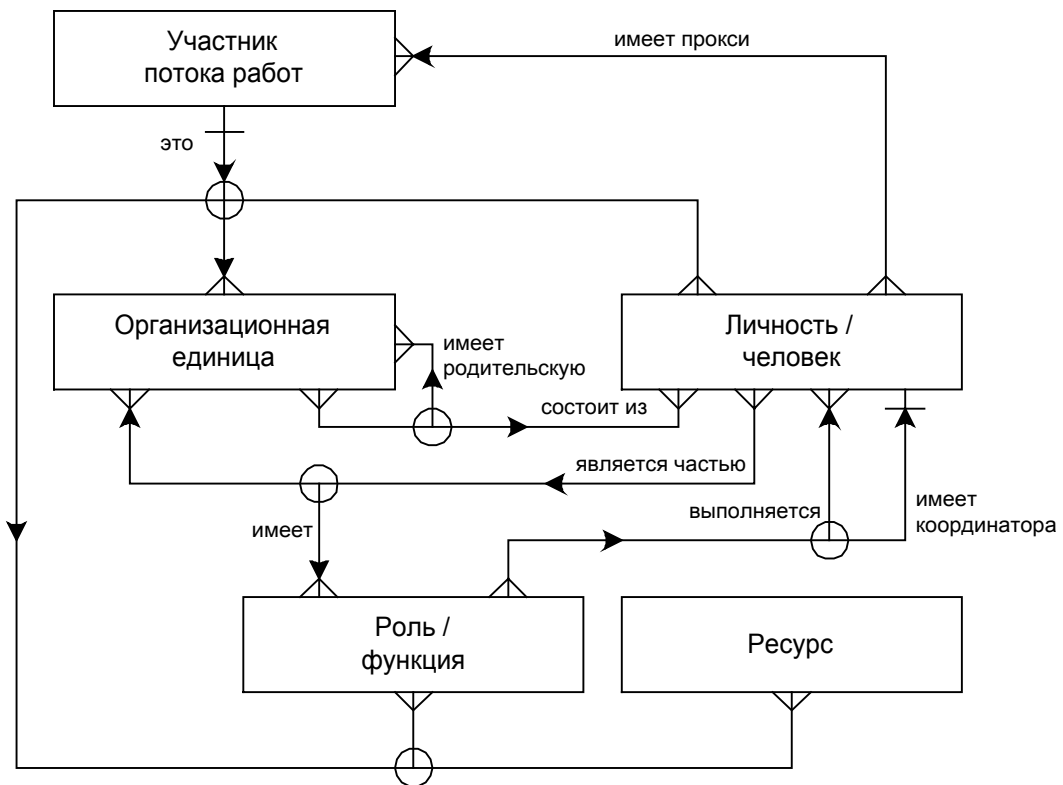


Рис. 1.9. Пример организационной модели

Роль процесса (process role) – механизм, который привязывает участников к наборам действий потока работ.

Эскалация (escalation) – процедура (автоматизированная или ручная), которая вызывается в случае, когда не выполняется конкретное ограничение или условие.

Ограничение (constraint) – условие (обычно имеющее отношение выбору и/или завершению действия/работы), которое должно выполняться во время выполнения работы; несоответствие ограничению может приводить к возникновению исключительной ситуации или к вызову другой определённой процедуры.

Наблюдение за потоком работ (workflow monitoring) – возможность отслеживать и фиксировать события потока работ во время его выполнения.

Ядро потока работ (*workflow engine*) – программная служба, или ядро, которое обеспечивает среду времени выполнения для экземпляра процесса.

Возможность взаимодействия потоков работ (*workflow interoperability*) – возможность для двух или более ядер потока работ общаться и работать вместе для координации работы.

Контракт взаимодействия потоков работ (*workflow interoperability contract*) – предустановленный контракт между организациями, которые определяют контекст, деловую и техническую среду для взаимодействия потоков работ.

Служба исполнения потока работ (*workflow enactment service*) – программная служба, которая может состоять из одного или нескольких ядер потока работ, чтобы создавать, управлять и выполнять конкретные экземпляры потока работ. Приложения могут обращаться к этой службе через программный интерфейс приложений потока работ (часть *WAPI*).

Домен потока работ (*workflow domain*) – служба управления потоком работ, которая состоит из одного или нескольких ядер потока работ, которые управляются как однородная единица, работающая с общей административной моделью.

Фонд элементов работы (*work item pool*) – представление всех элементов работы, к которым имеет доступ конкретное ядро потока работ.

Администратор (*administrator*) – пользователь СУПР, который обладает особыми привилегиями, позволяющими осуществлять системную настройку и выполнять различные функции управления и контроля. В некоторых системах эти задачи могут разделяться несколькими администраторами, каждый из которых несёт ответственность за отдельную область администрирования.

1.4. Классификация систем управления потоком работ

Единой классификации СУПР, как таковой, не существует. Есть только рекомендованная классификация от *WfMC* [7], а также отдельные предложения от энтузиастов.

1.4.1. Официальная классификация СУПР. Как было отмечено ранее, СУПР – это система, которая определяет, создаёт и управляет выполнением потоков работ посредством использования ПО, работающего на одном или нескольких движках потока работ, которые способны интерпретировать определения процессов, взаимодействовать с участниками потока работ и, при необходимости, использовать инструменты и приложения ИТ. Движок потока работ обеспечивает выполнение бизнес-процессов. Движки могут быть встроены в другие приложения или могут быть развёрнуты в отдельные независимые приложения, взаимодействующие с другими. Некоторые движки могут существовать в обоих представлениях. Утверждается, что некоторые компоненты приложений, которые работают с правилами или исключениями, на самом деле являются системами потока работ, несмотря на то, что не демонстрируют большинство возможностей, которые обычно определяют системы такого класса.

С появлением новых требований к движкам потока работ в части их взаимодействия в задачах управления цепочками поставок (*Supply Chain Management, SCM*), важным стало умение рынка различать недоступные основанные на правилах компоненты приложений и движки потока работ, будь они встроенными или нет.

Автономная СУПР (*autonomous workflow*) является функциональной без дополнительного ПО, за исключением систем управления базами данных и промежуточного ПО обмена сообщениями.

Для развёртывания автономного решения технологии потока работ, прикладные системы, которые являются внешними по отношению к СУПР, вызываются во время выполнения, а относящиеся к потоку работ данные передаются между участниками потока работ.

Автономные СУПР являются отдельными частями прикладного ПО, которые обеспечивают функциональность потока работ. Они обычно обладают своим собственным интерфейсом пользователя и получают доступ к данным других приложений. Кроме того, они обычно устанавливаются с целью поддержки ряда различных приложений.

Моделирование автономных приложений потока работ требует спецификации интерфейсов для вызываемых приложений, соответствующих данных и вовлекаемых участников, и поэтому представляется весьма сложной задачей.

Встроенная СУПР (embedded workflow) является функциональной, только если она используется окружающей (встраиваемой) системой, например, системой планирования ресурсами предприятия (*Enterprise Resource Planning, ERP*). Функциональность потока работ встроенных систем демонстрируется окружающей её программной системой. Стандартными примерами являются, как уже было отмечено, *ERP*-системы, а также платёжные системы и системы межбанковских расчётов. Компоненты потока работ используются для управления последовательностью функций приложения, управления очередями и обработки исключительных ситуаций.

Для пользователей важным является возможность различать управляемые правилами части приложения, которые обычно задействуются триггерами баз данных, и основанные на движке потока

работ компоненты, которые обычно позволяют определять более сложные спецификации процессов.

Первые – просто части приложения – обычно пишутся авторами приложения и работают только в рамках данного приложения, поддерживая только соответствующие ему функции. Вторые – компоненты потока работ – обычно являются заменяемыми, то есть тот же движок будет работать во многих приложениях. Кроме того, обычно эти движки обеспечивают больше функциональных интерфейсов, основываясь при этом на стандартах.

Встроенные системы делятся на две категории: **основанные на технологии потока работ системы (workflow-based)** и **системы с поддержкой этой технологии (workflow-enabled)**. Решения, основанные на технологии потока работ, не являются функциональными без встроенной функциональности потока работ, тогда как системы просто с поддержкой этой технологии оставляют на усмотрение производителя вопрос о том, будет ли использоваться встроенный компонент потока работ в данном контексте.

Встроенные решения потока работ могут разделяться по их уровню доступности, от **патентованных решения (proprietary solutions)**, которые исключительно образом используются в окружающей их системе, до **стандартизованных решений (standardized solutions)**, которые реализуют интерфейсы, определённые внешними организациями по стандартизации, как-то *WfMC* [2] или *Группой объектного управления (Object Management Group, OMG)*. Если говорить более подробно, то существуют следующие классы встроенных СУПР:

- **Патентованное решение (proprietary solution)**. Компонент потока работ исключительно образом поддерживает встроенную функциональность приложения. При этом нет никакой

возможности вызывать во время выполнения внешние прикладные системы через движок потока работ.

- **Полуоткрытое решение (*semi-open solution*)**. Компонент потока работ предоставляет патентованные интерфейсы для интеграции с внешними системами, например, с офисными приложениями, как с клиентскими приложениями. Таким образом, бизнес-процесс, который выполняется частично с использованием дополнительных пакетов ПО, может быть автоматизирован с использованием встроенной функциональности интегрированной системы.
- **Открытое решение (*open solution*)**. Компонент потока работ предоставляет интерфейсы для интеграции с внешними системами как с серверными приложениями. Открытые решения доступны снаружи и представляют интерфейсы для манипуляции выполнением потока работ, как-то запуском, остановкой, приостановкой и т.п. его экземпляров. Если интегрированная система не предоставляет возможности интеграции служб Интернета, одним из обычных способов использования этих интерфейсов является вызов потоков работ через внешний источник, например, веб-обозреватель.
- **Стандартизованное решение (*standardized solution*)**. Компонент потока работ предоставляет стандартизованные интерфейсы для интеграции с внешними системами, возможности взаимодействия с другими службами исполнения потока работ, а также клиентского управления движком потока работ. Примерами таких стандартизованных интерфейсов являются интерфейс прикладного программирования потока работ (*Workflow Application Programming Interface, WAPI*) от *WfMC* [2], или средство потока работ (*workflow facility*) от *OMG*.

1.4.2. Классификация систем управления потоком работ по применению. Наиболее удобный способ на практике классифицировать СУПР – это определить сферы приложения, которые автоматизируются с их помощью. На сегодняшний день основными категориями приложений потока работ являются: производство (production), управление предприятием (enterprise), сотрудничество (collaborative) и ориентация на клиентов (customer-focused). Соответствующая классификация представлена на рис. 1.10 [9].

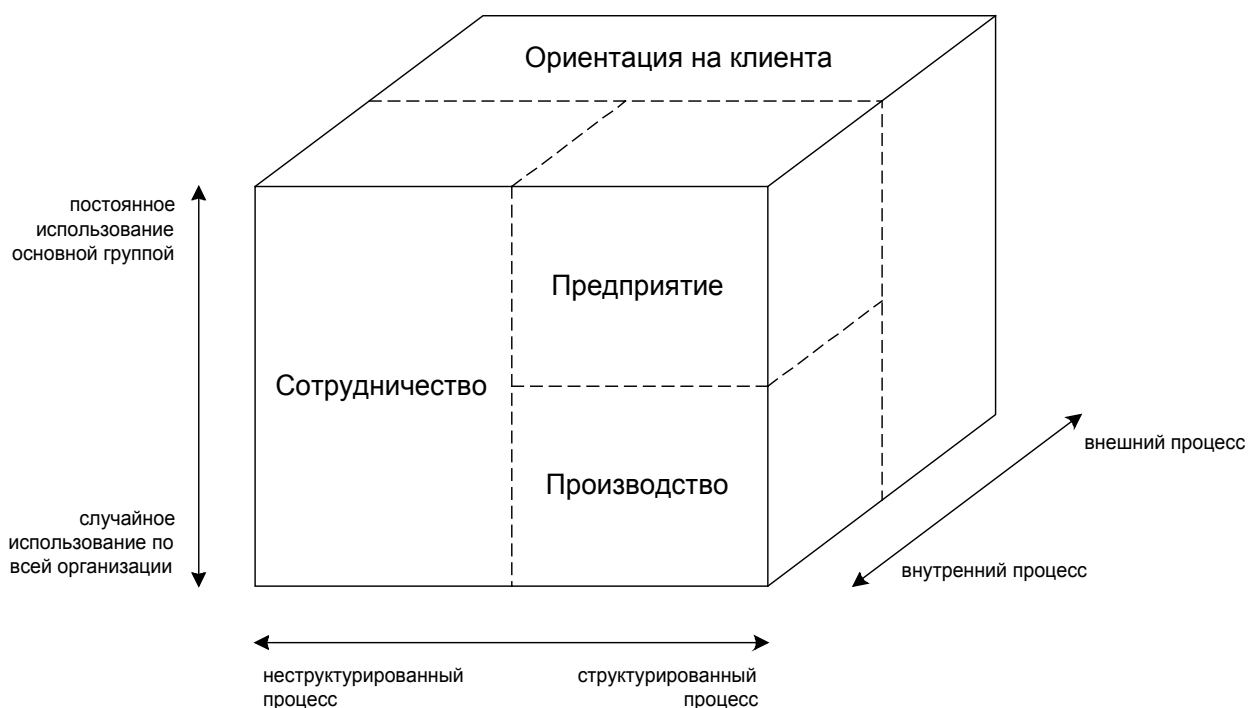


Рис. 1.10. Категории обычных приложений потока работ

Технология потока работ для производства. Автоматизация с использованием технологии потока работ появилась в середине 1980-х годов как функция обработки образов документов. Основное преимущество перевода бумажных документов в цифровую форму и маршрутизации их по компьютерной сети заключалась не в значительной экономии места, а в повышении скорости выполнения бизнес-процессов. Таким образом, самое первое из приложений с использованием технологии потока работ было предназначено для

автоматизации процессов, подразумевавших большой объём бумажной работы, таких как обработка заявлений о предоставлении займов, обращений за страховкой или счетов на оплату – высокоструктурированных, ориентированных на транзакции и канцелярских по стилю. В последние несколько лет подобное «производственное» применение технологии потока работ вышло за пределы приложений для обработки образов и стало одним из ключевых элементов программного обеспечения для обработки офисных данных заднего плана, например, *ERP*-систем. Основное преимущество технологии потока работ в производстве заключается в повышении производительности и улучшении обработки исключительных ситуаций.

Технология потока работ на предприятии. Производственный поток работ, как правило, не выходит за пределы отдела; однако многие бизнес-процессы охватывают всё предприятие. В качестве примера можно привести процесс приёма на работу нового сотрудника, управление льготами для работников, составление отчётов о расходах и приобретение оборудования. За счёт использования электронных форм и документов технология потока работ на предприятии может автоматизировать эти ранее тонувшие в бумагах процессы, увеличив производительность всех сотрудников и обеспечив высокую скорость обработки запросов и более цельное управление процессами.

Технология потока работ для сотрудничества. Сдвиг от индустриальной экономики к экономике, основанной на знаниях, обусловил рост значимости процессов сотрудничества, особенно тех, в которых работники, использующие знания, создают новые продукты и услуги. В отличие от производственного потока работ и потока работ предприятия, процессы сотрудничества являются структурированными только наполовину; при этом часто бывает сложно сопоставить процессу фиксированную карту, хотя роли, предпосылки, имена визирующих и

контрольные сроки чётко определены. Основное преимущество потока работ для сотрудничества, как правило, заключается в уменьшении времени рабочего цикла, например, новые продукты выводятся на рынок быстрее.

Технология потока работ, ориентированная на клиента. Производственный поток работ, поток работ для предприятия и поток работ для сотрудничества сконцентрированы на внутренних процессах; но сегодня внимание руководства сдвинулось в сторону заказчиков и клиентов; соответственно, возник термин «*управление отношениями с заказчиком*» (*Customer Relationship Management, CRM*). В течение многих лет между агентами по обслуживанию клиентов в сервисных центрах и различными процессами заднего плана, протекавшими в офисе и реально влиявшими на исполнение заявки клиента, существовали преграды. Сегодня поток работ нового стиля позволяет преодолеть организационные границы, соединив процессы переднего и заднего плана, давая возможность корпорации предстать единым целым в работе с клиентом.

Вдобавок к этому, происходящая сегодня Интернет-революция даёт возможность расширить бизнес-процессы непосредственно до клиентов; это явление уже получило название «*электронный бизнес*» (*electronic business, e-business*). Клиент может подать заявку на открытие счёта, обновить данные о себе или послать запрос о технической поддержке по Интернету через веб-интерфейс; выполнение этого запроса часто представляет собой расширенный бизнес-процесс, которым можно управлять. Интеграции технологии сервера веб-приложений с автоматизацией бизнес-процессов – иногда называемых «*электронными процессами*» (*electronic process, e-process*) – это нарождающийся сегмент ориентированной на клиента технологии потока работ, обещающей мощный рост в будущем. Основная ценность

ПО потока работ в управлении отношениями с заказчиком заключается в обеспечении лучшей прозрачности и управляемости процессами, связанными с работой с клиентами и частично протекающими вне границ предприятия.

1.5. Перечень существующих систем управления потоком работ

Приводимый ниже (табл. 1.3) перечень реальных СУПР, существующих в мире и в России, не претендует на полноту описания и их сравнительный анализ, а является лишь *списком* систем, упоминание которых удалось найти в собранных тематических материалах. Сравнительный анализ этих систем выходит за рамки настоящей работы и является объёмной самостоятельной темой, разрабатываемой независимыми группами экспертов, например, *Workflow & Groupware Strategies* [10, 11].

Упомянутые в табл. 1.3 производители СУПР зачастую являются и производителями систем управления жизненным циклом продукта (*Product Lifecycle Management, PLM*), точнее, СУПР зачастую являются подсистемами соответствующих PLM-систем (определение систем этого класса подразумевает поддержку технологии потока работ), поэтому имеет смысл привести здесь имеющуюся статистику по ведущей десятке производителей PLM-систем [13] (данные 2000 года от группы экспертов *CIMdata* [14, 15]) – рис. 1.11.

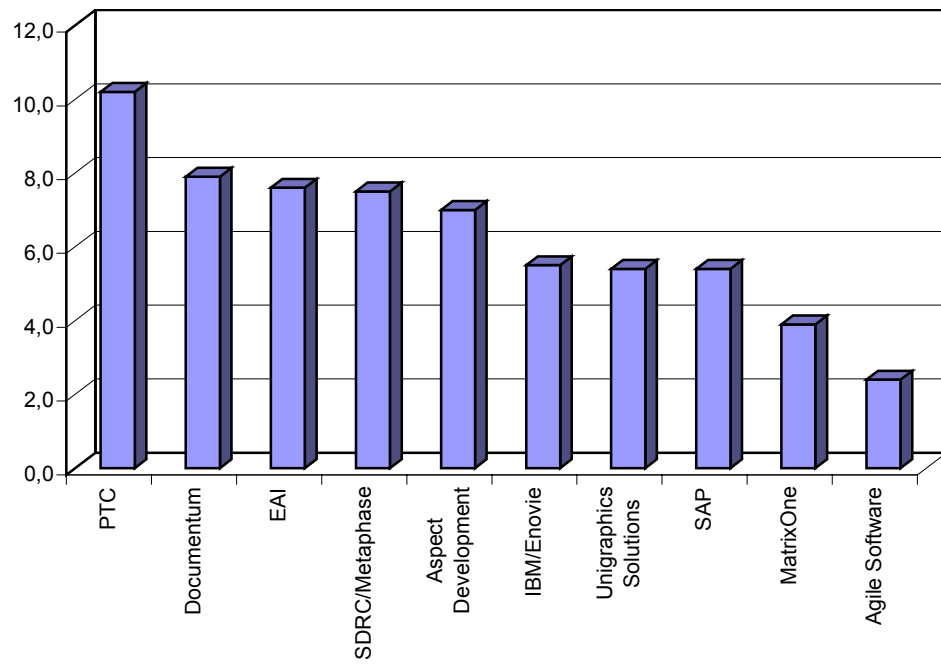






Рис. 1.11. Ведущие производители PLM-систем (CIMdata, 2000 год)

Перечень существующих систем управления потоком работ


Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
<i>Action Metro</i>	<i>Action Technologies</i>		Предположительно, workflow-система.
<i>Action WorkFlow (Action WorkRoute)</i>	<i>Action Technologies</i>		Система управления потоком работ (её часть), построенная на основе движка потока работ <i>AWS Manager</i> , а также приложений <i>AWS Builder</i> (определение процессов) и <i>AWS Analyst</i> (моделирование процессов с целью их оптимизации). Имеет открытый программный интерфейс.
<i>AutoManager WorkFlow</i>	<i>Cyco Software</i>	<i>Нидерланды</i>	Система электронного документооборота (включая электронный архив) с хранением файлов на отдельном файл-сервере. Ориентирована на <i>AutoCAD</i> и его продукты-спутники, а также российскую САПР «Компас» [17, 18].
BizFlow <i>BizFlow 2000</i>	<i>Handysoft Corporation</i>	<i>Корея</i>	Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>BizTalk</i>	<i>Microsoft Corporation</i> , http://www.microsoft.com/ [19]	<i>США</i>	Предположительно, workflow-система [19].
<i>CADIM/EDB</i>	<i>Eigner+Partner</i>	<i>Германия</i>	PLM-система с поддержкой технологии потока работ в части нежёсткой маршрутизации (применительно к случаю), причём понятия «процесс» и «поток» в контексте системы различаются.
 <i>COSA Workflow</i>	<i>COSA Solutions</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].




Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
<i>DOCS Open + DOCS Routing</i>	<i>PC DOCS Incorporated</i>		Традиционная система обработки документов с дополнительным пакетом обеспечения потока работ, который, тем не менее, нацелен больше на просто маршрутизацию документов, чем на поддержку технологии workflow. <i>DOCS Open</i> можно интегрировать с другими workflow-системами [20, 21, 23].
<i>Dolphin</i>	<i>Fujitsu</i>	<i>Япония</i>	Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>Domino Workflow</i>	<i>Lotus Development Corporation, http://www.lotus.com/ [24]</i>	<i>США</i>	Система управления потоком работ с поддержкой бизнес-процессов любой сложности в масштабах всего предприятия. Тесно сотрудничает с <i>Lotus Notes</i> и <i>Lotus Domino.doc</i> [24]
<i>Eastman Enterprise Workflow</i>	<i>Eastman Software</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>Ensemble</i>	<i>FileNET</i>	<i>США</i>	Клиент потока работ на базе электронной почты, обеспечивающий интеграцию с любыми приложениями, соответствующими стандарту ODMA API или MAPI. Поставляется в составе <i>Saros Discovery Suite</i> [26].
 <i>Exchange 2000</i>	<i>Microsoft Corporation, http://www.microsoft.com/ [19]</i>	<i>США</i>	Программный сервер, обеспечивающий обмен сообщениями (почтовый сервер), а также другие формы коллективной работы, на основе БД <i>Web Storage System</i> и веб-технологий; имеет в своём составе движок потока работ (<i>Workflow Engine</i>) и редактор <i>Exchange Workflow Designer</i> . Сам может служить в качестве ядра для построения системы управления потоком работ (workflow) или, в крайнем случае, системы документооборота (docflow) посредством использования интерфейсов COM и ADSI [19, 28].


Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
 <i>Groupmax</i>			Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>GroupWise WorkFlow</i>	<i>Novell</i>	<i>США</i>	Подсистема платформы коллективной работы <i>GroupWise</i> , ориентированная преимущественно на сетевые продукты и технологии <i>Novell</i> , в частности, <i>NDS</i> . Предназначена для автоматизации потока документов (docflow).
<i>IMAN</i>	<i>EDS Unigraphics</i> , http://www.uq.eds.com/ [29]	<i>США</i>	Платформо-независимая PLM-система с ориентацией на САПР-системы <i>Unigraphics</i> . Одним из модулей является <i>IMAN Workflow</i> , реализующий технологию потока работ [29].
 <i>InConcert (TIB/InConcert)</i>	<i>TIBCO</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
 <i>InTempo</i>	<i>JetForm</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>Keyfile</i>	<i>Keyfile</i>		Система управления обработкой документов с интегрированными пакетами управления потоком. Содержит приложение <i>JobMaker</i> для визуального определения процессов. Работает только под управлением <i>Windows NT</i> и <i>OS/2 Warp</i> с собственной БД и координацией с <i>Microsoft Exchange Server</i> . Для более полного писания свойств объектов требует знания <i>Visual BASIC</i> [23].
<i>Linkworks</i>	<i>Digital Equipment Corporation (DEC)</i>		Предположительно, workflow-система [30].

Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
<i>LiveLink Intranet (LiveLink Workflow)</i>	<i>OpenText</i>		Intranet-ориентированный пакет управления документооборотом и потоком работ, поставляемый вместе с сервером <i>Netscape FastTrack Server</i> . Содержит два клиента: Windows-приложение <i>Wide Client</i> и <i>Web Client</i> , которые обладают разной функциональностью. Компонент <i>LiveLink Workflow</i> отвечает за определение процессов [23].
<i>Lotus Workflow</i>	<i>IBM Lotus Software,</i> http://www.lotus.com/ [24]	США	Продукт, ранее известный как <i>Domino Workflow</i> , представляет собой отдельный инструмент для разработки приложений потока работ с поддержкой бизнес-процессов любой сложности в масштабах всего предприятия. Тесно сотрудничает с <i>Lotus Notes</i> и <i>Lotus Domino</i> [24].
<i>MAPI Workflow Framework</i>	<i>Microsoft Corporation,</i> http://www.microsoft.com/ [19]	США	Расширение программного интерфейса MAPI для использования при интеграции workflow-систем. Предположительно, входит в состав программного сервера <i>Microsoft Exchange</i> [19, 31].
<i>Matrix</i>	<i>MatrixOne</i>		PLM-система с поддержкой принципов B2B и CPC (Collaborative Product Commerce). Имеет в своём составе редактор определений процессов для модуля <i>Workflow</i> .
<i>Metaphase</i>	<i>Metaphase</i>		PLM-система с поддержкой технологии потока работ.
 <i>MQseries Workflow</i>	<i>IBM Corporation,</i> http://www.ibm.com/ [32]	США	Одна из ведущих систем управления потоками работ [11, 32].
<i>NovaManage</i>	<i>NovaSoft Systems</i>		Система управления обработкой документов с интегрированными пакетами управления потоком. Использует слишком сложный способ определения процессов [23].
<i>Open/Workflow</i>			Предположительно, workflow-система.

Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
<i>Optegra</i>	<i>Computervision</i> , http://www.cv.com/ [33]		Комплексная PLM/TDM-система с полноценной поддержкой технологии потока работ в виде модуля <i>Workflow Management</i> (два основных компонента – <i>Process Manager</i> и <i>Task Manager</i>) [33, 34].
<i>Optima Workflow</i>	<i>Оптима</i> , http://www.optima.ru/ [35]	<i>Россия</i>	Клиент-серверная система управления потоком работ на базе серверов <i>Microsoft Exchange Server</i> и <i>SQL Server</i> , с возможностью представления комплекса работ в виде диаграмм Ганта и соответствующей интеграции с <i>Microsoft Project</i> , а также с возможностью интеграции с электронными архивами <i>DOCS Open</i> . Имеется отдельный модуль диспетчеризации технологических процессов документооборота, позволяющий выявить узкие места в бизнес-процессах [35, 37, 38].
<i>Oracle Workflow</i>	<i>Oracle Corporation</i> , http://www.oracle.com/ [39]	<i>США</i>	Предположительно, workflow-система [39].
<i>PartY PLUS</i>	<i>Лоция Софт</i>	<i>Россия</i>	Комбинированная PLM/TDM/workflow-система (изначально и прежде всего – PLM-система), построенная по клиент-серверной технологии с преимущественной ориентацией на платформу <i>Wintel</i> и использование на средних и крупных предприятиях. В качестве сервера БД может использовать <i>Oracle</i> , <i>Sybase</i> или <i>Microsoft SQL Server</i> ; документы при этом хранятся отдельно от БД, в архиве собственного формата. Открыта для интеграции посредством поддержки собственного программного интерфейса <i>PartY API</i> и стандартного ODMA [38, 40, 41].

Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
<i>PowerDOCS</i>	<i>Hummingbird</i>		Составной комплекс автоматизации документооборота и архивного хранения для крупных предприятий, являющийся комбинацией технологий docflow и workflow. Строится на основе следующих модулей: система управления документооборотом <i>DOCS Open</i> (компания <i>PC DOCS Inc.</i>), системы свободной/жёсткой маршрутизации <i>WorkRoute I / WorkRoute II</i> (компания «Весть-МетаТехнология»), системы работы с изображениями документов <i>DeltaImage</i> и <i>DOCS Imaging</i> [21].
<i>ProductManager</i>	<i>IBM Corporation,</i> http://www.ibm.com/ [32]	США	PLM-система с поддержкой технологии потока работ [32].
 <i>SERfloware</i> <i>(SERprocess)</i>	<i>SER</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].

Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
 Staffware <small>WORKFLOW</small> <i>Staffware (Staffware W4, Staffware Workflow)</i>	<i>Staffware PLC</i>	Европа	<p>Одна из первых workflow-систем, которая, якобы, удовлетворяет всем требованиям <i>WfMC</i> (по крайней мере, в связи с непосредственным участием руководства компании в <i>WfMC</i>), ныне – одна из ведущих систем. Представляет собой платформу-независимое решение на основе использования технологии <i>W4 (WWW, World Wide Web Workflow)</i>. Содержит редакторы <i>Graphic Workflow Designer</i> и <i>Graphic Form Designer</i>, последний из которых используется для организации интерфейса конечного пользователя. Поддерживает макрокоманды. Открыта для интеграции и доработки посредством использования интерфейсного слоя <i>Staffware Application Layer</i> и технологии DDE. Последние версии включают в себя средство оценки эффективности используемых процессов – <i>Staffware Process Monitor</i> [11, 42, 43].</p>
 Flow <i>TeamWARE Flow</i>	<i>Fujitsu</i>	Япония	Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>ULTIMUS Workflow</i>	<i>ULTIMUS</i>		Предположительно, workflow-система.
<i>Visual WorkFLO (Panagon WorkFLO)</i>	<i>FileNET</i>	США	Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
<i>Visual Workflowand</i>			Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
 W4 <small>Intranet / Internet Workflow</small>	<i>W4</i>		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].

Программный продукт	Производитель	Страна	Примечание
 WFX WFX	Eastman Software		Одна из ведущих систем управления потоками работ [11].
 Windchill	PTC, http://www.ptc.com/ [44]	США	Комплексная PLM/TDM-система с полноценной поддержкой технологии потока работ в виде подсистемы <i>Windchill Workflow</i> [44, 45, 46].
WorkFLO Business System	FileNET	США	Предположительно, система только электронного документооборота, причём первого поколения (простое распознавание бумажных документов, чёткий поиск). Компания-производитель, тем не менее, заявляет, что именно она ещё в 1986 году предложила термин <i>workflow</i> .
Workflow Manager			Предположительно, workflow-система.
Workman	Reach Software		Предположительно, workflow-система.
WorkManager	Hewlett Packard (HP), http://www.hp.com/		PLM-система с поддержкой технологии потока работ в части нежёсткой маршрутизации (применительно к случаю), да и то с использованием макропрограммирования.
WorkRoute I WorkRoute II	Весть- МетаТехнология, http://www.vest-meta.ru/ [20]	Россия	Первая – система свободной маршрутизации, которая позволяет контролировать исполнение поручений руководства организации на каждом рабочем месте. Вторая – система жёсткой маршрутизации, которая позволяет управлять типовыми деловыми процессами организации на качественно новом уровне [20].
Лоцман:PLM	Аскон, http://www.ascon.ru/ [47]	Россия	Трёхзвенная клиент-серверная PLM-система масштаба предприятия, предположительно с поддержкой технологии потока работ [47, 48].

1.6. Технология потока работ в России

Интересы главного органа по стандартизации в области технологии потока работ, *WfMC* (<http://www.wfmc.org/> [2]), в России представляет компания «Весть-МетаТехнология» (<http://www.vest-meta.ru/> [20] – именно сюда перенаправляется запрос <http://www.workflow.ru/>), хотя на официальном веб-сайте *WfMC* [2] содержится ссылка на электронный адрес президента компании «Весть-МетаТехнология» – *Марии Сергеевны Каменновой* – в домене дочерней консалтинговой компании «Логика бизнеса» (<http://www.blogic.ru/>).

На сегодняшний день, по словам *Ника Кингсбери (Nick Kingsbery)*, менеджера по международным связям компании *Staffware* и одновременно члена совета директоров *WfMC* [49], официальные документы коалиции опубликованы на основных европейских языках и на японском, а вот на русском языке официальных публикаций пока нет. Тем не менее, во многом благодаря личной инициативе российского представителя коалиции, кандидата технических наук *Марии Сергеевны Каменновой*, технология потока работ начинает развиваться и в России, что можно косвенно отметить по числу тематических публикаций.

Тем не менее, в связи с отсутствием официальных публикаций коалиции на русском языке возникает множество разночтений терминологии [50, 56], в том числе и семантической нагрузки основных терминов «поток работ» (*workflow*) и «система управления потоком работ» (*workflow management system*). В пп. 1.1, 1.2 и 1.3 выше была предпринята попытка выработать единый подход к терминам и понятиям потока работ на русском языке, которая основана на достаточно длительном опыте автора в части перевода и интерпретации терминологии в контексте документации PLM-систем с поддержкой технологии потока работ, в частности, в контексте системы *Windchill*

компании PTC (<http://www.ptc.com/> [44]). Тем не менее, дополнительно стоит отметить существующие в России заблуждения (вызванные, видимо, именно разночтением английской терминологии) касательно места систем управления потоком работ в мире систем автоматизации человеческой деятельности, в частности, их взаимосвязи с системами документооборота (или *системами управления потоками документов – docflow management systems*).

Речь идёт, прежде всего, от том, что некоторые по ошибке переводят термин *workflow* как «документопоток», или «документооборот», для которых существует отдельный термин – *docflow*. А при попытке вспомнить, какой же термин в действительности переводился на русский язык, дело доходит даже до порождения совершенно непереводаемого термина вроде *document workflow* [37]. Отсюда неправильный перевод и неправильное восприятие термина *workflow management system* как «системы управления документооборотом» (для этого, как уже было отмечено выше, есть отдельный термин – *docflow management systems*). Казалось бы, весьма безобидная путаница с переводом приводит, на самом деле, к серьёзным ошибкам и даже тормозит развитие технологии потока работ в нашей стране. А суть в следующем.

В технологии *потока документов*, или *документооборота (docflow)* основной единицей, над которой осуществляются все действия, является *документ* (который одновременно служит основой всей хозяйственной деятельности в экономике), в то время как в технологии *потока работ (workflow)* такой единицей является *процесс*, состоящий из *действий (работ)* и обеспеченный *документами*. То есть документы в технологии потока работ – не самоцель, а всего лишь обеспечивающие сущности. В частном случае отдельные этапы процесса, то есть работы вообще могут обходиться без документов,

особенно если речь идёт о неформализуемых или трудно формализуемых действиях. Таким образом, термин «*поток документов*» (*docflow*) является вспомогательным термином, входящим в состав более общего термина «*поток работ*» (*workflow*); то же относится и к системам, реализующим две эти технологии.

В свою очередь, термин «*поток работ*» (*workflow*) может также соотноситься с более общим термином «*управление жизненным циклом продукта*» (*Product Lifecycle Management, PLM*), а соответствующие PLM-системы могут включать в себя подсистемы управления потоком работ – в этом случае PLM-система называется «*PLM-системой с поддержкой технологии потока работ*» (*workflow-enabled*, в противовес автономным системам управления потоком работ – *autonomous workflow*) [7].

Как известно, задачи, которые приходится решать современному предприятию, можно условно разделить на три категории: *производственные задачи, учётные и интеллектуальные* [58]. Производственные связаны с собственно выпуском товаров и услуг, учётные – с фиксацией состояния различных ресурсов, интеллектуальные – с анализом рынка, с выработкой стратегий продвижения на рынок, освоением новых ниш. Сегодня отечественному предприятию необходимо решить прежде всего учётные задачи, чтобы получить хоть какую-то информацию для оперативного планирования. Средства, выделяемые на информационные технологии и отделы автоматизации, в основном направлены на достижение именно этих целей, поэтому многие предприятия сейчас заняты выбором и покупкой учётной системы, начиная с «1С» и «Галактики» и заканчивая SAP R/3 и BAAN. Как только организация справится с учётными задачами (по крайней мере, начнет успешно их решать), она сразу же примется за

решение производственных задач, которые и реализуются через соответствующие бизнес-процессы. Но это один аспект проблемы.

Вторая сторона связана с тем, что технология потока работ – это технология управления и автоматизации *процессов*. Предприятий, которые мыслят в категориях бизнес-процессов, пока что не очень много. Подавляющее большинство строит свою работу на старом принципе деления организации на функциональные единицы, хотя при этом активно может использоваться «процессная» терминология. Жизнь постепенно заставляет переходить на организацию работы в соответствии с принципом подчинения организационной структуры предприятия структуре его основных бизнес-процессов, а бизнес-процессов – его стратегическим целям. Как только этот принцип будет осознан руководством, оно поймет, что учётные (*Enterprise Resource Planning, ERP*) системы обеспечивают далеко не всю автоматизацию бизнес-процессов.

Автоматизация работы канцелярии с помощью систем управления потоком работ (а именно с этого начиналось широкое использование систем этого класса в нашей стране) – вещь хорошая, но дорогостоящая, это лишь одна функция в большом процессе. Необходимо увидеть (выстроить) процесс, в котором канцелярия выполняет определённую функцию. Когда руководство предприятия будет видеть процессы, тогда начнут автоматизировать, скажем, не функцию продаж, а весь процесс построения взаимоотношений с клиентом.

Надо отметить, что это движение уже началось, и в настоящее время ряд российских консалтинговых компаний, в частности, «*Весть-МетаТехнология*», ведёт проекты с очень крупными предприятиями, перед которыми стоит сложнейшая задача – организовать в единую корпоративную систему разработанные в разное время разрозненные

приложения в рамках их ключевых бизнес-процессов. В ситуации, когда невозможно выбрать для себя готовое решение, причём не столько из-за дороговизны, сколько из-за слишком большого несоответствия между системой и принятыми на предприятии технологиями, но при этом имеется потребность в интегрированном решении, современная система управления потоком работ с развитым программным интерфейсом – разумный и недорогой путь решить эту проблему в ближайшие четыре-пять лет [58].

2. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММ ПОТОКА РАБОТ

2.1. Общая методика построения диаграмм потока работ

Ниже будет представлена общая методика построения диаграмм потока работ (в официальной терминологии – *определения процесса*), используемых в СУПР как руководство к непосредственному выполнению и контролю формализованных бизнес-процессов.

Определим ограничения, накладываемые на формализуемый бизнес-процесс и уровень зрелости предприятия:

- *бизнес-процессы* предприятия должны быть идентифицированы, определена их последовательность и взаимодействие; диаграммы потока работ желательно строить на самом низком уровне абстракции (на уровне *бизнес-функций*, состоящих из *бизнес-операций*);
- организационная структура предприятия должна быть чётко определена, в том числе в контексте функционального подчинения и разграничения ответственности;
- техническое обеспечение СУПР должно позволять осуществлять автоматизированную доставку соответствующих элементов работ и уведомлений ответственным исполнителям (в частности, по электронной почте);
- при желании использовать автоматическую маршрутизацию элементов работы в узлах принятия решений соответствующие условия должны быть выразимы в математической (алгоритмической) форме (например, `if (Cost>100) then alert();`).

Рассмотрим общую последовательность действий, имеющую место при построении диаграммы потока работ:

- 1) идентифицировать бизнес-процесс (определить границы и присвоить уникальное имя), подвергаемый формализации, определить его место в совокупности всех бизнес-процессов предприятия и взаимосвязь с другими процессами, а также крайний срок выполнения процесса;
- 2) разбить бизнес-процесс на ряд взаимосвязанных *действий* (логических шагов в рамках процесса), ручных или автоматизированных, с присвоением уникальных (в рамках процесса) имён и определением соответствующих им участников потока работ (в случае ручных действий);
- 3) определить логику взаимосвязи выделенных действий с использованием основных логических элементов (табл. 1.2) и понятий (п. 1.2);
- 4) определить критерии завершения процесса (например, с использованием всё тех же основных логических элементов и понятий);
- 5) осуществить связывание объектов диаграммы (действий, выделенных в п. 2) выше, логических элементов, использованных в результате выполнения пп. 3) и 4) выше, а также других вспомогательных объектов);
- 6) определить события для разрешения маршрутизации в точках ветвления потока управления, после чего сопоставить исходящие связи определённым событиям;
- 7) проверить состоятельность построенной диаграммы, ответив на следующие вопросы:

- все ли действия определены и имеют уникальное (в рамках процесса) имя?
- все ли действия достижимы?
- все ли действия имеют выход?
- (для каждого действия) реагирует ли система соответствующим образом на все возможные условия?

Описанная последовательность действий в виде алгоритма приведена в приложении.

2.2. Особенности построения диаграмм потока работ по IDEF3-диаграммам

IDEF3 является стандартом документирования технологических процессов, происходящих на предприятии, и предоставляет инструментарий для наглядного исследования и моделирования их сценариев [67]. *Сценарием (scenario)* называется описание последовательности изменений свойств объекта в рамках рассматриваемого процесса (например, описание последовательности этапов обработки детали в цеху и изменение её свойств после прохождения каждого этапа). Исполнение каждого сценария сопровождается соответствующим документооборотом, который состоит из двух основных потоков: документов, определяющих структуру и последовательность процесса (технологических указаний, описаний стандартов и т.д.), и документов, отображающих ход его выполнения (результатов тестов и экспертиз, отчетов о браке, и т.д.). Для эффективного управления любым процессом, необходимо иметь детальное представление об его сценарии и структуре сопутствующего документооборота. Средства документирования и моделирования IDEF3 позволяют выполнять следующие задачи:

- документировать имеющиеся данные о технологии процесса, выявленные, например, в процессе опроса компетентных сотрудников, ответственных за организацию рассматриваемого процесса;
- определять и анализировать точки влияния потоков сопутствующего документооборота на сценарий технологических процессов;
- определять ситуации, в которых требуется принятие решения, влияющего на жизненный цикл процесса, например, изменение конструктивных, технологических или эксплуатационных свойств конечного продукта;
- содействовать принятию оптимальных решений при реорганизации технологических процессов;
- разрабатывать имитационные модели технологических процессов, по принципу «как будет, если...»

Существуют два типа диаграмм в стандарте *IDEF3*, представляющие описание одного и того же сценария технологического процесса в разных ракурсах [67]. Диаграммы, относящиеся к первому типу, называются *диаграммами описания протекания процесса (Process Flow Description Diagrams, PFDD)*, а ко второму – *диаграммами переходов состояний объекта (Object State Transition Network, OSTN)*. Предположим, требуется описать процесс окраски детали в производственном цеху на предприятии. С помощью диаграмм *PFDD* документируется последовательность и описание стадий обработки детали в рамках исследуемого технологического процесса. Диаграммы *OSTN* используются для иллюстрации трансформаций детали, которые происходят на каждой стадии обработки.

На следующем примере будет показано, как графические средства *IDEF3* позволяют документировать вышеуказанный производственный процесс окраски детали. В целом, этот процесс состоит непосредственно из самой окраски, производимой на специальном оборудовании и этапа контроля её качества, который определяет, нужно ли деталь окрасить заново (в случае несоответствия стандартам и выявления брака) или отправить её в дальнейшую обработку.

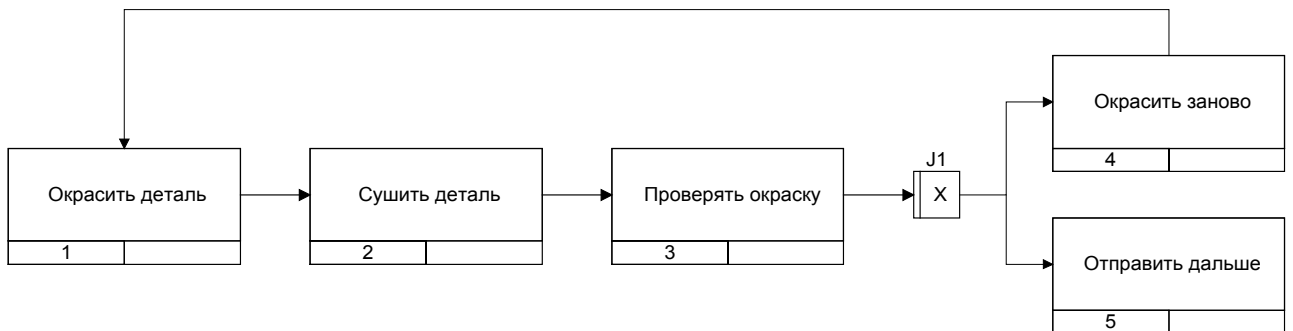


Рис. 2.1. Пример PFDD-диаграммы

На рис. 2.1 изображена диаграмма *PFDD*, являющаяся графическим отображением сценария обработки детали. Прямоугольники на диаграмме *PFDD* называются *элементами поведения (Unit Of Behavior, UOB)* и обозначают событие, стадию процесса или принятие решения. Каждый *UOB* имеет своё имя, отображаемое в глагольном наклонении, и уникальный номер. Стрелки или линии являются отображением перемещения детали между *UOB*-блоками в ходе процесса. Линии бывают следующих видов:






- *старшинства (precedence)* – сплошная линия, связывающая *UOB*; рисуется слева направо или сверху вниз;
- *отношения (relation)* – пунктирная линия, используемая для изображения связей между *UOB*;
- *потока объектов (object flow)* – стрелка с двумя наконечниками, используемая для описания того факта, что объект (деталь)

используется в двух или более единицах работы, например, когда объект порождается в одной работе и используется в другой.

Объект, обозначенный символом *J1*, называется *перекрёстком (junction)*. Перекрёстки используются для отображения логики взаимодействия стрелок (потоков) при слиянии и разветвлении или для отображения множества событий, которые могут или должны быть завершены перед началом следующей работы. Различают *перекрёстки для слияния (fan-in junction)* и *разветвления (fan-out junction)* стрелок. Перекрёсток не может использоваться одновременно для слияния и для разветвления. При внесении перекрестка в диаграмму необходимо указать тип перекрестка. Классификация возможных типов перекрестков приведена в табл. 2.1.

Табл. 2.1

Типы перекрёстков на IDEF3-диаграммах

Обозначение	Наименование	Смысл в случае слияния стрелок	Смысл в случае разветвления
	<i>Асинхронное «И» (AND)</i>	Все предшествующие процессы должны быть завершены	Все следующие процессы должны быть запущены
	<i>Синхронное «И» (AND)</i>	Все предшествующие процессы завершены одновременно	Все следующие процессы запускаются одновременно
	<i>Асинхронное «ИЛИ» (OR)</i>	Один или несколько предшествующих процессов должны быть завершены	Один или несколько следующих процессов должны быть запущены
	<i>Синхронное «ИЛИ» (OR)</i>	Один или несколько предшествующих процессов завершаются одновременно	Один или несколько следующих процессов запускаются одновременно
	<i>Исключающее «ИЛИ» (XOR)</i>	Только один предшествующий процесс завершён	Только один следующий процесс запускается

Все перекрёстки в *PFDD*-диаграмме нумеруются, каждый номер имеет префикс «*J*».

Сценарий, изображённый на рис. 2.1, можно описать так: деталь поступает в окрасочный цех подготовленной к окраске, в процессе окраски наносится один слой эмали при высокой температуре, после чего производится сушка детали, а затем начинается этап проверки качества нанесенного слоя; если тест подтверждает недостаточное качество нанесенного слоя (недостаточную толщину, неоднородность и т.д.), то деталь заново пропускается через цех окраски; если деталь успешно проходит контроль качества, то она отправляется в следующий цех для дальнейшей обработки.

Каждый функциональный блок *UOB* может иметь последовательность декомпозиций, и, следовательно, может быть детализирован с любой необходимой точностью. Под *декомпозицией* понимается представление каждого *UOB* с помощью отдельной *IDEF3*-диаграммы. Например, можно декомпонировать *UOB* «Окрасить деталь», представив его отдельным процессом и построив для него свою *PFDD*-диаграмму. При этом диаграмма будет называться *дочерней* по отношению к изображенной на рис. 2.1 (*родительской*). Номера *UOB* дочерних диаграмм имеют сквозную нумерацию, то есть если родительский *UOB* имеет номер 1, то блоки *UOB* на его декомпозиции будут соответственно иметь номера 1.1, 1.2 и т.д. Применение принципа декомпозиции в *IDEF3* позволяет структурно описывать процессы с любым требуемым уровнем детализации.

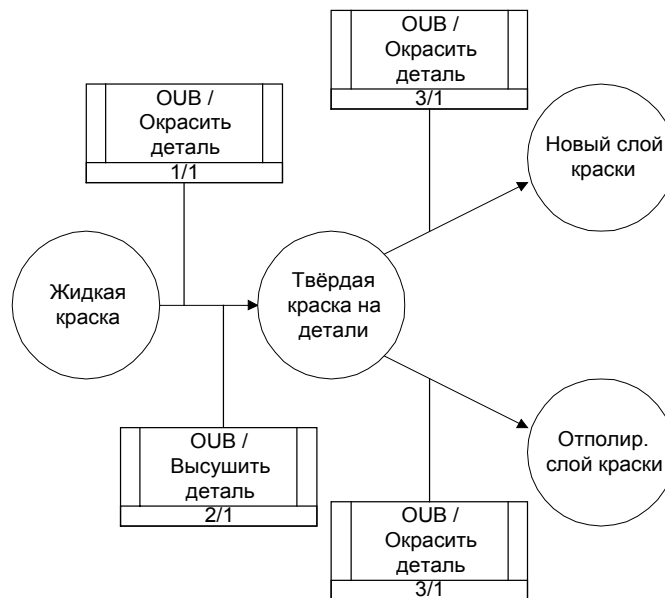


Рис. 2.2. Пример OSTN-диаграммы

Если диаграммы *PFDD* рассматривают технологический процесс с точки зрения наблюдателя, то другой класс диаграмм *IDEF3* – *OSTN* – позволяет рассматривать тот же самый процесс с точки зрения объекта [67]. На рис. 2.2 представлено отображение процесса окраски с точки зрения окрашиваемой детали. *Состояния объекта* (в нашем случае детали) и *изменения состояния* являются ключевыми понятиями *OSTN*-диаграммы. Состояния объекта отображаются окружностями, а их изменения – направленными линиями. Каждая линия имеет ссылку на соответствующий функциональный блок *UOB*, в результате которого произошло отображаемое ею изменение состояния объекта.

PFDD-диаграммы, рассматривающие бизнес-процесс с точки зрения наблюдателя, как нельзя лучше подходят для преобразования в диаграммы потока работ, с учётом следующих моментов:

- *элементам поведения (OUB)* на *PFDD*-диаграмме (см. рис. 2.1) соответствуют *действия* на диаграмме потока работ (см. рис. 1.4);
- *перекрёсткам* на *PFDD*-диаграмме (см. рис. 2.1) соответствуют *объединители* и *разделители* на диаграмме потока работ (табл. 2.2);

- *референтам* (ссылки на внешние объекты или процессы, есть в некоторых реализациях *IDEF3*) на *PFDD*-диаграмме соответствуют *подпроцессы* или *блоки действий* на диаграмме потока работ;
- *стрелкам старшинства* (см. рис. 2.1) и *потока объектов* на *PFDD*-диаграмме соответствуют *связи (стрелки)* на диаграмме потока работ;
- *стрелкам отношения* на *PFDD*-диаграмме на диаграмме потока работ явным образом ничто не соответствует.

Табл. 2.2

*Соответствие IDEF3-перекрёстков
элементам диаграммы потока работ*

Перекрёсток (junction) IDEF3		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Слияние по асинхронному «И» (AND)		И-объединитель (AND-Join)
	Разветвление по асинхронному «И» (AND)		И-разделитель (AND-Split)
	Слияние по синхронному «И» (AND)		И-объединитель (AND-Join)
	Разветвление по синхронному «И» (AND)		И-разделитель (AND-Split)
	Слияние по асинхронному «ИЛИ» (OR)		ИЛИ-объединитель (OR-Join)
	Разветвление по асинхронному «ИЛИ» (OR)		ИЛИ-разделитель (OR-Split)
	Слияние по синхронному «ИЛИ» (OR)		ИЛИ-объединитель (OR-Join)
	Разветвление по синхронному «ИЛИ» (OR)		ИЛИ-разделитель (OR-Split)
	Слияние по исключаяющему «ИЛИ» (XOR)		ИЛИ-объединитель (OR-Join)
	Разветвление по исключаяющему «ИЛИ» (XOR)		ИЛИ-разделитель (OR-Split)

Второй тип *IDEF3*-диаграмм, *OSTN*, рассматривает бизнес-процесс с точки зрения объекта, над которым проводятся преобразования, и поэтому ему невозможно напрямую сопоставить некоторую диаграмму потока работ. Тем не менее, благодаря использованию на *OSTN*-диаграмме ссылок на соответствующие *UOB*, диаграмму потока работ всё же можно попытаться построить, с учётом следующих моментов:

- *элементам поведения (OUB)* на *OSTN*-диаграмме (см. рис. 2.2) соответствуют *действия* на диаграмме потока работ (см. рис. 1.4);
- *состояниям объекта* на *OSTN*-диаграмме (см. рис. 2.2) соответствуют состояния объекта, передаваемого по связям (стрелкам) на диаграмме потока работ; *изменения состояний объекта* на *OSTN*-диаграмме, соответственно, имеют место в результате выполнения *действий* на диаграмме потока работ.

Недостающую информацию для построения диаграммы потока работ можно получить в ходе дополнительных исследований.

2.3. Особенности построения диаграмм потока работ по STD-диаграммам

Спецификации управления, чаще всего выражаемые диаграммами переходов состояний (*State-Transition Diagrams, STD*), предназначены для моделирования и документирования аспектов систем, зависящих от времени или реакции на событие [62]. Они позволяют осуществлять декомпозицию управляющих процессов и описывают отношения между входными и выходными управляющими потоками на управляющем процессе-предке.

С помощью *STD* можно моделировать последующее функционирование системы на основе её предыдущего и текущего функционирования. Моделируемая система в любой заданный момент

времени находится точно в одном из конечного множества состояний. С течением времени она может изменить своё состояние, при этом переходы между состояниями должны быть точно определены.

STD-диаграмма состоит из следующих объектов.

Состояние может рассматриваться как условие устойчивости для системы. Нахождение в определённом состоянии означает достаточное наличие информации о прошлой истории системы, чтобы определить очередное состояние в зависимости от текущих входных событий. Имя состояния должно отражать реальную ситуацию, в которой находится система, например, НАГРЕВАНИЕ, ОХЛАЖДЕНИЕ и т.п.

Начальное состояние – это узел *STD*-диаграммы, являющийся стартовой точкой для начального системного перехода. *STD*-диаграмма имеет ровно одно начальное состояние, соответствующее состоянию системы после её установки, но перед началом реальной обработки, а также любое (конечное) число завершающих состояний.

Переход определяет перемещение моделируемой системы из одного состояния в другое. При этом имя перехода идентифицирует событие, являющееся причиной перехода и управляющее им. Это событие обычно состоит из управляющего потока (сигнала), возникающего как во внешнем мире, так и внутри моделируемой системы при выполнении некоторого условия (например, СЧЁТЧИК=99 или КНОПКА НАЖАТА). Следует отметить, что, в общем случае, не все события необходимо вызывают переходы из отдельных состояний. С другой стороны, одно и то же событие не всегда вызывает переход в то же самое состояние.

Таким образом, *условие* представляет собой событие (или события), вызывающее переход и идентифицируемое именем перехода.

Если в условии участвует входной управляющий поток управляющего процесса-предка, то имя потока должно быть заключено в кавычки, например: «ПАРОЛЬ»=1, где ПАРОЛЬ – входной поток.

Кроме условия с переходом может связываться действие или ряд действий, выполняющихся, когда переход имеет место. То есть *действие* – это операция, которая может иметь место при выполнении перехода. Если действие необходимо для выбора выходного управляющего потока, то имя этого потока должно заключаться в кавычки, например: «ВВЕДЁННАЯ КАРТА»=ИСТИНА, где ВВЕДЁННАЯ КАРТА – выходной поток.

Фактически *условие* есть некоторое внешнее или внутреннее событие, которое система способна обнаружить и на которое она должна отреагировать определенным образом, изменяя свое *состояние*. При изменении состояния система обычно выполняет одно или более действий (производит вывод, выдаёт сообщение на терминал, выполняет вычисления). Таким образом, *действие* представляет собой отклик, посылаемый во внешнее окружение, или вычисление, результаты которого запоминаются в системе (обычно в хранилищах данных на *DFD*), для того, чтобы обеспечить реакцию на некоторые из планируемых в будущем событий.

На *STD*-диаграмме состояния представляются узлами, а переходы – дугами (рис. 2.3). Условия (по-другому называемые *стимулирующими событиями*) идентифицируются именем перехода и возбуждают выполнение перехода. Действия или отклики на события привязываются к переходам и записываются под соответствующим условием – этим *STD*-диаграммы похожи на графический способ представления автоматов Мили. Начальное состояние на диаграмме должно иметь входной переход, изображаемый потоком из подразумеваемого

стартового узла (иногда этот стартовый узел изображается небольшим квадратом и привязывается к входному состоянию).

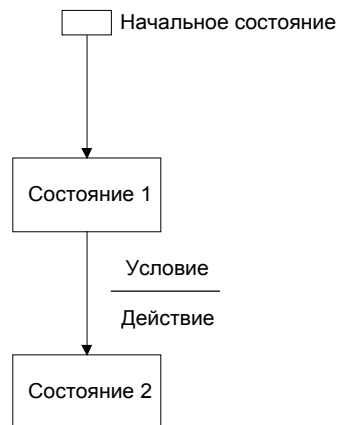


Рис. 2.3. Пример *STD*-диаграммы

При построении *STD*-диаграмм рекомендуется следовать нижеперечисленным правилам [62]:

- строить *STD*-диаграммы на как можно более высоком уровне детализации диаграмм потоков данных (*Data Flow Diagrams, DFD*);
- строить как можно более простые *STD*-диаграммы;
- по возможности детализировать *STD*-диаграммы;
- использовать те же принципы именований состояний, событий и действий, что и при именовании процессов и потоков.

Применяются два способа построения *STD*-диаграмм. Первый способ заключается в идентификации всех возможных состояний и дальнейшем исследовании всех не бессмысленных связей (переходов) между ними. По второму способу сначала строится начальное состояние, затем следующие за ним и т.д. Результат (оба способа) – предварительная *STD*-диаграмма, для которой затем осуществляется контроль состоятельности, заключающийся в ответе на следующие вопросы [62]:

- все ли состояния определены и имеют уникальное имя?

- все ли состояния достижимы?
- все ли состояния имеют выход?
- (для каждого состояния) реагирует ли система соответствующим образом на все возможные условия (особенно на ненормальные)?
- все ли входные (выходные) потоки управляющего процесса отражены в условиях (действиях) на диаграмме?

В ситуации, когда число состояний и/или переходов велико, для проектирования спецификаций управления могут использоваться **таблицы и матрицы переходов состояний** (по аналогии с описанием автоматов Мили). Обе эти нотации позволяют зафиксировать ту же самую информацию, что и диаграммы переходов состояний, но в другом формате.

Матрица переходов состояний содержит по вертикали перечень состояний системы, а по горизонтали – список условий. Каждый её элемент содержит список действий, а также имя состояния, в которое осуществляется переход. Используется и другой вариант данной нотации: по вертикали указываются состояния, из которых осуществляется переход, а по горизонтали – состояния, в которые осуществляется переход. При этом каждый элемент матрицы содержит соответствующие условия и действия, обеспечивающие переход из «вертикального» состояния в «горизонтальное».

Так как *STD*-диаграммы представляют собой вариацию автоматов Мили, то есть, как и *OSTN*-диаграммы (см. п. 2.2), они рассматривают бизнес-процесс с точки зрения объекта, над которым проводятся преобразования (хотя в общем случае можно говорить и о переходах состояний самой системы), поэтому таким диаграммам также невозможно напрямую сопоставить некоторую диаграмму потока работ.

Однако кое-что всё же можно сделать, если учитывать следующие моменты:

- *действиям* (записываемым в знаменателе дроби, привязанной к *переходу*, – см. рис. 2.3) на *STD*-диаграмме соответствуют *действия* на диаграмме потока работ (см. рис. 1.4);
- *условиям* (записываемым в числителе дроби, привязанной к *переходу*, – см. рис. 2.3) на *STD*-диаграмме соответствуют *условия перехода*, проверяемые в узлах маршрутизации на диаграмме потока работ;
- *состояниям* на *STD*-диаграмме соответствуют состояния объекта, передаваемого по связям (стрелкам) на диаграмме потока работ; *переходы состояний* на *STD*-диаграмме, соответственно, имеют место в результате выполнения *действий* на диаграмме потока работ.

Недостающую информацию для построения диаграммы потока работ можно получить в ходе дополнительных исследований.

2.4. Особенности построения диаграмм потока работ по сетям Петри

Сеть Петри представляет собой ориентированный граф с вершинами двух типов (*позициями* и *переходами*), в котором дугами могут соединяться только вершины различных типов [62]. В позиции сети помещаются специальные маркеры («фишки»), перемещение которых и отображает динамику моделируемой системы. Изменение маркировки (движение маркеров) происходит в результате выполнения (срабатывания) перехода на основе соответствующего внешнего события. Точнее, переход срабатывает, если во всех его входных позициях имеются маркеры и происходит соответствующее переходу

событие. При этом из каждой входной позиции срабатываемого перехода маркер удаляется, а в каждую выходную позицию – заносится.

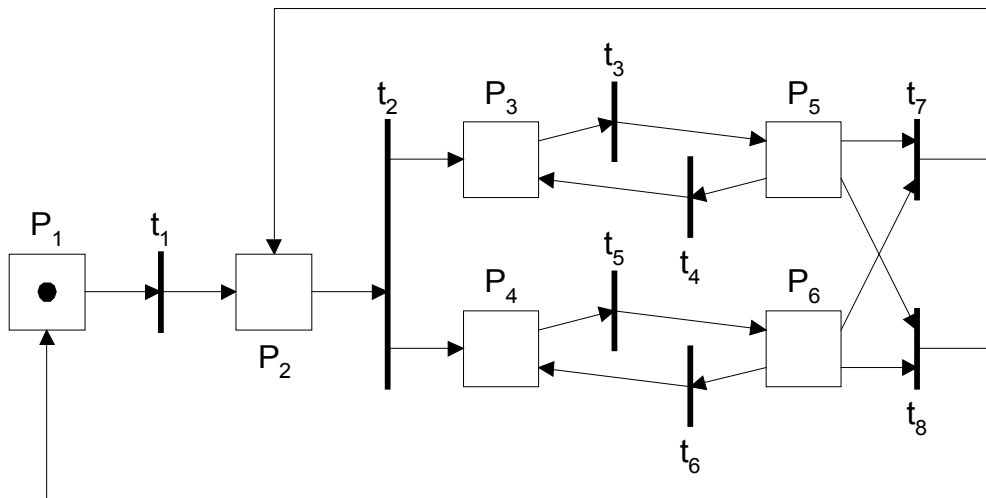


Рис. 2.4. Пример сети Петри

На рис. 2.4 приведён пример сети Петри с позициями $P_1 - P_6$ и переходами $t_1 - t_8$. Единственный маркер находится в позиции P_1 , все остальные позиции пусты. При срабатывании перехода t_1 маркер переносится из позиции P_1 в позицию P_2 , при срабатывании перехода t_2 маркер переносится из позиции P_2 в позиции P_3 и P_4 и т.д.

Фактически сеть Петри декомпозирует систему на активные (*переходы*) и пассивные (*позиции* – хранилища маркеров) элементы. Следует отметить, что рассмотренные ранее диаграммы переходов состояний (см. п. 2.3) являются вырожденными сетями Петри, а именно, сетями с одним типом вершин (переходами).

На практике обычно применяются более сложные и развитые сети Петри. Модификации, как правило, касаются следующих трех моментов [62]:

- введение иерархии (иерархические сети Петри);

- определение различий в маркерах, каждый из которых имеет свои уникальные характеристики (раскрашенные сети Петри – *Colored Petri Nets, CPN*);
- введение многоместных (содержащих несколько маркеров) позиций, как последовательных, так и параллельных (сети Петри с многоместными позициями).

Последнее вносит в работу сети специфику, характеризуемую правилами срабатывания переходов. Последовательная позиция соответствует дисциплине *FIFO (First In – First Out*, то есть очередь): входящий маркер ставится в конец очереди, выходящий берётся из ее начала. Поэтому срабатывание перехода обуславливается характеристиками начального маркера – если эти характеристики являются неблагоприятными, то переход блокируется и функционирование сети прекращается. Из параллельной позиции может выйти любой из находящихся в ней маркеров, удовлетворяющий условию срабатывания перехода (при этом для избежания конфликтов маркерам присваиваются приоритеты).

С использованием динамической модели подобного типа можно описать и проанализировать [62]:

- механизмы взаимодействия процессов (последовательность, параллелизм, альтернатива);
- временные отношения между выполнениями процессов (одновременность, наложение, поглощение, одинаковое время запуска/завершения и т.п.);
- абсолютные времена (длительность процесса, время запуска, зависимости от времени выполнения процесса и др.);

- управление исключительными ситуациями, определяемое нарушениями.

Построенные динамические модели позволяют осуществлять следующие операции [62]:

- статический анализ системы (компоненты сети, иерархия сети, соответствие типов);
- динамический анализ системы для конкретного маркирования сети;
- имитационное моделирование системы с построением графиков движения маркеров относительно позиций сети в системном времени, определяемом моментами срабатывания переходов, и в реальном времени путём задания для переходов задержек времени, отображающих продолжительность реальных операций.

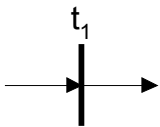

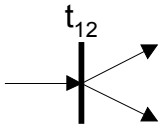
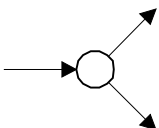
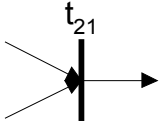
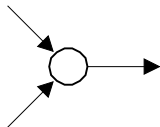
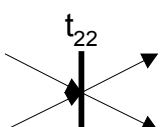
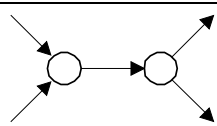
Все приводимые ниже замечания и особенности относятся к сетям Петри общего вида.

Сеть Петри можно преобразовать в диаграмму потока работ, руководствуясь следующими моментами:

- *позициям* в сети Петри соответствуют *условия перехода*, проверяемые в узлах маршрутизации на диаграмме потока работ;
- *переходам* в сети Петри соответствуют комбинации логических элементов на диаграмме потока работ (табл. 2.3);
- *действия* на диаграмме потока работ необходимо привязывать к «началу» *позиций* в сети Петри.

Соответствие

переходов в сетях Петри элементам диаграммы потока работ

Переход (transition) в сети Петри		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	ОПИСАНИЕ	СИМВОЛ	ЗНАЧЕНИЕ
	Переход срабатывает сразу, как только в единственной входной позиции появляется маркер, который в результате срабатывания передаётся в единственную выходную позицию.		Прямая связь (стрелка)
	Переход срабатывает сразу, как только в единственной входной позиции появляется маркер, который в результате срабатывания передаётся в обе выходных позиции.		И-разделитель (AND-Split)
	Переход срабатывает сразу, как только в обеих входных позициях появляются маркеры; в результате срабатывания в единственную выходную позицию помещается маркер.		И-объединитель (AND-Join)
	Переход срабатывает сразу, как только в обеих входных позициях появляются маркеры; в результате срабатывания в обе выходные позиции помещается по маркеру.		И-объединитель (AND-Join) плюс И-разделитель (AND-Split)

2.5. К вопросу об использовании других методик формализации бизнес-процессов

Настоящая работа не ставит своей целью выработку рекомендаций по построению диаграмм потока работ на основе всех существующих методик формализации бизнес-процессов [61, 62, 63], но стремится создать общую основу для выработки таких рекомендаций.

Рассмотренные выше особенности построения диаграмм потока работ по *IDEF3*-диаграммам (см. п. 2.2), *STD*-диаграммам (см. п. 2.3) и по сетям Петри (см. п. 2.4) – это лишь частные примеры того, как можно выработать методические рекомендации по переходу от данных диаграммных техник к диаграммам потока работ. Ниже будет рассмотрен более общий подход.

Замечание: ниже речь пойдёт не только о диаграммных техниках (*DFD*, *ERD*, *IDEF0*, *IDEF3*, *STD*, сети Петри и т.д.), но и о других способах описания бизнес-процессов (например, структурированные естественные языки для миниспецификаций).

Ограничения, накладываемые технологией потока работ на формализуемый бизнес-процесс и уровень зрелости предприятия, были определены выше (п. 2.1). Они одновременно являются и ограничениями, накладываемыми на уже готовые формализации бизнес-процессов, от которых предстоит сделать переход к диаграммам потока работ, а именно:

- *Бизнес-процессы* предприятия должны быть разбиты на *бизнес-функции*, которые, в свою очередь, состоят из *бизнес-операций* – диаграммы потока работ должны строиться на достаточно низком уровне абстракции, где отдельные действия (бизнес-операции) выполняются отдельными исполнителями (людьми или компьютерами, в зависимости от того, ручное ли это действие или автоматическое).
- Организационная структура предприятия должна быть определена настолько, чтобы можно было эффективно распределять и перераспределять ответственность (например, за просрочку выполнения работ) и полномочия (роли).

- При желании использовать автоматическую маршрутизацию элементов работы в узлах принятия решений соответствующие условия должны быть выражены в математической (алгоритмической) форме (например, в миниспецификации).

Дополнительно можно отметить следующую особенность:

- Если исходная формализация использует другую точку зрения на бизнес-процесс, нежели точку зрения стороннего наблюдателя (так, один из типов *IDEF3*-диаграмм, *PFDD*, рассматривает технологический процесс с точки зрения наблюдателя, тогда как другой тип этих диаграмм, *OSTN*, рассматривает процесс с точки зрения объекта, находящегося под воздействием – см. п. 2.2), то формализацию придётся переложить на другую сторону, сделав объектами наблюдения *действия*.

Ниже будет рассмотрено использование данных ограничений и особенностей в контексте методологии функционального моделирования *IDEF0*.

Методология *IDEF0* как стандарт была разработана в 1981 году в рамках обширной программы автоматизации промышленных предприятий, которая носила обозначение *ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing)* и была предложена Департаментом военно-воздушных сил США [67]. Собственно семейство стандартов *IDEF* (один из этих стандартов, *IDEF3*, был рассмотрен выше – см. п. 2.2) унаследовало свое обозначение от названия этой программы (*IDEF = ICAM DEFinition*). С 1981 года стандарт *IDEF0* претерпел несколько незначительных изменений, в основном ограничивающего характера, и последняя его редакция была выпущена в декабре 1993 года Национальным институтом по стандартам и технологиям США (*National Institute of Standards and Technologies, NIST*).

В основе методологии лежат четыре основных понятия [67]:

- 1) **функциональный блок (activity box)** – графически изображается в виде прямоугольника и олицетворяет собой некоторую конкретную функцию в рамках рассматриваемой системы (по требованиям стандарта название каждого функционального блока должно быть сформулировано в глагольной форме, например, «Выполнять действие»); каждая из четырёх сторон функционального блока имеет своё определённое значение, а именно (слева – сверху – направо – снизу): *вход (input)*, *управление (control)*, *выход (output)* и *механизм (mechanism)* – рис. 2.5;

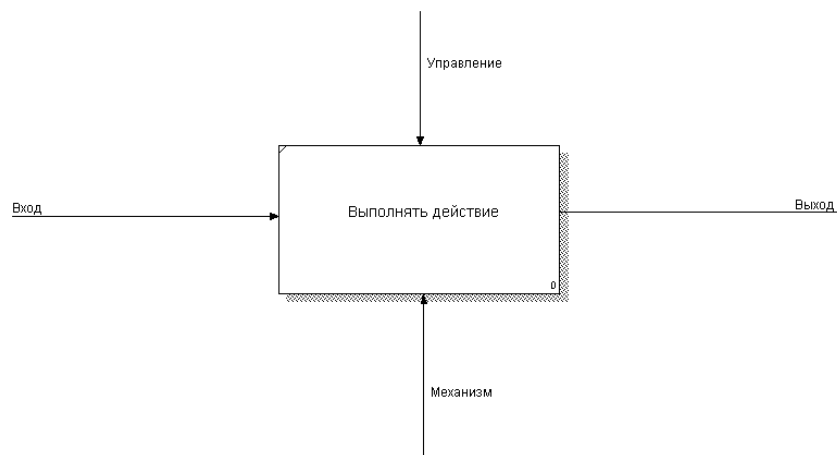


Рис. 2.5. Пример IDEF0-диаграммы

- 2) **дуга (стрелка – arrow)** – графически изображается в виде однонаправленной стрелки и отображает элемент системы, который обрабатывается функциональным блоком или оказывает иное влияние на функцию, отображенную данным функциональным блоком (см. рис. 2.5); используется для связи блоков друг с другом;
- 3) **декомпозиция (decomposition)** – применяется при разбиении сложного процесса на составляющие его функции – рис. 2.6; при

этом уровень детализации процесса определяется непосредственно разработчиком модели;

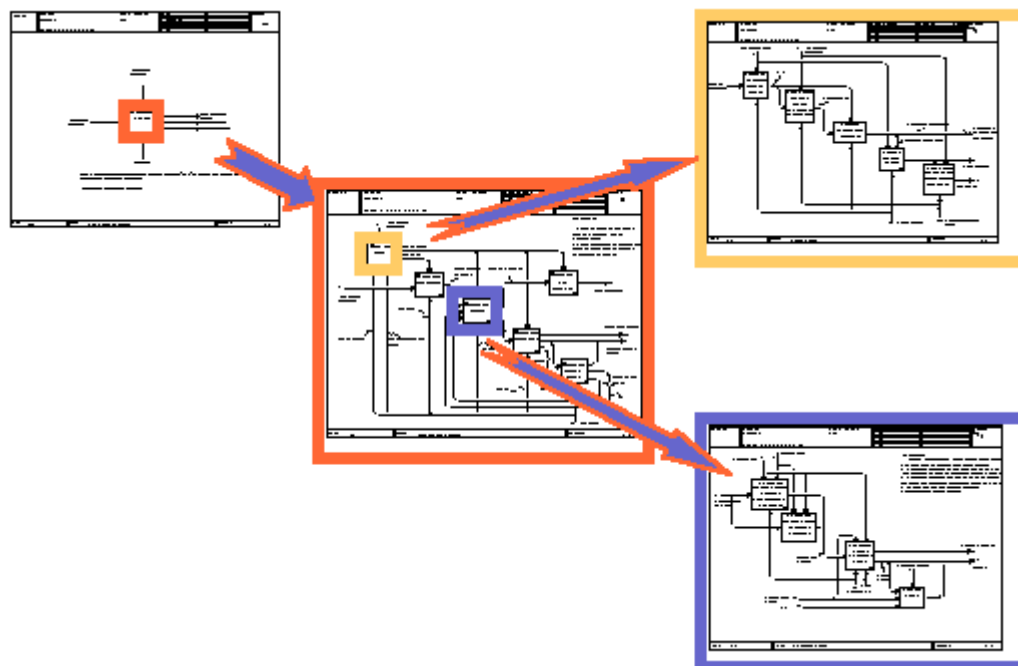


Рис. 2.6. Пример IDEF0-декомпозиции

- 4) **глоссарий (glossary)** – для каждого из элементов IDEF0 (диаграмм, функциональных блоков, дуг) подразумевается создание и поддержание набора соответствующих определений, ключевых слов, повествовательных изложений и т.п., которые характеризуют объект, отображённый данным элементом; глоссарий дополняет графический язык, снабжая диаграммы необходимой дополнительной информацией.

Рассмотренные выше ограничения и особенности преобразования готовых формализаций в диаграммы потока работ применительно к преобразованию IDEF0-диаграмм выглядят следующим образом:

- Диаграммы потока работ не являются иерархическими в смысле изменения уровня абстракции (они могут содержать ссылки на другие процессы (подпроцессы), но это делается преимущественно для повышения удобочитаемости, а сам

уровень исполнения (бизнес-операции) везде одинаков), тогда как *IDEF0* подразумевает иерархическое представление функций системы с разными уровнями абстракции; поэтому для перехода от *IDEF0*-диаграмм к диаграммам потока работ необходимо провести *линеаризацию*, то есть сбор окончательных *IDEF0*-диаграмм (*IDEF0*-листьев), рассматривающих систему на уровне бизнес-функций.

- Организационная структура предприятия на *IDEF0*-диаграммах представляется в виде *механизмов*. При преобразовании *IDEF0*-диаграмм необходимо выявить не только тех, кто является рядовыми исполнителями бизнес-функций (*участниками потока работ*), но и ответственными за своевременное и качественное выполнение бизнес-процесса или его части (*ответственными потока работ*).
- Выражения автоматической маршрутизации для диаграмм потока работ могут в том или ином виде содержаться в свободном описании функциональных блоков *IDEF0*-диаграмм, но, скорее всего, для их получения придётся поднять первичные результаты обследования системы.
- *IDEF0* использует ту же точку зрения на процесс, что и диаграммы потока работ, – точку зрения стороннего наблюдателя, то есть дополнительных преобразований точки зрения не требуется.

Далее, можно провести сопоставление отдельных элементов *IDEF0*-диаграммы некоторым элементам диаграммы потока работ, аналогично тому, как это делалось в пп. 2.2, 2.3 и 2.4, а именно:

- *функциональным блокам* на *IDEF0*-диаграмме (см. рис. 2.5) соответствуют *действия* на диаграмме потока работ (см. рис. 1.4);
- *входным дугам* на *IDEF0*-диаграмме (см. рис. 2.5) соответствуют *связи (стрелки)* на диаграмме потока работ;

- *дугам управления* на *IDEF0*-диаграмме (см. рис. 2.5) соответствуют либо *связи (стрелки)* (если речь идёт об управляющих документах), либо *подпроцессы* или *блоки действий* (если речь идёт о некоторых управляющих воздействиях) на диаграмме потока работ;
- *выходным дугам* на *IDEF3*-диаграмме (см. рис. 2.5) соответствуют *связи (стрелки)* на диаграмме потока работ;
- *дугам механизмов* на *IDEF3*-диаграмме (см. рис. 2.5) соответствуют *участники потока работ* (ответственные исполнители) на диаграмме потока работ.

Дополнительно стоит отметить, что некоторые инструментальные средства (в частности, *BPwin*), реализующие методологию *IDEF*, позволяют осуществлять декомпозицию *IDEF0* не только в той же нотации (*IDEF0*), но и в других, например, в *IDEF3* или *DFD*. Как уже было отмечено выше (см. п. 2.2), *IDEF3*-диаграммы, точнее, их подтип – *PFDD*, как нельзя лучше подходят для преобразования в диаграммы потока работ, поэтому моделирование по схеме «*IDEF0 – IDEF3 – workflow*» представляется вполне обоснованным.

Аналогичные рассуждения можно провести практически для любой методики формализации бизнес-процессов, тем самым приближая формальные результаты бизнес-консалтинга к их практической отдаче.

3. ПРИМЕР ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ПОТОКА РАБОТ В WINDCHILL

3.1. Краткое введение в PLM-систему Windchill и её подсистему потока работ

Windchill – это система управления жизненным циклом продукта (*Product Lifecycle Management, PLM*) от компании *PTC*, более известной благодаря своей САПР *Pro/Engineer* [44]. Как и любая другая PLM-система, *Windchill* включает в себя подсистему потока работ, позволяющую автоматизировать процедуры, по которым информация, задания и документы распределяются между участниками на основе процесса, составленного с использованием чётко определённых правил и для эффективного достижения бизнес-целей [46].

Подсистема потока работ *Windchill*, реализованная приложением *Windchill Workflow*, состоит из четырёх компонентов [60]:

- «Редактор процессов потока работ» (*Workflow Process Editor*), который позволяет определять процесс потока работ и сохранять его определение как шаблон процесса.
- Подсистема выполнения потока работ, которая исполняет определённый процесс потока работ в контексте некоторого бизнес-объекта (например, части или документа). Исполнение процесса включает в себя доставку элементов работы участвующим в процессе пользователям, запуск приложений, инициирование подпроцессов и т.п.
- «Диспетчер процессов потока работ» (*Workflow Process Manager*) – графический инструмент для мониторинга и составления отчётов по процессам потока работ.

- «Просмотрщик истории потока работ» (*Workflow History Viewer*), который предоставляет простой текстовый интерфейс для доступа к записанным событиям потока работ, как то изменений состояний, передачи данных или начала процесса. Эта информация может быть использована при оптимизации или модернизации процесса потока работ.

Для определения процессов потока работ, то есть построения диаграмм потока работ используется «Редактор процессов потока работ», позволяющий [60]:

- создавать действия и назначать их конкретным людям или группам людей для исполнения;
- автоматизировать действия для исполнения их системой *Windchill*;
- определять поток управления для действий;
- указывать, как данные будут передаваться от одного действия к другому.

Общий вид «Редактора процессов потока работ» представлен на рис. 3.1.

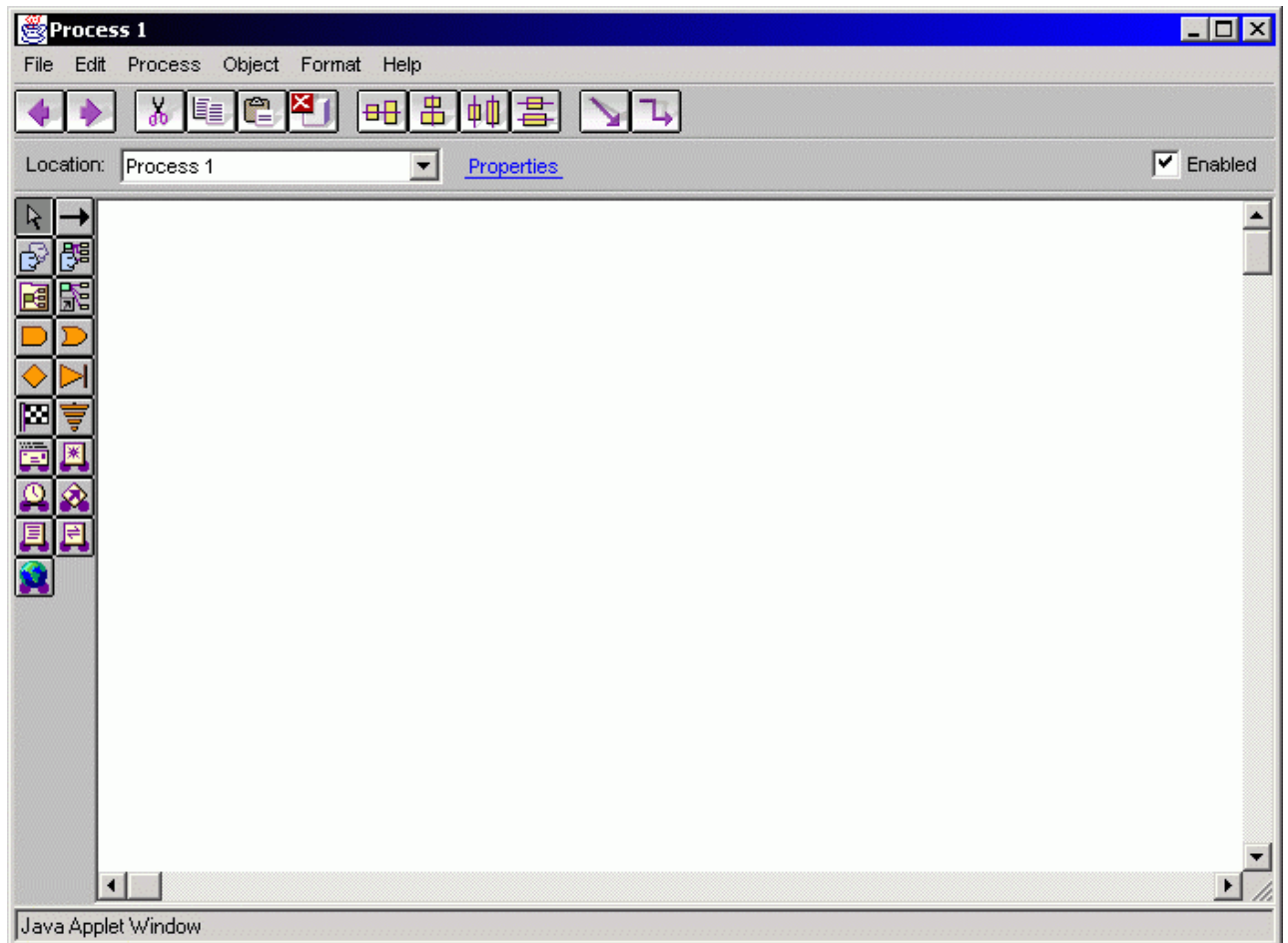


Рис. 3.1. Общий вид «Редактора процессов потока работ» Windchill

3.2. Пример построения диаграммы потока работ по IDEF3-диаграмме

В качестве примера построения диаграммы потока работ по диаграмме одного из рассмотренных типов (см. пп. 2.2, 2.3 и 2.4) будет рассмотрена абстрактная *PFDD(IDEF3)*-диаграмма (как наиболее близкая к понятию потока работ), представленная на рис. 3.2.

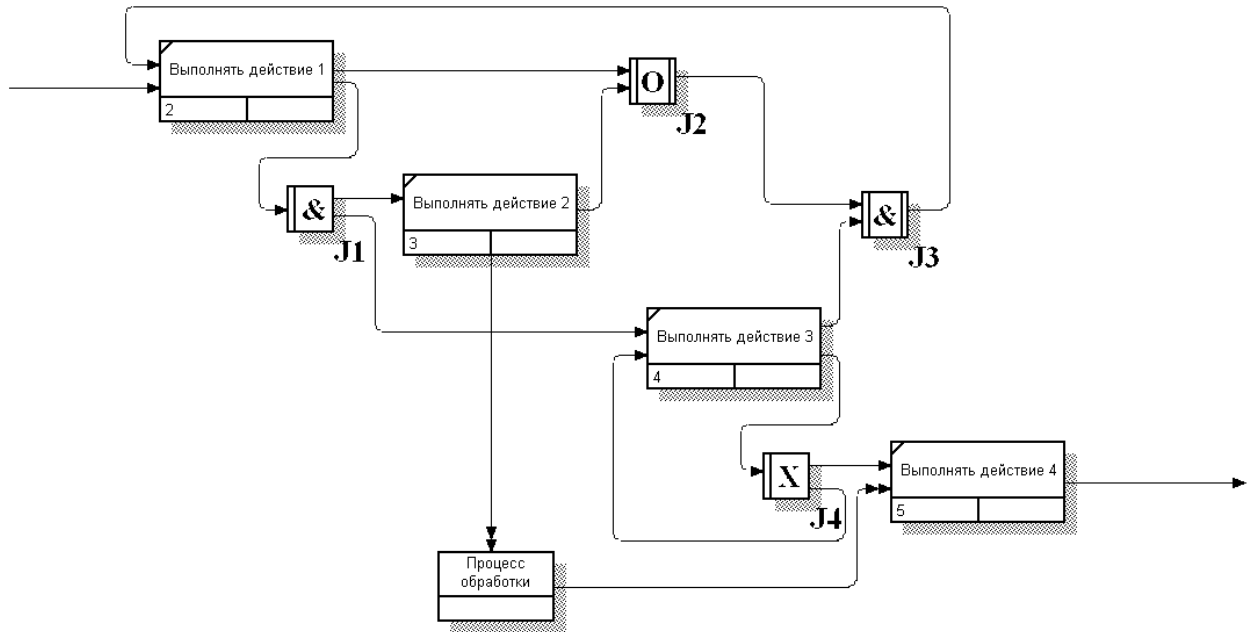
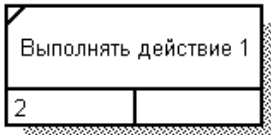

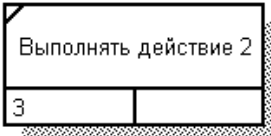
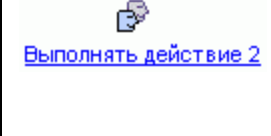
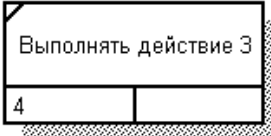

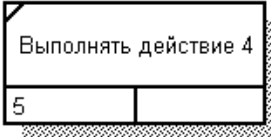
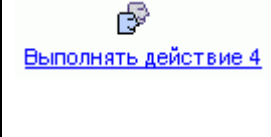


Рис. 3.2. Пример IDEF3-диаграммы

Используя замечания п. 2.2 относительно *PFDD*-диаграмм нотации *IDEF3* (далее просто – «*IDEF3-диаграмм*»), можно записать:

- Элементам поведения на *IDEF3*-диаграмме (см. рис. 3.2) соответствуют действия на диаграмме потока работ (табл. 3.1).

*Соответствие IDEF3-действий
действиям на диаграмме потока работ*

Действие (activity) IDEF3		Действие (activity) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Действие «Выполнять действие 1»		Действие «Выполнять действие 1»
	Действие «Выполнять действие 2»		Действие «Выполнять действие 2»
	Действие «Выполнять действие 3»		Действие «Выполнять действие 3»
	Действие «Выполнять действие 4»		Действие «Выполнять действие 4»

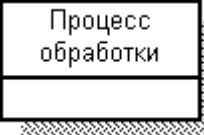

- *Перекрёсткам на IDEF3-диаграмме (см. рис. 3.2) соответствуют логические элементы на диаграмме потока работ (табл. 3.2).*

*Соответствие IDEF3-перекрёстков
логики на диаграмме потока работ*

Перекрёсток (junction) IDEF3		Логический элемент на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
 J1	Асинхронное «И» (AND)	 И	Логический элемент «И» (AND)
 J2	Синхронное «ИЛИ» (OR)	 Или	Логический элемент «ИЛИ» (OR)
 J3	Синхронное «И» (AND)	 И	Логический элемент «И» (AND)
 J4	Исключающее «ИЛИ» (XOR)	 Или	Логический элемент «ИЛИ» (OR)




- Единственному референту на IDEF3-диаграмме (см. рис. 3.2) соответствует подпроцесс на диаграмме потока работ (табл. 3.3).

*Соответствие IDEF3-референтов
элементам диаграммы потока работ*

Референт (referent) IDEF3		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Референт «Процесс обработки»	 Процесс обработки	Подпроцесс «Процесс обработки»

- Стрелкам старшинства и потока объектов на IDEF3-диаграмме (см. рис. 3.2) соответствуют связи на диаграмме потока работ (табл. 3.4).

Соответствие IDEF3-стрелок связям на диаграмме потока работ

Стрелка (arrow) IDEF3		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Стрелка старшинства (Precedence)		Связь
	Стрелка потока объектов (Object Flow)		Связь

Кроме этого, следует отметить, что левой и правой границам (*borders*) представленной IDEF3-диаграммы (см. рис. 3.2) соответствуют элементы *начала* и *конца* на диаграмме потока работ (табл. 3.5).

Соответствие IDEF3-границ элементам диаграммы потока работ

Граница (border) IDEF3		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Левая граница (вход)	 Начало	Начало (Start)
	Правая граница (выход)	 Конец	Конец (End)

Окончательный вид соответствующей диаграммы потока работ представлен на рис. 3.3.

После доработки диаграмма потока работ (или, в терминах *Windchill*, шаблон процесса потока работ) сохраняется и впоследствии может быть запущена на выполнение подсистемой потока работ *Windchill* [76].

3.3. Пример построения диаграммы потока работ по IDEF0-диаграмме

Для функционального моделирования обычно используются две методологии – *SADT (IDEF0)* и *DFD*. Соотношение применения этих двух разновидностей структурного анализа в существующих CASE-средствах составляет, по материалам *CASE Consulting Group*, 90% для *DFD* и 10% для *SADT (IDEF0)* [62]. По данным [62], основанным на анализе 127 существующих CASE-пакетов, это соотношение выглядит как 94% к 3%, соответственно. Оставшиеся 3% CASE-средств используют методологии, не относящиеся ни к одной из двух упомянутых. Соотношение такого же порядка справедливо и для распространенности рассматриваемых методологий на практике.

Тем не менее, стандарт *IDEF0* достаточно широко распространён в нашей стране и по настоящее время применяется в многих консалтиговых проектах. Ниже будет рассмотрен пример перехода от *IDEF0*-диаграмм к диаграммам потока работ, чтобы, во-первых, проиллюстрировать применение п. 2.5 на практике, а во-вторых, использовать результаты научно-исследовательской работы (НИР), выполнявшейся на кафедре ИВТ – ИСИМ в течение 2002 года.

НИР «Информационное обеспечение системы менеджмента качества ПО «Полированное стекло» (хоздоговор № 2641/01 с ОАО «Борский стекольный завод») в качестве одного из этапов подразумевала построение функциональной модели «как есть» системы

менеджмента качества (СМК) в нотации IDEF0 [79]. Дерево разработанных IDEF0-диаграмм приведено на рис. 3.4.



Рис. 3.4. Дерево IDEF0-диаграмм модели СМК «как есть»

Говоря терминами международного стандарта ISO 9001:2000 [78], гиперпроцесс «Управлять качеством в ПО «Полированное стекло» оказался разбит на несколько (а именно семь) макропроцессов, один из которых – «Управлять системой качества». Указанный макропроцесс, в свою очередь, был разбит на несколько (пять) процессов, один из которых – «Управлять документацией СМК» – декомпозируется следующим образом (рис. 3.5).

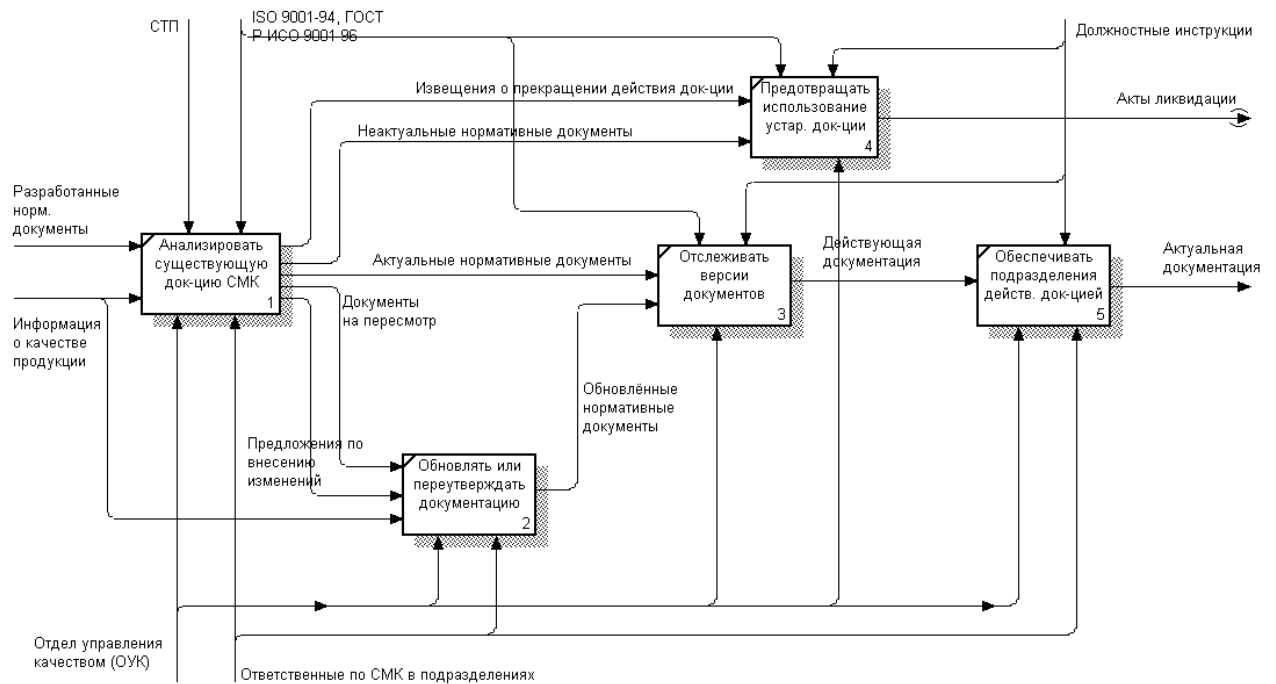


Рис. 3.5. IDEF0-декомпозиция
процесса «Управлять документацией СМК»

В рамках выполнявшейся НИР диаграмма, представленная на рис. 3.5, являлась последним (самым нижним) уровнем декомпозиции, однако даже на этом уровне данная диаграмма не подлежит прямому переводу в диаграмму потока работ, так как носит слишком общий характер (речь идёт об управлении всевозможной документацией СМК). Тем не менее, для демонстрации процесса перехода к диаграмме потока работ допустимо условиться, что речь будет идти о конкретном документе, например, о ключевом документе СМК – руководстве по качеству.

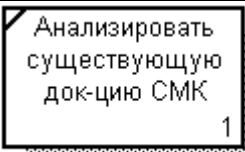

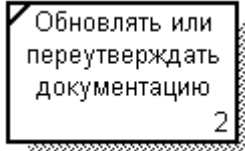

Используя замечания п. 2.5 относительно IDEF0-диаграмм, можно записать:

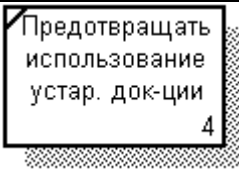
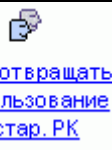
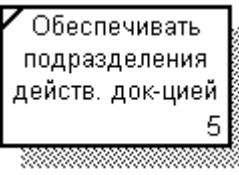
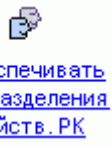
- Диаграмма потока работ будет строиться по оконечной IDEF0-диаграмме (IDEF0-листу дерева диаграмм, изображённого на рис. 3.4).

- На рассматриваемой *IDEF0*-диаграмме присутствуют два механизма: «Отдел управления качеством (ОУК)» и «Ответственные по СМК в подразделениях» (далее – «Ответственные по СМК в ОУК»), которые впоследствии можно будет сопоставить с участниками и ответственными потока работ.
- Выражения автоматической маршрутизации для диаграммы потока явно на данной *IDEF0*-диаграмме не присутствуют, но это не составляет проблемы, так как почти все пять функциональных блоков (см. рис. 3.5) являются *ручными действиями* на диаграмме потока и используют ручную же маршрутизацию; исключение составляет блок № 3 «Отслеживать версии документов», который является полностью автоматическим и «естественным» для всех СУПР, поэтому далее рассматриваться не будет.
- *Функциональным блокам* на *IDEF0*-диаграмме (см. рис. 3.5) соответствуют *действия* на диаграмме потока работ (табл. 3.6).

Табл. 3.6

Соответствие *IDEF0*-блоков действиям на диаграмме потока работ

Функциональный блок (activity box) IDEF0		Действие (activity) на диаграмме потока работ	
символ	значение	символ	значение
 Анализировать существующую док-цию СМК 1	Бизнес-операция «Анализировать руководство по качеству»	 Анализировать РК	Действие «Анализировать руководство по качеству»
 Обновлять или переутверждать документацию 2	Бизнес-операция «Обновлять или переутверждать руководство по качеству»	 Обновлять или переутверждать РК	Действие «Обновлять или переутверждать руководство по качеству»

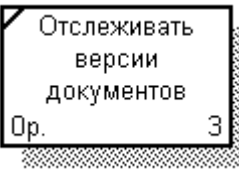

Функциональный блок (activity box) IDEF0		Действие (activity) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Бизнес-операция «Предотвращать использование устаревшего руководства по качеству»	 Предотвращать использование устар. РК	Действие «Предотвращать использование устаревшего руководства по качеству»
	Бизнес-операция «Обеспечивать подразделения действующим руководством по качеству»	 Обеспечивать подразделения действующим РК	Действие «Обеспечивать подразделения действующим руководством по качеству»

- Блок № 3 «Отслеживать версии документов» (см. рис. 3.5), не вошедший в табл. 3.6 ввиду приведённых выше объяснений, на диаграмме потока работ будет представлен как логический элемент (табл. 3.7).

Табл. 3.7

Соответствие IDEF0-блока № 3

логическому элементу на диаграмме потока работ





Функциональный блок (activity box) IDEF0		Действие (activity) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Бизнес-операция «Отслеживать версии руководства по качеству»	 И	Логический элемент «И» (AND), объединяющий «Актуальное руководство по качеству» и «Обновлённое руководство по качеству» в «Действующее руководство по качеству».

- Входным дугам на IDEF0-диаграмме (см. рис. 3.5) соответствуют связи на диаграмме потока работ (табл. 3.8).

Соответствие входных дуг IDEF0 связям на диаграмме потока работ

Входная дуга (input arrow) IDEF0		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
Разработанные норм. документы 	Вход «Разработанное руководство по качеству»		Связь (руководство по качеству будет указано как первичный бизнес-объект ² позднее)
Информация о качестве продукции 	Вход «Информация о качестве продукции»		Связь (информация о качестве продукции будет указана по интранет-ссылке)
Документы на пересмотр 	Вход «Руководство по качеству на пересмотр»	На пересмотр 	Связь «На пересмотр» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Предложения по внесению изменений 	Вход «Предложения по внесению изменений»	На пересмотр 	Связь «На пересмотр» (предложения по внесению изменений идут вместе с руководством по качеству как первичный бизнес объект)
Актуальные нормативные документы 	Вход «Актуальное руководство по качеству»	Актуально 	Связь «Актуально» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Обновлённые нормативные документы 	Вход «Обновлённое руководство по качеству»	Обновлено 	Связь «Обновлено» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Извещения о прекращении действия док-ции 	Вход «Извещения о прекращении действия руководства по качеству»	Прекращение действия 	Связь «Прекращение действия» (извещения будут отправляться по электронной почте с использованием работа уведомлений Windchill)

² Первичный бизнес-объект (*primary business object*) – термин PLM-системы Windchill, означающий объект, управляемый жизненным циклом (*lifecycle-managed*), который используется в качестве основного контекста для выполнения шаблона (определения) потока работ (*workflow template*).

Входная дуга (input arrow) IDEF0		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
Неактуальные нормативные документы 	Вход «Неактуальное руководство по качеству»	Прекращение действия 	Связь «Прекращение действия» (неактуальное руководство по качеству по- прежнему является первичным бизнес-объектом)
Действующая документация 	Вход «Действующее руководство по качеству»	Действительно 	Связь «Действительно» (действующее руководство по качеству по-прежнему является первичным бизнес- объектом)

- *Дугам управления* на IDEF0-диаграмме (см. рис. 3.5) соответствуют *связи* на диаграмме потока работ (табл. 3.9).

Табл. 3.9

*Соответствие дуг управления IDEF0
связям на диаграмме потока работ*

Дуга управления (control arrow) IDEF0		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Управление «Стандарты предприятия»		Связь (СТП будут указаны по интранет-ссылке)
 ISO 9001:1994, ГОСТ Р ИСО 9001-96	Управление «ISO 9001:1994, ГОСТ Р ИСО 9001-96»		Связь (оба стандарта будут указаны по интранет-ссылке)
 Должностные инструкции	Управление «Должностные инструкции»		Связь (должностные инструкции могут быть указаны по интранет-ссылке)

- *Выходным дугам* на IDEF0-диаграмме (см. рис. 3.5) соответствуют *связи* на диаграмме потока работ (табл. 3.10).

*Соответствие выходных дуг IDEF0
связям на диаграмме потока работ*



Выходная дуга (output arrow) IDEF0		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
Извещения о прекращении действия док-ции 	Выход «Извещения о прекращении действия руководства по качеству»	Прекращение действия 	Связь «Прекращение действия» (извещения будут отправляться по электронной почте с использованием робота уведомлений <i>Windchill</i>)
Неактуальные нормативные документы 	Выход «Неактуальное руководство по качеству»	Прекращение действия 	Связь «Прекращение действия» (неактуальное руководство по качеству по-прежнему является первичным бизнес-объектом)
Актуальные нормативные документы 	Выход «Актуальное руководство по качеству»	Актуально 	Связь «Актуально» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Документы на пересмотр 	Выход «Руководство по качеству на пересмотр»	На пересмотр 	Связь «На пересмотр» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Предложения по внесению изменений 	Выход «Предложения по внесению изменений»	На пересмотр 	Связь «На пересмотр» (предложения по внесению изменений идут вместе с руководством по качеству как первичный бизнес объект)
Обновлённые нормативные документы 	Выход «Обновлённое руководство по качеству»	Обновлено 	Связь «Обновлено» (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)
Действующая документация 	Выход «Действующее руководство по качеству»	Действительно 	Связь «Действительно» (действующее руководство по качеству по-прежнему является первичным бизнес-объектом)
Акты ликвидации 	Выход «Акты ликвидации»	Ликвидация 	Связь «Ликвидация» (руководство по качеству как первичный бизнес-объект удаляется)

Выходная дуга (output arrow) IDEF0		Связь (link) на диаграмме потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
 Актуальная документация	Выход «Актуальное руководство по качеству»		Связь (само руководство по качеству проходит как первичный бизнес объект)

- Дугам механизмов на IDEF0-диаграмме (см. рис. 3.5) соответствуют ответственные роли и участники на диаграмме потока работ (табл. 3.11).

Табл. 3.11

*Соответствие дуг механизмов IDEF0
элементам диаграммы потока работ*

Дуга механизма (mechanism arrow) IDEF0		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	значение	элемент	примечание
 Отдел управления качеством (ОУК)	Механизм «Отдел управления качеством (ОУК)»	Участник (participant)	ОУК можно представить как группу пользователей и назначить как всю группу, так и отдельных её пользователей участниками потока работ, то есть исполнителями отдельных действий.
 Ответственные по СМК в подразделениях	Механизм «Ответственные по СМК в ОУК»	Ответственная роль (responsible role)	Ответственный по СМК для данного потока работ будет являться ответственной ролью как для отдельных действий, так и для всего потока работ в целом.

Кроме этого, следует отметить, что *границам (borders)* представленной *IDEF0*-диаграммы (см. рис. 3.5) соответствуют элементы *начала* и *конца* на диаграмме потока работ (табл. 3.12).

Табл. 3.12

Соответствие IDEF0-границ элементам диаграммы потока работ

Граница (border) IDEF0		Элемент диаграммы потока работ	
СИМВОЛ	значение	СИМВОЛ	значение
	Левая граница (вход)		<i>Начало (Start)</i>
	Верхняя граница (управление)	—	См. табл. 3.9.
	Правая граница (выход)		<i>Земля (Ground)</i> – для окончания связи «Ликвидация» (см. табл. 3.10).
			<i>Конец (End)</i>
	Нижняя граница (механизм)	—	См. табл. 3.11.

Окончательный вид соответствующей диаграммы потока работ представлен на рис. 3.6.

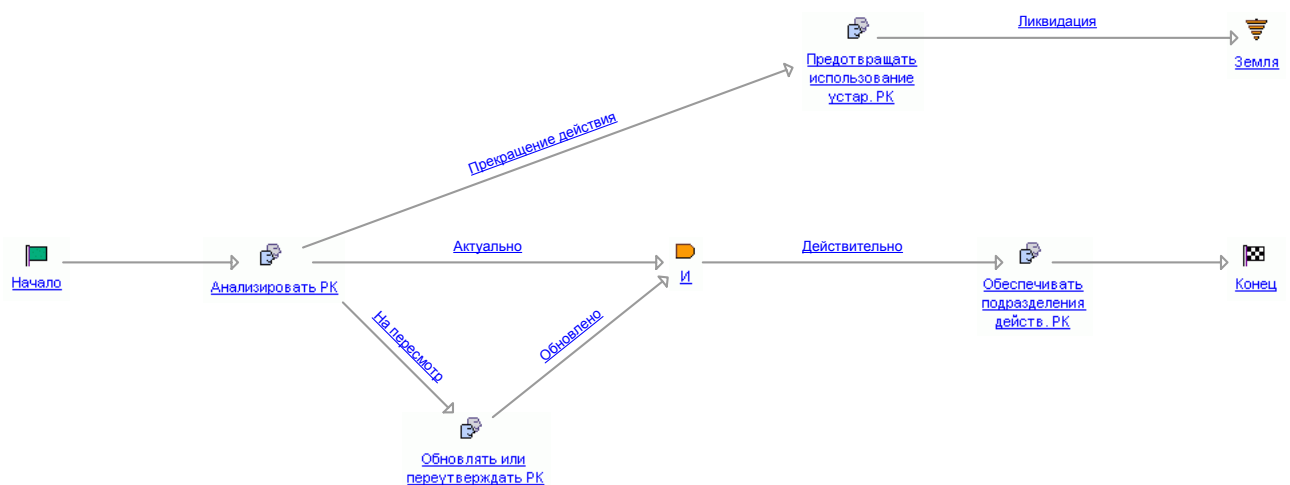






Рис. 3.6. *Диаграмма потока работ, построенная по IDEF0*

Доработка диаграммы в «Редакторе процессов потока работ» будет заключаться прежде всего в следующем [76]:

- Добавление описания и инструкций (инструкции будут отображаться для участника потока работ при его выполнении) ко всем действиям согласно *IDEFO*-гlossарию (табл. 3.13).

Табл. 3.13

Описание и инструкции к действиям на диаграмме потока работ


Действие	Описание	Инструкции
 Анализировать РК	Анализ действующего руководства по качеству на предмет определения его адекватности.	Рассмотрите действующее руководство по качеству и проверьте его согласованность с исходными версиями стандартов <i>ISO 9001:1994</i> (http://qmd.company.ru/iso/iso9001-1994.htm) и <i>ГОСТ Р ИСО 9001-96</i> (http://qmd.company.ru/gost/gostiso9001-96.htm), СТП (http://qmd.company.ru/est/qs/), а также с учётом последней информации о качестве продукции (http://qmd.company.ru/rpt/qinfo.htm).
 Обновлять или переутверждать РК	Обновление (уточнение) или переутверждение действующего руководства по качеству.	Обновите и/или переутвердите действующее руководство по качеству с учётом результатов проведённого анализа (прилагаются в виде рецензии документа <i>Microsoft Word</i>).
 Предотвращать использование устар. РК	Предотвращение использования подразделениями версии руководства по качеству, признанной устаревшей.	Предпримите меры, направленные на предотвращение использования подразделениями предприятия устаревших версий руководства по качеству, как того требуют стандарты <i>ISO 9001:1994</i> (http://qmd.company.ru/iso/iso9001-1994.htm) и <i>ГОСТ Р ИСО 9001-96</i> (http://qmd.company.ru/gost/gostiso9001-96.htm).
 Обеспечивать подразделения действ. РК	Обеспечение подразделений экземплярами последней утверждённой версии руководства по качеству.	Обеспечьте все заинтересованные подразделения предприятия экземплярами последней утверждённой версии руководства по качеству.

- Определение участников потока работ и ответственных ролей для каждого действия (табл. 3.11).

- Определение типа маршрутизации – *ручная исключительная*³ – и событий маршрутизации для действий, требующих этого (табл. 3.14).

Табл. 3.14

События маршрутизации для действий, требующих этого

Действие	№ п/п	Событие	Стандартные аналоги Windchill
 Анализировать РК	1	<i>Прекращение действия</i>	<i>Начать (Start) «»</i>
	2	<i>Актуально</i>	<i>Approve</i>
	3	<i>На пересмотр</i>	<i>Rework</i>

- Сопоставление событий в маршрутизирующих действиях и соответствующих им действий в свойствах связей (табл. 3.15).

Табл. 3.15



Сопоставление событий и соответствующих им действий

№ п/п	Событие	Действие
1	<i>Прекращение действия (Terminate)</i>	<i>Начать (Start) действие «Предотвращать использование устаревшего руководства по качеству»</i>
2	<i>Актуально (Approve)</i>	<i>Нет (событие обеспечивает срабатывание логического элемента «И» (OR))</i>
3	<i>На пересмотр (Rework)</i>	<i>Начать (Start) действие «Обновлять или переутверждать руководства по качеству»</i>

- Использование дополнительных элементов диаграммы, в частности, работа уведомления (табл. 3.16).

³ *Ручная исключительная (manual exclusive)* маршрутизация – тип маршрутизации в PLM-система Windchill, который подразумевает выбор только одного из предложенных вариантов дальнейшего маршрута, причём вручную, то есть выбор будет осуществлять назначенный участник потока работ.

Использование робота уведомлений Windchill

Символ	Значение
 Уведомление о ликвидации	Экземпляр робота уведомлений, который будет использован для отправки по электронной почте сообщений о ликвидации устаревшей версии руководства по качеству.
 Уведомление об обновлении	Экземпляр робота уведомлений, который будет использован для отправки по электронной почте уведомлений об утверждении новой версии руководства по качеству, возможно, с присоединённой электронной копией самого документа.

- Определение различных свойств всех объектов на диаграмме, например, крайних сроков выполнения как всего потока работ, так и отдельных действий в его составе, списка рассылки сообщений роботов уведомлений и т.п.

После доработки диаграмма потока работ сохраняется и впоследствии может быть запущена на выполнение подсистемой потока работ *Windchill* [76].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе была подробно рассмотрена технология потока работ и создана методика построения диаграмм потока работ, используемых СУПР как руководство к непосредственному выполнению и контролю формализованных бизнес-процессов. В процессе разработки методики были отмечены особенности построения диаграмм потока работ по уже имеющимся (возникшим в результате бизнес-консалтинга) диаграммам, описывающим динамику бизнес-процессов (*IDEF3*, *STD*, сети Петри), а также выработаны рекомендации по осуществлению перехода от других методик формализации бизнес-процессов, в частности, от *IDEF0*-диаграмм. Применение методики рассмотрено на примере построения диаграммы потока работ в приложении «*Редактор процессов потока работ*» PLM-системы *Windchill* на основе *IDEF3*-диаграммы, а также на основе *IDEF0*-диаграммы, явившейся результатом проведённого бизнес-консалтинга для ОАО «*Борский стекольный завод*».

Разработанную методику предполагается использовать при внедрении систем масштаба предприятия, имеющих в своём составе подсистему потока работ (в частности, PLM-систем), при наличии на предприятии описания бизнес-процессов в виде рассмотренных типов диаграмм. В процессе использования неизбежно уточнение разработанной методики, а также описание особенностей перехода от новых типов диаграмм (например, построенных в среде *ARIS*).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Методические рекомендации по представлению диссертаций в национальный библиотечно-информационный фонд Российской Федерации.* – М: ВНТИЦ, 1995.
2. Официальный веб-сайт *Workflow Management Coalition (WfMC)*: <http://www.wfmc.org/>.
3. *Workflow Management Coalition Document Index (WFMC-TC-1002)*, issue 5.0 (March 1999).
4. *Workflow Standards and Associated Documents.* – WfMC, 2000.
5. *Workflow Management Coalition Terminology & Glossary (WFMC-TC-1011)*, issue 3.0 (February 1999).
6. Allen R. *Workflow: An Introduction.* – WfMC, 2001.
7. Muehlen M.Z., Allen R. *Workflow Management Coalition Classification: Embedded and Autonomous Workflow Management Systems.* – WfMC, 2000.
8. Официальный веб-сайт компании «Концерн информационных технологий»: <http://www.kit.ru/>.
9. *Обзор workflow.* – Концерн информационных технологий, 2000.
10. Официальный веб-сайт группы экспертов *Workflow & Groupware Strategies*: <http://www.wngs.com/>.
11. Ader M. *Workflow Comparative Study.* – Workflow & Groupware Strategies, 2001.
12. Официальный веб-сайт издательства «Открытые системы»: <http://www.osp.ru/>.
13. Краюшкин В. *Современный рынок систем PDM.* / Открытые системы, № 9/2000. – Открытые системы, 2000.
14. Официальный веб-сайт группы экспертов *CIMdata*: <http://www.cimdata.com/>.

15. Abed W., Amann K. *PLM Market Outlook Solid Despite Economic Downturn*. – CIMdata, 2002.
16. Официальная электронная версия журнала «САПР и графика»:
<http://www.sapr.ru/>.
17. Зайцев В., Николаев А. *Технический документооборот в организации*. / САПР и графика, № 4/2001. – КомпьютерПресс, 2001.
18. Гостев В.М., Проценко А.А., Винокур И.П. *Использование AutoManager WorkFlow для создания и ведения электронного архива проектной документации в институте «Норильскпроект»*. / САПР и графика, № 3/2002. – КомпьютерПресс, 2002.
19. Официальный веб-сайт компании Microsoft: <http://www.microsoft.com/>.
20. Официальный веб-сайт компании «Вест-МетаТехнология»:
<http://www.vest-meta.ru/>.
21. *Семейство продуктов Hummingbird*. – Вест-МетаТехнология, 2002.
22. Официальная электронная версия журнала «Сети»:
<http://www.osp.ru/nets/>.
23. *Практические решения для автоматизации документооборота и потоков работ*. / Сети, № 7/1997. – Открытые системы, 1997.
24. Официальный веб-сайт подразделения IBM Lotus Software:
<http://www.lotus.com/>.
25. Официальная электронная версия журнала Computerworld:
<http://www.osp.ru/cw/>.
26. Зырянов М. *Классика workflow в банковском секторе*. / Computerworld, № 45/2000. – Открытые системы, 2000.
27. Официальная электронная версия журнала Windows 2000 Magazine:
<http://www.osp.ru/win2000/>.
28. Лахс К. *Exchange 2000 как основа разработки систем документооборота*. / Windows 2000 Magazine, № 2/2001. – Открытые системы, 2001.

29. Официальный веб-сайт компании *EDS Unigraphics*:
<http://www.ug.eds.com/>.
30. Наумов А. *LinkWorks: от автоматизации офиса до управления производством*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
31. Макнамара П. *Неспокойны воды workflow*. / Сети, № 6/1997. – Открытые системы, 1997.
32. Официальный веб-сайт компании *IBM*: <http://www.ibm.com/>.
33. Официальный веб-сайт компании *Computervision*: <http://www.cv.com/>.
34. Краюшкин В. *Система Optegra – управление производственными данными*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
35. Официальный веб-сайт компании «Оптима»: <http://www.optima.ru/>.
36. Официальная электронная версия журнала «Мир ПК»:
<http://www.osp.ru/pcworld/>.
37. Рамодин Д. *После канцелярского потопа*. / Мир ПК, № 6/1997. – Открытые системы, 1997.
38. Рузайкин Г. *Системы документооборота*. / Мир ПК, № 7/2001. – Открытые системы, 2001.
39. Официальный веб-сайт компании *Oracle*: <http://www.oracle.com/>.
40. Ширяев Н. *PartY PLUS – универсальная система PDM/TDM/workflow для российского рынка*. / САПР и графика, 12/2000. – КомпьютерПресс, 2000.
41. Садовников Д., Ширяев Н. *Новая версия интегрированной PDM/TDM/workflow-системы PartY PLUS*. / САПР и графика, 5/2001. – КомпьютерПресс, 2001.
42. Зубков Д. *Staffware – система управления документооборотом*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
43. *Семейство продуктов Staffware*. – Весть-МетаТехнология, 2002.
44. Официальный веб-сайт компании *PTC*: <http://www.ptc.com/>.

45. Официальный веб-сайт компании «Технополис»:
<http://www.tpolis.com/>.
46. *Демонстрация технологии Windchill*. – Технополис, 2002.
47. Официальный веб-сайт компании «Аскон»: <http://www.ascon.ru/>.
48. *Каталог решений компании «Аскон» PLM/CAD/CAM/CAE на базе ПО «Лоцман:PLM» и «Компас» v6. Оптимизация конструкторско-технологической подготовки производства на промышленных предприятиях*. – М.: Аскон, 2003.
49. *Каждому документу – своё место*. / Computerworld, № 46/1996. – Открытые системы, 1996.
50. Григорьева Л., Юрьев И. *Workflow – организация успеха*. – Subscribe.ru, 2002.
51. Гавердовский А. *Концепция построения систем автоматизации документооборота*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
52. Баласанян В. *Концепция системы автоматизации отечественного документооборота*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
53. Официальная электронная версия журнала «Системы управления базами данных»: <http://www.osp.ru/dbms/>.
54. Каменнова М.С. *Корпоративные информационные системы: технологии и решения*. / СУБД, № 3/1995. – Открытые системы, 1995.
55. Официальная электронная версия журнала «Директор информационной службы»: <http://www.osp.ru/cio/>.
56. Пахчанян А. *Обзор систем электронного документооборота*. / Директор ИС, № 8/2001. – Открытые системы, 2001.
57. Красилов Н., Косякин И., Черных Д. *Об одной модели документооборота*. / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.

58. Каменнова М.С. *Перспективы workflow в России.* / Computerworld, № 13/2000. – Открытые системы, 2000.
59. Каменнова М.С., Громов А.И. *Технологии для виртуального предприятия.* / Открытые системы, № 4/2000. – Открытые системы, 2000.
60. *Windchill Business Administrator's Guide.* – PTC, 2002.
61. Робсон М., Уллах Ф. *Практическое руководство по реинжинирингу бизнес-процессов.* / Пер. с англ. под ред. Эриашвили Н.Д. – М.: Аудит, Юнити, 1997. – 224 с.
62. Калянов Г.Н. *CASE-технологии. Консалтинг при автоматизации бизнес-процессов.* 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 320 с., ил.
63. Whitman L.E. *A Methodology for the Classification of a Living Model of the Enterprise.* – The University of Texas at Arlington, 1999.
64. Официальная электронная версия газеты «Компьютерные вести»: <http://www.kv.by/>.
65. *Методы информационного моделирования IDEF.* / Компьютерные вести, № 1/1998. – Минск, 1998.
66. Веб-сайт «Корпоративный менеджмент»: <http://www.cfin.ru/>.
67. Верников Г.Н. *Стандарты моделирования IDEF и ABC.* – Корпоративный менеджмент, 2002.
68. Громов А., Каменнова М., Старыгин А. *Управление бизнес-процессами на основе технологии workflow.* / Открытые системы, № 1/1997. – Открытые системы, 1997.
69. Официальный веб-сайт Эдварда Йордона (Ed Yourdon): <http://www.yourdon.com/>.
70. Yourdon E. *Just Enough Structured Analysis.* – Ed Yourdon's Web Site, 2001.
71. Официальный веб-сайт IEEE: <http://www.ieee.org/>.

72. Murata T. *Petri Nets: Properties, Analysis and Applications*. – IEEE, vol. 77, No. 4, 1989.
73. Официальный веб-сайт «Информационного центра CALS-технологий»: <http://www.cals.ru/>.
74. *Моделирование, анализ и реинжиниринг бизнес-процессов*. – CALS.ru, 2002.
75. *Организационное и нормативно-методическое обеспечение системы качества*. – CALS.ru, 2002.
76. *Windchill Workflow Tutorial*. – PTC, 2001.
77. *Windchill Workflow Online Help*. – PTC, 2001.
78. ГОСТ Р ИСО 9001-2001. *Системы менеджмента качества. Требования*. – М.: Госстандарт России, 2001.
79. Макаров Р.И., Огрызков С.А., Отцова Е.А., Попов Ю.М., Тарбеев В.В. *Современная система управления качеством на предприятии и технологии обеспечения её развития*. / Данные, информация и их обработка: Сборник научных статей под ред. Садыкова С.С., Андрианова Д.Е. – М.: Горячая линия – Телеком, 2002. – 228 с., ил. – С. 135-140.

ПРИЛОЖЕНИЕ. ОБЩИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ДИАГРАММЫ ПОТОКА РАБОТ

