

Кафедра: «Робототехника и мехатроника»

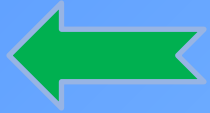
Лекции по предмету:
«Теоретические основы
автоматизированного
управления»

Преподаватель

Филимонов М.
Н.

2010

Содержание



Раздел 1: «Общая характеристика автоматизированного управления»

Тема 1.1. «Понятие автоматизированного управления»

Тема 1.2. «Основные аспекты автоматизированного управления»

Тема 1.3. «Классификация АСУ»

Раздел 2: «Методология построения автоматизированных систем»

Тема 2.1. «Основные этапы становления и развития автоматизированного управления»

Тема 2.2. «Подсистемный подход к автоматизированному управлению»

Тема 2.3. «Процедурное представление»

Тема 3. «Информационно-логическая модель АСУ»

Тема 4. «Функциональная модель АСУ»

Тема 5. «Функциональный анализ на основе бизнес-процессов»

ТЕМА 1.1. «ПОНЯТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ»

- **Управление** — целенаправленный перевод системы из одного состояния в другое желаемое.
- **Система управления** — совокупность взаимодействующих компонентов: объекта управления и управляющих частей.
- **Структура** — совокупность элементов и их связей.
- Простейшая структура приведена на рис. 1. Структура системы управления может быть многоуровневой (структурой подчинения). **Объект управления (ОУ)** — динамическая система любой природы, преобразующая ресурсы в продукты и находящаяся под действием управляющих и возмущающих воздействий.

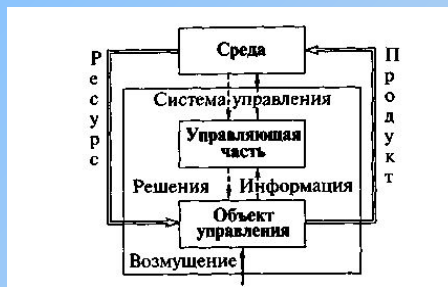


Рис.1. Простейшая структура системы управления

- **Возмущающее воздействие** — воздействие, выводящее систему в нежелательное состояние.
- **Решение (управляющее воздействие, управление)** — воздействие, выбранное из множества возможных на основе поставленной цели и принятого критерия.
- **Критерий** — оценка вариантов решений.
- **Цель** — состояние, к которому стремится система.

- **Управляющая часть (УЧ)** — часть системы, вырабатывающая решения и передающая их на объект управления.
- **Среда** — метасистема, в которую рассматриваемая система управления входит составной частью.
- **Функционирование системы** — работа системы в рамках заданной структуры.
- **Развитие системы** — работа системы в условии острых противоречий, которые могут вызвать изменение структуры.

Рассмотрим подробнее объект управления (рис. 1) как систему преобразования ресурсов в продукты. Объект управления использует следующие виды общих ресурсов: материальные, трудовые, финансовые, оборудование.

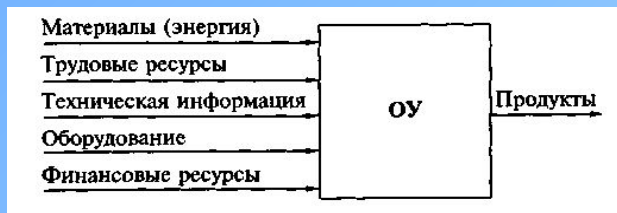


Рис. 2. Укрупненная схема объекта управления

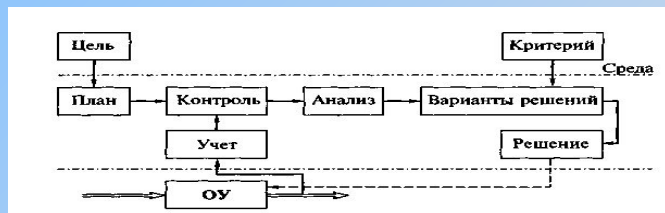




Рис. 3. Цикл управления

При более подробном рассмотрении процессов в управляющей части возможно получить совокупность этапов (рис. 3). Эта схема пригодна для ручного, автоматического и автоматизированного управления. Схема, приведенная на рис. 3, позволяет точнее определить понятие «автоматизированная система» как систему, в которой хотя бы на одном этапе цикла управления используются компьютеры и технические средства.

 Автоматизированное управление базируется на теории информации, теории сложных систем, теории автоматического управления, теории принятия решений. 

Современные **проблемы управления** характеризуются следующими особенностями:

- 1. Рост объемов и масштабов производства, усложнение материальных и, следовательно, информационных связей.
- 2. Существенный рост потоков информации, скорость поступления которой превышает возможности ее обработки человеком-руководителем, или лицом, принимающим решения (ЛПР).
- 3. Дефицит времени при принятии решений приводит к отсечению части информации, возможно и полезной. Это может вызвать резкое снижение качества принимаемых решений, принятие ошибочных решений. Ошибки оказываются тем масштабнее, чем выше уровень иерархии принятия решений.
- 4. Для исправления последствий ошибочных решений могут понадобиться дополнительные ресурсы и время.
- **Рыночные отношения** связаны следующими особенностями:
 - серийностью выпуска (производства) продукции при ее индивидуализации в зависимости от запросов потребителей;
 - ростом требований к качеству продукции;
 - потребностью в создании конкурентоспособной продукции за счет сокращения производственного цикла.
- Перечисленные особенности повышают требования к качеству управления.



Тема 1.2. «ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Важнейшими **аспектами автоматизированного управления** являются:

- главенствующая роль информации в процессе управления;
- иерархический характер процесса управления;
- системный подход к процессу построения автоматизированных систем.

При анализе процесса управления ввиду сложности объекта производят его расчленение на части по различным признакам. Одним из главных признаков является вид иерархии.

- **Временная иерархия.** Признаком деления здесь является интервал времени от момента поступления информации о состоянии объекта управления до выдачи управляющего воздействия. Чем больше интервал, тем выше уровень (ранг) элемента. Управление может осуществляться в реальном времени, с интервалом сутки, декада, месяц, квартал и т. д. Причем управляющий интервал выбирается не произвольно, а исходя из критериев, определяющих устойчивость и эффективность функционирования всей системы.
- **Пространственная иерархия.** Признаком деления здесь является площадь, занимаемая объектом управления. Чем больше площадь объекта, тем выше его ранг. Данный признак — субъективный, так как не всегда площадь, занимаемая объектом, соответствует его значимости, и его можно использовать в случае аналогичности параметров элементов одного уровня.

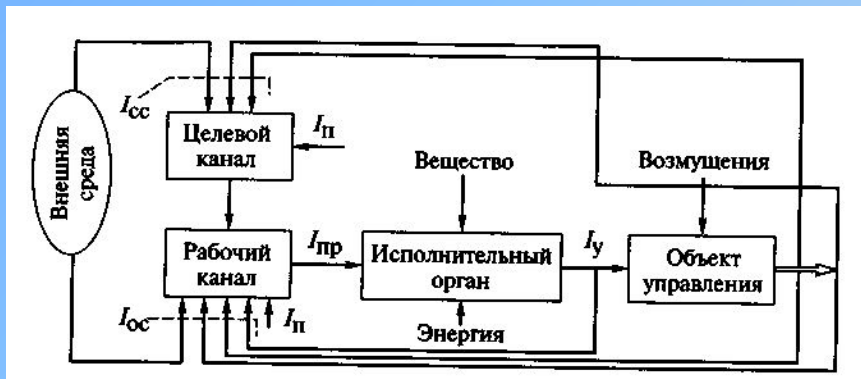
- **Функциональная иерархия.** В основе лежит функциональная зависимость (подчиненность) элементов системы. Такое разделение также является субъективным, так как в этом случае трудно выделить границы между элементами системы.
- **Ситуационная иерархия.** Деление на уровни в данном случае производится в зависимости от эффекта, вызываемого той или иной ситуацией, например от ущерба, возникающего в результате аварии или выхода из строя оборудования.
- **Информационная иерархия.** В настоящее время этот вид иерархии является очень существенным в связи с возросшим значением информации для управления. В основе деления на уровни лежат оперативность и обновляемость информации. Именно через эти характеристики прослеживается иерархия информации по уровням управления предприятием.

На первом уровне хранится и обрабатывается повторяющаяся, часто обновляющаяся информация, необходимая для повседневной деятельности, т.е. для оперативного управления. Следующий уровень составляет информация более обобщенная, чем оперативная, и используемая не так часто. Информация группируется по функциональным областям и применяется для поддержки принятия решения по управлению производством. На верхнем уровне хранится и обрабатывается стратегическая информация для долгосрочного планирования. Для нее характерны высокая степень обобщенности, неповторяемость, непредсказуемость и редкое использование.

- В общем виде функциональная модель процесса управления представлена на рис. 3. Учет информации об объекте управления состоит в регистрации, классификации и идентификации. На основе разнообразных математических моделей, описывающих реальное и



← реальное и требуемое состояние объекта, и критериев оптимальности анализируют информацию о состоянии объекта управления. Окончательную модель прогнозируемого состояния объекта управления формируют в виде плана. Возникающие за счет внешних воздействий отклонения от плана корректируют путем сравнения учетной и плановой информации, нового анализа и формирования управляющих воздействий (регулирования).



[к содержанию](#)

Рис. 4. Функциональная модель системы управления

Методы разработки систем управления:

Каскадная схема проектирования. Этапы: запуск, обследование, концепцию технического задания, эскизный проект, технический проект, рабочий проект, ввод в действие (внедрение). Основной особенностью данной методики является последовательная организация работ при разбиении структуры проектируемой системы на заранее определенный ряд подсистем: организационное, методическое, информационное, программное и аппаратное обеспечения.

Непрерывная разработка. В процессе совершенствования разработки автоматизированных систем появилась схема непрерывной разработки (рис. 4), использовавшаяся при реализации больших проектов фирмы IBM в 70—80-х годах XX в. Характерной особенностью данной методики стал непрерывный спиральный процесс

← разработки автоматизированных систем с планируемыми точками передачи в эксплуатацию новых версий и новых функциональных подсистем. →

Развитие схемы непрерывной разработки связано с совершенствованием циклических форм проектирования. Пример такого подхода — ускоренный метод проектирования, получивший название «быстрое прототипирование». В проектный цикл дополнительно были включены стадии разработки макета-прототипа и его опробования. Недостатками схемы непрерывной разработки являются жесткость

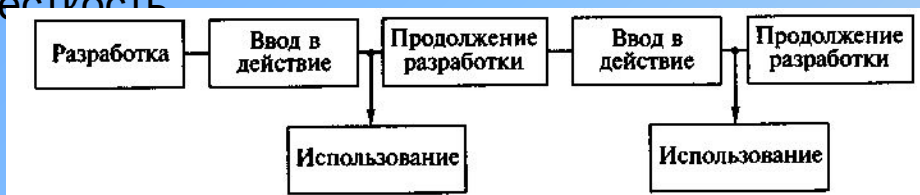


Рис. 5. Схема непрерывной разработки

Системный подход. Системный подход оперирует рядом категориальных понятий. Фундаментальным понятием системного подхода является понятие системы, при определении которой необходимо преследовать конкретную цель. Если целью является познание уже существующей системы, то вполне пригодным оказывается ее *дескриптивное определение*, которое заключается в следующем: система — это совокупность объектов, свойства которой определяются отношением между этими объектами. Объекты называют подсистемами или элементами системы. Каждый объект при самостоятельном исследовании может рассматриваться как система.

ТЕМА 1.3. «КЛАССИФИКАЦИЯ АСУ»

Выделяют следующие виды автоматизированных систем: АСУТП — АСУ технологическими процессами; АСОУ — автоматизированные системы организационного управления; ИАСУ — интегрированные АСУ; ОАСУ — отраслевые АСУ; АСУП — АСУ предприятия; АСУО — АСУ объединения; ИПС — информационно-поисковые системы; ИСС — информационно-советующие системы; ИУС — информационно-управляющие системы.

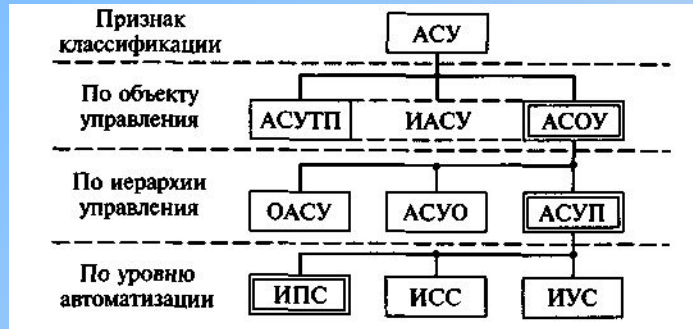




Рис. 6. Классификация АСУ



Методическое обеспечение АСУ представляет собой совокупность документов, поддерживающих процессы проектирования, внедрения и эксплуатации. Одной из основных задач методического обеспечения является унификация и стандартизация.

- **Правовое обеспечение АСУ** представляет собой совокупность норм, выраженную в нормативных актах, устанавливающих и закрепляющих организацию процессов проектирования, внедрения и эксплуатации, а также регламентирующих правовой статус АСУ.
- **Эргономическое обеспечение** — это совокупность методов и средств, обеспечивающих оптимальные условия деятельности человека в условиях автоматизированного управления.

Математическое обеспечение АСУ представляет собой совокупность математических и экономико-математических моделей управления заданным объектом.

- **Информационное обеспечение** предназначено для хранения, поиска и доступа к информационным ресурсам, на основе которых реализуется жизненный цикл АСУ.
- Под **инструментальным обеспечением** понимается комплекс программных и технических средств, обеспечивающих эффективное функционирование АСУ.
- **Программные средства АСУ** можно разделить на две большие группы: базовые и прикладные. Базовые программные средства включают в себя: операционные системы; языки программирования; программные среды; системы управления базами данных. Прикладные программные средства предназначены для решения комплекса задач или отдельных задач АСУ.
- **Комплекс технических средств** — это совокупность взаимосвязанных единым управлением средств вычислительной техники и телекоммуникационных средств

← ТЕМА 2.1. «ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ» →



- С 90-х годов совершенствование автоматизированных систем проходило в несколько этапов:
- построение ERP — стандарта (80-е годы XX в.);
- разработка стандарта QMS — конец XX в.;
- переход к процедурному построению — с конца XX в. по настоящее время.

Таким образом, можно выделить два основных подхода: подсистемный и процедурный

Подсистемное построение ставит своей целью решение в рамках подсистем соответствующих математических задач. Подход, основанный на подсистемном построении, сформировался и оформился в СССР в 70-е годы XX в., детально проработан методически, в частности, в виде документа «Общепромышленные руководящие методические материалы по созданию АСУ предприятий и отраслей» — ОРММ-2, выпущенного в 1975 г. С использованием этого подхода к 1990 г. в СССР было построено свыше 6000 АСУ различных классов.

Функциональной подсистемой называют часть системы управления, выделенную по общности функциональных признаков.



Процедурное (процессное) построение предполагает наличие процедур использования результатов решенных задач, при этом в качестве элементов процедуры могут выступать как формальные процессы (математическое решение задачи), так и неформальные процедуры с участием ЛПР.

- Автоматизированное управление (в более узком смысле — корпоративное управление) в настоящее время опирается на различные информационные технологии, так как, к сожалению, не существует универсальной. Можно выделить следующие три группы методов управления: ресурсами, процессами, корпоративными знаниями (коммуникациями). Среди информационных технологий наиболее часто используются СУБД, Workflow, стандарты ассоциации Workflow Management Coalition, Intranet.



Эта схема строится в таком порядке.



- Первоначально в объекте управления формируется технологическая линия материальных ресурсов. Далее к ней добавляются остальные виды ресурсных сетей из рис. 2. Очевидно, что сформированный объект управления работает нормально, если на него не действуют возмущения.
- Компенсация возмущений осуществляется на нижнем уровне структуры управляющей части (УЧ) системы. Согласование работы элементов нижнего уровня проводится на уровнях диспетчера и руководства.
- Из рис. 7 можно сделать следующие выводы:
- Для удобства управления ОУ и УЧ разделяют на связанные элементы.
- Отдельные элементы ОУ и соответствующие им элементы УЧ образуют локальные системы управления с рассматриваемой ранее простейшей структурой. Эти системы при ручном управлении называют службами, при автоматизированном — функциональными подсистемами.
- **Функциональная подсистема** — часть системы, выделенная по неформальному признаку.
- Структура УЧ предприятия является **многоуровневой** (иерархической).
- Система управления в целом и локальные системы управления характеризуются целенаправленностью, проявляющейся в цели функционирования («экономическом интересе»), формальное выражение которого может быть представлено ограничениями и/или целевыми функциями.

← **КИС** — информационная система, поддерживающая оперативный и управленческий учет на предприятии и поставляющая информацию для принятия управленческих решений.

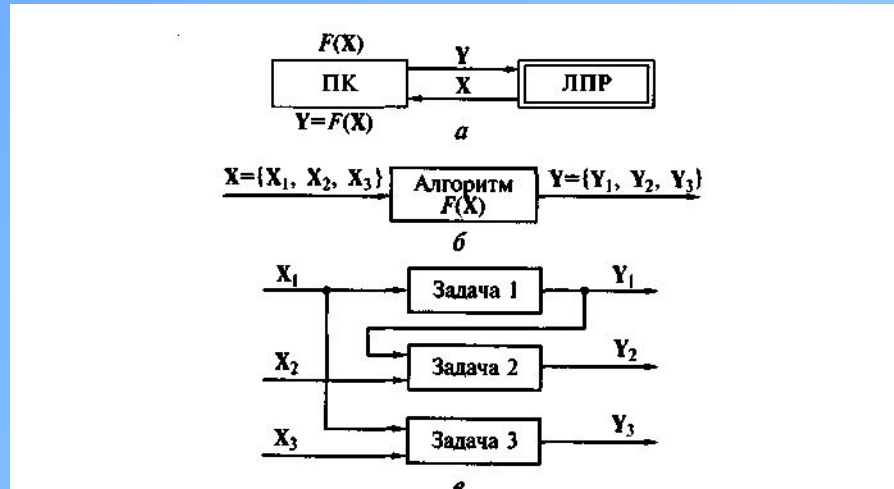


Рис. 8. Состав функциональных подсистем: соотношение формальной и неформальной частей (а), алгоритм подсистемы (б), задачи АСУП и их связь (в)



ТЕМА 2.3. «ПРОЦЕДУРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ»

- Основу процедурного представления составляют следующие компоненты:
- ERP-стандарт;
- международный стандарт QMS;
- упорядочение решения задач;
- «плоская» структура управления;
- реинжиниринг;
- схематика и компьютерная поддержка представления.

ERP-стандарт предназначен для стандартизации вычислительных работ (рис. 9) и охватывает лишь часть автоматизированной системы, как это показано в подсистемном представлении. Эту часть в последнее время называют производством.



Рис. 9. «ERP-система»



Некоторые определения и понятия:



- Под **процессом** понимается совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы.
- **Процедура** — установленный способ осуществления процесса.
- Процессы, получившие в литературе название «бизнес-процессов», рассматриваются с точки зрения добавленной стоимости и постоянного улучшения процессов.
- **Постоянное улучшение** — повторяющаяся деятельность по увеличению способности удовлетворять требования. Улучшение предполагает анализ существующего положения, формирование целей улучшения, поиск и выполнение решений по улучшению, измерение, анализ и проверку результатов выполнения.
- **Менеджмент** — скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией. Система менеджмента качества (СМК) — совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов для разработки политики и целей, достижения целей в области качества.
- Под **удовлетворенностью потребителей** понимается восприятие потребителем степени удовлетворения их требований.
Под **качеством** понимается степень, с которой совокупность собственных характеристик (отличительных свойств) выполняет требования.
Требование — потребность или ожидание, которое установлено и является обязательным.
Эффективность — связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами;

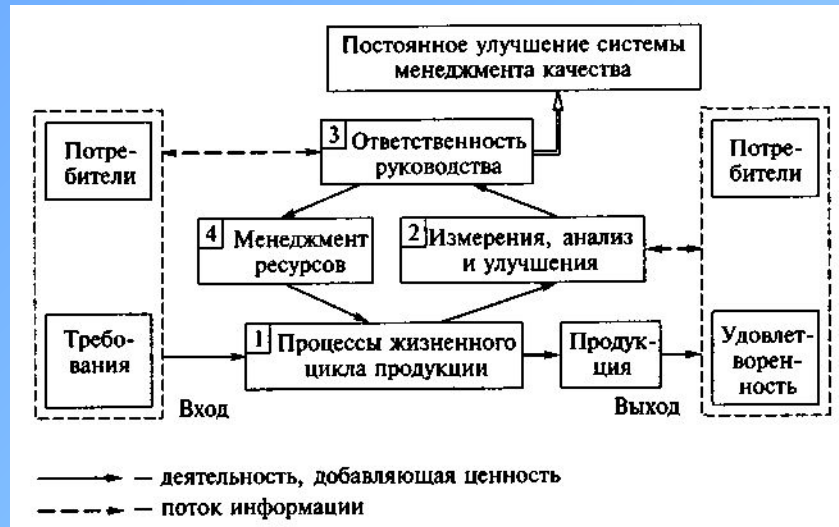


Рис. 10. Модель системы менеджмента качества

Рассмотрим сущность блоков модели, приведенной на рис. 10.

- 1. Процессы жизненного цикла — здесь осуществляются планирование процессов, определение и анализ требований, проектирование и разработка продукции, закупки и поставки ресурсов, производство и обслуживание.
- 2. Измерения, анализ и улучшения — здесь предполагается оценка качества управления за счет:
 - а) проверки (аудита) выполнения требований к СМК, т. е. к процессам, распределению обязанностей;
 - б) анализа СМК (оценки результативности и эффективности).

Результативность — степень реализации запланированных результатов;

← в) постоянного улучшения системы менеджмента качества;

- г) предупреждающего действия, предпринимаемого для устранения причины потенциального несоответствия и предотвращения возникновения нежелательного события, и корректирующего действия, предпринимаемого для устранения причины обнаруженного несоответствия и предотвращения *повторного* возникновения нежелательного события.
- 3. Ответственность руководства — обеспечение разработки политики и целей в области качества, которые должны быть ориентиром в организации. Политика служит основой для разработки и анализа целей, а цели должны быть согласованы с политикой. Высшее руководство осуществляет анализ работы СМК и обеспечение производства необходимыми ресурсами.
- 4. Менеджмент ресурсов — определение и обеспечение необходимыми ресурсами, подготовка квалифицированного персонала, поддержка инфраструктуры, создание производственной среды (совокупность условий, в которых выполняется работа).

Иногда модель, приведенную на рис. 10, называют PDCA (по именам Plan, Do, Check, Act блоков 4, 3, 2, 1 соответственно).

- Работа СМК поддерживается системой документов (информацией на соответствующих носителях). Комплект документов называют **документацией**.



Выделяют документы об СМК, о применении СМК к конкретной продукции, документы-требования, документы-записи (с фиксацией достигнутых результатов).



- СМК базируется на следующей **системе основных принципов**:
- ориентация на потребителя;
- лидерство руководителя;
- вовлечение работников;
- системный подход к менеджменту;
- постоянное улучшение;
- взаимовыгодные отношения с поставщиками;
- принятие решений, основанных на фактах;
- процедурный (процессный) подход: деятельностью и ресурсами управляют как процессами.

Таким образом, можно сделать **следующие выводы**:

- определена сеть процессов, включающая всю деятельность предприятия;
- для каждого процесса должен быть назначен владелец процесса;
- должна быть создана документация, регламентирующая процессы (при этом степень детализации процессов и соответствующих документов определяется принципом управленческой целесообразности);
- определены стратегические цели компании, показатели и критерии их достижения; на основе этих показателей верхнего уровня определены показатели процессов;
- каждый процесс должен управляться на основе требований процессного подхода (т. е. должна быть внедрена система управления процессами на основе цикла PDCA);

← процесс управления предприятием должен быть детально разработан, задокументирован и обязательно включать в себя функции по стратегическому планированию и управлению на основе системы показателей. →

- На рис. 11 показан подробнее рис. 10. На рис. 12 дана привязка позиций стандарта ИСО 9000 к модели СМК.



РИС. 11

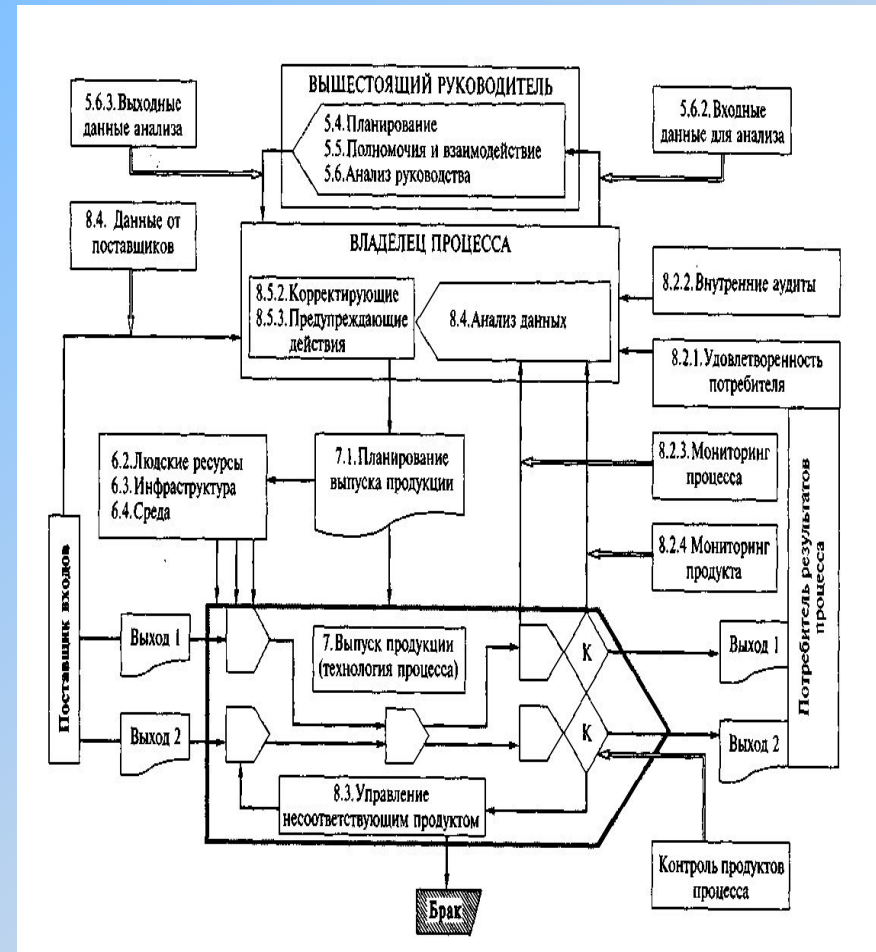


Рис. 12

← **Реинжиниринг** — фундаментальное переосмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов компаний для достижения коренных улучшений их деятельности: стоимости, качества, услуг и темпов роста. →



Рис. 13. Стандарт IDEF0

- Для описания бизнес-процессов используют графическую схематику — нотации стандартов IDEF и ARIS.
- Стандарт IDEF (Interchange Definition) насчитывает более десяти вариантов, из которых наиболее часто используются IDEF0, IDEF1, IDEF3.
- Модель IDEF0 предназначена для построения функциональных моделей. Их построение возможно представить четырьмя позициями.
- В качестве элемента модели используется функциональный блок (рис. 13). Связи могут быть горизонтальными и вертикальными (декомпозиция).
- Элементы соединяются дугами (обычно сплошной линией со стрелкой). Пунктирными дугами показывают комментарии, а дугами с двойной стрелкой — потоки. Число блоков на одном уровне от трех до шести, число дуг каждого вида у блока не более четырех. Пример модели второго уровня приведен на рис. 2.26.
- По вертикали производится декомпозиция блоков. Блок самого верхнего уровня называют контекстной диаграммой. Число уровней — не более семи.
- Для пояснения модели создается глоссарий, включающий необходимые определения и ключевые слова.

ТЕМА 3 «ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСУ»



Неоднородность (разнородность) информационных ресурсов характерна для многих предметных

областей автоматизированного управления. Основной задачей данного вида модели является разбиение предметной области на составные части путем декомпозиции, осуществляемой по определенным правилам.

В настоящее время существуют два основных подхода к этому процессу, отличающихся критериями декомпозиции: функционально-модульный (структурный) и объектно-ориентированный.

- **Функционально-модульный** подход основан на принципе алгоритмической декомпозиции с выделением функциональных элементов и установлением строгого порядка выполняемых действий, т. е. в основе лежит иерархический подход с выделением вначале функциональных действий, далее независимых компонентов и дальнейшей их детализации.
- **Объектно-ориентированный** подход основан на объектной декомпозиции с описанием поведения системы в терминах взаимодействия объектов.

Главным недостатком функционально-модульного подхода является однонаправленность информационных потоков и недостаточная обратная связь. В случае изменения требований к системе

это приводит к полному перепроектированию, поэтому ошибки, заложенные на ранних этапах, сильно

сказываются на времени и стоимости разработки. Другой важной проблемой является неоднородность

информационных ресурсов, используемых в большинстве информационных систем. В силу этих причин

в настоящее время наибольшее распространение получил объектно-ориентированный подход.

Кратко рассмотрим его основные положения.



- **Объект** — это абстракция множества предметов реального мира, обладающих одинаковыми характеристиками и законами поведения. Объект характеризует собой типичный неопределенный элемент такого множества. Основной характеристикой объекта является состав его атрибутов (свойств).
- **Атрибуты** — это специальные объекты, посредством которых можно задать правила описания свойств других объектов.
- **Экземпляр объекта** — это конкретный определенный элемент множества. Например, объектом может являться государственный номер автомобиля, а экземпляром этого объекта — конкретный номер К 173 ПА.
- **Класс** — это множество предметов реального мира, связанных общностью структуры и поведением. Элемент класса — это конкретный элемент данного множества. Например, класс регистрационных номеров автомобиля.

Обобщая эти определения, можно сказать, что объект — это типичный представитель класса, а термины

«экземпляр объекта», «элемент класса» равнозначны



Рис. 4.8. Отношения между классами, объектами и предметами



На рис. 15 показаны отношения между классами, объектами и предметами реального мира. Важная особенность объектно-ориентированного подхода связана с понятием инкапсуляции, обозначающим сокрытие данных и методов (действий с объектом) в качестве собственных ресурсов объекта.

Понятия полиморфизма и наследования определяют эволюцию объектно-ориентированной системы,

что подразумевает определение новых классов объектов на основе базовых классов.

- **Полиморфизм** интерпретируется как способность объекта принадлежать более чем одному типу.
- **Наследование** выражает возможность определения новых классов на основе существующих с возможностью добавления или переопределения данных и методов.
- **Модель представления** информации о предметной области — это синтаксически и семантически определенная средствами ядра совокупность конфигураций, позволяющая описывать, анализировать и документировать заданные аспекты проектируемой системы на заданных стадиях разработки с различными уровнями детализации ее элементов. В основе ядра моделей представлений лежат функциональные спецификации
- **Функциональные спецификации** — это часть исходных данных для проектирования автоматизированной системы, определяющая, что должна сделать система и как она должна быть взаимосвязана с окружением.

Основа описания модели представления — граф, отражающий типизированные связи между типизированными компонентами. Каждый компонент представляется парой: <имя типа>; <имя компонента>.

Каждая связь представляется пятеркой: <имя типа>; <имя исходного компонента> <имя вида Отношения> <имя типа> <имя связанного компонента>.



Определим составляющие, используемые при анализе предметной области.

- **Метаобъекты** — это базовые компоненты для конструирования модели предметной области.
- **Виды элементов** — это экземпляры конкретного метаобъекта.

Модель представления конкретной предметной области есть описание совокупности видов элементов и

их взаимосвязей.

- **Элемент** — это экземпляр вида элемента.

Конкретные проектные данные, полученные при анализе предметной области, представляются в виде

совокупности элементов и их разнообразных взаимосвязей.

Используется три вида цепочек связей:

- **<метаобъект>. <имя метаобъекта>** — описание структуры метаобъектов;
- **<имя метаобъекта>. <имя вида элемента>** — описание структуры видов элементов;
- **<имя вида элемента>. <имя элемента>** — описание связей элементов.
- **Конфигурация** определяется как граф, представляющий интересующий разработчика аспект проектируемой системы. Вершинам этого графа ставятся в соответствие элементы различных видов системы. Дугам графа ставятся в соответствие интересующие отношения между элементами. С дугами и вершинами могут быть связаны разнообразные количественные меры, задаваемые соответствующими функциями принадлежности.
- **Структура** — прочная, относительно устойчивая связь (отношение) и взаимодействие элементов, сторон, частей предмета, явления, процесса как целого. В нашем случае структура — это совокупность конфигураций. Таким образом, структура системы определяется через множество выбранных видов элементов, множество элементов, множество рассматриваемых видов отношений и множество функций принадлежности, характеризующих количественно связи элементов.
- **Ядро** — это система понятий, посредством которой можно определять интересующие



Основными понятиями ядра являются:

- **вид элемента** — определяет устойчивый для конкретной предметной области набор свойств, объединяющий конкретные проектируемые компоненты в группы;

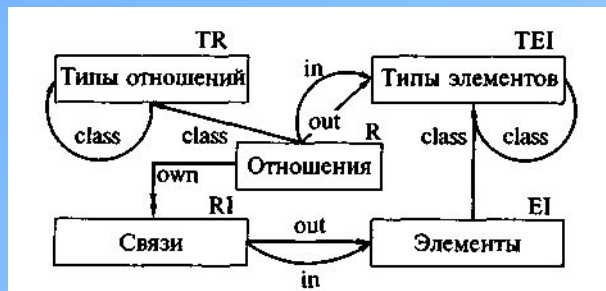


Рис. 4.9. Ядро моделей представления функциональных спецификаций АСУ

- **вид отношения** — определяет устойчивые для конкретной предметной области группы связей между проектируемыми компонентами;
- **отношение** — определяется видами элементов, вступающими во взаимосвязь и видом отношения, задающим семантику связей.

Ядро позволяет описывать требуемые виды отношений, виды элементов и отношения.

На рис. 16 приведена схема ядра моделей представления функциональных спецификаций АСУ.

Предлагается ввести три основные модели представления для описания информации о предметной

области:

- функциональная модель (ФМ);
- модель данных (МД);
- логика.



Модели представления в качестве основных используют следующие **виды элементов**:

- действие;
- данное;
- система;
- объект;
- атрибут.

Функциональная модель ориентирована на описание систем, способных выполнять действия над данными.

Модель данных ориентирована на описание структуры информационных объектов, их функциональных

взаимосвязей, необходимых для поддержания заданных действий.

Указанные две модели взаимно дополняют друг друга, разрабатываются совместно и не требуют привлечения понятий языков программирования высокого уровня.

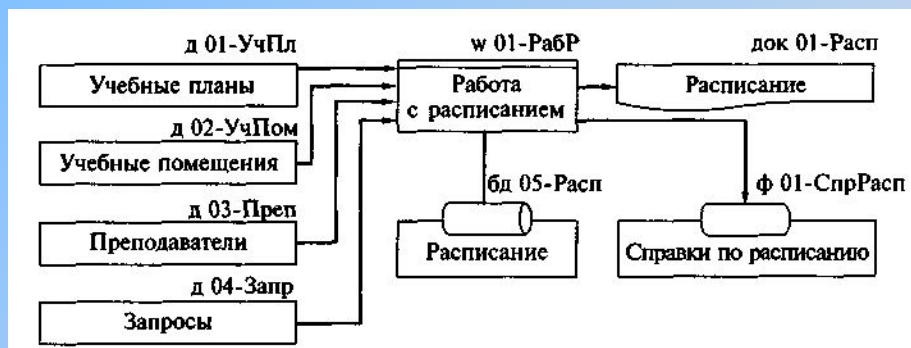


Рис. 4.10. Схема внешних информационных связей



Логика ориентирована на описание потока управления (последовательности выполнения) действий в

предметной области.

Проектирование АСУ на ранних стадиях характеризуется, как правило, высокой неопределенностью

исходных данных и представлений разработчиков о функциях создаваемой системы. В терминах функциональной модели представляется возможным с определенной степенью формализации фиксировать и анализировать проектные решения и ряд исходных данных в самом начале процесса

проектирования.

Каждый из участников процесса проектирования АСУ имеет свое представление об информации конкретной предметной области.

получаемых путем опроса участн

обобщение этих представлений,

процессов и анализа документов.

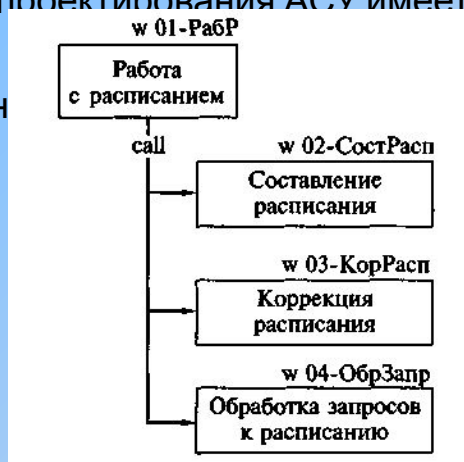


Рис. 4.11. Схема детализации действия

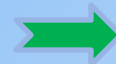


Рис.4.12. Схема потоков данных

Все действия желательно фиксировать в виде определенных документов на бумаге или в памяти компьютера. Форма фиксации может быть любая: структурная схема, блок-схема, таблица и т. д., например, можно использовать следующие виды документов: схема внешних информационных связей,

схема детализации действия, схема потоков данных, схема классификации, схема детализации.

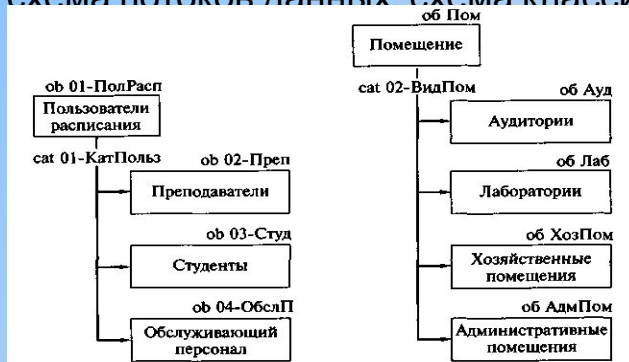


Рис. 4.13. Схема классификации расписания

Рис. 4.14. Схема классификации помещения



Рис. 4.15. Схема классификации запросов к расписанию

Рассмотрим пример анализа предметной области. Выберем область деятельности, знакомую всем

студентам, учебный процесс. Предположим, нам поручили разработать информационную систему

«Расписание занятий». Используем предложенные типы документов.

- 1) Схема внешних информационных связей (рис. 4.10). Действие — работа_с_расписанием.
- 2) Схема детализации действия (рис. 4.11). Действие — работа_с_расписанием.
- 3) Схема потоков данных (рис. 4.12). Действие — работа_с_расписанием.
- 4) Схема классификации (рис. 4.13). Объект — пользователи расписания.
- 5) Схема классификации (рис. 4.14). Объект — помещение.
- 6) Схема классификации (рис. 4.15). Данные — запросы к расписанию.
- 7) Схема детализации (рис. 4.16). Данные — справки по расписанию.
- 8) Схема классификации (рис. 4.17). Данные — справки по расписанию.



Рис. 4.16. Схема детализации справок о расписании расписания

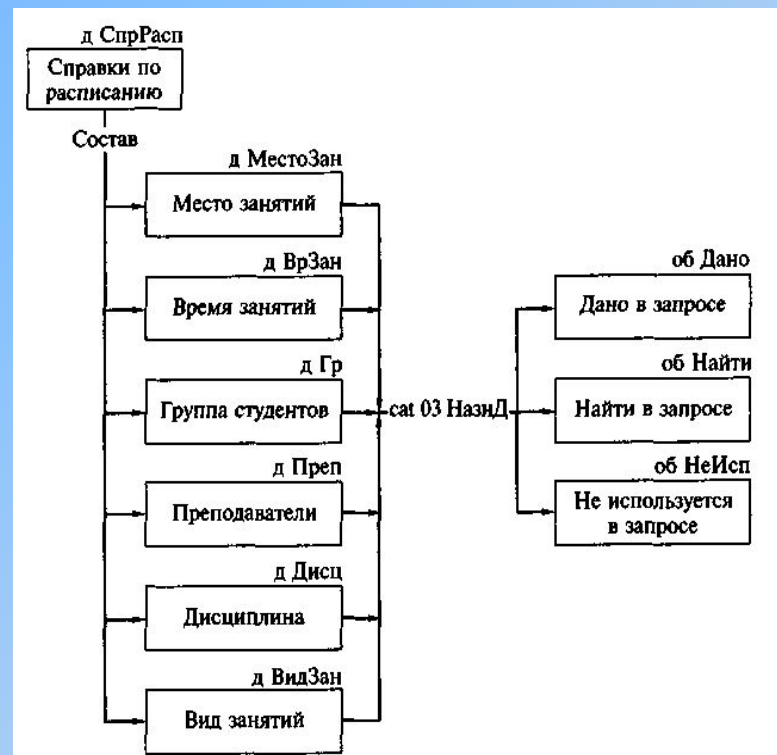


Рис. 4.17. Схема классификации



ТЕМА 4 «ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ АСУ»

При построении функциональной модели (ФМ) основополагающими являются три аспекта рассмотрения:

- функциональный;
- информационный;
- организационный.

Функциональный аспект отражает то, что должна выполнять (выполняет) проектируемая система.

Основным видом элементов в этом случае выступает действие.

Действие определяется как деятельность, направленная на достижение определенного результата. Этот

результат связан со значениями данных. В дальнейшем ограничимся рассмотрением лишь дискретных

действий. Для каждого дискретного действия можно определить моменты времени его начала и завершения.

Действие предполагает наличие объектов действий, под которыми будем понимать *данные*.

Будем

считать, что всякий результат действия может быть выражен через соответствующее значение данных.

Информационный аспект характеризует состав и структуру данных как объектов действий, составляющих информационный фонд системы. Основными видами элементов в данном случае являются данные.

Данные определяются как информация об объектах, которая хранится, перемещается и

путем выполнения действий.

Организационный аспект характеризует структуру исполнительных элементов системы

[к содержанию](#)



Система определяется как исполнительный элемент, способный во взаимодействии с другими системами выполнять заданные действия над заданными данными и обеспечить их хранение.

Отметим основные отношения конфигурации функциональной модели.

Идентификатор каждой конфигурации будем образовывать следующим образом:

<имя вида элемента><пробел><имя вида отношения><пробел><имя вида элемента>

В качестве основных видов отношений для описания ФМ используют следующие:

- требует (call);
- состав (composition) (contain);
- вход (in);
- выход (out);
- использует (use);
- предоставляет (let);
- класс (class).

Вид отношения **требует** определяет необходимость существования элементов одного вида для реализации элементов исходного вида. Строя схему требований конкретного элемента, надо ответить на

вопрос: «Какие элементы необходимо иметь, чтобы реализовать заданный элемент?»

Вид отношения **состав** определяет включение одних элементов в состав других. Каждый элемент может

входить в состав только одного элемента.

Вид отношения **вход** указывает на то, что некоторый информационный элемент используется как аргумент без изменения его значения.

Вид отношения **выход** указывает на то, что некоторый информационный элемент используется как

результат с изменением его значения.



Вид отношения *использует* указывает на элементы, которые требуются для заданного элемента, но не входят в его состав.

Вид отношения *предоставляет* указывает на элементы, которые входят в состав заданного элемента, но

предоставляются для использования другими элементами из его окружения.

Используя введенные виды отношений и виды элементов, опишем следующие отношения для представления ФМ:

- ДЕЙСТВИЕ требует ДЕЙСТВИЕ (W call W);
- ДЕЙСТВИЕ вход ДАННЫЕ (W in D);
- ДЕЙСТВИЕ выход ДАННЫЕ (W out D);
- СИСТЕМА состав СИСТЕМА (S comp S);
- СИСТЕМА состав ДЕЙСТВИЕ (S comp W);
- СИСТЕМА состав ДАННЫЕ (S comp D);
- СИСТЕМА вход ДАННЫЕ (S in D);
- СИСТЕМА выход ДАННЫЕ (S out D);
- СИСТЕМА предоставляет ДАННЫЕ (S let D);
- СИСТЕМА предоставляет ДЕЙСТВИЕ (S let W);
- СИСТЕМА использует ДЕЙСТВИЕ (S use W);
- ДЕЙСТВИЕ класс ДЕЙСТВИЕ (W class W);
- СИСТЕМА класс СИСТЕМА (S class S);
- ДАННОЕ класс ДАННЫЕ (D class D).

Семантическая диаграмма функциональной модели приведена на рис. 4.18.



Основным в функциональной модели является отношение **ДЕЙСТВИЕ** требует **ДЕЙСТВИЕ**.

Графическое

представление этого отношения назовем **СХЕМОЙ ТРЕБОВАНИЙ ДЕЙСТВИЙ**. Схема требований действий

для каждого действия показывает множество действий, которые необходимы для выполнения заданного действия.

Отношение **ДЕЙСТВИЕ** вход **ДАННЫЕ** определяет входные данные для каждого действия.

Отношение **ДЕЙСТВИЕ** выход **ДАННЫЕ** определяет выходные данные для каждого действия.

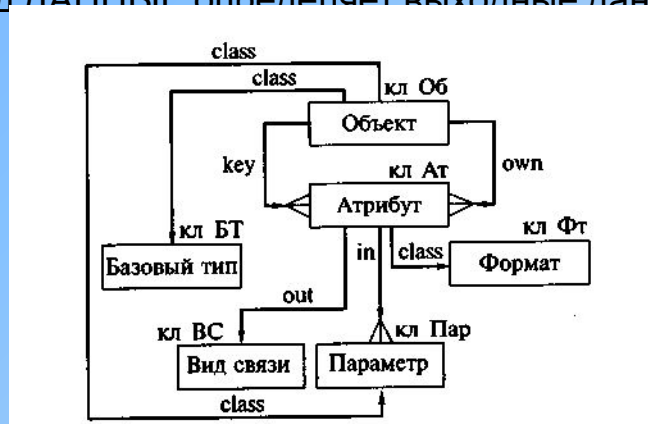


Рис. 4.18. Семантическая диаграмма функциональной модели

Совместно эти два отношения задают информационные связи действий. Их графическое представление

назовем **ИНФОРМАЦИОННОЙ СХЕМОЙ**. Для каждого отдельного действия указанных два отношения в

графическом представлении задают схему внешних информационных связей. Если объединить

схемы внешних информационных связей всех действий, которые непосредственно связаны с некоторым



Особое место занимают схемы классификации систем, действий и данных, задаваемые соответствующими отношениями. Схемы классификации уже на ранних стадиях проектирования позволяют зафиксировать информацию об общих свойствах компонентов проектируемой системы.

Состав видов элементов функциональной модели может расширяться. Обычно такое расширение

осуществляется путем введения потомков уже имеющихся видов. Например, предлагается рассматривать три вида процедурных элементов (действий):

- функциональная область;
- процесс;
- функция.

Для всех потомков сохраняется преемственность свойств родителя. Поэтому все виды связей, указанные

для вида элемента-родителя, справедливы и для видов элементов-потомков. Применительно к примеру

справедливы, например, следующие отношения: СИСТЕМА состав ПРОЦЕСС, ПРОЦЕСС вход ДАННЫЕ и

др.

Рассмотрим возможные стратегии построения схем требований действий:

- построение дерева требований;
- построение сети требований.

Построение дерева требований включает в себя следующие шаги:

- функциональное назначение проектируемой системы определяется путем перечисления не более 10 действий;
- для каждого действия независимо определяется не более 10 действий, которые необходимы, по мнению разработчика, для реализации заданного действия;



- последовательно выполняя п. 2 для вновь вводимых действий, добиваемся необходимой степени детализации. Действие не требует дальнейшей детализации, если его реализация уже существует или известна, или реализация действия проста и понятна разработчикам.

Дерево требований наглядно представляется в виде иерархии схем требований.

Построение сети требований отличается от построения дерева требований тем, что на каждом шаге

детализации необходимо выбирать поддерживающие действия с учетом всего множества объявленных действий.

Декомпозиция действий представляется в виде схем требований действий, а декомпозиция данных — в

виде схем состава данных. Рассмотрим основные схемы декомпозиции действий и данных **ФМ**.

Декомпозиция действий на основе состава выходных данных. Целевое назначение действия

отражается в составе выходных данных. Если выходные данные по своему содержанию разнородны, то с

каждым элементом выходных данных можно связать свое действие. Каждое из вновь введенных действий войдет в схему требований исходного действия.

Декомпозиция действий на основе входных данных. В некоторых случаях определяющим для

детализации действий является состав входных данных. Если известен состав входных данных и можно

каждый элемент входных данных интерпретировать как задание на заданную обработку.

Декомпозиция действий на основе представлений о промежуточных результатах. Для каждого

выходного данного надо ответить на вопрос: «Какие исходные данные необходимы для получения



Декомпозиция действий на основе представлений о фазах обработки. Данная схема декомпозиции

требуется указать последовательность действий, приводящих к желаемому результату. В качестве выходных данных последнего действия последовательности выступает выходное данное исходного

действия. В качестве входного данного первого действия последовательности выступает входное данное

исходного действия.

Декомпозиция действий на основе представлений об альтернативных действиях. Данная схема

декомпозиции предполагает наличие нескольких вариантов для получения искомого результата. В

соответствии с каждым вариантом вводится новое действие и производится декомпозиция входных

данных.

Возможны преобразования ФМ на основе анализа информационной связности действий и схем требований действий (агрегирование действий на основе анализа их информационной связности). Для

анализа рекомендуется такая последовательность действий.

- 1) Выбирается действие на одном из верхних уровней детализации.
- 2) Отбираются все действия, входящие в схему требований исходного действия одного уровня детализации.
- 3) Для полученного подмножества действий также отбираются все действия, входящие в соответствующие схемы требований одного уровня детализации.
- 4) Для полученного подмножества действий второго уровня детализации строится информационная

схема



7) Если прочность новых групп действий больше прочности действий первого уровня детализации, то:

- а) действия первого уровня детализации удаляются из схемы требований исходного действия;
- б) объявляются новые действия на основе выделенных групп действий;
- в) новые действия включаются в схему требований исходного действия;
- г) строятся новые схемы требований для вновь объявленных действий на основе состава сильно связанных областей.

Разработку ФМ рекомендуется выполнять в такой последовательности:

- 1) Строится схема внешних информационных связей исходного действия.
- 2) С использованием подходящих вариантов декомпозиции строится дерево требований действий.

Рекомендуется, чтобы число требуемых действий на каждом уровне детализации не превышало 10.

- 3) Для каждого вновь объявленного действия разрабатывается схема внешних информационных связей.
- 4) Проверяется возможность преобразований полученной функциональной модели путем:
 - декомпозиции действий с использованием процедурной абстракции (путем классификации действий и на этой основе изменения состава декомпозиции);
 - агрегирования действий на основе анализа их информационной взаимосвязи.



ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Прежде чем перейти к изложению методики функционального анализа на основе бизнес-процессов,

раскроем **основные термины**.

Анализ бизнес-процесса — комплекс работ по изучению деятельности организации, направленный на получение информации о текущем состоянии заданного бизнес-процесса, позволяющей оценить бизнес-процесс по отношению к требованиям, предъявляемым к его функционированию, управлению, эффективности, выходам и степени удовлетворенности клиента.

Бизнес-процесс — устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности

(последовательность работ), которая по определенной технологии преобразует входы в выходы, представляющие ценность для потребителя.

Владелец бизнес-процесса — должностное лицо, которое имеет в своем распоряжении персонал, инфраструктуру, программное и аппаратное обеспечение, информацию о бизнес-процессе, управляет

ходом бизнес-процесса и несет ответственность за результаты и эффективность бизнес-процесса.

Вход бизнес-процесса — ресурс, обеспечиваемый внешним поставщиком.

Выход бизнес-процесса — результат (продукт, услуга) выполнения бизнес-процесса.

Документооборот — система документального обеспечения деятельности предприятия.

Заказчик — должностное лицо, имеющее ресурсы и полномочия для принятия решения о проведении

работ по описанию, регламентации или аудиту (проверке) бизнес-процесса.

Информационный поток (поток данных) — движение информации от одной работы бизнес-

[к содержанию](#)



Модель бизнес-процесса — графическое, табличное, текстовое, символьное описание бизнес-процесса

либо их взаимосвязанная совокупность.

Нотация — см. формат описания бизнес-процесса.

Отчет по аудиту — документ, содержащий информацию о результатах анализа бизнес-процесса и

рекомендации по улучшению деятельности бизнес-процесса.

Показатели бизнес-процесса — количественные и/или качественные параметры, характеризующие

бизнес-процесс и его результат.

Показатели эффективности бизнес-процесса (ПЭ) — параметры бизнес-процесса, характеризующие

взаимоотношение между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

Показатели продукта (услуги) (ПП) — параметры продукта бизнес-процесса.

Показатели (данные) удовлетворенности клиента (потребителя) (ДУК) — параметры, характеризующие удовлетворенность клиента.

Поставщик — субъект, предоставляющий ресурсы.

Потребитель (клиент) — субъект, получающий результат бизнес-процесса. Потребитель может быть:

а) **внутренний** — находящийся в организации и в ходе своей деятельности использующий результаты

(выходы) предыдущего бизнес-процесса;

б) **внешний** — находящийся за пределами организации и использующий результат (выход) бизнес

процесса.

Проверка адекватности модели бизнес-процесса — работа по анализу модели бизнес-процесса на соответствие реально существующему в организации бизнес-процессу



Регламент бизнес-процесса — документ, описывающий последовательность операций, ответственность,

порядок взаимодействия исполнителей и порядок принятия решений по улучшениям.

Ресурсы — информация (документы, файлы), финансы, материалы, персонал, оборудование, инфраструктура, среда, программное обеспечение, необходимые для выполнения бизнес-процесса и

находящиеся в распоряжении владельца бизнес-процесса.

Структура ответственности — распределение ответственности за выполняемые в рамках бизнес-

процесса операции и принимаемые решения между сотрудниками организации.

Функция — совокупность однородных операций (в том числе разных бизнес-процессов), выполняемых

структурным подразделением на постоянной основе.

Формат описания бизнес-процесса (нотация) — способ формирования графической модели бизнес-

процесса.

Сокращения:

- IDEF 0 (FIPS 183 США «Integration definition for function modeling (IDEF0)») — «Интеграционное определение для моделирования функций»;
- IDEF 3 (workflow modeling, Process Description Capture Method) — методология описания бизнес-процессов (потоков работ);
- DFD (Data Flow diagramming) — модель бизнес-процесса, составленная по принципу отражения потоков данных;
- УР — управление развития компании.

Понятие бизнес-процесса, операции и их иерархий поясняет рис. 4.19.

Отнесение деятельности к категории «бизнес-процесс» или «операция» зависит от уровня рассмотрения. Уровень детализации описания бизнес-процесса определяет владелец бизнес-

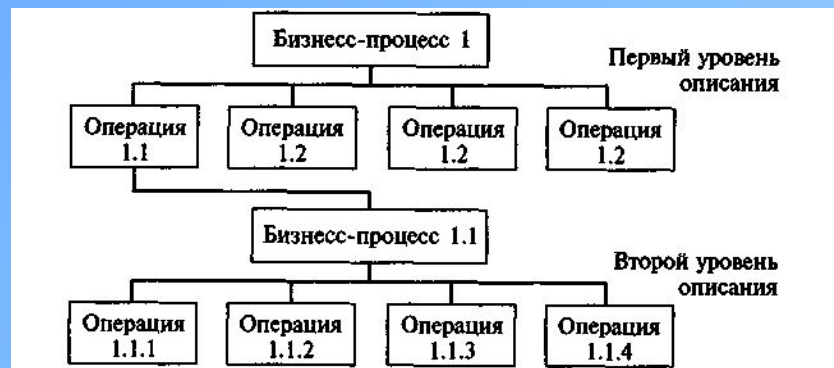


Рис. 4.19. Понятие бизнес-процесса

Важным моментом является определение целей описания бизнес-процессов. В табл. 4.1 приведен

возможный вариант формирования таких целей для различных уровней представления.

Таблица 4.1

| Номер операции | Уровень управления | Содержание бизнес-процесса |
|----------------|---------------------------------|--|
| 1.1 | Руководители верхнего уровня | Формирование эффективной системы управления на основе бизнес-процессов |
| 1.2 | | Четкое разграничение ответственности и полномочий между руководителями и подразделениями в рамках бизнес-процессов |
| 1.3 | | Разработка показателей эффективности бизнес-процессов и методик их оценки и анализа |
| 1.4 | | Создание механизмов (процедур и методик) повышения и оперативности бизнес-процессов |
| 1.5 | | Создание и внедрение автоматизированной системы управления |
| 2.1 | Руководители среднего звена | Разработка нормативных документов, регламентирующих бизнес-процессы |
| 2.2 | | Создание механизмов (процедур и методик) непрерывного улучшения бизнес-процессов |
| 2.3 | | Обучение персонала по вопросам, связанным с участием в бизнес-процессах |
| 2.4 | | Подготовка персонала к внедрению и эксплуатации автоматизированной системы управления |
| 3.1 | Специалисты | Создание инструкций и методик, определяющих деятельность специалистов в рамках бизнес-процессов |
| 3.2 | | Подготовка к внедрению и эксплуатации автоматизированной системы управления |

При описании бизнес-процесса на верхнем уровне (рис. 4.20) в обязательном порядке должны быть

определены:

- название бизнес-процесса;
- входы бизнес-процесса;
- выходы бизнес-процесса;
- исполнитель: структурные подразделения, отдельные работники, внешние (по отношению к организации) исполнители;
- управляющие входы бизнес-процесса: нормативные, организационно-распорядительные.



Рис. 4.20. Бизнес-процесс на верхнем уровне

Описание бизнес-процессов должно сопровождаться разработкой ряда документов, например, таких,

как:

- положения, должностные и рабочие инструкции;
- спецификация операций бизнес-процесса;
- спецификации входов/выходов;
- спецификации на ресурсы;
- графические схемы бизнес-процесса и их текстовое описание;
- показатели бизнес-процесса;



- глоссарий;
- перечень документов бизнес-процесса;
- альбом документов бизнес-процесса.

При описании бизнес-процесса должна быть собрана информация, приведенная в табл. 4.2.

| Номер процесса | Характеристика бизнес-процесса | Информация по бизнес-процессу, подлежащая сбору |
|----------------|---|---|
| 1 | Название и назначение бизнес-процесса | Название бизнес-процесса. Назначение бизнес-процесса. Заказчик работ по описанию бизнес-процесса |
| 2 | Информация о подразделении или подразделениях | Полное и сокращенное название подразделения (или подразделений), выполняющего бизнес-процесс или участвующего в выполнении бизнес-процесса. Схема организационной структуры подразделения |
| 3 | Владелец бизнес-процесса | Должность, приложение, ссылка на должностную инструкцию владельца бизнес-процесса или положение о подразделении, или на распорядительный документ, определяющий сферу ответственности владельца бизнес-процесса |
| 4 | Основные операции | Перечень основных операций, выполняемых при проведении бизнес-процесса, и ответственные за их выполнение в подразделении |

| Номер процесса | Характеристика бизнес-процесса | Информация по бизнес-процессу, подлежащая сбору |
|----------------|---|--|
| 5 | Клиенты и выходы бизнес-процесса | Перечень клиентов бизнес-процесса с указанием получаемых ими выходов |
| 5.1 | Выход первого бизнес-процесса | Выходы бизнес-процесса: продукт, услуга, документ, информация. Краткая спецификация выхода или ссылка на нее. Потребитель (указывается, кто является потребителем данного выхода бизнес-процесса) |
| 5.2 | Выход второго бизнес-процесса | Выходы бизнес-процесса: продукт, услуга, документ, информация. Краткая спецификация выхода или ссылка на нее. Потребитель (указывается, кто является потребителем данного выхода бизнес-процесса) |
| 6 | Входы бизнес-процесса и их поставщики | Входы бизнес-процесса и их поставщики |
| 6.1 | Вход первого бизнес-процесса | Входы бизнес-процесса: продукт, услуга, документ, информация. Краткая спецификация входа или ссылка на нее. Поставщик (указывается, кто является поставщиком данного входа или внешним инициатором действий в данном подразделении) |
| 6.2 | Вход второго бизнес-процесса | Входы бизнес-процесса: продукт, услуга, документ, информация. Краткая спецификация входа или ссылка на нее. Поставщик (указывается, кто является поставщиком данного входа или внешним инициатором действий в данном подразделении) |
| 7 | Ресурсы | 1. Перечисляются ресурсы, которые используются при проведении бизнес-процесса. Краткая спецификация на каждый ресурс или ссылка на документ, где приведена. 2. Поставщик данного ресурса |
| 8 | Графические схемы бизнес-процесса и их текстовое описание | Графические схемы и текстовое описание бизнес-процесса |
| 9 | Показатели бизнес-процесса | Заполняются указанные ниже составляющие показателей |
| 9.1 | Показатели бизнес-процесса | 1. Заполняются названия количественных показателей, характеризующих ход бизнес-процесса, абсолютные и/или относительные затраты на его проведение. 2. Ссылка на документ, где зафиксирован данный показатель и методика его расчета (или описание этой методики). 3. Использование показателя для: а) принятия управленческих решений; б) отчета перед вышестоящим руководителем |



Окончание табл. 4.2

| Номер процесса | Характеристика бизнес-процесса | Информация по бизнес-процессу, подлежащая сбору |
|----------------|--|--|
| 9.2 | Показатели продукта бизнес-процесса | Заполняются названия количественных показателей, характеризующих продукт (выход) бизнес-процесса |
| 9.3 | Показатели удовлетворенности и потребителя бизнес-процесса | Заполняются названия количественных показателей, по которым можно оценить степень удовлетворенности потребителя (заказчика) результатами бизнес-процесса |
| 10 | Глоссарий терминов | Термины, используемые при выполнении бизнес-процесса |
| 11 | Перечень документов бизнес-процесса | Перечень и краткое описание документов, используемых при выполнении, описании и регламентации бизнес-процесса |

Выбор формата для описания рассматриваемого бизнес-процесса определяется масштабом и степенью

его детализации. Выделяется несколько уровней детализации бизнес-процесса:

1-й условный уровень: бизнес-процесс организации в целом, рекомендуемая глубина детализации 2—3

уровня;

2-й условный уровень: бизнес-процесс подразделения организации (возможна детализация операций

бизнес-процесса 1-го уровня), рекомендуемая глубина детализации 2—3 уровня;

3-й условный уровень: бизнес-процесс рабочего места подразделения (возможна детализация операций

бизнес-процесса 2-го уровня), рекомендуемая глубина описания 1—2 уровня.

Уровень детализации модели бизнес-процесса является условным понятием, определяемым для задач

разработки моделей бизнес-процесса. Для целей регламентации бизнес-процесса должен быть выбран

уровень описания, удобный для понимания выполняемых операций всеми участниками бизнес-

[к содержанию](#)



Целесообразность детализации модели определяет владелец бизнес-процесса совместно с разработчиками автоматизированной системы. Они осуществляют выбор цели и формата описания

бизнес-процесса.

В зависимости от поставленных целей для описания бизнес-процессов используются рекомендуемые

форматы принятых стандартов (табл. 4.3).

На рис. 4.21 представлена последовательность формирования моделей бизнес-процесса.

Таблица 4.3

| № п/п | Задача описания бизнес-процесса | Тип модели | Используемый формат |
|-------|---|---|-----------------------|
| 1 | Описание бизнес-процесса уровня организации | 1. Функциональная модель бизнес-процесса 2. Модель потоков данных | IDEF0 DFD |
| 2 | Регламентация бизнес-процесса уровня организации | 1. Функциональная модель бизнес-процесса 2. Модель потока работ 3. Модель потока данных | IDEF0 IDEF3 DFD |
| 3 | Описание бизнес-процесса уровня структурного подразделения | 1. Функциональная модель бизнес-процесса 2. Модель потока работ 3. Модель потока данных | IDEF0 IDEF3 DFD |
| 4 | Разработка регламента выполнения бизнес-процесса структурного подразделения | 1. Модель потока работ 2. Модель потока данных | IDEF3 DFD |
| 5 | Описание бизнес-процесса для рабочего места исполнителя | Модель потока работ | IDEF3 |
| 6 | Разработка регламента выполнения бизнес-процесса для рабочего места исполнителя | Модель потока работ | IDEF3 |



Рассмотрим **правила формирования моделей бизнес-процессов в IDEF0**. Функциональная модель

бизнес-процесса (IDEF0) представляет бизнес-процесс как совокупность выполняемых функций (направлений деятельности). Для определяемого в каждом конкретном случае уровня детализации

модели функции должны рассматриваться уже как операции, выполняемые в ходе бизнес-процесса. На

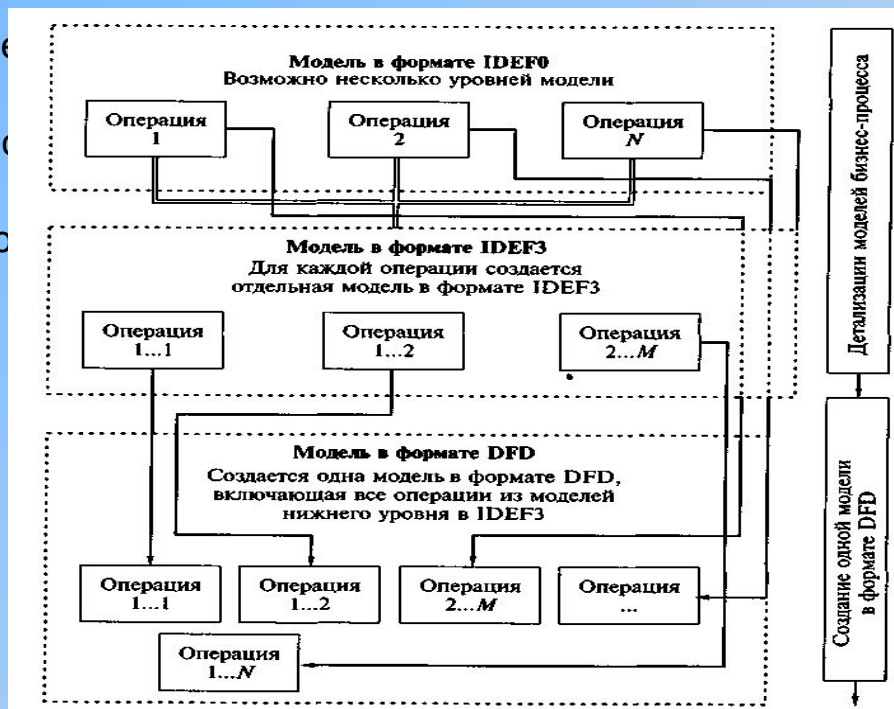
нижнем уровне модели в качестве функций рассматриваются отдельные операции. Модель IDEF0 рекомендована к применению при описании бизнес-процессов на верхнем уровне.

При составлении функциональной модели бизнес-процесса (IDEF0) описываются выполняемые функции

и входные, выходные (документов, файлов).

При описании бизнес-процессов создаются модели

IDEF0, IDEF3 и DFD. Мо



формации (документов,

нации различных

3 и DFD.



Условные обозначения формата IDEF0 представлены в табл. 4.4.

На диаграмме IDEF0 стрелки связывают выполняемые функции. Стрелки-входы обозначают материальные, финансовые и информационные ресурсы, которые преобразуются функцией.

Стрелки-выходы обозначают материальные, финансовые и информационные ресурсы, являющиеся результатом выполнения функции.

Стрелки-управления обозначают правила, стандарты, указания, нормативы и т. д.,

в соответствии с которыми выполняется функция. Каждая функция должна иметь хотя бы одну стрелку

о входящими в верхнюю грань блока,

| № п/п | Наименование | Описание | Графическое представление |
|-------|---|---|---------------------------|
| 1 | Модуль поведения (функции или операции) | Объект служит для описания функций (операций, работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия | |
| 2 | Стрелка слева | Стрелка описывает входы функции (операции) | |
| 3 | Стрелка справа | Стрелка описывает выходы функции (операции) | |
| 4 | Стрелка сверху | Стрелка описывает управляющие воздействия, например распоряжение, нормативный документ и т.д. | |
| 5 | Стрелка снизу | Стрелка снизу описывает нерасходуемые ресурсы (например, персонал), используемые для выполнения бизнес-процесса | |



Стрелки-механизмы обозначают средства выполнения функций: персонал, оборудование, станки,

устройства, информационные системы и т. д. Стрелки показывают вертикальными и горизонтальными

отрезками прямых с наконечником на одном конце, пересекающиеся под прямым углом и сопряженные

дугами. Стрелки соединяются с блоком следующим образом:

- концы стрелок должны касаться внешней стороны блока, но не пересекать ее;
- стрелки должны подсоединяться к блоку на его сторонах, присоединение в углах не допускается.

При изображении стрелок допускаются их слияние и разветвление. В случае разветвления стрелок их

именование и создание меток подчиняются следующим правилам:

- если стрелка именована до разветвления, а после разветвления ни одна из ветвей не именована, то подразумевается, что каждая ветвь моделирует те же данные или объекты, что и ветвь до разветвления;
- если стрелка именована до разветвления, а после разветвления какая-либо из ветвей не именована, то подразумевается, что она моделирует те же данные или объекты, что и до разветвления;
- недопустима ситуация, когда до разветвления стрелка не именована, а после разветвления не именована какая-либо из ветвей.

Правила именования сливающихся стрелок полностью аналогичны. В рамках одной диаграммы существует шесть типов *отношений между блоками*: доминирование, управление, выход — вход, обратная связь по управлению, обратная связь по входу, выход — механизм.

Блоки, расположенные на диаграмме выше и левее, «доминируют» над блоками, расположенными

ниже и правее. Отношение управления возникает, если выход одного блока служит **к содержанию** управляющим



Отношение обратной связи по входу возникает, если выход блока становится входом другого блока с

большим доминированием.

При построении модели бизнес-процесса в IDEF0 используется принцип *декомпозиции*.

Декомпозиция

функций производится для более подробного описания выбранной для декомпозиции функции.

При

декомпозиции функция раскладывается на множество функций, выполнение которых полностью обеспечивает реализацию декомпозированной функции.

Диаграмма, представляющая собой результат декомпозиции, называется дочерней, а декомпозируемая

диаграмма — родительской диаграммой. Декомпозируемый блок, обозначающий функцию, называется

родительским блоком.

Функциональная модель IDEF0 представляется в виде совокупности иерархически упорядоченных

диаграмм. Выполнение функции, отображенной на диаграмме верхнего уровня, детализируется на

диаграммах нижнего уровня.

Моделирование бизнес-процесса в IDEF0 начинается с построения так называемой контекстной диаграммы, которая представляет собой самое общее описание системы и ее взаимодействия с внешней средой. На контекстной диаграмме должна быть представлена цель моделирования и соответствующая ей точка зрения. При формировании моделей в IDEF0 используют стрелки, называемые

туннельными. Туннельные стрелки обозначаются как круглые скобки в конце или начале стрелок.

Допускается использование квадратных скобок вместо круглых. Стрелка, помещенная в «туннель» там,

[к содержанию](#)



Правила составления моделей IDEF0 следующие.

В составе диаграмм должна присутствовать контекстная диаграмма. Блоки на диаграмме располагаются

по диагонали — от левого верхнего угла диаграммы до правого нижнего в порядке присвоенных номеров.

Диаграммы (кроме контекстной) должны содержать не менее трех и не более восьми блоков.

Каждый

блок диаграммы получает номер, помещаемый в правом нижнем углу; порядок нумерации — от верхнего левого к нижнему правому блоку (например, номера от 1 до 8). Каждый блок, не имеющий

декомпозиции, помечается небольшой диагональной чертой, расположенной в левом верхнем углу

блока. Имена блоков (выполняемых функций) должны быть уникальными. Следует обеспечить максимальное расстояние между блоками и поворотами стрелок, а также между блоками и пересечениями стрелок для облегчения чтения диаграммы. Блоки всегда должны иметь хотя бы одну

управляющую и одну выходную стрелку, но могут не иметь входных стрелок.

Если одни и те же данные служат и для управления, и для входа, показывается только стрелка управления. Стрелки сливаются, если они представляют сходные данные и их источник не указан на

диаграмме.

Обратные связи по управлению изображают «верхней петлей» (вверх и над), обратные связи по входу —

«нижней петлей» (вниз и под). Стрелки объединяют, если они имеют общий источник или приемник,

или они представляют связанные данные.

При соединении большого числа блоков необходимо избегать необязательных пересечений



Все стрелки-механизмы на диаграммах нижнего уровня должны иметь в своем названии точное название отдела, выполняющего данную функцию. Стрелки управления на диаграммах нижнего уровня

должны быть детализированы до названия документа, регламентирующего данное действие.

На диаграммах верхнего уровня разрешается использовать названия групп документов только в том

случае, если они раскрываются до названия регламентирующего документа на нижних уровнях декомпозиции. Все прочие условия (кроме регламентирующих документов) должны быть показаны на

диаграмме как обычные входы, а не как стрелки управления.

Формат IDEF3 применяется для описания бизнес-процессов в виде потоков операций (работ).

| № п/п | Наименование | Описание | Графическое представление |
|-------|----------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Модель операции (работы) | Объект служит для описания операций (работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия | |
| 2 | Ссылочный объект | Объект, используемый для описания ссылок на другие диаграммы модели, циклические переходы в рамках одной модели, различные комментарии к операциям | |
| 3 | Логическое И | Логический оператор, определяющий связи между операциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса | |
| 4 | Логическое ИЛИ | Логический оператор, определяющий связи между операциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса | |
| 5 | Логическое исключающее ИЛИ | Логический оператор, определяющий связи между операциями в рамках процесса. Позволяет описать ветвление процесса | |

5 и 4.6.



Таблица 4.6

| № п/п | Тип стрелки | Графическое представление |
|-------|--|---------------------------|
| 1 | Стрелка предшествования. Соединяет последовательно выполняемые операции | |
| 2 | Стрелка отношения. Используется для привязки объектов-комментариев к операциям | |
| 3 | Стрелка потока объектов. Показывает поток объектов (финансовых, материальных) от одной операции к другой | |

Операции (работы) обозначают преобразования потоков материальных, финансовых ресурсов и информации (документов, файлов). Операции изображаются прямоугольниками со сплошными границами, при этом нижняя часть прямоугольника отделена сплошной линией. Каждая операция имеет

название и номер. Название операции выражается глаголом или отглагольным существительным.

Номер операции используется для ее идентификации в модели.

Стрелки связей обозначают взаимосвязи между выполняемыми операциями, которые выражаются

через связь операций посредством потока объектов или последовательность выполнения операций во

времени. Связь между операциями, выраженная как последовательность выполнения во времени,

может быть двух видов: старшая связь; связь-отношение. Старшая связь показывает, что для начала

работы одной операции необходимо завершение выполнения другой. Старшая связь изображается

однаправленной сплошной стрелкой с одним наконечником. Связь-отношение показывает, что для

выполнения операции нет необходимости в завершении выполнения другой операции — [к содержанию](#)



Рекомендуется строить диаграммы IDEF3 так, чтобы стрелки, обозначающие связи, были направлены

слева направо либо сверху вниз. Стрелки изображаются вертикальными и горизонтальными отрезками

прямых с одним или двумя наконечниками на конце, пересекающиеся под прямым углом и сопряженные дугами. Стрелки соединяются с прямоугольниками, изображающими операции, следующим образом:

- концы стрелок должны касаться внешней стороны прямоугольника, но не пересекать ее;
- стрелки должны подсоединяться к прямоугольнику на его сторонах, присоединение в углах не допускается;
- в отличие от диаграмм IDEF0 стрелки могут подходить и исходить из любых граней прямоугольников.

Объект модели типа «перекресток» используется для отображения логики взаимодействия стрелок при

слиянии и разветвлении или для отображения множества событий, которые могут или должны быть

завершены перед началом выполнения следующей операции. Перекрестки используются для обозначения следующих ситуаций: окончание реализации одной операции может служить сигналом к

началу выполнения нескольких операций, или же одна операция для своего запуска может ожидать

окончания выполнения нескольких операций. Стрелки могут сливаться и разветвляться только через

перекрестки.

В табл. 4.7 приведены типы используемых перекрестков.



Таблица 4.7

| № п/п | Наименование | Смысл в случае | | Графическое представление |
|-------|-----------------|---|---|---------------------------|
| | | слияния стрелок | разветвление стрелок | |
| 1 | Асинхронное И | Все предшествующие операции должны быть выполнены | Все следующие операции должны быть запущены | & |
| 2 | Синхронное И | Все предшествующие операции должны быть завершены одновременно | Все следующие операции должны быть запущены | & |
| 3 | Асинхронное ИЛИ | Одна или несколько предшествующих операций должны быть завершены | Одна или несколько следующих операций должны быть запущены | O |
| 4 | Синхронное ИЛИ | Одна или несколько предшествующих операций должны быть завершены одновременно | Одна или несколько следующих операций должны быть запущены одновременно | O |
| 5 | Исключающее ИЛИ | Только одна предшествующая операция завершена | Только одна предшествующая операция запускается | X |

Перекресток не образует ни квадрата с двойной правой или левой границей. Рассмотрим

правила

создания перекрестков.

На одной диаграмме IDEF3 может быть создано несколько перекрестков различных типов.

Каждому

перекрестку для слияния должен предшествовать перекресток для разветвления. Перекресток

для

слияния И не может следовать за перекрестком для разветвления типа синхронного или

асинхронного

ИЛИ либо исключаяющего ИЛИ.

Перекресток для слияния типа исключаяющего ИЛИ не может следовать за перекрестком для

разветвления типа И.

Перекресток, имеющий одну стрелку на одной стороне, должен иметь более одной стрелки на другой

стороне



перекрестках. Ссылки применяются для указания следующих свойств операций и перекрестков:

- участия важного объекта в выполнении операции;
- циклов выполнения операций;
- частоты выполнения операций;
- другой важной информации.

Ссылки изображаются прямоугольником, похожим на прямоугольник, обозначающий операцию, и соединяются сплошной линией с операцией и перекрестком, к которому они относятся.

При построении диаграмм в IDEF3 используется принцип декомпозиции, в результате которой образуется иерархическая структура диаграмм IDEF3.

Родительская диаграмма, расположенная на вершине иерархической структуры диаграмм, должна быть

либо диаграммой IDEF0, либо диаграммой DFD. Если диаграмма IDEF3 не дополняет модель IDEF0 или

DFD, а является самостоятельной моделью, то на родительской диаграмме верхнего уровня должна быть

обозначена цель моделирования и точка зрения создателя модели.

В качестве контекстной диаграммы рекомендуется использовать контекстную диаграмму, выполненную

в нотации IDEF0.

Построение диаграмм IDEF3 основано на следующих правилах.

На вершине дерева декомпозиции диаграмм должна находиться либо контекстная диаграмма в нотации

IDEF0 с указанием цели моделирования и точки зрения, либо IDEF0 или DFD-диаграмма (в случае если

диаграммы IDEF3 дополняют модель в нотации IDEF0 или DFD).

Рекомендуется стрелки, обозначающие связи, направлять либо слева направо, либо сверху вниз.

Диаграммы должны содержать не менее трех и не более восьми операций. Каждая операция



Связь через потоки объектов должна иметь имя, которое является уникальным. Старшая связь и связи-

отношения могут иметь имена, которые также должны быть уникальными. Уникальными именами должны обладать и объекты ссылок.

Каждому перекрестку присваивается уникальный номер. При наличии стрелок со сложной топологией

целесообразно повторить имя для удобства ее идентификации.

Каждая операция, не имеющая декомпозиции, помечается небольшой диагональной чертой, расположенной в левом верхнем углу прямоугольника, изображающего эту операцию.

Дочерние диаграммы (описания и сценарии) должны иметь один вход. Один выход должна иметь дочерняя диаграмма-описание.

Стрелки должны сливаться и разветвляться через перекрестки.

При соединении большого числа прямоугольников необходимо избегать необязательного пересечения

стрелок, для этого надо минимизировать число петель и поворотов каждой стрелки.

Следует обеспечить максимальное расстояние между прямоугольниками и поворотами стрелок, а также

между прямоугольниками и пересечениями стрелок для облегчения чтения диаграммы.

Одновременно

уменьшается вероятность перепутать две разные стрелки.

В случаях сложных диаграмм рекомендуется использовать различные цвета или «уровни» для прямоугольников и стрелок, позволяющие показывать или распечатывать только часть схемы и добиваться ее большей наглядности.

Диаграммы должны быть декомпозированы до уровня, на котором присутствуют операции обработки

конкретных документов (или совокупности документов).

В ссылках на операции обработки документов должны быть указания на обрабатываемые

[к содержанию](#)



Рассмотрим правила формирования моделей бизнес-процессов в формате DFD, который применяется

для описания бизнес-процессов в виде потоков данных. Условные обозначения формата DFD приведены в табл. 4.8.

| № п/п | Наименование | Описание | Графическое представление |
|-------|--------------------------|---|---------------------------|
| 1 | Модель операции (работы) | Объект служит для описания операций (работ), выполняемых подразделениями/сотрудниками предприятия | |
| 2 | Хранилище данных | Объект, используемый для описания носителей информации (документов, файлов) | |
| 3 | Внешний объект | Объект модели, используемый для описания субъектов внешней среды бизнес-процесса | |

Для отображения потоков данных между операциями и хранилищами используется стрелка потока

данных.

Модель информационных потоков бизнес-процесса DFD представляет бизнес-процесс как совокупность

выполняемых операций в привязке к движению информационных потоков. Модель информационных

потоков DFD описывает:

- операции обработки информации;
- документы и информацию;
- объекты, организационные единицы, сотрудников и т. д., которые участвуют в обработке информации;
- внешние объекты, которые участвуют в бизнес-процессе, но находятся за его границами;
- хранилища документов, данных и информации.

[к содержанию](#)



В модели информационных потоков должны отражаться исполнители, а также субъекты, взаимодействующие с бизнес-процессом.

Основными объектами моделей DFD являются операции, хранилища данных, внешние объекты (сущности), потоки данных и объектов.

Операции обозначают преобразования потоков материальных, финансовых ресурсов и информации

(документов, файлов). Операции изображаются прямоугольниками со сплошными границами и скругленными углами и выделяются серым фоном.

Хранилища данных (объектов) обозначают места хранения данных.

Внешние объекты (иначе говоря, внешние сущности) обозначают некоторые объекты, которые участвуют в бизнес-процессе, но находятся за его границами, т. е. являются частью внешней среды.

Внешние объекты поддерживают обмен потоками объектов из внешней среды в систему и обратно

через входы и выходы моделируемой системы. Один внешний объект может быть использован многократно в рамках одной модели (на одной или нескольких диаграммах). Внешние объекты изображаются в виде прямоугольников со сплошными границами. Обычно изображение внешних объектов размещается по краям диаграммы. Рекомендуется присваивать внешним объектам наименования, выраженные отглагольными существительными.

Потоки данных и объектов обозначают движение объектов, информации и данных из одной части

системы в другую. Потоки объектов, включая данные, связывают операции, внешние объекты и хранилища. Потоки данных и объектов изображаются стрелками. В отличие от моделей IDEF0 в моделях

DFD нет стрелок, обозначающих механизмы реализации функции и управление функцией.

Стрелки изображаются вертикальными и горизонтальными отрезками прямых с наконечником на



Стрелки соединяются с прямоугольниками, изображающими операции, хранилища и внешние объекты, следующим образом:

- концы стрелок должны касаться внешней стороны блока, но не пересекать ее;
- стрелки должны подсоединяться к прямоугольнику на его сторонах, присоединение в углах не допускается;
- в отличие от диаграмм IDEF0 стрелки могут подходить и исходить из любых граней прямоугольников.

Рекомендуется использовать левую грань прямоугольника, обозначающего операцию, в качестве входа

и правую грань в качестве выхода и располагать прямоугольники по направлению слева направо и

сверху вниз.

При изображении стрелок допускается их слияние и разветвление, которые применяются для уменьшения загруженности диаграмм графическими элементами. В случае разветвления стрелок их

именование и создание меток подчиняются тем же правилам, что и в модели IDEF0.

При формировании моделей в DFD может использоваться декомпозиция.

Методика построения диаграмм DFD основана на следующих правилах.

На вершине дерева декомпозиции диаграмм должна находиться либо контекстная диаграмма, либо

диаграмма IDEF0 (если диаграммы DFD дополняют модель в нотации IDEF0).

Связи системы с внешней средой отображаются исключительно внутренними стрелками, которые

связывают внешние объекты с одной стороны и операции хранилища с другой.

Ограничений по количеству операций на диаграмме нет. Рекомендуется создавать диаграммы, которые



Рис. 4.22. Пример бизнес-процесса подготовки документа А на верхнем уровне 148



Рис. 4.23 Формирование бизнес-процесса подготовки документа А на нижнем уровне

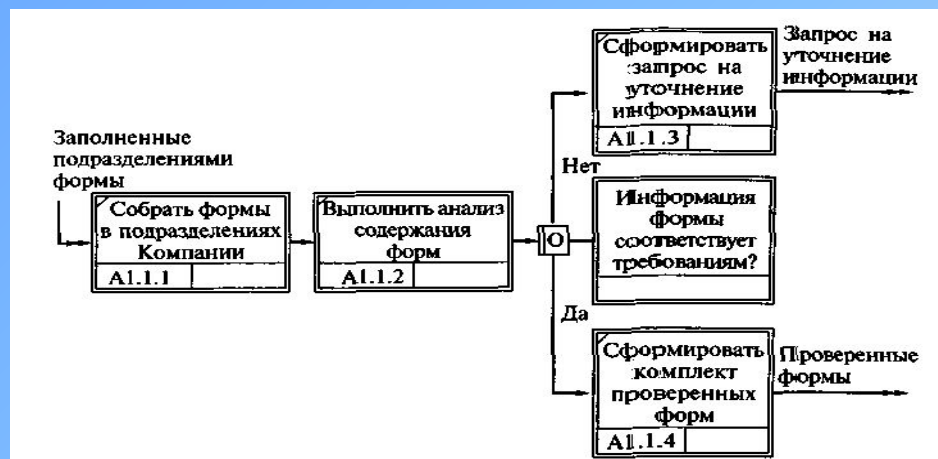


Рис. 4.24. Формирование бизнес-процесса подготовки документа А. Собрать и проверить информацию

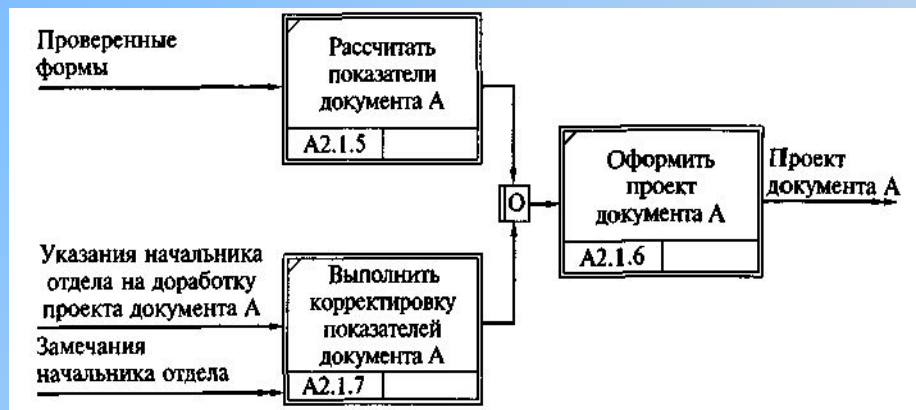


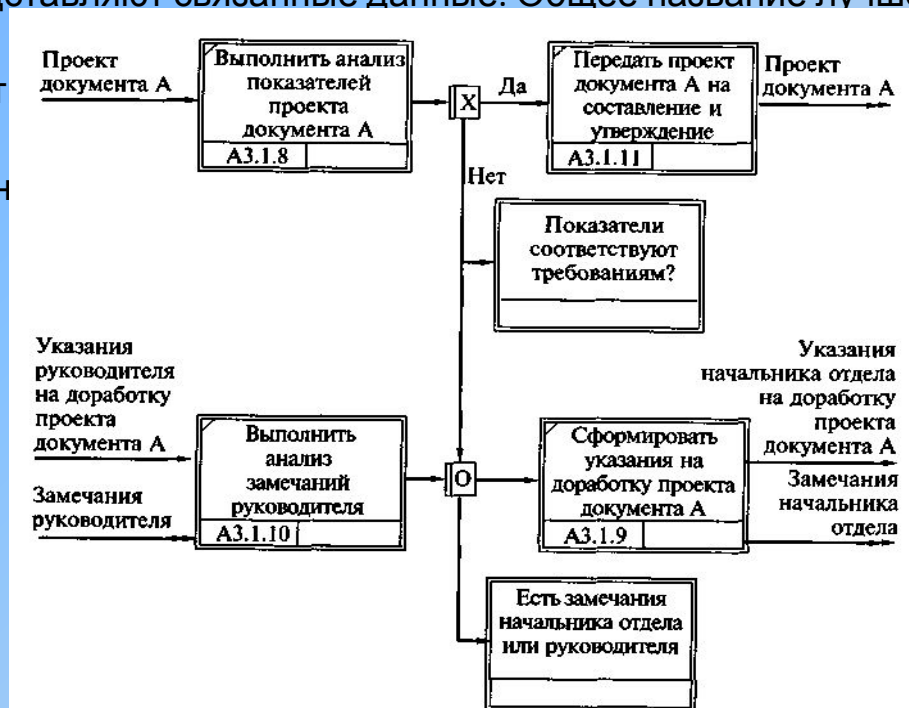
Рис. 4.25. Формирование бизнес-процесса подготовки документа А. Обработать полученную информацию



Одновременно уменьшается вероятность перепутать две разные стрелки. Максимально увеличенное расстояние между параллельными стрелками облегчает размещения меток, их чтение и позволяет проследить пути стрелок. Стрелки связываются (сливаются), если они представляют сходные данные и их источник не указан на диаграмме. Стрелки объединяются, если они имеют общий источник или приемник либо они представляют связанные данные. Общее название лучше описывает суть данных.

Следует минимизировать природу данных не слишком разн

если, конечно,



[к содержанию](#)



Если возможно, стрелки присоединяются к прямоугольникам в одной и той же позиции. Тогда соединение стрелок конкретного типа с прямоугольниками будет согласованным и чтение диаграммы

упростится. При соединении большого числа прямоугольников необходимо избегать необязательных

пересечений стрелок. Следует минимизировать число петель и поворотов каждой стрелки.

При описании операций, преобразующих информационные потоки, на диаграммах нижних уровней

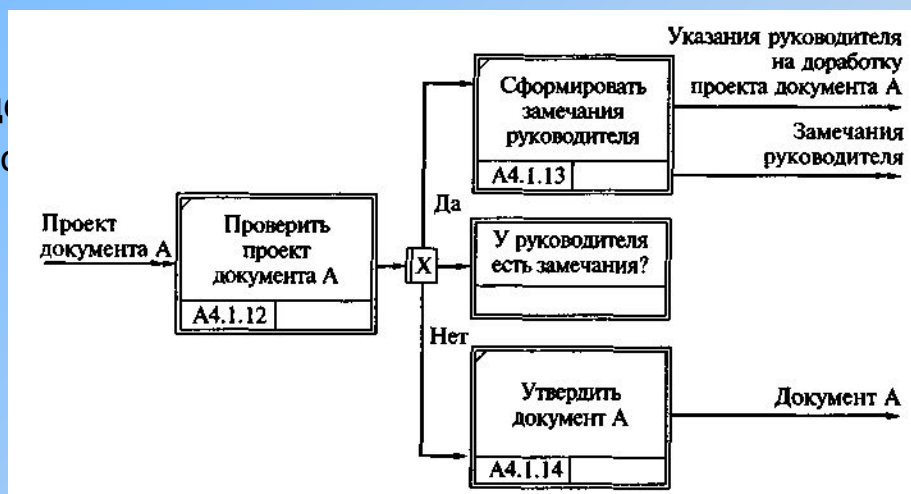
названиям стрелок-входов должен быть поставлен в соответствие конкретный документ или перечень

документов.

Рекомендуется, чтобы хранилища данных соответствовали либо информационным системам, либо

бумажным архивам.

На рис. 4.22—4.27 представлены бизнес-процессы в соответствии с послед-



бизнес-процесса в

[к содержанию](#)