

*Институт экономики, отраслей бизнеса и  
администрирования*

***Системный анализ в  
логистике***

*Михаил Александрович Гурин*

*2014*

## Список литературы:

- 1. Проектирование логистических систем: Ю.М. Неруш, С.А. Панов, А.Ю. Неруш, М. Юрайт. 2014.
- 2. Структурный анализ систем: IDEF-технологии. С.В. Черемных, И.О.Семенов, В. С. Ручкин. М.: Финансы и статистика, 2003.
- 3. Дэвид А.Марка и Клемент МакГоуэн. SADT-методология структурного анализа и проектирования. М.:Метатехнология, 1993.
- 4. В.Ф. Горшенин. Логистика. Челябинский государственный университет, 2014.
- 5. Маклаков С.В. Platinum VPwin, ERWin. CASE-средства разработки информационных систем. М. Диалог МИФИ, 1999.
- 6. Системный анализ в логистике. Учебник. Л.Б. Миротин, Ы.Э. Ташбаев. М. Экзамен. 2004.

# Логистическая система

(также как любая система)

**Любая система** представляет собой совокупность подсистем и элементов. Причем подсистемы в свою очередь состоят из подсистем более низкого уровня декомпозиции или элементов.

**Элемент** – неделимая часть системы.

Следует различать понятия состава и структуры системы:

**Состав** – это простой набор подсистем и элементов системы.

**Структура** – это состав системы с указанием связи между элементами и подсистемами.

# Условиями существования любой системы,

**в том числе и логистической, являются следующие:**

1) система – это некоторый объект изучения, обладающий целостностью (или рассматриваемый как целое). Объект может быть материальным (реальным), мыслимым (абстрактным), а может являться совокупностью материальных и абстрактных образований;

2) наличие некоторых характеристик цели, критерия качества, которые определяют существование объекта как системы (для чего она создана);

3) требование, чтобы рассматриваемая система была частью, подсистемой некоторой большой системы, входила в некоторую другую систему;

4) требование, чтобы объект, рассматриваемый как

# Логистическая система

представляет собой адаптивную систему с обратной связью, выполняющую те или иные логистические функции.

Она, как правило, состоит из нескольких подсистем и имеет развитые связи с внешней средой.

Различают макро- и микрологистические системы.

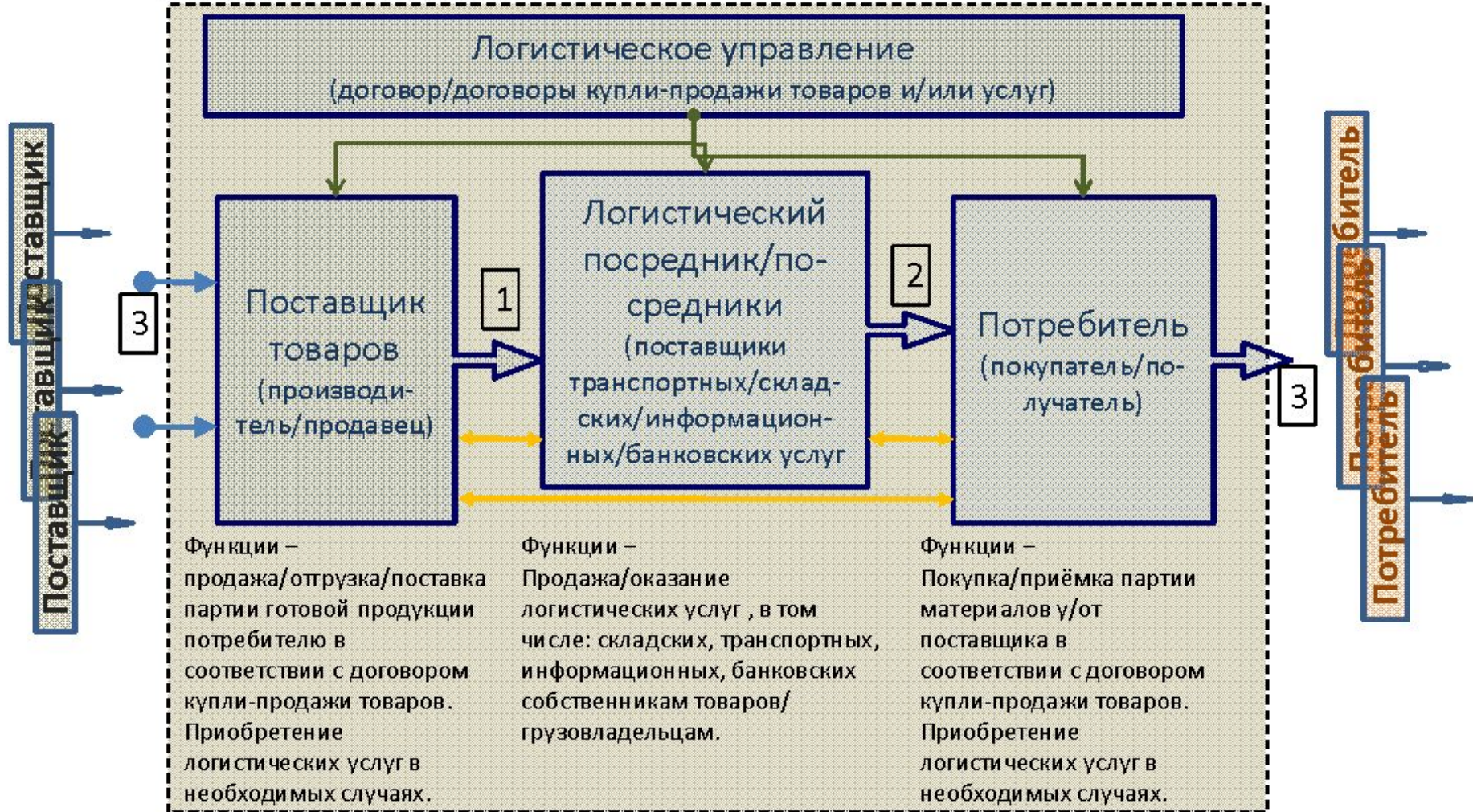
## **Макрологистическая система –**

это система управления материальными потоками, охватывающая предприятия и организации промышленности, посреднические, торговые и транспортные организации различных форм собственности, независимо от их расположения в регионах страны или в разных странах.

Макрологистическая система представляет собой инфраструктуру экономики региона, страны или групп стран.

# Макрологистическая система (схематичная модель)

Граница макрологистической системы



Примечания:

• Информационные потоки: - первичная информация; - управляющая информация.

• Материальные потоки:

- 1** - Готовая продукция поставляемая потребителям;
- 2** - Материальные ресурсы закупаемые у поставщиков.
- 3** - Внешние материальные потоки. Не являются элементами данной системы.

## На уровне макрологистики выделяют три вида логистических систем:

- **с прямыми связями** – доведение материального потока до потребителей осуществляется без участия посредников, на основе прямых хозяйственных связей;
- **эшелонированные** – в таких системах материальный поток на пути от производителя к потребителю проходит через одного или нескольких посредников;
- **гибкие** – в этом случае доведение материального потока до потребителя осуществляется как по прямым связям, так и с участием посредников.

*Например, снабжение запасными частями: отгрузка деталей редкого спроса обычно производится с*



## **Мировой опыт формирования**

**макрологистических систем показывает, что:**

- **транспортные расходы** при этом сокращаются на 7–20 %,
- **хранение материальных ресурсов** и готовой продукции – на 15–30 %,
- **общие логистические издержки** на 12–35 %.

**Передача функций** снабжения и сбыта торговым посредникам позволяет предприятиям-производителям почти в **три раза** сократить собственные расходы на эти цели,

- **ускорить оборачиваемость оборотных средств** на 20–40 %,
- **запасы продукции** снизить на 50–100 %.

## Микрологистические системы

представляют собой структурные составляющие макрологистических систем, а именно, **класс внутрипроизводственных логистических систем**, в состав которых входят технологически связанные производства, объединенные единой административной структурой (например, в том числе, производственные, транспортные и торговые предприятия, территориально-производственные комплексы).

# Микрологистическая система (схематичная модель)



Примечания: • Информационные потоки: - первичная информация; - управляющая информация.

- Материальные потоки:
- 1** - Материальные ресурсы закупаемые у поставщиков;
  - 2** - Рабочие комплекты поставляемые на рабочие места;
  - 3** - Изделия завершённые в производстве поставляемые на склад готовой продукции;
  - 4** - Готовая продукция поставляемая потребителям.

**Концепция\* логистики** - совокупность принципов логистики.

(\*Концепция — определенный способ понимания какого-либо предмета или процесса; основная точка зрения на предмет; общепринятая идея для их систематического освещения.)

**Принцип логистики** — это обобщенные опытные данные, закон явлений, найденный из наблюдений экспертов по логистике.

Знание экспертами по логистике некоторых принципов позволяет легко возмещать неопределенность некоторых факторов внешней среды.

# Объективные условия существования логистической концепции

## **Организационное единство потокового процесса товароо-**

бразования и воспроизводства обеспечивается юридическим правом одного субъекта организационно (административно) управлять (распоряжаться, принимать решения) всем циклом потокового процесса товарообмена и воспроизводства.

## **Технологическое единство потокового процесса обеспечи-**

вается наличием единой технологической (технической) структуры самостоятельного производственного или коммерческого объекта. Формой его специализации, степенью технологического цикла воспроизводства и распределения продукта.

## **Экономическое единство потоковых процессов обуславлива-**

ется единством целевого результата (общий интерес всех субъектов предпринимательства в конечном продукте) производственно-коммерческой деятельности во всех звеньях потокового процесса, степенью диверсификации производственно-коммерческой деятельности.

**Принципы логистики** делятся на **общеконцептуальные** и **специфические**.

**Общеконцептуальные** включают:

- 1 - системность,
- 2 - комплексность,
- 3 - научность,
- 4 - конкретность,
- 5 - конструктивность,
- 6 - надежность,
- 7 - альтернативность.

## **1. Системность.**

Принцип системности предполагает подход к логистической системе как к объекту, представленному совокупностью взаимосвязанных частных элементов (функций), реализация которых обеспечивает достижение нужного эффекта в требуемые сроки, при необходимых трудовых, финансовых и материальных затратах, с минимальным ущербом для окружающей среды.

**2. Комплексность** означает стремление организации к тесному сотрудничеству с внешними партнерами по всей логистической цепи и установлению прочных связей между различными подразделениями организации в рамках внутренней деятельности.

**3. Научность** заключается в усилении расчетно-теоретической деятельности на всех стадиях управления потоковыми процессами и признании за квалифицированными кадрами статуса самого важного ресурса логистических структур организации.



**4. Конкретность** предполагает четкое определение целей и задач каждого звена логистической системы в соответствии с техническими, экономическими и другими требованиями при наименьших издержках всех видов ресурсов.

**5. Конструктивность** предусматривает отслеживание перемещения отдельных элементов потока и оперативное регулирование потока посредством корректировки его движения.

**6. Надежность** проявляется в достижении непрерывности и безопасности движения потока; наличии резервов для регулирования потока и использовании современных инструментов управления потоками.

**7. Альтернативность** осуществляется за счет реализации сценарного планирования, позволяющего логистической системе в условиях неопределенности быстро реагировать на изменения внешней путем выбора из нескольких альтернативных вариантов решения лучшего (оптимального) при заданных условиях.

**Специфические принципы**, содержат накопленный **опыт экспертов-логистиков**, применяемый в современной логистике, в том числе:

- 1. Принцип тотального учета затрат;**
- 2. Принцип глобальной оптимизации;**
- 3. Принцип логистической координации и интеграции;**
- 4. Принцип моделирования и информационно-компьютерной поддержки;**
- 5. Принцип гармонизации;**
- 6. Принцип TQM — всеобщего управления качеством;**
- 7. Принцип отказа от универсального в пользу специального;**
- 8. Принцип гуманизации;**

**1. Принцип тотального учета затрат**  
-учет всей совокупности издержек  
управления материальными и связанными с  
ними информационными и финансовыми  
потоками по всей логистической цепи.

Как правило, **критерий минимума  
общих логистических затрат** является  
одним из основных при оптимизации  
логистических систем.

## **2. Принцип глобальной оптимизации**

При оптимизации структуры или управления в логистической системе необходимо согласование локальных целей функционирования элементов (звеньев) системы для достижения глобального оптимума.

Отличительной особенностью логистического подхода к управлению потоками является оптимизация функционирования не отдельных элементов, а всей логистической системы в целом.

### **3. Принцип логистической координации и интеграции**

В процессе логистического менеджмента необходимо достижение согласованного, интегрального участия всех звеньев логистической системы (цепи) от ее начала и до конца в управлении материальными (информационными, финансовыми) потоками при реализации целевой функции.

## **4. Принцип моделирования и информационно-компьютерной поддержки**

При анализе, синтезе и оптимизации объектов и процессов в логистических системах и цепях широко

используются различные модели, в том числе:

- математические,
- экономико-математические,
- графические,
- физические,
- Имитационные (на ЭВМ) и др.

Реализация логистического менеджмента в настоящее время практически невозможна без соответствующей информационно-компьютерной поддержки.

## 5. Принцип гармонизации

предполагает использование теории компромиссов для перераспределения затрат.

Под компромиссом понимается гармонизация экономических интересов всех участников логистического процесса.

Использование **критерия минимизации общих затрат** может привести к снижению прибыли (увеличение затрат) в некоторых звеньях логистической системы, что допустимо и необходимо при условии увеличения прибыли (снижения затрат) всей логистической системы в целом.



## **6. Принцип TQM — всеобщего управления качеством**

— обеспечение надежности функционирования и высокого качества работы каждого элемента логистической системы для обеспечения общего качества товаров и сервиса, поставляемых конечным потребителям.

## **7. Принцип отказа от универсального в пользу специального**

Смысл этого положения заключается в использовании оборудования, соответствующего конкретным условиям.

Оптимизация потоковых процессов за счет использования специализированного оборудования возможна только в условиях массового выпуска и использования широкой номенклатуры разнообразных средств производства.

Это означает, что для воплощения этого принципа логистики на практике требуется высокий уровень научно-технического развития общества.

## **8. Принцип гуманизации**

всех функций и технологических решений в логистических системах, что означает соответствие экологическим требованиям по охране окружающей среды, эргономическим, социальным, этическим требованиям работы персонала и т. п.

## **9. Принцип устойчивости и адаптивности**

Логистическая система должна устойчиво работать при допустимых отклонениях параметров и факторов внешней среды (например, при колебаниях рыночного спроса на конечную продукцию, изменениях условий поставок или закупок материальных ресурсов, вариациях транспортных тарифов и т. п.).

При значительных колебаниях стохастических факторов внешней среды логистическая система должна приспосабливаться к новым условиям, меняя программу функционирования, параметры и критерии оптимизации

## 10. Принцип развития логистического сервиса

По сравнению с повышением качества товара или выпуском нового товара существует гораздо менее затратный путь повышения конкурентоспособности предприятия, а именно, достижение современного уровня логистического сервиса и его развитие (обеспечение гибкости, надежности и высокого качества, а именно: своевременная доставка, удобная тара, приемлемые партии, подобранный ассортимент и т. п.).

## Парадигмы логистики

Парадигма ( от греч. paradeigma — пример, образец, исходная **концептуальная** схема) **модель постановки проблем и их решения,** методов исследования, господствующих в течение определенного периода в научном сообществе. Парадигмы логистики тесно связаны с четырьмя этапами ее эволюции. Всего в историческом развитии логистики прослеживаются четыре основных парадигмы:

- аналитическая;
- технологическая (информационная);
- маркетинговая;
- интегральная.

# Эволюционное развитие парадигмы логистики

1920 – 1950 гг.

**Аналитическая парадигма**

Прогнозирование спроса  
Закупки  
Упаковочная индустрия  
Грузопереработка  
Складирование

Военная логистика

Планирование распределения  
Управление заказами  
Транспортировка  
Управление запасами в сбыте  
Обслуживание потребителей

Планирование потребностей  
Производственное планирование и расписание  
Управление запасами в производстве  
Технологическая транспортировка

1950 – 1970 гг.

**Технологическая парадигма**

Материальный менеджмент

Физическое распределение

Производственный (операционный) менеджмент

1970 – 1980 гг.

**Маркетинговая парадигма**

Интегрированная дистрибьюция

Бизнес-Логистика

Информационные технологии, микропроцессорная техника

Маркетинг

Всеобщее управление Качеством

Промышленная логистика

1980 – 1990 гг.

**Интегральная парадигма**

ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЛОГИСТИКА

**Аналитическая парадигма** представляет собой первоначальный классический подход к логистике как к теоретической науке, занимающейся проблемами управления материальными потоками в производстве и обращении. Примером концентрации исследований вокруг аналитической парадигмы являются американские университеты, где логистика — одна из основополагающих дисциплин. Аналитическая парадигма **основана на твердой теоретической базе, использующей при исследованиях методы и модели теории управления запасами, исследования операций, экономической кибернетики, методы математической статистики и др.** Характерной особенностью применения аналитической парадигмы является построение **достаточно сложной экономико-математической модели**, отражающей специфику решаемой логистической проблемы. Такие модели требуют большого объема исходной информации и разработки сложных алгоритмов принятия решений в логистическом управлении, но позволяют решать оптимизационные задачи.

Их практическое применение (исходя из указанных трудностей) **сужается в основном до внутрипроизводственных логистических систем.**



**Технологическая парадигма** появилась в 1960-х гг. и тесно связана с бурным развитием информационно-компьютерных технологий.

Парадигма **сосредоточена на выполнении административных функций организации: планировании, закупке материальных ресурсов, производстве, дистрибьюции готовой продукции и др.**

**Теоретической основой технологической парадигмы является системный подход, который применяется как для моделирования самих логистических объектов, так и для синтеза систем информационно-компьютерной поддержки.**

Основные стратегии логистического управления состоят в том, чтобы автоматизировать тривиальные задачи и использовать информационно-компьютерную поддержку для решения более сложных логистических задач. При этом автоматизация всего процесса управления материальным потоком не является целью внутри данной парадигмы.

**Практическим примером использования технологической парадигмы являются широко распространенные системы MRP (Manufacturing Requirements/Resource Planning) / DRP (Distribution Requirements/Resource Planning), применяемые вовнутрфирменном планировании и управлении запасами и закупками материальных ресурсов, а также поставками готовой продукции потребителям.**

Научной базой **маркетинговой парадигмы** являются в основном экономические и социальные дисциплины (экономика и организация производства, управление персоналом и качеством продукции, маркетинг и т. п.), а математическую основу составляют, главным образом, теория вероятностей, математическая статистика и т. п.

Необходимо отметить, что модели, использующие в качестве основы маркетинговую парадигму, являются достаточно абстрактными, имеют большую размерность, многие переменные носят качественный характер, что затрудняет получение простых аналитических решений.

**Примером использования маркетинговой парадигмы за рубежом является LRP-система (Logistics Requirements Planning) — система контроля входных, внутренних и выходных материальных потоков на уровне фирмы, территориально производственных объединений и макрологистических структур. Система известна также под названием Supply Chain Management System (система управления логистической цепью).**

Согласно **концепции интегральной (интегрированной) ЛОГИСТИКИ**, продвижение продукции обеспечивается через непрерывную и последовательную цепь пошагового добавления стоимости. Добавочная стоимость означает, что каждое звено логистической системы включает действия, повышающие стоимость продукта или услуги для тех, кто будет получать товар.

**Примером применения интегрированной логистики являются концепция JIT (just-in-time — «точно в срок»), TQM (Total Quality Management — всеобщее управление качеством), интегрированные системы дистрибьюции и др. На интегральной парадигме базировалось создание такой логистической системы, как ISCIS (Integrated Supply Chain Information System) — интегрированной информационной системы, обслуживающей логистический канал. ISCIS реализует интегрированную координацию логистических систем и звеньев на микро- и макроуровнях как по материальным, так и по информационным потокам с помощью онлайн-режима обработки сообщений в телекоммуникационных сетях.**

Интегральная парадигма успешно используется при синтезе макрологистических структур.

В качестве примера можно привести создание мировой сети центров торговли (Trade Point) в рамках международной программы ООН по повышению эффективности мировой торговли (программа UNCTAD)

## Системный подход в логистике

Предназначение логистики состоит в управлении интегрированной совокупностью производственных и коммерческих звеньев, обеспечивающих целенаправленное движение и преобразование материального и связанных с ним потоков.

Неслучайно методологической основой концепции логистики стал системный подход.

# Системология логистики основана на общей теории систем

— основополагающей научной теории, без которой в настоящее время не обходится не один научный анализ или исследование технических и экономических объектов. **Общая теория систем** — научная дисциплина, разрабатывающая теоретические и методологические принципы и методы исследования систем.

**Теория систем** занимается разработкой обобщающих моделей систем, созданием аппарата описания функционирования и поведения системных объектов, созданием обобщенных теорий систем, исследованием динамики систем и т. п.

## Историческая справка

Попытки создания целостной системы взглядов на окружающий мир, на организацию и управление в частности, предпринимались **с древнейших времен.**

И только в начале XX столетия появились работы, заложившие основу теории систем. Особую роль в этом сыграл наш соотечественник А. А. Богданов, которым еще в 1913 г. была разработана «Всеобщая организационная наука (Тектология)».

Окончательно «Общая теория систем» сформировалась в 1950-е гг. в трудах Л. Бертоланфи.

Она исходит из того, что любой объект — технический, экономический, социальный, биологический и другие — рассматривается как система, т.е. как комплекс взаимосвязанных

# Формулировка понятия

Вариант 1. **Система** — это совокупность некоторых составных частей (или элементов), имеющих определенные характеристики и даже свои локальные цели, но соединенных вместе некоторой структурой и действующих для достижения единой цели и в связи с этим образующих нечто целое, упорядоченное и организованное.

Вариант 2. **Классическим является определение системы**, как множества элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и образующих определенную целостность или единство.

При формировании логистических систем должны учитываться следующие **принципы системного подхода**:

- **принцип направленности познавательного движения**: от характеристик объекта, как некоторой целостности, через выявление и изучение системообразующих связей, к определению его элементов (метод дедукции);
- **принцип последовательного продвижения по этапам создания системы**. Соблюдение этого принципа означает, что система сначала должна исследоваться на макроуровне, т. е. во взаимоотношении с окружающей средой, а затем на микроуровне, т.е. внутри своей структуры;
- **принцип согласования** информационных, надежности, ресурсных и других характеристик проектируемых



- Принцип *кибернетического (классического) подхода* заключается в переходе от частного к общему (метод индукции).

Формирование системы при этом происходит путем слияния ее компонентов, разрабатываемых отдельно.

На первом этапе определяются цели функционирования элементов и подсистем, на втором — анализ и формирование подсистем, на третьем — формирование совокупности подсистем и элементов, образующих работоспособную систему.

Кибернетический подход в логистике представляет синтез экономико-математического моделирования с общими принципами кибернетики на основе логистической концепции.

Одним из наиболее важных в логистике является понятие логистической системы.

**Логистическая система (ЛС)** — это сложная организационно завершенная (структурированная) экономическая система, которая состоит из элементов-звеньев, взаимосвязанных в едином процессе, управления материальными и сопутствующими им потоками, причем задачи функционирования этих звеньев объединены внутренними целями организации бизнеса и (или) внешними целями.

- ЛС - адаптивная система с обратной связью,**
- выполняющая логистические функции и операции,**
  - состоящая, из нескольких подсистем,**
  - имеющая развитые связи с внешней средой.**

Наличие связей в ЛС— это то, что соединяет объекты и свойства в системное целое.

Связи бывают вещественными и информационными, прямыми и обратными, внутренними и внешними и другие.

В силу определения системы **внутренние связи должны быть более устойчивыми, нежели внешние**, иначе система перестанет существовать.

# Логистическая система, как и любая сложная система, имеет свои основные свойства

- **сложность** характеризуется такими признаками, как: - наличие большого числа элементов (звеньев),
  - сложный характер взаимодействия между отдельными элементами,
  - сложность функций, выполняемых системой,
  - наличие сложного организованного управления,
  - воздействие на систему большого числа факторов внешней среды;
- **иерархичность** характеризует подчиненность элементов более низкого уровня элементам более высокого уровня;

- **целостность и членимость**

- Элементы ЛС должны работать как единое целое, что и является основополагающей концепцией логистического подхода.

- Каждый из элементов системы обладает способностью к совместной работе. Заданная цель реализуется только логистической системой в целом, а не отдельными ее элементами (звеньями, подсистемами);

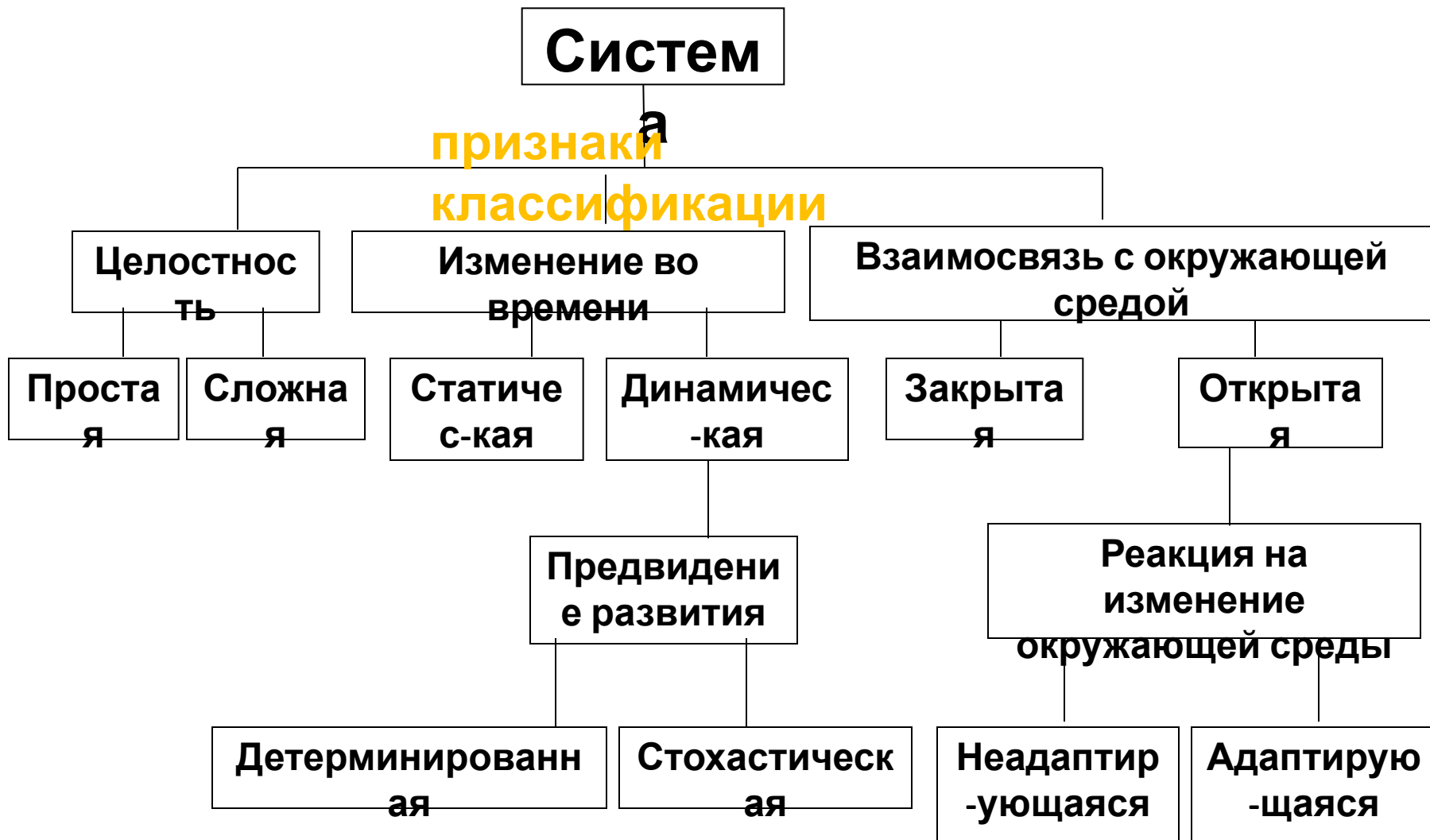
- **структурированность** предполагает наличие определенной организационной структуры логистической системы, состоящей из взаимосвязанных объектов и субъектов управления, которые реализуют заданную цель;

- **эмерджентность (интегративность)** — свойство системы, которое не присуще ее элементам в отдельности, а возникает благодаря объединению этих элементов в единую, целостную систему.

Другими словами: - эффект суммы превышает сумму эффектов, которое отражает **синергетический эффект**, возникающий в системных образованиях.

Интегративные качества логистической системы позволяют реализовать основную цель логистики, т. е. поставить нужный товар, в определенном количестве, соответственного качества, в заданное время и место, с минимальными затратами.

При этом логистическая система способна быстро адаптироваться к изменениям рыночной и



**Рис. Одна из возможных классификаций систем.**

# Звено логистической системы (ЗЛС)

— это некоторый экономический функционально обособленный объект (производители, склады, поставщики и т. п.), не подлежащий дальнейшей декомпозиции в рамках поставленной задачи, выполняющий свою локальную задачу, связанную с выполнением определенной логистической функции.

Звенья логистической системы могут быть трех основных типов: **генерирующие, преобразующие и поглощающие** материальные и сопутствующие им информационные и финансовые потоки.



Часто встречаются **смешанные звенья ЛС**, где три основных типа звеньев комбинируются в различных сочетаниях.

В звеньях логистической системы материальные, информационные и финансовые потоки могут сходиться, разветвляться, дробиться, изменять свое содержание.

В качестве звеньев логистической системы могут выступать предприятия - поставщики материальных ресурсов, производственные предприятия и их подразделения, торговые, посреднические организации разного уровня, транспортные и экспедиционные предприятия, биржи, банки и другие финансовые учреждения, предприятия связи и т. д.

**Логистический канал** — частично упорядоченное множество звеньев логистической системы, проводящих материальный поток от поставщика к потребителям.

**Логистическая цепь** — линейно упорядоченное множество физических и/или юридических лиц (поставщиков, посредников, перевозчиков и др.), непосредственно участвующих в доведении конкретной партии продукции до потребителя. Это также последовательность технологических и логистических операций в любом производстве, находящаяся под единым контролем.

**Логистическая сеть** — это полное множество звеньев ЛС, взаимосвязанных между собой по материальным и сопутствующим им потокам исследуемой логистической системы.

Основным инструментом реализации **системного подхода** в логистике является **системный анализ**, заключающийся в представлении объектов в виде систем и изучении свойств этих систем, взаимоотношений между внешней средой и внутри системы, а также средств реализации этой системы.

**Системный анализ** предназначен для решения, в первую очередь, слабоструктурированных систем и задач, для которых состав элементов и взаимосвязи установлены только частично, присутствуют факторы неопределенности и содержатся неформализуемые элементы и связи.

# Этапы проведения системного анализа

1. Постановка задачи системного анализа.
2. Описание системы.
3. Построение набора альтернатив (возможных вариантов решения).
4. Выбор оптимального (приемлемого) варианта решения.
5. Принятие решения, т. е. формальной ответственности.
6. Реализация принятого решения.
7. Оценка результатов принятия решения.

# Модели логистических систем

Основным методом изучения свойств логистических систем с целью управления этими системами и их оптимизации является моделирование.

**Модель** — это некоторое искусственное построение, аналогичное изучаемой действительности, которое может быть создано и изучено с помощью различных средств (словесным описанием, графически, логически, имитацией, системой математических уравнений).

## Применение моделей позволяет:

- получить обширную информацию о различных аспектах работы логистической системы, о функционировании системы в целом и отдельных ее элементов;
- исследовать зависимость конечных результатов работы ЛС от ее характеристик, в частности, эффективности и экономичности ЛС; поиск оптимального варианта ее функционирования и др.;
- исследовать устойчивость поведения ЛС вплоть до разрушения под воздействием внешних и внутренних возмущений.

Любая модель не может быть всеобъемлющей. Она (модель) направлена на решение определенной проблемы и должна обеспечить решение к определенному моменту времени.

**Степень полноты подобия логистической модели моделируемому объекту является одним из признаков классификации.**

По этому признаку все модели делятся на:

- изоморфные модели,**
- гомоморфные модели,**
- материальные и абстрактные,**
- языковые и знаковые,**
- математические,**
- аналитические и имитационные.**

# Изоморфные модели

— это модели, включающие все характеристики объекта-оригинала, способные, по существу, заменить его.

Создание такой модели весьма проблематично.

Если это удастся, то наши знания о реальном объекте становятся полными и можно точно предсказать его поведение;



# Гомоморфные модели

В их основе лежит неполное, *частичное* подобие модели изучаемому объекту. При этом некоторые стороны функционирования реального объекта не моделируются совсем. В результате упрощаются построение модели и интерпретация результатов исследования.

При моделировании логистических систем преобладают гомоморфные модели, так как добиться абсолютного подобия практически не возможно.

Эти модели в свою очередь можно разделить на ***материальные и абстрактные.***

# Материальные модели

- воспроизводят основные геометрические, физические, динамические и функциональные характеристики изучаемого явления или объекта.

К этой категории относятся, например, уменьшенные макеты предприятий и их подразделений, позволяющие решить вопросы оптимального размещения оборудования и организации грузовых потоков, а также схемы грузопотоков, технологические планировки (рабочего места, автоматической линии и т. п.).

# **Абстрактное моделирование**

- наиболее часто встречается в практике исследования логистических систем и подразделяется на **символическое и математическое.**

К символическим моделям относят ***языковые и знаковые.***

# Языковые модели

— это словесные модели, в основе которых лежит набор слов (словарь), очищенных от неоднозначности.

Этот словарь называется «тезаурус». В нем каждому слову может соответствовать лишь единственное понятие, в то время как в обычном словаре одному слову могут соответствовать несколько понятий.

Типичным примером языковой модели является формула изобретения.

# Знаковые модели

— символическое описание объектов с помощью специальных знаков (символов). Каждый знак соответствует определенному понятию.

Если определить правила взаимодействия между этими знаками, то можно дать символическое описание объекта.

# Математическое моделирование

- Процесс установления соответствия данному реальному объекту некоторого математического объекта, называемого математической моделью.

В логистике широко применяются два вида математического моделирования:  
***аналитическое и имитационное.***

**При аналитическом моделировании** свойства объектов, связи между ними формулируются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных и др.).

В результате решения системы уравнений получается точное решение относительно поведения системы, которое далее сравнивается с реальным объектом (проверка на адекватность).

Наиболее полное исследование процесса функционирования системы можно провести, если известны явные зависимости, связывающие искомые характеристики с начальными условиями, параметрами и переменными системы. Однако такие зависимости удастся получить только для сравнительно простых систем. При усложнении систем исследование их аналитическими методами наталкивается на определенные трудности, что является существенным недостатком метода.

**При имитационном моделировании** закономерности, определяющие характер количественных отношений внутри логистических процессов, остаются непознанными. В этом плане логистический процесс остается для экспериментатора «черным ящиком». Определение условий, при которых результат удовлетворяет требованиям, является целью работы с имитационной моделью.

Имитационное моделирование включает в себя два основных процесса: первый — конструирование модели реальной системы, второй — постановка экспериментов на этой модели.

Основным достоинством имитационного моделирования является то, что этим методом можно решать слабоструктурированные задачи, аналитическое моделирование которых затруднено.

Модели не решают, а осуществляют прогон программы с заданными параметрами.



# ***Вопросы и задания для самоконтроля***

1. Определите основные условия существования логистической концепции.
2. Какие принципы относятся к обобщеконцептуальным?
3. Опишите специфические принципы логистической концепции.
4. Какие парадигмы существуют в логистике?
5. Какие информационно-управляющие системы основаны на использовании технологической парадигмы?
6. Определите содержание системного подхода в логистике.
7. Дайте определения логистической системы и ее звеньев.
8. Какие свойства логистических систем используются для управления потоковыми процессами?
9. Опишите основные виды моделирования логистических систем.
10. Дайте определения логистической цепи и логистического канала.

Дэвид А. Марка и Клемент МакГоуэн

**МЕТОДОЛОГИЯ  
СТРУКТУРНОГО  
АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**SADT**

Structured Analysis & Design Technique

*Вопрос: - Как такое разнообразие различных объектов может быть включено в одну и ту же схему пунктуации?*

Ответ: - Путем введения строгой, точной, пригодной для чтения как человеком, так и машиной **письменной формы**, которая сама по себе моделирует границу, поведение и сущность любого выбранного объекта, выраженные на естественном для данного объекта языке.

*- Что значит "моделирует"? Может ли одна модель моделировать все?*

Вот определение: - "**М моделирует А, если М отвечает на вопросы относительно А**".

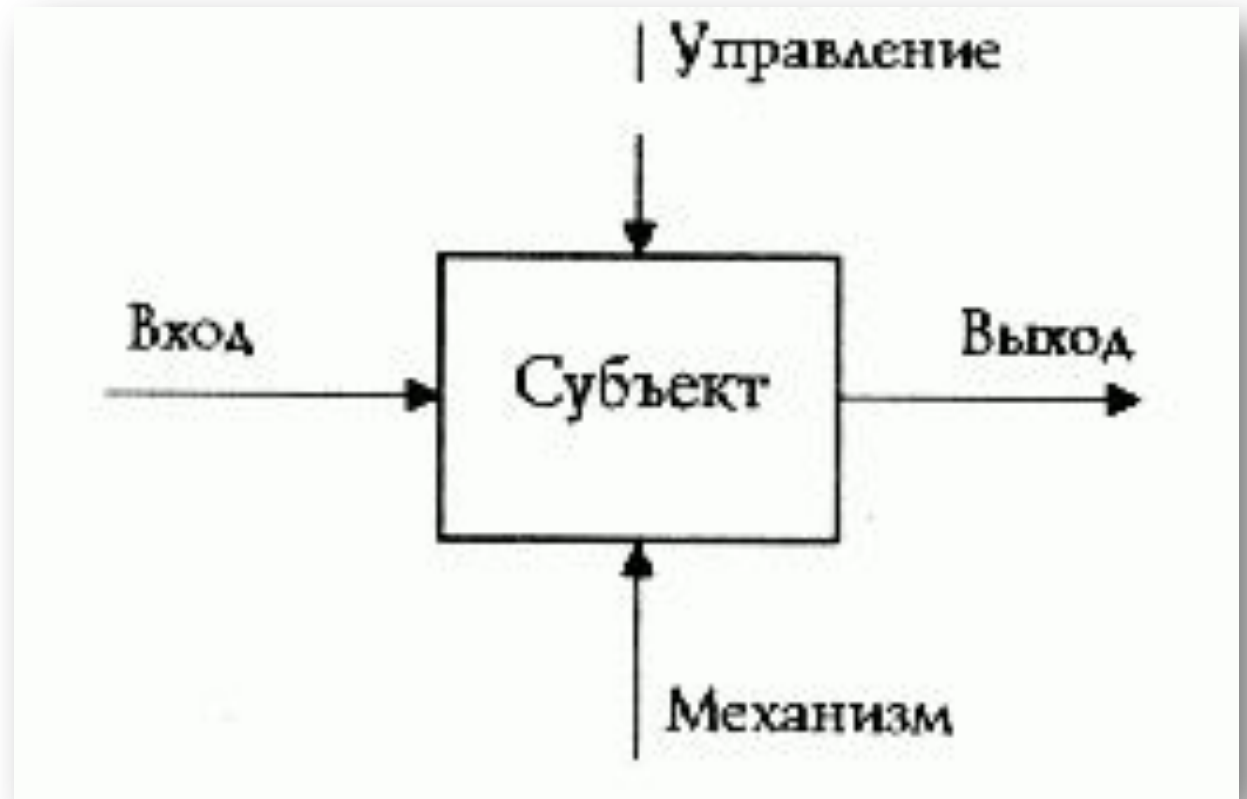
Одна и та же *схема* моделирования может быть использована для моделирования любого выбранного объекта.

Каждая модель ограничена в своих ответах, но нет ограничения на то, как и что моделирует модель, как нет ограничения на человеческую мысль.

*Итак, что же является универсальной единицей универсальной пунктуации для неограниченного строго структурного анализа?*

*Ответ:* - **SA-блок.**

## SA-блок:



*Вход при наличии управления преобразуется в выход с помощью "механизма" (исполнителя).*

# Свойства SA-блока

1. Выходы одного блока могут быть входами (или управлениями, или исполнителями) для других блоков.
2. Блоки и дуги *именуются* с использованием естественного языка.
3. Дуги могут *разветвляться* и *соединяться*.
4. Каждый блок может быть *подвергнут декомпозиции*, т. е. разделен как целое на свои составляющие на более детальной диаграмме.

5. Дуги: входы, управления и выходы определяют *интерфейсы* между блоками.
6. Дуги - исполнители при необходимости в определенной степени *объединяют* блоки.
7. Границы блоков и диаграмм *должны быть согласованы*.
8. Иерархическая, взаимосвязанная совокупность диаграмм является моделью.
9. Благодаря объяснению термина "декомпозиция" каждая грамматическая форма имеет свое строго определенное значение.

## ***Как регулируется сложность, чтобы была понятна суть ?***

Диаграмма ограничивается 3-6 блоками для того, чтобы детализация осуществлялась постепенно. Вместо одной громоздкой модели используется несколько небольших взаимосвязанных моделей, значения которых взаимно дополняют друг друга, делая понятной структуризацию сложного объекта.



**Основное правило чтения моделей**  
заключается в следующем:

Вначале прочтите диаграмму и только потом сопутствующий ей SA-текст.

Компактный *язык ссылок* в SA позволяет обратиться к любому компоненту диаграммы, что дает возможность выделить потоки объектов между блоками и общие взаимосвязи для обеспечения передачи содержания диаграммы.

## Существует два основных направления в SA-моделировании:

- **Функциональные модели** выделяют *события* в системе,
- **Модели данных** выделяют объекты системы, которые связывают функции между собой и с их окружением.
- В обоих случаях используется один и тот же графический язык блоков и дуг (хотя это использование двойственно: блоки и дуги меняются ролями).

## ***Каков "послужной список" SA?***

SA успешно применялся

- либо в виде методологии структурного анализа и проектирования (SADT) компании SofTech,
- либо как только функциональный вариант в правительственной версии (IDEFO).
- Его применяли тысячи людей при работе над сотнями проектов во многих областях, начиная с 1973 года.
- В последующих главах рассмотрим, как с помощью этой методологии можно описать систему, и как из этого описания получаются спецификации.

# Модель отвечает на вопросы

Целью модели является получение ответов на некоторую совокупность вопросов. Эти вопросы неявно присутствуют (подразумеваются) в процессе анализа и, следовательно, они руководят созданием модели и направляют его.

Обычно вопросы для SADT-модели формулируются на самом раннем этапе проектирования, при этом основная суть этих вопросов должна быть выражена в одной-двух фразах.

**На рис. 1-1 показана работа автора модели, использующего SADT для определения цели модели экспериментального механического цеха (ЭМЦ).**

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 02/20/93	<input checked="" type="checkbox"/> РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ:  Тор
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	<input type="checkbox"/> ЭСКИЗ			
	ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/> РЕКОМЕНДОВАНО			
			<input type="checkbox"/> ПУБЛИКАЦИЯ			

**Вопросы:**

- Каковы обязанности мастера ?
- Каковы обязанности механика ?
- Кто контролирует задания ?
- Как продвигаются по цеху материалы ?
- На каких этапах требуется чертеж ?
- В какой момент на процесс влияют стандарты качества ?
- На каких этапах требуются инструменты ?
- Что происходит с забракованными деталями ?

2

**Цель:**

Определить обязанности каждого работника экспериментального механического цеха и понять, как эти обязанности взаимосвязаны между собой с тем, чтобы написать учебное пособие.

Процесс обучения для различных типов работников требует декомпозиции в зависимости от обязанностей, которые выполняют эти работники в цехе (см. замечание N5 на диаграмме DAM001).

**Претенденты :**

- Мастер
- Механик
- Контролер
- Начальник

*Точка зрения:* Начальника цеха

1

Только с этой точки зрения можно показать взаимосвязи между отдельными работами и обязанностями персонала.

УЗЕЛ: ЭМЦ/ А-0	НАЗВАНИЕ: Цель и точка зрения модели ЭМЦ	НОМЕР: DAM002
----------------	--	---------------

Рисунок 1-1

Обратите внимание на то, что, познакомившись с **постановкой задачи** и кратким описанием процесса, автор составил список вопросов и свел этот список в одно предложение.

Это предложение становится **целью модели**, а список вопросов сохраняется как детализация этого предложения.

После завершения работы над моделью информация, содержащаяся в модели, будет отвечать на поставленные вопросы.

# *Модель имеет единственный субъект*

Модель является некоторым толкованием системы. Поэтому субъектом моделирования служит сама система. Однако моделируемая система никогда не существует изолированно: она всегда связана с окружающей средой.

В методологии SADT подчеркивается необходимость точного определения границ системы.

SADT-модель всегда устанавливает точно, что является и что не является субъектом моделирования, описывая то, что входит в систему, и подразумевая то, что лежит за ее пределами.

## ***У модели может быть только одна точка зрения***

С определением модели тесно связана позиция, с которой наблюдается система и создается ее модель. Эта позиция называется "точкой зрения" данной модели.

На рис. 1-1 показано, как автор модели экспериментального механического цеха перечисляет претендентов (механик, контролер), с точки зрения которых можно было бы описывать механический цех.

"Точку зрения" лучше всего представлять себе как место (позицию) человека или объекта, в которое надо встать, чтобы увидеть систему в действии.



# Модели как взаимосвязанные наборы диаграмм

**В качестве примера** на рис. 1-2 представлены две диаграммы из модели экспериментального механического цеха.

**Верхняя диаграмма** описывает механический цех как функцию преобразования входящих рабочих комплектов (заготовок, сырья, документации) в детали.

**Нижняя диаграмма** детализирует верхнюю: управление выполнением заданий, выполнение задания и контроль качества выполнения.

Таким образом, общая функция, указанная на верхней диаграмме, детализируется с помощью трех функций на нижней диаграмме.

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 03/16/92	<input checked="" type="checkbox"/> РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ: Тор
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	<input type="checkbox"/> ЭСКИЗ			
	ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/> РЕКОМЕНДОВАНО			
			<input type="checkbox"/> ПУБЛИКАЦИЯ			



**Цель:** Понять, какие функции должны быть включены в процесс изготовления нестандартной детали и как эти функции взаимосвязаны между собой с тем, чтобы написать учебное пособие для персонала механического цеха.

**Точка зрения:** Начальника цеха

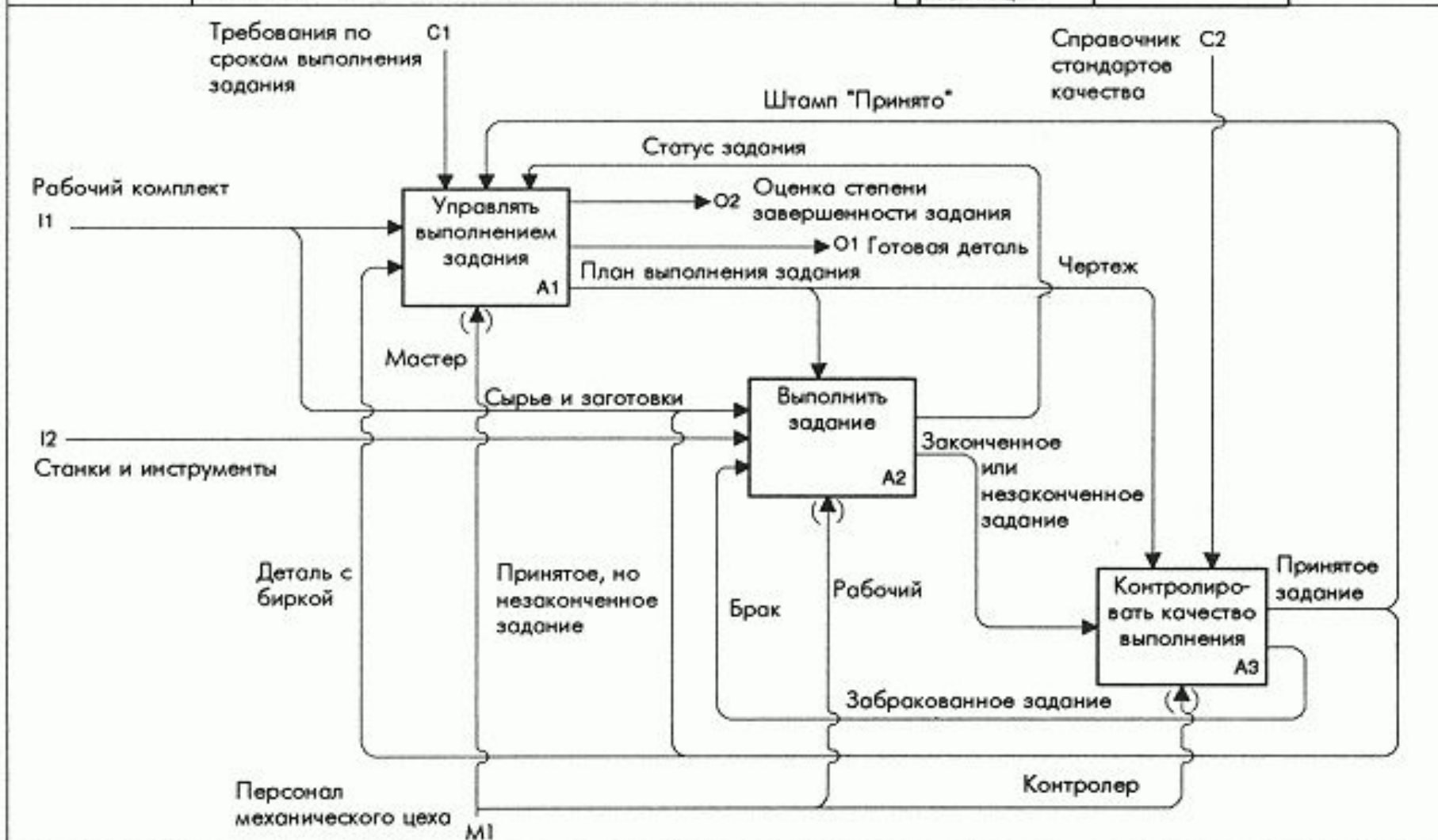
УЗЕЛ: ЭМЦ/А-0

НАЗВАНИЕ: Изготовить нестандартную деталь

НОМЕР: (DAM004)  
DAM005

Рисунок 1-2

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 03/16/92	✓ РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ: ■
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	ЭСКИЗ			
	ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		РЕКОМЕНДОВАНО			
			ПУБЛИКАЦИЯ			



УЗЕЛ: ЭМЦ/А0	НАЗВАНИЕ: Изготовить нестандартную деталь	НОМЕР: (DAM003) DAM006
--------------	---	---------------------------

Рисунок 1-2

## ***Резюме***

SADT-модель - это описание системы, у которого есть единственный субъект, цель и одна точка зрения. Целью служит набор вопросов, на которые должна ответить модель. Точка зрения - позиция, с которой описывается система. Цель и точка зрения - это основополагающие понятия SADT.

Описание модели SADT организовано в виде иерархии взаимосвязанных диаграмм. Вершина этой древовидной структуры представляет собой самое общее описание системы, а ее основание состоит из наиболее детализированных описаний.

# Синтаксис и применение диаграмм

Диаграмма является основным рабочим элементом при создании модели.

Разработчик диаграмм и моделей в терминологии SADT - автор.

Диаграммы имеют собственные синтаксические правила. Графика SADT позволяет определить различные системные функции и показать, как функции влияют друг на друга.

Эта книга посвящена только функциональным SADT-диаграммам, поэтому в данной главе обсуждаются **синтаксические правила только для функциональных SADT-диаграмм.**

# Диаграммы содержат блоки и дуги

Каждая SADT-диаграмма содержит блоки и дуги. Блоки изображают функции моделируемой системы.

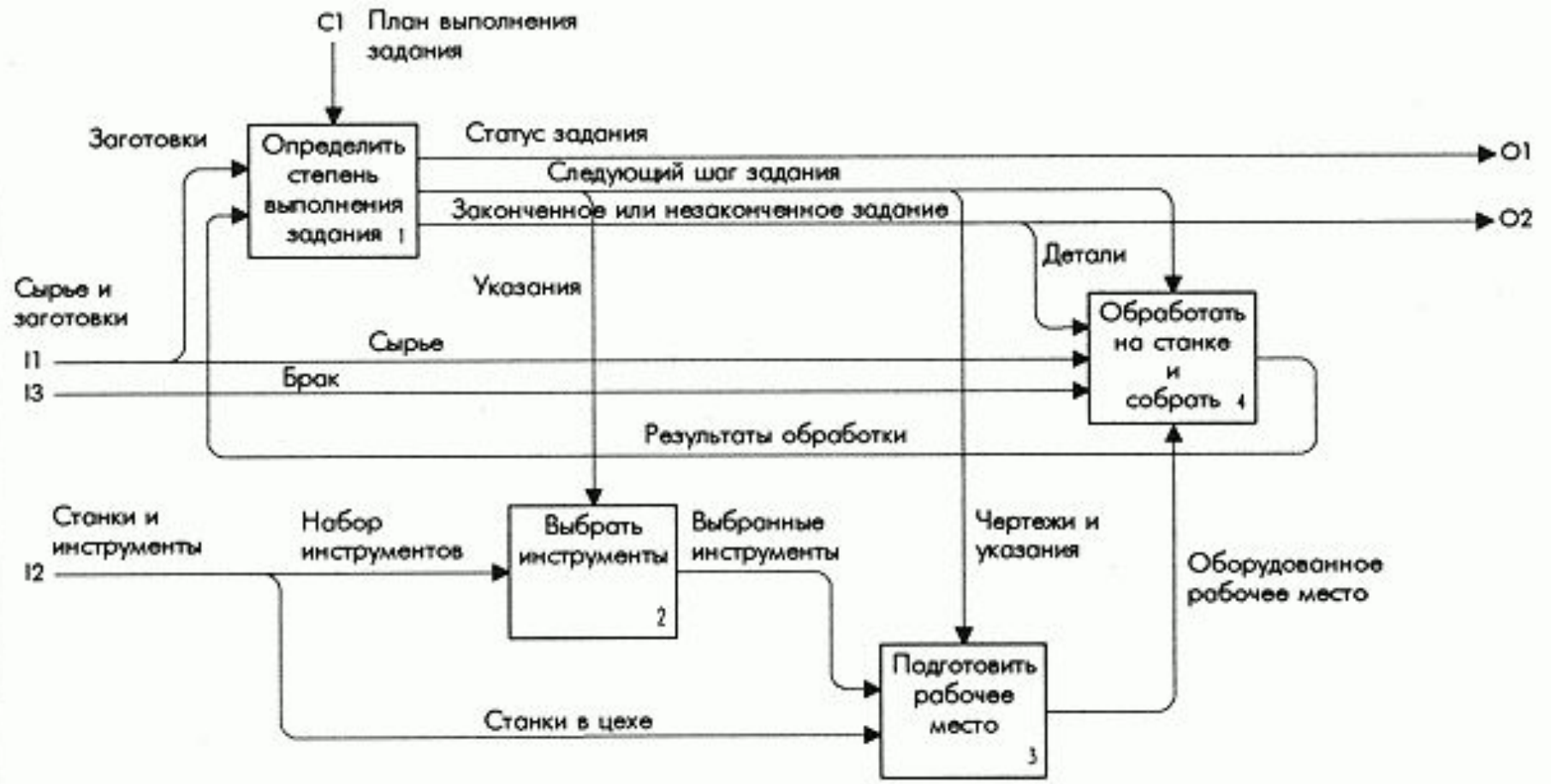
Дуги связывают блоки вместе и отображают взаимосвязи между ними (рис.2-1).

Диаграмме дается название, которое располагается в центре нижней части ее бланка.

На каждой диаграмме написана стандартно идентифицирующая ее информация: автор диаграммы, частью какого проекта является работа, дата создания или последнего пересмотра диаграммы, статус диаграммы.

Вся идентифицирующая информация располагается в верхней части бланка диаграммы.

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 03/16/92	<input checked="" type="checkbox"/> РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ:
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	<input type="checkbox"/> ЭСКИЗ			<input type="checkbox"/>
ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			<input type="checkbox"/> РЕКОМЕНДОВАНО			<input checked="" type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/> ПУБЛИКАЦИЯ			DAM006 <input type="checkbox"/>



УЗЕЛ: ЭМЦ/ А2	НАЗВАНИЕ: Выполнить задание	НОМЕР: (DAM009) DAM010
---------------	-----------------------------	---------------------------

Рисунок

# Блоки представляют функции

Блок представляет функцию или активную часть системы, поэтому **названиями блоков служат глаголы или глагольные обороты.**

Например, названиями блоков диаграммы выполнить задание являются: определить степень выполнения задания, выбрать инструменты, подготовить рабочее место, обработать на станке и собрать, как показано на рис. 2-1.

Кроме того, SADT требует, чтобы в диаграмме было не менее трех и не более шести блоков. Эти ограничения поддерживают сложность диаграмм и модели на уровне, доступном для чтения, понимания и использования. Другими словами, SADT-диаграммы и SADT-модели наглядны.

Например, четвертый блок диаграммы *выполнить задание* может быть интерпретирован следующим образом: *детали, сырье и брак, обрабатываются на станке и собираются в результаты обработки с использованием оборудованного рабочего места.*



# Блоки имеют доминирование

Блоки SADT размещаются на диаграмме по степени важности, как ее понимает автор диаграммы.

В SADT этот относительный порядок называется доминированием и понимается как влияние, одного блока на другие блоки диаграммы.

Например, самым доминирующим блоком диаграммы может быть либо первый из требуемой последовательности функций, либо планирующая или контролирующая функция, влияющая на все другие функции (такая, как *определить степень выполнения задания* на рис. 2-1).

Наиболее доминирующий блок обычно размещается в верхнем левом углу диаграммы, а наименее доминирующий - в правом нижнем углу.

В результате получается "ступенчатая" схема, подобная представленной на рис. 2-1 для блоков 1, 2, 3.

# **Блоки в SADT должны быть пронумерованы**

Номера блоков служат однозначными идентификаторами для системных функций и автоматически организуют эти функции в иерархию модели.

Аналитик организует модель по принципу функционального доминирования используя номера блоков и оценивая влияние, которое один блок оказывает на другой.

Это позволяет согласовать иерархический порядок функций в модели с уровнем влияния каждой функции на остальную часть системы.

# Дуги изображают объекты

Для функциональных SADT-диаграмм дугами представляют множество объектов.

Например: Дуги диаграммы *выполнить задание* на рис. 2-1 представляют материалы, написанные на бумаге (например, *следующий шаг задания*), физические материалы (например, *сырье и заготовки*), инструменты (например, *набор инструментов*), рабочие чертежи (например, *чертежи и указания*), рабочую среду (например, *оборудованное рабочее место*) и управленческую информацию (например, *статус задания*).

Однако в системном анализе вместо термина "объекты" часто употребляют термин "данные". Это объясняется тем, что системному анализу ранее подвергались, как правило, системы программного обеспечения.

**Так как в SADT дуги изображают объекты, они описываются (помечаются) существительными или существительными с определениями.**

Следует размещать описания дуг, называемые метками, как можно ближе к линиям дуг, не нарушая, однако, читабельность диаграмм.

Это устраняет неопределенность в том, к какой дуге относится метка, и исключается необходимость в дополнительных графических связях (например, в "зигзагах", см. главу 19).

# Дуги изображают взаимосвязи между блоками

Между объектами и функциями возможны четыре отношения: вход, управление, выход, механизм.

Каждое из этих отношений изображается дугой, связанной с определенной стороной блока.

По соглашению левая сторона блока предназначена для входных дуг, верхняя сторона - для управленческих дуг, правая сторона - для выходных дуг, нижняя сторона - для дуг механизмов.

Таким образом, стороны блока чисто графически сортируют объекты, изображаемые дугами соприкасающимися с блоком.

**Входные дуги** изображают объекты, используемые и преобразуемые функциями.

Например, в процессе изготовления детали сырье трансформируется функцией *обработать на станке и собрать*.

**Управленческие дуги** представляют информацию, управляющую действиями функций, указывающую, что должна выполнять функция.

Например, *следующий шаг задания* определяет, какие нужно выбрать инструменты, какие потребуются станки и цеха и как инструменты и станки должны использоваться при изготовлении детали.

**Выходные дуги** изображают объекты, в которые преобразуются входы.

Например, *обработать на станке и собрать* преобразует *сырье и брак* в *результаты обработки*, которые в конечном итоге становятся деталями.

**Дуги механизмов** отражают, по крайней мере частично, как функции (т.е. функции системы) реализуются, **механизмы** изображают физические аспекты функции (склады, людей, организации, приборы).

Например, *подготовить рабочее место* организует *инструменты и станки* в эффективное пространство для следующего шага задания. Это - рабочая среда, называемая **оборудованным рабочим местом**.

**SADT-диаграммы** не являются ни блок-схемами, ни просто диаграммами потоков данных.

Это предписывающие диаграммы, представляющие входные - выходные преобразования и указывающие правила этих преобразований.

Дуги на них изображают интерфейсы (связи) между функциями системы, а также между системой и ее окружающей средой.



В методологии SADT требуется только **пять типов взаимосвязей** между блоками для описания их отношений:

- 1 - управление,
- 2 - вход,
- 3 - обратная связь по управлению,
- 4 - обратная связь по входу,
- 5 - выход-механизм.

**Связи по управлению и входу** являются простейшими, поскольку они отражают прямые воздействия, которые интуитивно понятны и просты.

**Отношение управления** возникает тогда, когда выход одного блока непосредственно влияет на блок с меньшим доминированием.

Например, блок *определить степень выполнения задания* влияет на блок *выбрать инструменты* в соответствии с детальными *указаниями*, содержащимися в описании *следующего шага задания*.

**Отношение входа** возникает тогда, когда выход одного блока становится входом для блока с меньшим доминированием.

Например, выход блока *определить степень выполнения задания*, называемый *законченное или незаконченное задание*, становится входом функции *обработать на станке и собрать* при выполнении *следующего шага*

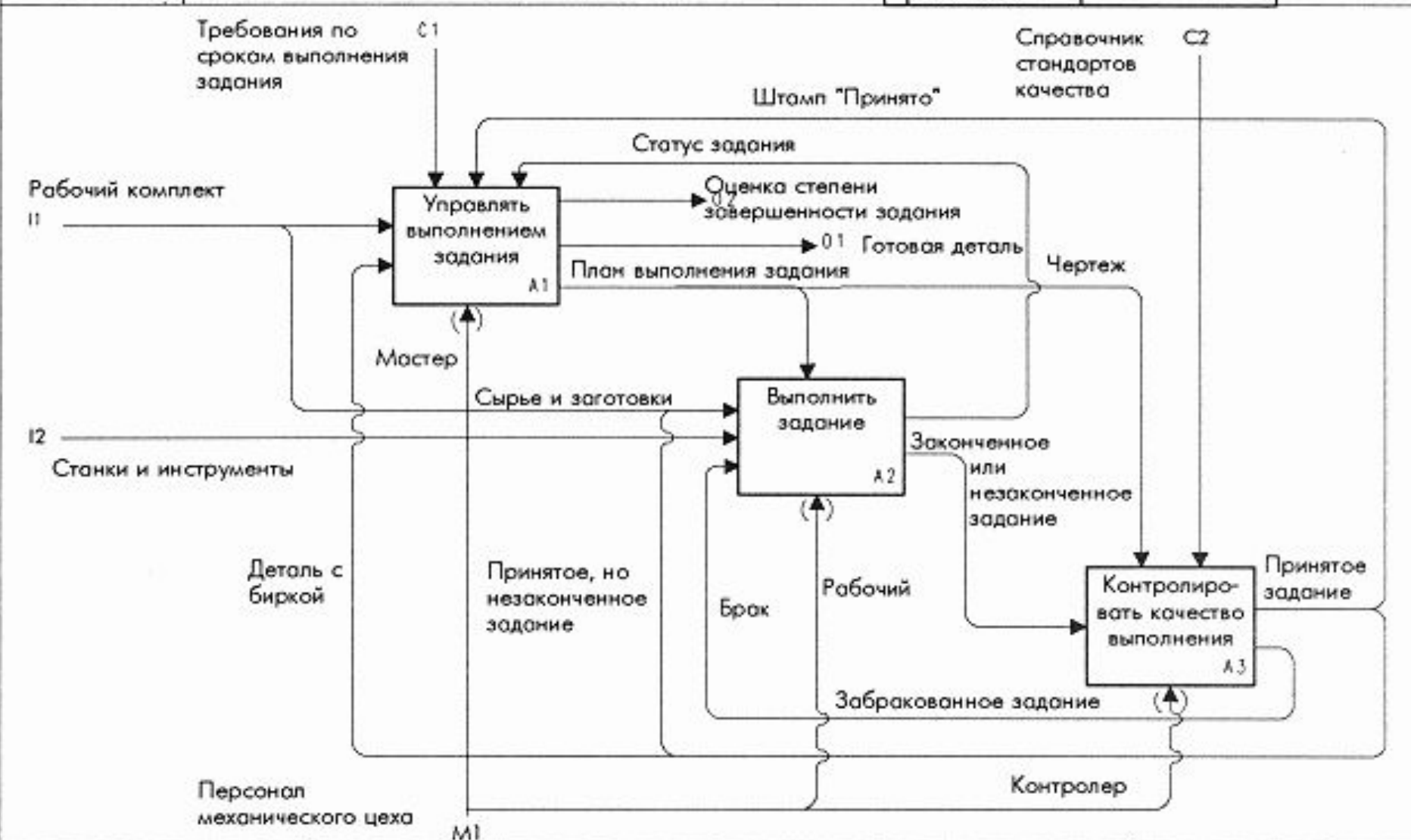
**Обратная связь по управлению и обратная связь по входу** представляют итерацию.

А именно выходы из одной функции влияют на будущее выполнение других функций, что впоследствии влияет на исходную функцию. Обратная связь по управлению возникает тогда, когда выход некоторого блока влияет на блок с большим доминированием.

Рассмотрим для примера диаграмму *изготовить нестандартную деталь* на рис. 2-2.

Дуга *штамп "принято"*, являющаяся выходом блока *контролировать качество выполнения*, организует работу блока *управлять выполнением задания*, поскольку именно *штамп "принято"* указывает, что задание завершено. Таким образом, *штамп "принято"* влияет на будущую деятельность блока *управлять выполнением задания*, поэтому соответствующая дуга направлена назад.

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 03/16/92	✓ РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ:							
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	ЭСКИЗ				■						
ЗАМЕЧАНИЯ:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	РЕКОМЕНДОВАНО		
											ПУБЛИКАЦИЯ		



УЗЕЛ: ЭМЦ/ А0	НАЗВАНИЕ: Изготовить нестандартную деталь	НОМЕР: (DAM003) DAM006
---------------	---	---------------------------

Рисунок

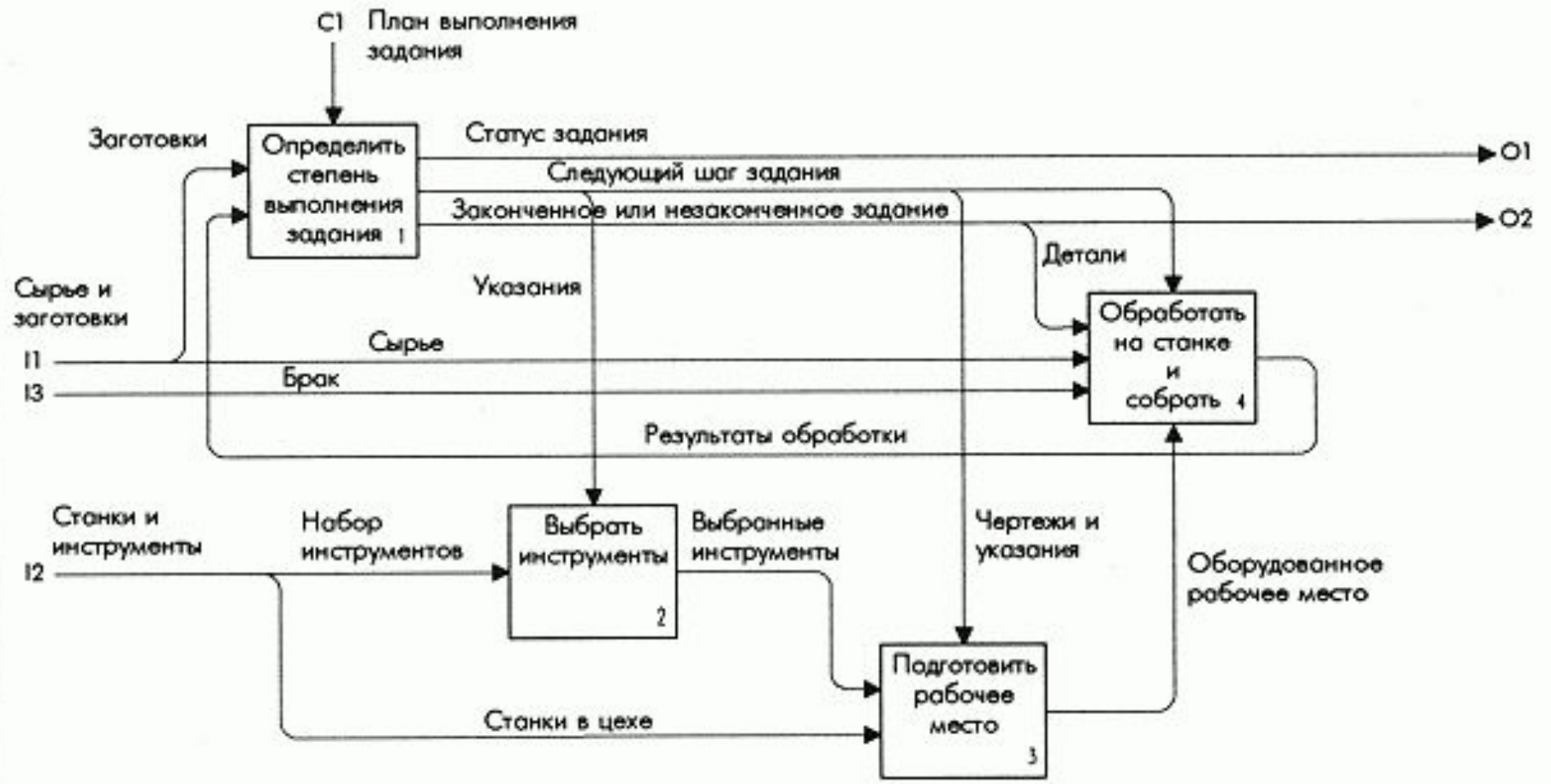
**Связи "выход-механизм"** встречаются нечасто и представляют особый интерес.

Они отражают ситуацию, при которой выход одной функции становится средством достижения цели для другой.

Например, на рис. 2-1 представлена функция *подготовить рабочее место*, имеющая выход *оборудованное рабочее место*, который, в свою очередь, является механизмом для блока *обработать на станке и собрать*.

Поэтому связи "выход-механизм" характерны при распределении источников ресурсов (например, требуемые инструменты, обученный персонал, физическое пространство, оборудование, финансирование, материалы).

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: Марса	ДАТА: 03/16/92	<input checked="" type="checkbox"/> РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> DAM006 <input type="checkbox"/>
	ПРОЕКТ: ЭМЦ	ПЕРЕСМОТР:	<input type="checkbox"/> ЭСКИЗ			
ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10			<input type="checkbox"/> РЕКОМЕНДОВАНО			
			<input type="checkbox"/> ПУБЛИКАЦИЯ			



УЗЕЛ: ЭМЦ/ А2	НАЗВАНИЕ: Выполнить задание	НОМЕР: (DAM009) DAM010
---------------	-----------------------------	---------------------------

Рисунок

## ***Дуги представляют наборы объектов***

Дуга в SADT редко изображает один объект.

Например, дуга, именуемая *рабочий комплект*, отражает *техническое задание, чертеж, план-график, некоторое сырье и заготовки*. Так как дуги представляют наборы объектов, они могут иметь множество начальных точек (источников) и конечных точек (назначений).

Например, дуга *принятое задание* на рис. 2-2. Отметим, как различные компоненты дуги *принятое задание* следуют в другие блоки диаграммы: *штамп "принято"* является управляющей информацией для блока *управлять выполнением задания*, в то время как *принятое, но незаконченное задание* является входом в блок *выполнить задание*.

Для объяснения того, как дуги представляют разъединение и соединение наборов объектов, в SADT были разработаны специальные соглашения для описания разветвлений и соединений дуг.

### **Разветвление дуг**

Разветвления дуг, изображаемые в виде расходящихся линий, означают, что все содержимое дуг или его часть может появиться в каждом ответвлении дуги. Дуга всегда помечается до разветвления, чтобы дать название всему набору. Кроме того, каждая ветвь дуги может быть помечена или не помечена.



## Слияние дуг

Слияние дуг в SADT, изображаемое как сходящиеся вместе линии, указывает, что содержимое каждой ветви идет на формирование метки для дуги, являющейся результатом слияния исходных дуг.

После слияния результирующая дуга всегда помечается для указания нового набора объектов, возникшего после объединения. Кроме того, каждая ветвь перед слиянием может помечаться или не помечаться в соответствии со следующими правилами:

- непомеченные ветви содержат все объекты, указанные в общей метке дуги после слияния (т.е. все объекты исходят из всех ветвей);
- помеченные перед слиянием ветви содержат все или некоторые объекты из перечисленных в общей метке после слияния (т.е. метка ветви ясно указывает, что содержит ветвь).

Например, *сырье и заготовки* как часть дуги *рабочий комплект* сходятся вместе с *принятым, но незаконченным заданием* для формирования главного входа в функциональный блок *выполнить задание*.

*Сырье и заготовки* - это название, включающее и те и другие объекты, поэтому дуга после соединения получает эту метку.

# ***Идентификация версий диаграмм С-номерами***

При создании SADT-модели одну и ту же диаграмму вместе с ее блоками и дугами исправляют несколько раз, что приводит к появлению различных ее вариантов. Чтобы различать разные версии одной и той же диаграммы, в SADT используется схема контроля конфигурации диаграмм, основанная на хронологических номерах, или С-номерах. С-номерные коды образуются из инициалов автора и последовательных номеров. Эти коды ставятся в нижнем правом углу SADT-бланка.

Например, DAM010 -это С-номер для диаграммы *выполнить задание* на рис. 2-1. Если диаграмма заменяет более старый вариант, то автор помещает предыдущий С-номер в скобках, чтобы указать на связь с предыдущей работой.

. Каждый автор проекта SADT ведет реестр всех созданных им диаграмм, нумеруя их последовательными целыми числами.

Для этого используется бланк реестра С-номеров SADT. На рис. 2-3 приведен реестр С-номеров рассматриваемой в этой книге модели экспериментального механического цеха.

Обратите внимание на то, как бланк указывает следующие номера, которые нужно использовать. Автору остается только записать номер узла и его название для каждой новой диаграммы.

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ В:	АВТОР: <b>Марса</b>	ДАТА: <b>02/24/92</b>	<input checked="" type="checkbox"/> РАБОЧАЯ ВЕРСИЯ	ЧИТАТЕЛЬ	ДАТА	КОНТЕКСТ:  Top
	ПРОЕКТ: <b>ЭМЦ</b>	ПЕРЕСМОТР:	<input type="checkbox"/> ЭСКИЗ			
	ЗАМЕЧАНИЯ: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		<input type="checkbox"/> РЕКОМЕНДОВАНО			
			<input type="checkbox"/> ПУБЛИКАЦИЯ			

С-номера начинаются с 000

00	A0 Изготовить нестандартную деталь	25		50		75	
01	A0 Изготовить нестандартную деталь	26		51		76	
02	A0 Изготовить нестандартную деталь	27		52		77	
03	A0 Изготовить нестандартную деталь	28		53		78	
04	A0 Изготовить нестандартную деталь	29		54		79	
05	A0 Изготовить нестандартную деталь	30		55		80	
06	A0 Изготовить нестандартную деталь	31		56		81	
07	A1 Управлять выполнением задания	32		57		82	
08	A1 Управлять выполнением задания	33		58		83	
09	A2 Выполнить задание	34		59		84	
10	A2 Выполнить задание	35		60		85	
11	A3 Контролировать кач-во выполнения	36		61		86	
12	A3 Контролировать кач-во выполнения	37		62		87	
13	ЭМЦ-1 Полюс для рещенкрасния	38		63		88	
14	A2G1 Выполнить задание	39		64		89	
15	A2 Выполнить задание	40		65		90	
16	A23 Подготовить рабочее место	41		66		91	
17	A23 Подготовить рабочее место	42		67		92	
18	A23 Подготовить рабочее место	43		68		93	
19	A23F1 Готовый станок	44		69		94	
20	A11 Получить зад-е и назначить исполн.	45		70		95	
21	A12 Изучить зад-е и сплн. выполнение	46		71		96	
22	A24 Обработать на станке и собрать	47		72		97	
23		48		73		98	
24		49		74		99	

УЗЕЛ: <b>ЭМЦ/ Text</b>	НАЗВАНИЕ: <b>Реестр С-номеров</b>	НОМЕР: <b>DAM00</b>
------------------------	-----------------------------------	---------------------

# ***Резюме***

SADT-диаграмма содержит от трех до шести блоков, связанных дугами, и имеет при построении модели несколько версий.

Для того чтобы различать версии одной и той же диаграммы, используются С-номера.

Блоки на диаграмме изображают системные функции, а дуги изображают множество различных объектов системы.

Блоки обычно располагаются на диаграмме в соответствии с порядком их доминирования, т.е. их важностью относительно друг друга.

Дуги, связывающие блоки, изображают наборы объектов и могут разветвляться и соединяться различными сложными способами. Однако, разветвляясь и соединяясь, дуги должны во всех случаях сохранять представляемые ими объекты.

## Синтаксис моделей и работа с ними

Одна SADT-диаграмма сложна сама по себе, поскольку она содержит от трех до шести блоков, связанных множеством дуг.

Для адекватного описания системы требуется несколько таких диаграмм.

**Диаграммы, собранные в организованные комплекты, становятся SADT-моделью.**

В SADT дополнительно к правилам синтаксиса диаграмм существуют правила синтаксиса моделей.

**Синтаксис SADT-моделей позволяет аналитику определить границу модели, связать диаграммы в одно целое и обеспечить точное согласование между диаграммами.**

# **Система представляется одним**

**блоком**  
Разделение такого объекта на его структурные части (блоки и дуги, составляющие диаграмму) называется декомпозицией.

**Декомпозируемый блок называется родительским блоком, а содержащая его диаграмма - соответственно родительской диаграммой. Таким образом SADT-диаграмма является декомпозицией некоторого ограниченного объекта.**

Этот блок изображает границу системы: все, лежащее внутри его, является частью описываемой системы, а все, лежащее вне его, образует среду системы.



На рис. 3-1 показан верхний уровень модели экспериментального механического цеха.

Блок с названием ***изготовить нестандартную деталь*** описывает самую общую функцию механического цеха и имеет нулевой номер. (Блок самого верхнего уровня модели всегда нумеруется нулем.)

Этот блок представляет весь экспериментальный механический цех.

Дуги ***требования по срокам выполнения задания*** и ***справочник стандартов качества*** определяют, как экспериментальный механический цех преобразует ***рабочие комплекты*** и ***станки и инструменты*** в ***готовые детали*** и ***оценку степени завершенности задания***.

Они определяют интерфейс между экспериментальным механическим цехом и остальной частью аэрокосмической компании.

# Идентификация декомпозиции номерами

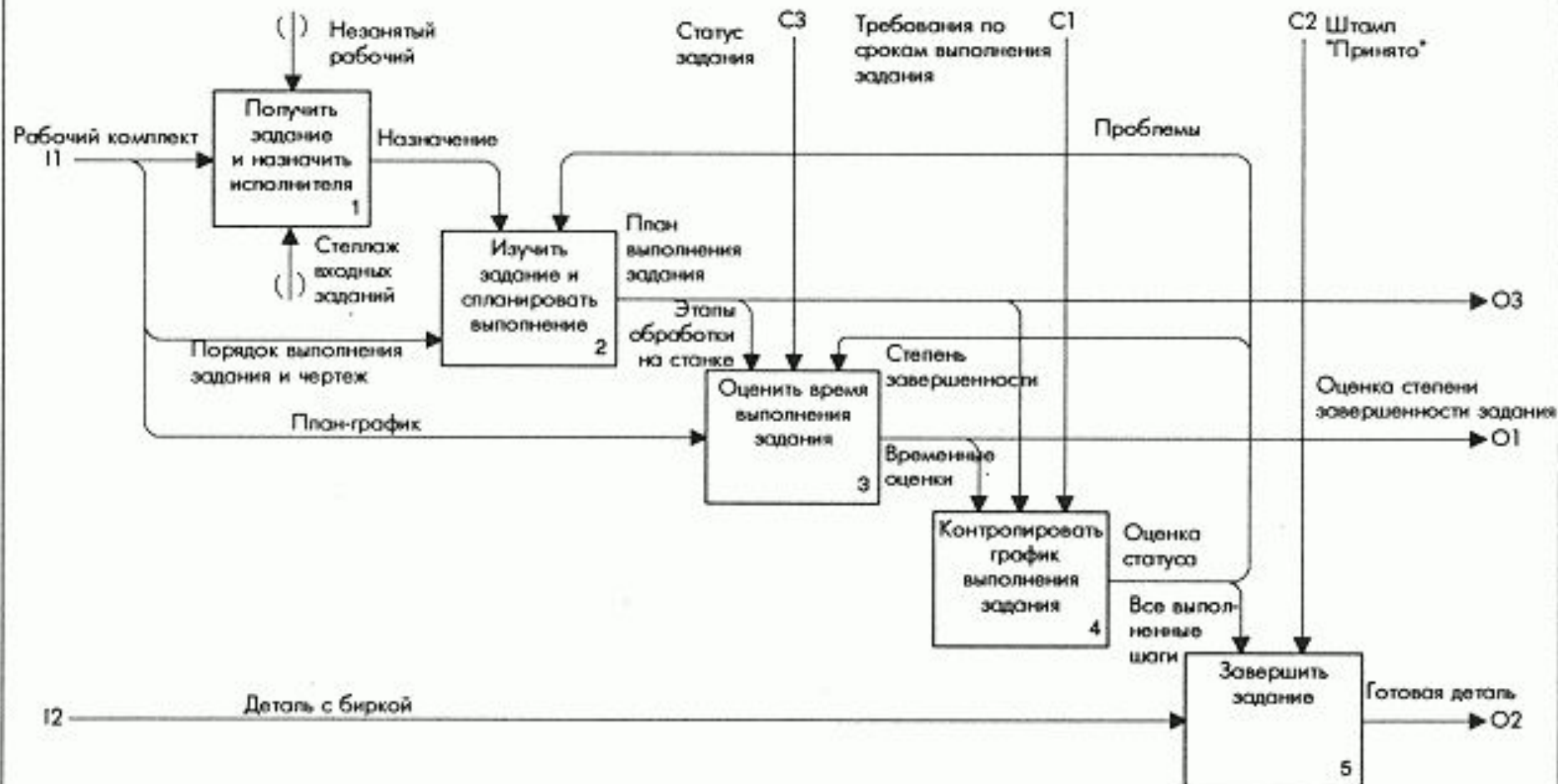
Название диаграммы **узлов** совпадает с названием декомпозируемого блока.

Номер узла для контекстной диаграммы имеет следующий вид: название модели или аббревиатура, косая черта, заглавная буква A (Activity в функциональных диаграммах), дефис и ноль.

Номером узла диаграммы, декомпозирующей контекстную диаграмму, является тот же номер узла, но без дефиса (например, ЭМЦ/АО). Все другие номера узлов образуются посредством добавления к номеру узла родительской диаграммы номера декомпозируемого блока.

На рис. 3-2 показаны две диаграммы модели экспериментального механического цеха. Номер узла на первой диаграмме - ЭМЦ/АО, а номер узла на второй диаграмме - ЭМЦ/А1.

Диаграмма ЭМЦ/А1 декомпозирует блок 1 диаграммы ЭМЦ/АО. (Первый ноль при образовании номера узла принято опускать, поэтому вместо ЭМЦ/А01 пишется ЭМЦ/А1.)



## **Связывание декомпозиции с помощью С-номеров**

С-номер диаграммы, декомпозирующей некоторый блок, впервые появляется непосредственно под этим блоком на родительской диаграмме.

Это образует "направленную вниз" связь от родительской диаграммы к диаграмме - потомку.

На рис. 3-2 С-номер DAM008 диаграммы **управлять выполнением задания** размещен ниже блока 1 на диаграмме **изготовить нестандартную деталь**.

Это указывает на то, что функция **управлять выполнением задания** была декомпозирована.

На рис. 3-2 область контекста бланка диаграммы **управлять выполнением задания** содержит три квадратика - блока диаграммы **изготовить нестандартную деталь**.

Первый блок заштрихован. Это указывает на то, что данная диаграмма декомпозирует первый блок диаграммы DAM008.

Коды ISOM гарантируют стыковку диаграмм

**Эта схема кодирования дуг -"ISOM" - получила название по первым буквам слов вход (Input), управление (Control), выход (Output), механизм (Mechanism).**

Коды ISOM позволяют аналитику проверять согласованность внешних дуг диаграммы с граничными дугами соответствующего блока родительской диаграммы.

На рис. 3-2 дуга *требования по срокам выполнения задания* может быть отслезена от ее начала (С1 блока 0 диаграммы ЭМЦ/ А-0) на границе модели через верхнюю часть диаграммы ЭМЦ/АО к блоку *управлять выполнением задания* (С3 блока 4 диаграммы ЭМЦ/ А1).

**На рис. 3-2 все дуги механизмов диаграммы *изготовить нестандартную деталь* являются тоннельными и указывают на то, что они не будут показаны при декомпозиции соответствующих блоков.**

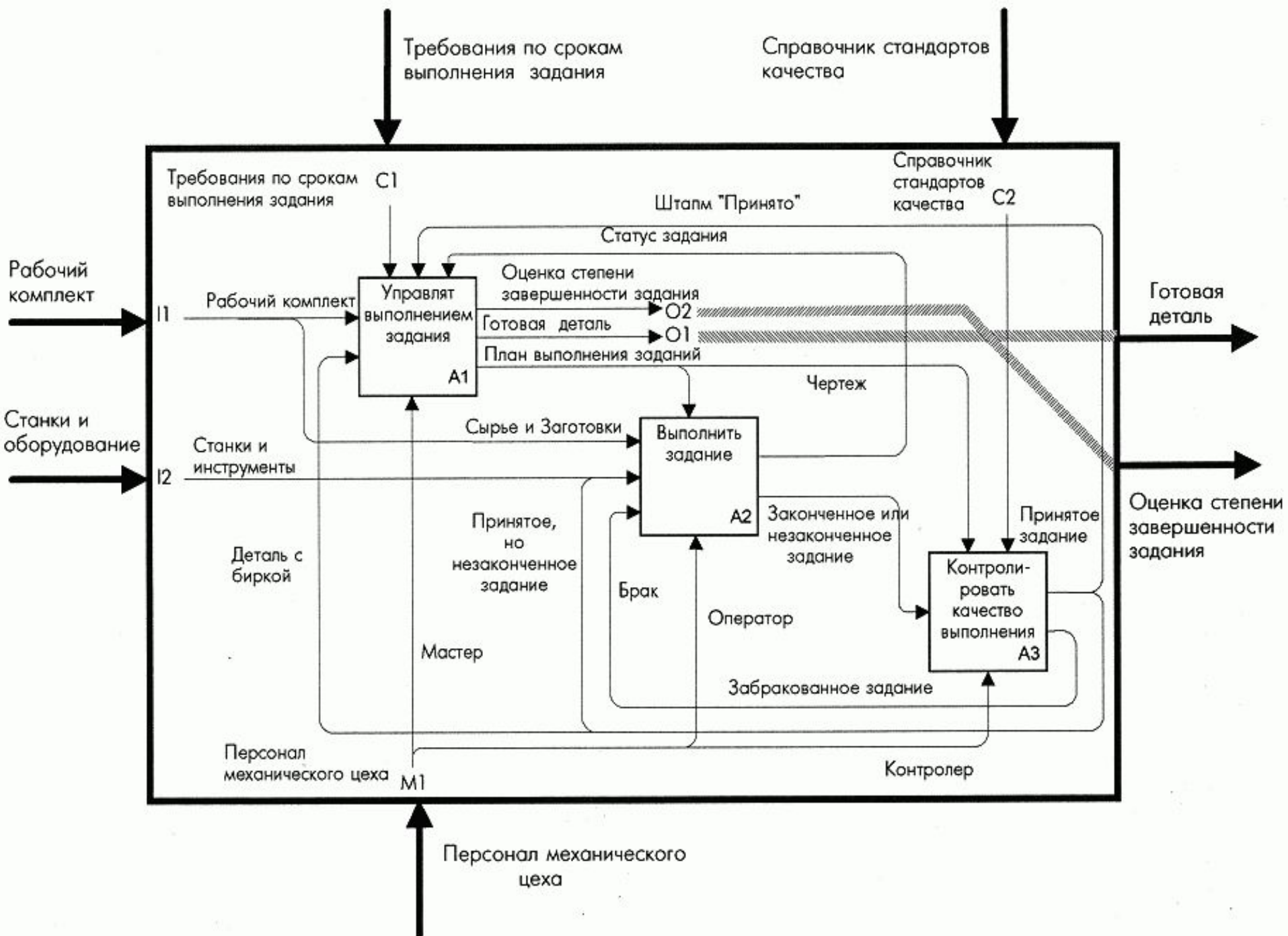
На рис. 3-3 приведены субъект и его границы (блок и прилегающие дуги) и декомпозирующая его диаграмма.

Обратите внимание, что граница субъекта изображена жирной линией для того, чтобы подчеркнуть, как внешние дуги связаны с соответствующими граничными дугами.

В этом примере мы изобразили на диаграмме пунктирными линиями зрительные связи только между выходными дугами и соответствующими им граничными дугами. (Другие связи легко определить зрительно.)

В соответствии со схемой кодирования для рис. 3-3 были получены коды ISOM: II, 12, C1, C2, 01, 02, M1.

Кодирование дуг ISOM-метками произведено в зависимости от того, к какой стороне родительского блока примыкает данная дуга.



**Рисунок 3-3**



## ***Резюме***

SADT-диаграммы являются декомпозициями ограниченных объектов. Объект ограничивается блоком и касающимися его дугами. Диаграмма, содержащая границу, называется родительской диаграммой, а диаграмма, декомпозирующая блок родительской диаграммы, называется диаграммой потомком.

Для связывания родительской диаграммы и диаграммы-потомка используются С-номера.

Коды ISOM используются для того, чтобы стыковать диаграмму-потомка с родительской диаграммой.

Номер узла идентифицирует уровень данной диаграммы в иерархии модели.

Для упрощения описания системы могут разумным образом использоваться специальные технические приемы типа "вхождения дуг в тоннель".