



УДК 001.891.573

Составитель: Р.А. Томакова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент А. В. Малышев

**Методологические основы структурного анализа и проектирования SADT:** методические указания для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Моделирование» для студентов направления подготовки 09.04.04 ОПОП ВО Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Р.А. Томакова. Курск, 2024. -32 с.

Рассмотрены методологические основы структурного анализа и проектирования SADT, применяемые для проведения научных исследований, произведена классификация, определены цели и задачи моделирования, выделены особенности проведения исследований, реализованы возможные структурные схемы построения моделей.

Методические указания составлены в соответствии с ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия» на основании учебного плана ОПОП ВО 09.04.04 Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии».

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 09.04.04 Программная инженерия, направленность (профиль) «Предпринимательство, инновации и технологии будущего в программной инженерии» всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 11.06.2024. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 1,7. Уч.- изд. л. 1,6. Тираж 100 экз. Заказ 490. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ SADT

### Цель и задачи лабораторного занятия (лабораторной работы):

**Цель работы** – изучение методов SADT моделирования, применяемых для проведения научных исследований и приобретение практических навыков их использования.

#### **Задачи работы.**

- *Ознакомиться* с основными понятиями методологии SADT моделирования в научных исследований;
- *Изучить* этапы построения SADT моделей;
- *Изучить* функции и значение моделирования в процессе познания;
- *Выделить* способы классификации моделей и развертывания теорий;
- *Изучить* особенности теоретического уровня проведения исследований;
- *Выделить* структурные компоненты теоретического познания;
- *Изучить* возможные структурные схемы построения теоретического познания и его элементов;
- *Ознакомиться* с алгоритмами процесса построения и назначения SADT моделей;
- *Проанализировать и обосновать* преимущества применения SADT моделирования в процессе разработки.

#### **Планируемые результаты обучения (формируемые знания, умения, навыки и компетенции):**

*Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной:*

ОПК-6.1 - Использует информационные технологии в практической деятельности;

ОПК-6.2 - Приобретает самостоятельным образом знания и умения в рамках существующих областей знаний;

ОПК-6.3 Получает самостоятельным образом знания и умения в рамках новых областей знаний.

**Необходимые материально-техническое оборудование и материалы:**

1. Класс ПЭВМ - Athlon 64 X2-2.4; Cel 2.4, Cel 2.6, Cel 800.
2. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD T2330/14"/1024Mb/ 160Gb/ сум-ка/проектор inFocus IN24+ .
3. Экран мобильный Draper Diplomat 60x60
4. Доступ в сеть Интернет.

**Шкала оценивания и критерии оценивания выполненной практической работы:**

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
1	2	3	4	5
Лабораторное занятие №5 Методологические основы структурного анализа и проектирования SADT	6	Выполнил, но «не защитил»	12	Выполнил и «защитил»

**План проведения лабораторного занятия (лабораторной работы)**

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ВЫПОЛНЕНИЯ**

1. Составить структурную схему процесса создания системы на основ методологии структурного анализа и проектирования (**SADT**). Обосновать выбор входящих модулей.

2. Составить схему выполнения методологии SADT как основы практического моделирования. Аргументировать содержание входящих модулей и их назначение.

3. Обосновать особенности алгоритма контекстной диаграммы модели при проведения исследований.

4. Проанализировать проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

4. Определить пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, обосновать причины возникновения и развития проблемных ситуаций в науке.

5. Разработать и содержательно аргументировать стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов.

6. Проанализировать связь между родительской диаграммой и диаграммой потомком.

7. Выполнить структуризацию предметной области и построение модели.

8. Постройте алгоритм проверки адекватности с целью воспроизведения моделью с необходимой полнотой всех характеристик объекта, существенных для цели моделирования при всем различии модели и оригинала.

9. Произвести сравнительный анализ результатов.

10. Сделать выводы по работе.

11. Представить отчет.

## 1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Методология структурного анализа и проектирования (**SADT**) (**Structured Analysis and Design Technique** -) – представляет собой методологию, разработанную для описания и понимания искусственных систем, попадающих в разряд средней сложности. Методология SADT – является одной из самых известных в настоящее время методологий, применяемая для анализа и проектирования систем, которая возникла в конце 60-х годов 20 века в связи с развитием методологии структурного программирования. Основу процесса создания системы заключается в разбиении на этапы, представленные на рисунке 1.

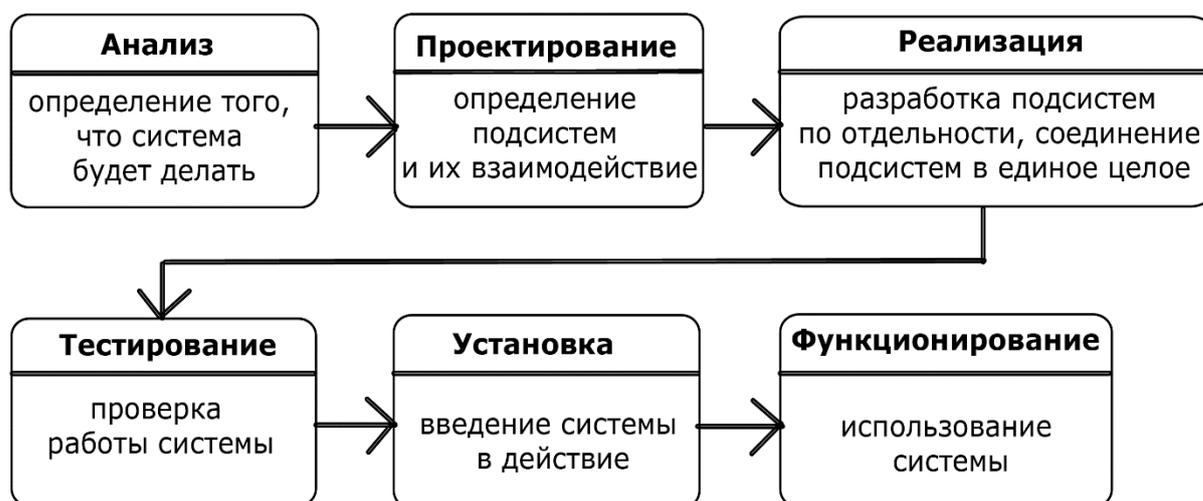


Рисунок 1 - Схема процесса создания системы

Эта последовательность выполняется итерационно, потому что система полностью никогда не удовлетворяла требованиям пользователей, поскольку их требования часто менялись. Для решения ключевых проблем традиционного создания систем широкого профиля требовались новые методы, специально предназначенные для использования на ранних стадиях процесса.

Методы, подобные SADT, на начальных этапах создания системы позволяли структурировать рассматриваемую проблему, что способствует сокращению затрат как на создание, так и на эксплуатацию системы, а кроме того, повышает ее надежность. В связи с этим SADT представляет возможный способ уменьшения количества дорогостоящих ошибок за счет структуризации на ранних этапах создания системы, улучшения контактов между

пользователями и разработчиками и сглаживания перехода от анализа к проектированию.

### 1.1 Понятие системы и модели

SADT является единственной методологией, отражающей такие характеристики, как *управление, обратная связь* и *ресурсы*. Отличительная особенность SADT заключается в том, что она развивалась как язык описания функционирования систем общего вида, тогда как в других структурных методологиях акцент делается на проектирование программного обеспечения.

SADT применяется для решения задач, связанных с большими системами, такими, как проектирование телефонных коммуникаций реального времени, автоматизация производства (САМ), создание программного обеспечения для командных и управляющих систем, поддержка боеготовности. Она с успехом применялась для описания большого количества сложных искусственных систем из широкого спектра областей (банковское дело, очистка нефти, планирование промышленного производства, системы наведения ракет, организация материально-технического снабжения, методология планирования, технология программирования). Следует отметить, что SADT является полной методологией для создания описания систем, основанной на концепциях системного моделирования.

Описание системы с помощью SADT называется *моделью*. В SADT-моделях используются как естественный, так и графический языки. Передачу информации о конкретной системе источником естественного языка выполняется людьми, описывающими систему, а источником графического языка является методология SADT. Важно отметить, что графический язык SADT организует естественный язык вполне определенным и однозначным образом.

С точки зрения SADT модель может быть сосредоточена либо на *функциях системы*, либо на ее *объектах*. SADT-модели, ориентированные на функции, принято называть **функциональными моделями**, а ориентированные на объекты системы - **моделями данных**.

*Функциональная модель* представляет систему функций с требуемой степенью детализации, которые в свою очередь отражают свои взаимоотношения через объекты системы.

*Модели данных дуальны* (являются противоположными) к функциональным моделям и представляют собой подробное описание объектов системы, связанных системными функциями. Полная методология SADT поддерживает создание множества моделей для более точного описания сложной системы.

SADT-модель дает полное, точное и адекватное описание системы, имеющее конкретное назначение. Это назначение, называемое *целью модели*, вытекает из формального определения модели в SADT:

*М представляет модель системы S, если M может быть использована для получения ответов на вопросы относительно S с точностью A.*

Таким образом, целью модели является получение ответов на некоторую совокупность вопросов, неявно присутствующих в процессе анализа и являющихся основой для создания модели. Это означает, что сама модель позволяет дать ответы на эти вопросы с заданной степенью точности. В противном случае, модель не достигла своей цели.

Методология SADT закладывает основы практического моделирования при которой модель рассматривается на всем этапе с одной и той же позиции, называемой "*точкой зрения*" данной модели.

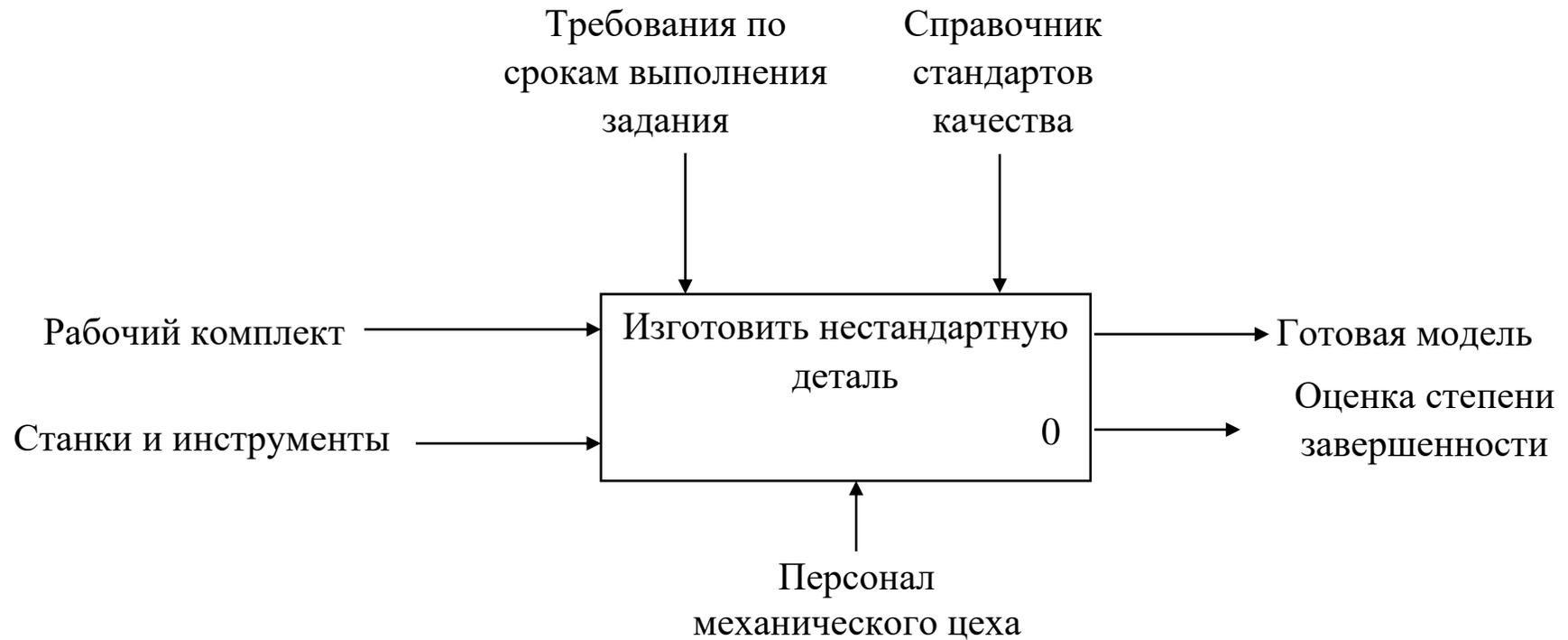
После того как определены *субъект, цель и точка зрения* модели, начинается первый этап процесса моделирования по методологии SADT. На этом этапе субъект определяет какие характеристики включить в модель, а какие исключить из нее. Точка зрения позволяет автору модели осуществить выбор нужной информации о субъекте и форму ее подачи. Цель становится критерием окончания моделирования.

Конечным результатом этого этапа является набор тщательно взаимоувязанных описаний, начиная с описания самого верхнего уровня всей системы и кончая подробным описанием деталей или операций системы.

Каждое из таких тщательно взаимосогласованных описаний называется *диаграммой*. SADT-модель объединяет и организует диаграммы в *иерархические структуры*, в которых диаграммы верхних уровней модели менее детализированы, чем диаграммы нижних уровней. Другими словами, модель SADT можно представить в виде древовидной структуры диаграмм, где верхняя

диаграмма является наиболее общей, а самые нижние наиболее детализированы.

В качестве примера, рассмотрим две диаграммы из модели экспериментального механического цеха. Верхняя диаграмма (рис. 2) описывает механический цех как функцию, в основе которой лежит преобразование входящих рабочих комплектов (заготовок, сырья, документации) в детали при определенном контроле качества.



*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

Рисунок 2 - Контекстная диаграмма модели

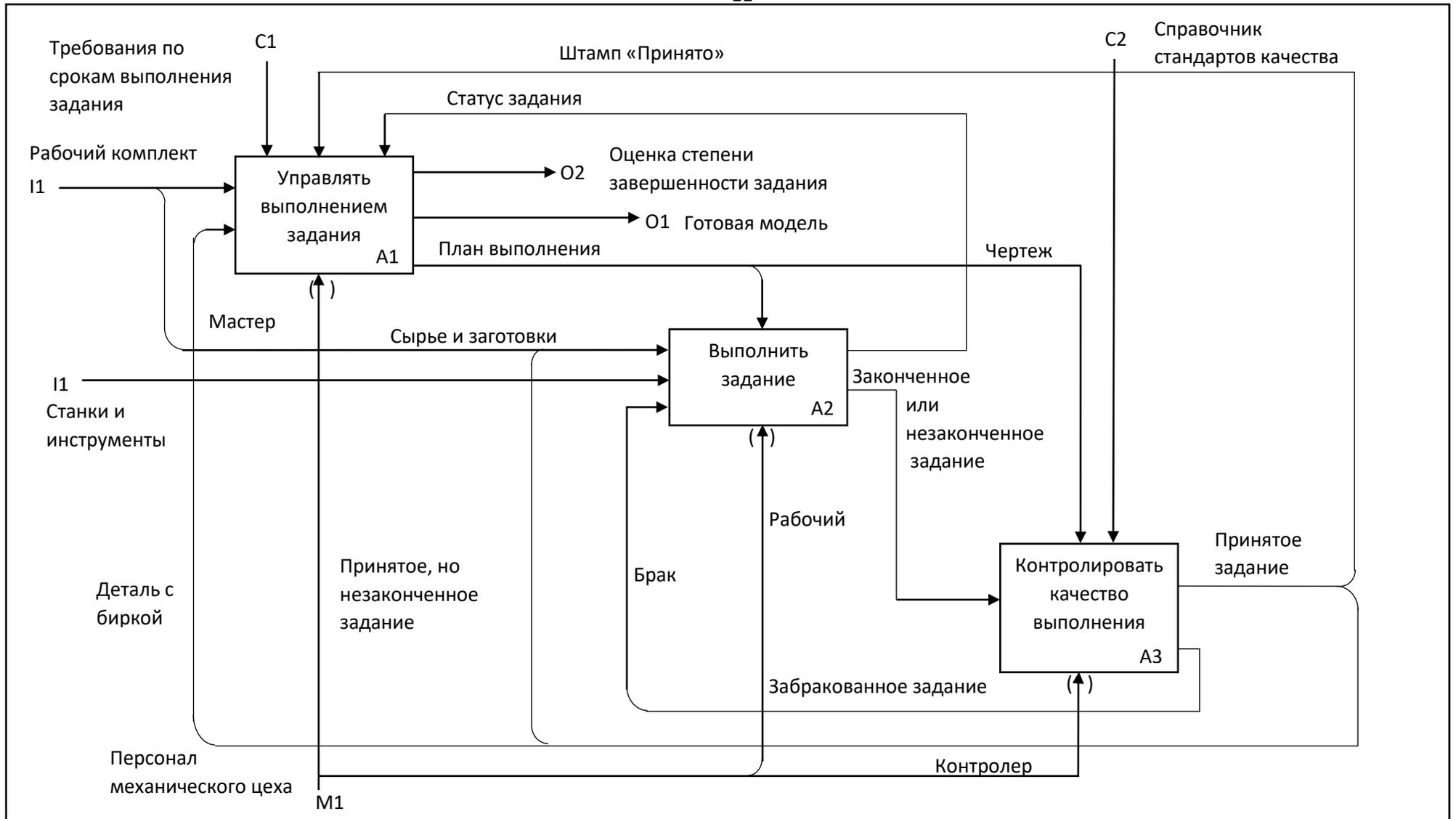


Рисунок 3 - Связь между родительской диаграммой и диаграммой потомком

Нижняя диаграмма (рис. 2) детализирует верхнюю, указывая на три главные функции механического цеха: управление выполнением заданий, выполнение задания и контроль качества выполнения.

Таким образом, общая функция, указанная на верхней диаграмме (рис. 2), детализируется с помощью трех функций на нижней диаграмме (см. рис. 3а, 3б). Это пример того, как SADT организует описание системы, создавая иерархию добавляющихся на каждом уровне деталей.

### Синтаксис и применение диаграмм

Диаграмма является основным рабочим элементом при создании модели. Разработчик диаграмм и моделей обычно называется аналитиком, или, в терминологии SADT, автором. Диаграммы имеют собственные синтаксические правила, отличающиеся от синтаксических правил моделей. Графика SADT позволяет определить различные системные функции и показать, как функции влияют друг на друга.

Каждая SADT-диаграмма содержит *блоки* и *дуги*. Блоки изображают *функции* моделируемой системы. Дуги связывают блоки вместе и отображают *взаимодействия* *взаимосвязи* между ними (рис. 4). 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, представленной на рисунке 4.

Функциональные блоки на диаграммах изображаются *прямоугольниками*. Блок представляет функцию или активную часть системы, поэтому названиями блоков служат глаголы или глагольные обороты. Требуется, 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.

В SADT каждая сторона блока имеет особое, вполне определенное назначение. Левая сторона блока предназначена для входов, верхняя - для управления, правая - для выходов, нижняя - для механизмов.

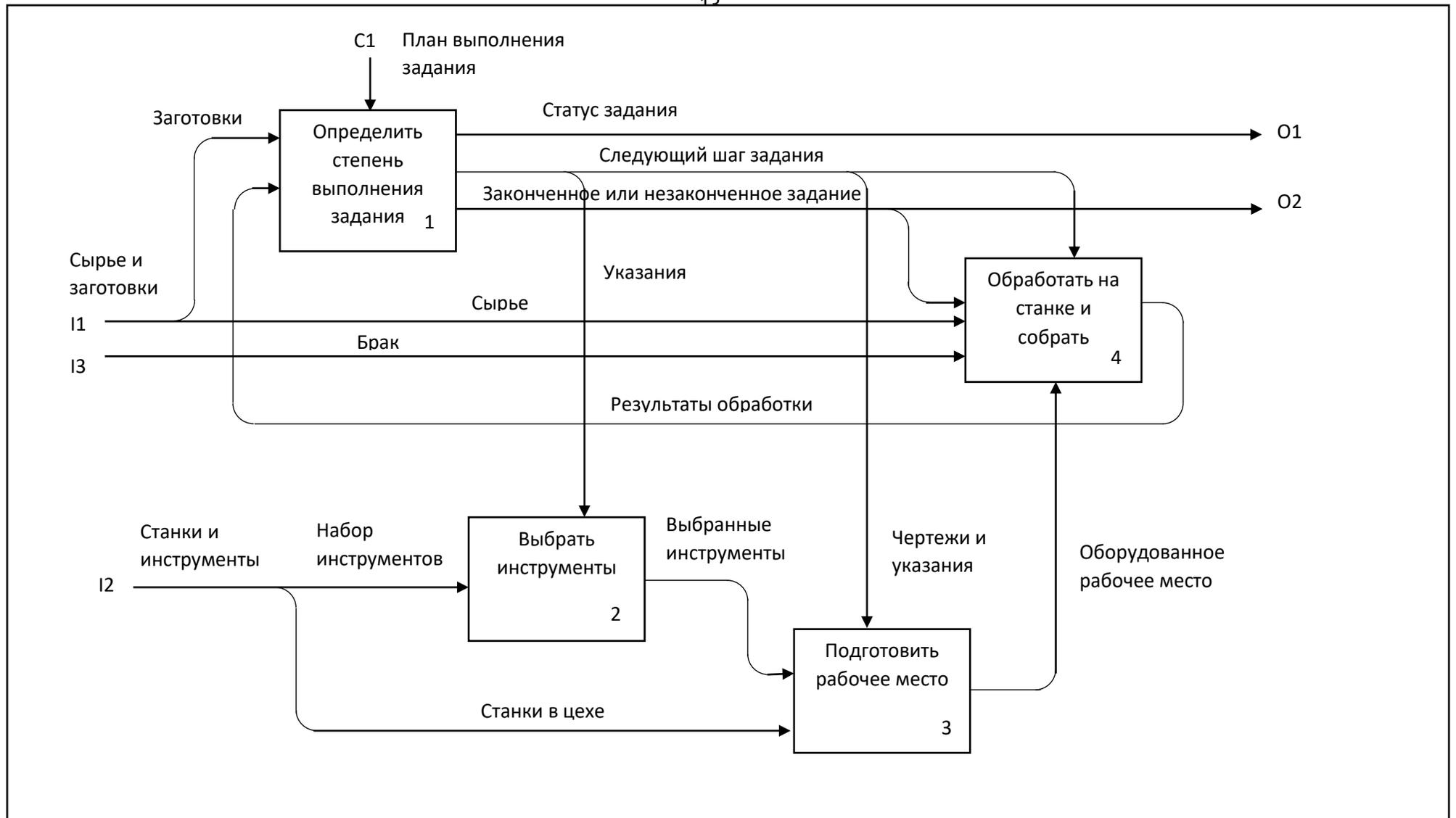


Рисунок 4 - SADT-диаграмма

Такое обозначение отражает определенные системные принципы: входы преобразуются в выходы, управление ограничивает или предписывает условия выполнения преобразований, механизмы показывают, кто, что и как выполняет функция.

Блоки SADT никогда не размещаются на диаграмме случайным образом. Они размещаются по степени важности, как ее понимает автор диаграммы, и этот относительный порядок называется *доминированием*. Доминирование понимается как *влияние*, которое один блок оказывает 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. Наиболее доминирующий блок обычно размещается в верхнем левом углу диаграммы, а наименее доминирующий - в правом нижнем углу. В результате получается "ступенчатая" схема. Порядок доминирования может обозначаться цифрой, размещенной в правом нижнем углу каждого прямоугольника: 1 будет указывать на наибольшее доминирование, 2 - на следующее после наибольшего, и т.д. (см. рис. 4)

*Дуги* на SADT-диаграмме изображаются одинарными линиями со стрелками на концах. Для функциональных SADT-диаграмм дуга представляет множество объектов, и поэтому они описываются (помечаются) существительными или существительными с определениями, располагающимися достаточно близко к линии дуги.

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 касающимися блока дугами.

Входные дуги изображают объекты, используемые и преобразуемые функциями. Управленческие дуги представляют информацию, управляющую действиями функций. Обычно управляющие дуги несут информацию, которая указывает, что должна выполнять функция. Выходные дуги изображают объекты, в которые преобразуются входы. Дуги механизмов отражают, по крайней мере, частично, как функции системы реализуются.

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

- управление,
- вход,
- обратная связь по управлению,
- обратная связь по входу,
- 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. Отношение входа возникает тогда, когда выход одного блока становится входом для блока с меньшим доминированием.

Обратная связь по управлению и обратная связь по входу являются более сложными, поскольку они представляют итерацию или рекурсию. 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. Связь по входной обратной связи имеет место тогда, когда выход одного блока становится входом другого блока с большим доминированием.

Связи "выход-механизм" встречаются нечасто и представляют особый интерес. Они отражают ситуацию, при которой выход одной функции становится средством достижения цели для другой. Связи "выход-механизм" характерны при распределении источников ресурсов (например, требуемые инструменты, обученный персонал, физическое пространство, оборудование, финансирование, материалы).

Дуги в SADT редко изображает один объект. Обычно они символизируют набор объектов, поэтому они могут иметь

множество начальных точек (источников) и конечных точек (назначений). Дуги могут разветвляться и соединяться различными сложными способами. Вся дуга или ее часть может выходить из одного или нескольких блоков и заканчиваться в одном или нескольких блоках. Для объяснения того, как дуги представляют разъединение и соединение наборов объектов, в SADT были разработаны специальные соглашения относительно представления и описания разветвлений и соединений дуг.

При создании SADT-модели одну и ту же диаграмму вместе с ее блоками и дугами перечерчивают 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», представленной на рис. 4.

#### Разветвление дуг

Разветвления дуг изображаются в виде расходящихся линий, при этом дуга всегда помечается до разветвления, чтобы дать название всему набору, как показано на рисунке 5.



Рисунок 5 - Разветвление дуг

Кроме того, каждая ветвь дуги может быть помечена или не помечена в соответствии со следующими правилами:

- непомеченные ветви содержат все объекты, указанные в метке дуги перед разветвлением (т.е. все объекты принадлежат этим ветвям);
- ветви, помеченные после точки разветвления, содержат все объекты или их часть, указанные в метке дуги перед разветвлением (т.е. каждая метка ветви уточняет, что именно содержит ветвь).

### **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 (рис. 6). 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).

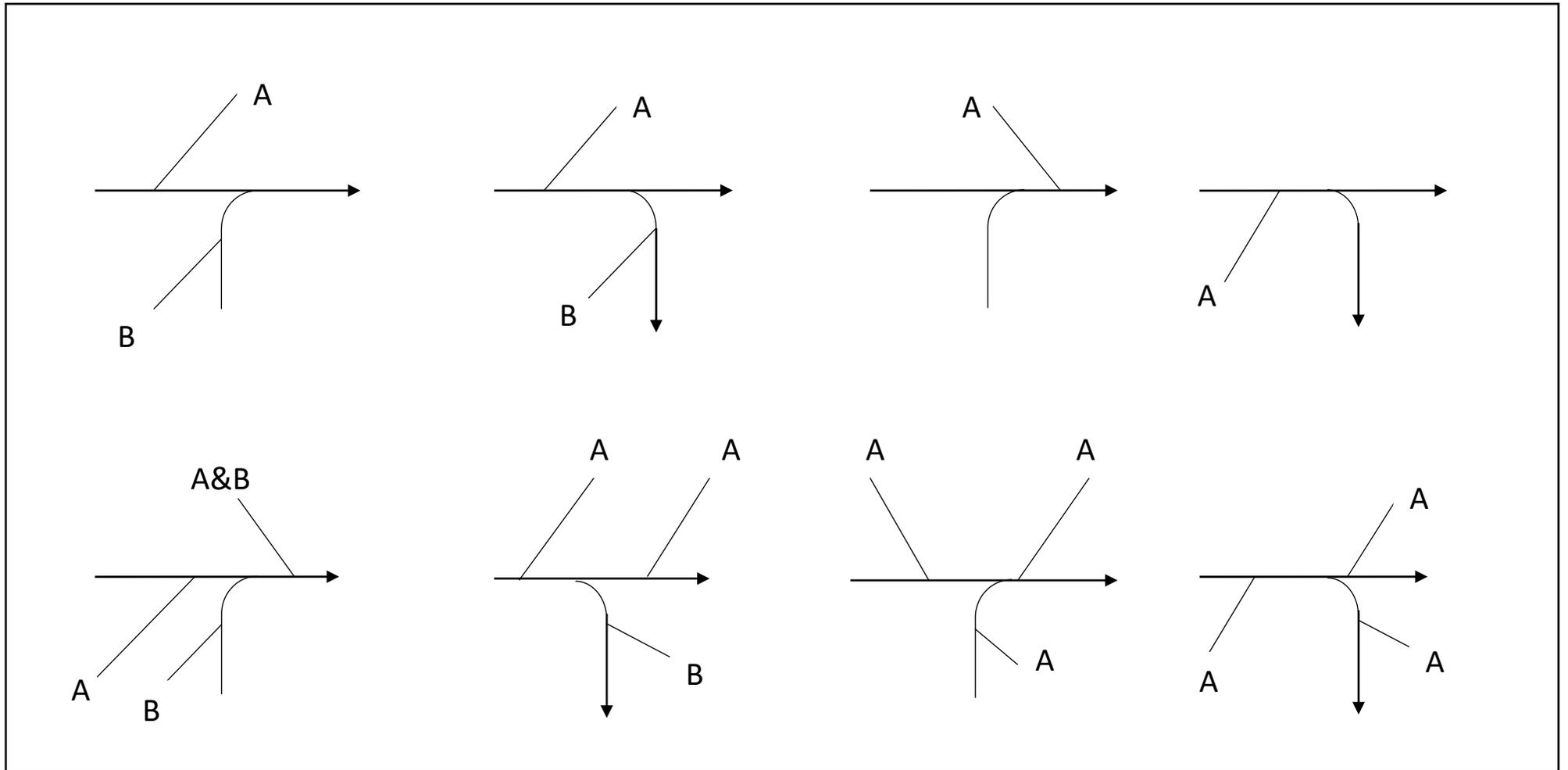


Рисунок 6 - Слияние дуг

## Синтаксис моделей и работа с ними

SADT-модель представляется иерархически организованной совокупностью диаграмм. Диаграммы обычно состоят из трех-шести блоков, каждый из которых потенциально может быть детализирован на другой диаграмме. Каждый блок может пониматься как отдельный тщательно определенный объект. Разделение такого объекта на его структурные части (блоки и дуги, составляющие диаграмму) называется *декомпозицией*.

SADT-модели развиваются в процессе структурной декомпозиции сверху вниз. Сначала декомпозируется один блок, являющийся границей модели, на одной диаграмме, которая имеет от трех до шести блоков, затем декомпозируется один (или больше) из этих блоков на другой диаграмме с тремя-шестью блоками и т.д. Название диаграммы совпадает с названием декомпозируемого блока. Результатом этого процесса является модель, диаграмма верхнего уровня которой описывает систему в общих терминах "черного ящика", а диаграммы нижнего уровня описывают очень детализированные аспекты и операции системы.

Помимо использования для идентификации версий диаграмм, С-номера применяются для связки диаграмм при движении как вверх, так и вниз по иерархии модели. Обычно 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.

Методология структурного анализа, позволяющая создавать отдельные диаграммы, должна гарантировать правильное соединение всех диаграмм для образования согласованной модели. SADT-диаграммы имеют внешние дуги -дуги, как бы выходящие наружу и ведущие к краю страницы. Эти дуги являются интерфейсом между диаграммой и остальной частью модели. SADT требует, чтобы все внешние дуги диаграммы были согласованы с дугами, образующими границу этой диаграммы. Другими словами, диаграмма должна быть "состыкована" со своей родительской диаграммой. Обычно это означает, что внешние дуги согласованы по числу и наименованию (но не обязательно по расположению) с дугами, касающимися декомпозированного блока родительской диаграммы.

В SADT принята система обозначений, позволяющая аналитику точно идентифицировать и проверять связи по дугам между диаграммами. Эта схема кодирования дуг -"ICOM" - получила название по первым буквам английских эквивалентов слов вход (Input), управление (Control), выход (Output), механизм (Mechanism). Коды ICOM чрезвычайно эффективны, поскольку позволяют аналитику быстро проверять согласованность внешних дуг диаграммы с граничными дугами соответствующего блока родительской диаграммы. Они также обеспечивают согласованность декомпозиции, поскольку все дуги, входящие в диаграмму и выходящие из нее, должны быть учтены.

### Процесс моделирования

Процесс моделирования в SADT включает этапы, проиллюстрированные на рисунке 7.



Рисунок 7 - Процесс моделирования SADT

Кроме того, этот процесс подсказывает вполне определенный путь выполнения согласованной и достоверной структурной декомпозиции, что является ключевым моментом в квалифицированном анализе системы. SADT уникальна в своей способности обеспечить как графический язык, так и процесс создания непротиворечивой и полезной системы описаний.

В процессе моделирования сведения об изучаемой системе получают с помощью испытанной методики сбора информации - опросов или интервью. Для получения наиболее полной информации SADT предлагает использовать различные ее источники (например, читать документы, опрашивать людей,

наблюдать за работой системы). Независимо от конкретного источника информации методология SADT рекомендует руководствоваться определенной целью при его использовании.

Создание модели (блок 2 на рис. 4) - это второй важный этап в процессе моделирования, на котором аналитик документирует полученные им знания о данной проблемной области, представляя их в виде одной или нескольких SADT-диаграмм. Процесс создания модели осуществляется с помощью специального метода детализации ограниченного субъекта. Вначале анализирует объекты, входящие в систему, а затем использует полученные знания для анализа функций системы. На основе этого анализа создается диаграмма, в которой объединяются сходные объекты и функции. Этот конкретный путь проведения анализа системы и документирования его результатов является уникальной особенностью методологии SADT.

SADT-модели создаются с конкретной целью, и эта цель записана на диаграмме A-0 модели. Эта цель определяет, как будет использоваться модель. Таким образом, как только завершено создание модели с требуемым уровнем детализации и модель проверена, она может применяться для достижения поставленной цели. Например, модель экспериментального механического цеха создана для описания деятельности различных работников механического цеха, хотя результирующая модель всегда предназначалась как основа учебного руководства для нового персонала. Если эта модель точно описывает работу персонала в цехе, но не может служить для подготовки учебного руководства - она бесполезна. Точная модель не всегда полезна. В процессе SADT-моделирования рекомендуется выделить специальную группу людей, ответственных за то, что создаваемая в процессе анализа модель будет точна и используется в дальнейшем.

### **Начало моделирования**

Начало моделирования в SADT означает создание диаграмм АО и A-0, которые затем могут быть отрецензированы. Эти две диаграммы полностью рассказывают все об изучаемой системе с минимальной степенью детализации. Создавая их, аналитик предпринимает начальную попытку декомпозировать систему и затем обобщить полученную декомпозицию. Декомпозиция (диаграмма АО) освещает наиболее важные функции и объекты

системы. Объединение (диаграмма А-0) трактует систему как "черный ящик", дает ей название и определяет наиболее важные входы, управления, выходы и, возможно, механизмы.

Прежде чем начать моделирование, SADТ-аналитик проводит подготовку к нему, собирает информацию, декомпозирует объект и обобщает эту декомпозицию.

Подготовка включает выбор цели модели:

- выбор точки зрения, с которой будет представлена модель,
- тип создаваемой модели,
- предполагаемое использование построенной и проверенной модели.

Таким образом, подготовка должна максимально облегчить сбор информации. Сбор информации может включать любую комбинацию следующих видов деятельности: чтение документов, наблюдение за существующими операциями, анкетирование группы экспертов, опрос одного или нескольких экспертов, использование собственных знаний и продуманного описания работы системы, которое впоследствии может быть откорректировано. Декомпозируя объект, нужно прежде всего обратить внимание на входные и выходные данные для всей системы. Декомпозиция всей системы начинается с составления списка основных типов данных и основных функций. Эти списки снабжаются комментариями для указания основных типов как данных, так и функций системы или их различных сочетаний. Затем, списки с комментариями используются для создания диаграммы АО (см. рис. 8), которая затем обобщается с помощью диаграммы А-0 (см. рис. 9).

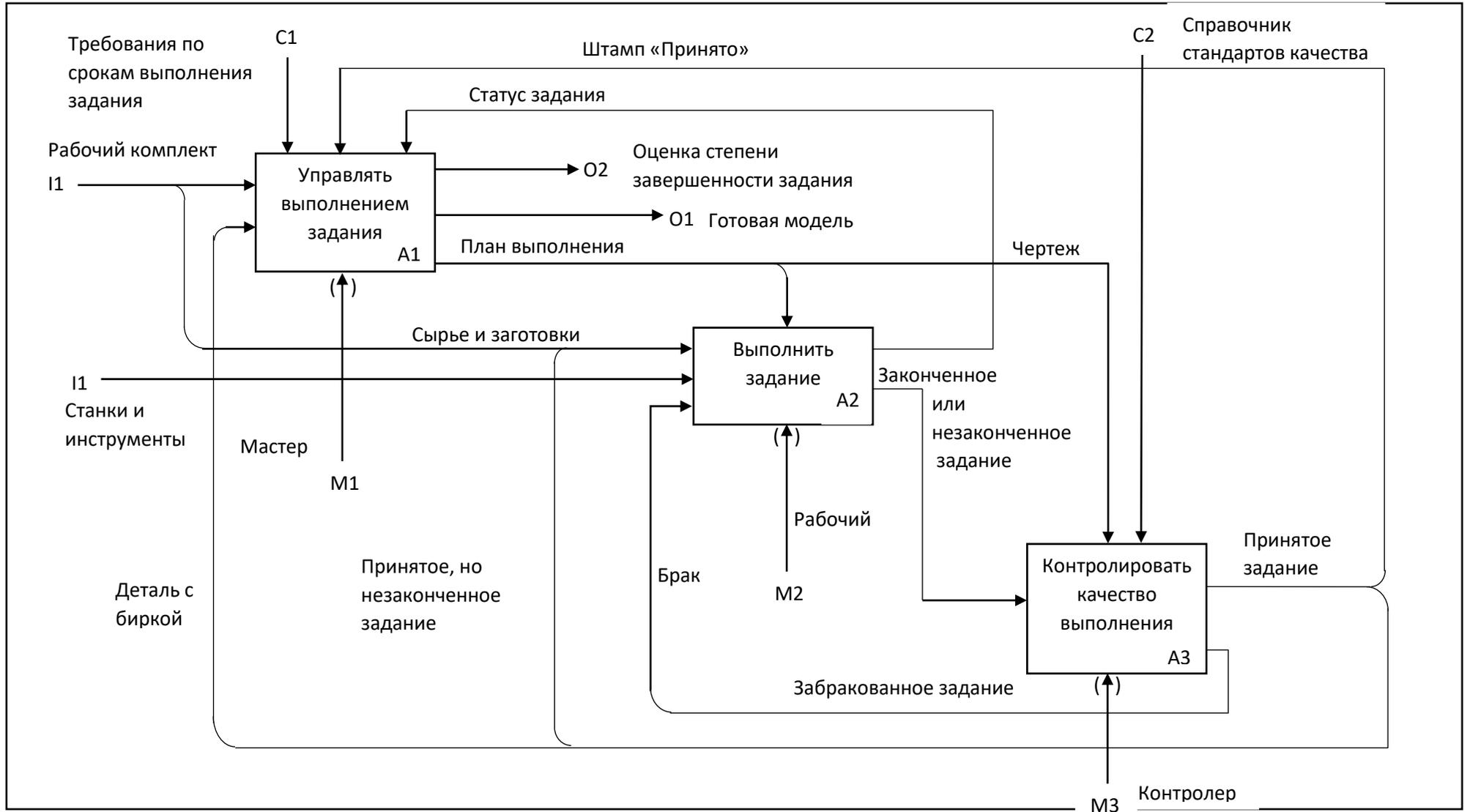


Рисунок 8- Диаграмма АО

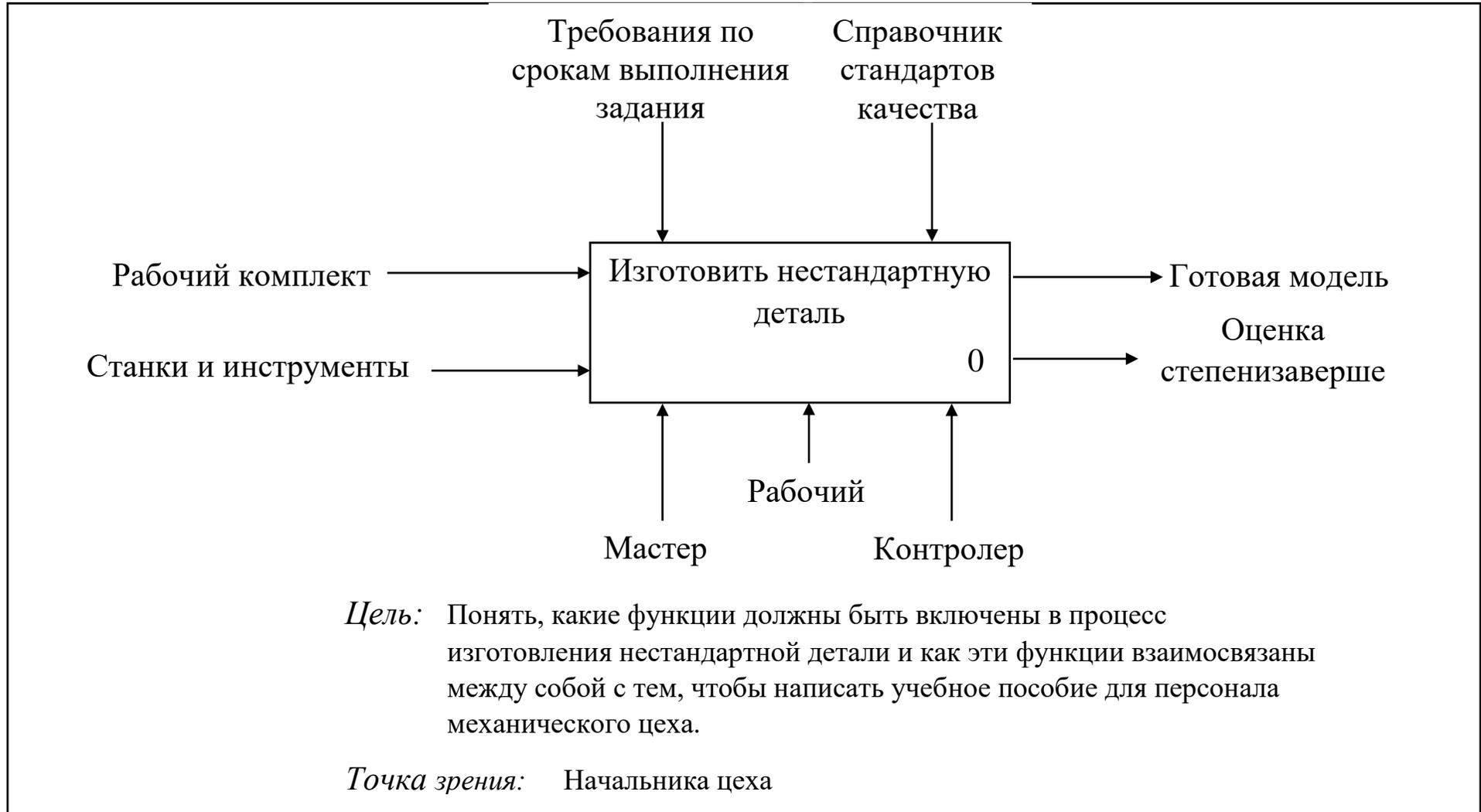


Рисунок 9 - Диаграмма А-О

Цель и точка зрения модели определяются на самой ранней стадии создания модели. Выбор цели осуществляется с учетом вопросов, на которые должна ответить модель, а выбор точки зрения - в соответствии с выбором позиции, с которой описывается система. Иногда цель и точку зрения можно выбрать до того, как будет сделана первая диаграмма.

Списки объектов системы, создаваемые в ходе моделирования, в SADT принято называть "списками данных". Термин "данное" здесь употребляется как синоним слова "объект". Следовательно, при обсуждении различных аспектов моделирования в SADT применяется термин "список данных". Составление списка данных является начальным этапом создания каждой диаграммы функциональной SADT-модели. Правило заключается в том, чтобы вначале составить список данных, а потом список функций.

Закончив список данных, составляется *список функций*. Для этого представляются функции системы, использующие тот или иной *класс* (тип) или *набор данных*. Обозначается, какие типы или наборы данных необходимы для каждой конкретной функции. Это позволит выделить данные сходных типов, которые затем можно объединить в *метатипы*. По мере продвижения по списку, проверяется, истинность первоначальных представлений, которые часто могут не совпадать с выбранной целью и точкой зрения модели. С другой стороны, не следует автоматически отвергать первоначальные идеи, если они кажутся неверными. Дальнейшие размышления могут прояснить внутренние аспекты работы системы, не очевидные при первом взгляде, и, возможно, восстановятся исходные идеи после построения нескольких других диаграмм. Список функций должен находиться на одной странице со списком данных. Исходное содержание диаграммы АО обеспечивают списки данных и функций.

Затем изображают основные дуги, представляющие ограничения. Это является второй важной частью построения диаграммы АО. Они дают основание для разбиения объекта диаграммы на 3 - 6 системных функций, изображаемых блоками.

Следующим шагом в построении диаграммы является размещение остальных внешних дуг и назначение им соответствующих ICOM-кодов. Таким образом, все данные, входящие в систему или выходящие из нее, оказываются

учтенными на рисунке. Потеря внешней дуги - это ошибка интерфейса, одна из самых распространенных в системном анализе.

Обобщение является последним важным шагом начального этапа моделирования. При создании диаграммы А-0 используется информация, уже зафиксированная на диаграмме АО. Вначале в центре SADT-бланка рисуют один большой блок, название которого совпадает с названием диаграммы АО. В этот момент следует проверить, адекватно ли название отражает то, что делает система. Все внешние дуги диаграммы АО изображаются на диаграмме А-0 входящими в соответствующую сторону блока. При этом проверяется, что название каждой дуги описывает то, чем обмениваются система и ее среда. После того изображаются входные и выходные дуги, проверяется точность описания потока данных. Далее пишется цель, и точка зрения модели под основным блоком и сверяются с тем, что представляется блоком и его дугами.

Построение диаграммы А-0 свидетельствует об окончании начального этапа моделирования. К этому моменту сделана первая попытка обобщить и описать основную деятельность системы и показать связь системы с ее средой. Несмотря на ограниченное число описанных деталей, диаграммы А-0 и АО представляют законченную картину, потому что они отражают все основные входы, управления, выходы и функции системы. Общий вид системы, полученный с помощью диаграмм А-0 и АО, - основная цель аналитика на начальном этапе построения SADT-модели.

### **1. Продолжение моделирования**

Продолжение моделирования основывается на тех же методах и выводит модель на следующий уровень детализации. Для этого требуется создать отдельную диаграмму для, возможно, каждого блока диаграммы верхнего уровня, затем построить диаграммы для всех блоков новых диаграмм, и так до тех пор, пока модель не будет описывать объект с нужной для достижения цели степенью детализации. Таким образом, продолжение моделирования является рекурсивным процессом.

#### **Декомпозиция ограниченного объекта**

Процесс декомпозиции ограниченного объекта состоит из семи шагов, представленных на рисунке 10.



Рисунок 10 - Декомпозиция ограниченного объекта

Следует отметить, что шаги 1-3 представляют созидательную часть процесса. Выполняя их, аналитик концентрирует свои усилия, связанные с выявлением новой информации об объекте, на более высоком уровне детализации, чтобы достичь ясности изложения. При этом шаги 4-7 составляют этап саморецензирования, в ходе которого проверяется диаграмма с точки зрения полноты информации и связей в отношении с родительской диаграммой. Затем в созданную диаграмму и соответственно в связанные с ней диаграммы вносятся изменения.

### **Выявление интерфейсных ошибок**

Для SADT интерфейсными являются места соединения диаграмм со своими родителями. Вот почему каждую декомпозицию необходимо аккуратно соединять со своим родителем, используя ИСОМ-метки. Прежде чем составить список данных, записываются имена и ИСОМ-коды для всех дуг, образующих границу. Это помогает при декомпозиции уменьшить вероятность пропуска части граничных дуг. Выполнив декомпозицию, происходит возвращение назад к исходному блоку родительской диаграммы и соединение каждой внешней дуги новой диаграммы с соответствующей дугой, касающейся этого блока. Это позволяет избежать пропуска необходимого соединения.

### **Проверка диаграммы автором**

Опытные SADT-аналитики при декомпозиции блока разделяют этап создания и этап критического рассмотрения диаграммы.

## **Процесс авторской проверки**

Процесс авторской проверки дает новое направление работе - определение ее качества. Процесс критической оценки осуществляется в следующем порядке:

- 1) выявление недостатков новой диаграммы;
- 2) создание альтернативных декомпозиций;
- 3) корректировка новой диаграммы;
- 4) корректировка всех связанных с ней диаграмм.

## **Выявление недостатков новой диаграммы**

Выявление недостатков диаграммы выполняется по схеме вопрос-ответ, поэтому нельзя четко сформулировать правила ее пошаговой оценки. В процессе оценки диаграммы аналитик задает определенный набор вопросов относительно блоков, связи с родительской диаграммой и внутренних дуг. Ответ на каждый из них дает направление последующим вопросам. Таким образом, поток вопросов и ответов управляет анализом каждой части диаграммы. Вначале следует критически оценить блоки диаграммы, определить функциональные аспекты диаграммы.

Следом задаются вопросы о связи диаграммы с ее родителем. При этом проверяется, как диаграмма вписывается в модель. Вопросами о внутренних дугах обычно заканчивают поиск ошибок в диаграмме.

После разрешения основных вопросов, следует проанализировать детали диаграммы. Далее возможно создание альтернативных диаграмм, которые в последствии корректируются.

## **Соглашения по построению диаграмм**

В SADT существует несколько типов соглашений по размещению элементов - для блоков, для дуг и для комбинаций блоков и дуг.

### **Соглашения по размещению блоков**

Располагаются блоки по диагонали - от левого верхнего угла диаграммы до правого нижнего, и пронумеровываются в том же порядке.

Номер каждого блока размещается в его нижнем правом углу. Стандартное расположение номеров позволяет их быстро находить.

Записывается S-номер диаграммы, декомпозирующей блок, под правым нижним углом блока. При таком расположении его

легко найти. Кроме того, номер блока наглядно связывается с детализирующей его диаграммой.

### **Соглашения по размещению дуг**

Дуги чертятся только по вертикали и горизонтали. Таким образом, блоки будут визуальнo выделяться как точки сбора дуг, которыми блоки и являются. Это помогает также проследить за направлением дуг,

Блоки всегда имеют дуги управления, но могут не иметь входных дуг. Дуги управления накладывают ограничения и включают или выключают функции системы. Без них система не может работать,

Если данные служат и для управления, и для входа, вычерчивается только дуга управления,

Максимально увеличивается расстояние между параллельными дугами, оставляя больше места для меток. Это помогает зрительно определять количество дуг и прослеживать их пути,

Максимально увеличивается расстояние между блоками и поворотами дуг, а также между блоками и пересечениями дуг, чтобы облегчить процесс чтения и уменьшить вероятность перепутать две разные дуги,

Объединяются дуги, источники которых не указаны на диаграмме, если они представляют одни и те же данные,

Рисуются циклические обратные связи для одного и того же блока только, чтобы выделить их. Обычно обратную связь изображают на диаграмме, декомпозирующей блок. Однако иногда требуется выделить буферы и повторно используемые объекты.

### **Соглашения по размещению блоков и дуг**

Объединяются дуги с общим источником или с общим приемником, если они представляют связанные данные. Общее название лучше описывает суть данных,

Минимизируется число дуг, касающихся каждой стороны блока, если, конечно, природа данных не слишком разнородна,

Обратные связи по управлению рисуются "вверх и над". Таким образом показываются ограничивающие обратные связи при минимальном числе линий и пересечений, а также собираются все дуги управления в верхней правой части диаграммы,

Обратные связи по входу рисуются "вниз и под". Это позволяет показать обратные потоки данных при минимальном числе линий и пересечений, а также собрать все входные дуги в нижней левой части диаграммы,

Если возможно, происходит присоединение дуги к блокам в одной и той же ИСОМ-позиции. Соединения дуг конкретного типа с блоками будут согласованными, и тем самым упрощается чтение диаграммы,

При соединении большого числа блоков избегается необязательное пересечение дуг,

Минимизируется число петель и поворотов каждой дуги. Это также упростит диаграмму.

### **Контрольные задания и вопросы**

1. В чем состоит отличительная особенность SADT моделирования?
2. Какие языки используются при описании SADT моделей?
3. Какие способы составляют основу построения научной теории?
4. Сформулируйте ряд общих требований и свойств, которые необходимо учитывать при построении модели исследований.
5. Какие свойства выполняются для реализации функции теории?
6. Что является основой построения функциональной модели?
7. Начертите схему выполнения процесса моделирования.
8. Структурными компонентами контекстной диаграммы являются?
9. Перечислите элементы, составляющие основу SADT диаграммы.
10. Сформулируйте цели моделирования.
11. Какие связи используются между родительской диаграммой и диаграммой потомков в SADT моделировании?
12. Как осуществляется классификация моделей?
13. Дайте определение физической модели.
14. Сформулируйте, какую роль эксперимент имеет в формировании научного знания?
15. Приведите различные виды физических моделей.

16. Сформулируйте особенности эмпирического исследования.
17. В чем заключается преимущество SADT моделирования перед натурным экспериментом?
18. Как осуществляется управление функциональными блоками в SADT диаграммах?
19. Какая информация может быть извлечена из эксперимента?
20. Как осуществляется разветвление и слияние дуг в SADT моделировании?
21. В чем заключаются преимущества применения моделирования?
22. Приведите схему процесса SADT моделирования.
23. Сформулируйте основные отличия детерминированных моделей от вероятностных.
24. В чем заключаются преимущества SADT моделирования перед натурным экспериментом?
25. Как формулируется цель моделирования на диаграмме А-0? модели.
26. В чем заключается анализ проблемной ситуации, его особенности?
27. В чем заключается структуризация проблемной области?
28. Какие этапы содержит декомпозиция ограниченного объекта?
29. В чем заключается анализ объекта моделирования?
30. Как выполняется проверка адекватности модели?

### **Библиографический список**

1. Марка, Д. Методология структурного анализа и проектирования SADT [Текст]: пер. с англ. / Д. Марка, МакГоуэн Клемент. - М.: МетаТехнология, 2013. - 231 с.
2. William, S. Tools and Techniques for Structured Systems Analysis and Design [Текст] / S. William. Addison-Wesley, 2012. -315 с.
3. Вентцель, Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология [Текст]/ Е.С. Вентцель. - М.:Высшая школа, 2001.
4. Дворецкий, С.И., Муромцев, Ю.А. и др. Моделирование систем [Текст] / С.И. Дворецкий, Ю.А. Муромцев. - М.: Издательский центр «Академия», 2009.

5. Козин, Р.Г. Математическое моделирование [Текст]: учеб. пособие / Р.Г. Козин. – М.: МИФИ, 2008. – 89 с.

6. Советов, Б.Я., Яковлев, С.А. Моделирование систем [Текст] / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - М.: Высшая школа, 2007.

7. Фоменков, С.А. Математическое моделирование системных объектов: учебное пособие [Текст] / С.А.Фоменков, В.А.Камаев, Ю.А.Орлова. Волгоград: ВолгГТУ, 2014. - 340 с.