

**Министерство образования и науки  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего профессионального образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»  
Институт технологи легкой промышленности,  
моды и дизайна**

**Р.Р.Фаткуллина, Л.Н. Абуталипова**

**ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
В СФЕРЕ СЕРВИСА**

**Учебное пособие**

**Казань 2013**

УДК 681.3:67(075)

Основы системного анализа технологических объектов в сфере сервиса: Учебное пособие / Р.Р.Фаткуллина, Л.Н. Абуталипова; Казан. нац. иссл. технол. ун-т. Казань, 2013. 101 с.

Системный анализ находит широкое применение как междисциплинарный метод, поэтому учебное пособие представляет интерес для специалистов разных направлений деятельности.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению "Сервис", а также студентов, магистрантов, аспирантов и специалистов, применяющих принципы системного анализа в научных исследованиях, производстве, управлении.

Подготовлено на кафедре моды и технологий ИТЛПМД Казанского национального исследовательского технологического университета (КНИТУ).

Печатается по решению каф. «Мода и технологии» Казанского национального исследовательского технологического университета

Под редакцией Л.Н. Абуталиповой

Рецензенты:  
докт. физ.-мат. наук  
Р.Б. Тагиров  
канд. техн. наук  
Р.А. Закуанов,

Казанский национальный  
исследовательский  
технологический  
университет, 2013г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>7</b>
<b>1. ОБЪЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА</b>	<b>8</b>
<i>1.1. Системы, их структура и функции</i>	<i>8</i>
<i>1.1.1. Определение системы</i>	<i>8</i>
<i>1.1.2. Функциональное, морфологическое и информационное представление систем</i>	<i>10</i>
<i>1.1.3. Свойства систем</i>	<i>19</i>
<b>2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАССМОТРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СФЕРЫ СЕРВИСА</b>	<b>22</b>
<i>2.1. Основы системного подхода при анализе и проектировании систем</i>	<i>22</i>
<i>2.1.1. Системные принципы</i>	<i>24</i>
<i>2.1.2. Алгоритм системного анализа</i>	<i>29</i>
<i>2.2. Исходные данные в системном представлении</i>	<i>31</i>
<i>2.3. Методы системного анализа</i>	<i>40</i>
<b>3 МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СФЕРЫ СЕРВИСА</b>	<b>46</b>
<i>3.1. Модели и задачи системного анализа</i>	<i>46</i>
<i>3.1.1. Виды моделей</i>	<i>46</i>
<i>3.1.2. Постановка задачи принятия решений</i>	<i>53</i>
<i>3.2. Технологические объекты сферы сервиса как система</i>	<i>61</i>
<i>3.2.1. Пакет текстильных и нетканых материалов как система</i>	<i>61</i>
<i>3.2.2. Структурная модель процесса подготовки и раскроя материалов</i>	<i>65</i>

3.2.3. <i>Конструкция швейного изделия как иерархическая система</i>	71
3.2.4. <i>Системное рассмотрение технологического объекта сервиса</i>	75
<b><i>Контрольные вопросы</i></b>	<b>84</b>
<b><i>Темы для самостоятельной работы</i></b>	<b>85</b>
<b><i>Тесты</i></b>	<b>87</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b>	<b>98</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Системный анализ находит широкое применение как междисциплинарный метод. Важная роль системного анализа – применение методов и моделей теории систем для практических её приложений к задачам управления; работа с целями, организация процесса целеобразования, т.е. исследование факторов, влияющих на цель, формулирование, структуризация или декомпозиция обобщающей цели. При этом выбор методов достижения целей базируется на использовании понятий и закономерностей теории систем[1,2,3].

В 30-е гг. XX в. возникла теория открытых систем Л. фон Берталанфи, имеющая большое значение для управления социально-экономическими объектами. Важный вклад в становление системных представлений внес в начале XX в. А.А.Богданов, предложивший всеобщую организационную науку. Интерес к системным представлениям проявлялся не только как к удобному обобщающему понятию, но и как к средству постановки задач с большой неопределённостью [4].

Предметом рассмотрения системного анализа в сфере сервиса являются технологические объекты и процессы, в том числе процессы производства изделий малых предприятий. В данном учебном пособии показывается на примерах, что разработка технологического решения должна осуществляться на основе системного анализа путем систематизации данных и их морфологического, функционального и информационного описания. Даются рекомендации по осуществлению системного подхода при решении проблем разработки решений в сфере сервиса при изготовлении и маркетинге изделий малых предприятий легкой промышленности.

# 1. ОБЪЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

## 1.1 Системы, их структура и функции

### 1.1.1. Определение системы

Система - одна из самых распространенных научных категорий. Она может быть охарактеризована как совокупность элементов, объединенных в интересах достижения общей цели. Так, главная цель при управлении системой предприятия сферы сервиса - производство и сбыт продукции.

Система (от греч. *sysntema* - целое, составленное из частей; соединение) - множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную структуру, целостность, единство. Иными словами, элементы ( $S_1, S_2, \dots, S_n$ ), составляющие систему, связаны между собой взаимными отношениями, которые обеспечивают целостность системы[5].

Среди систем выделяют два основных класса: материальные и абстрактные. В свою очередь материальные системы подразделяют на системы неорганической природы и живые системы. Абстрактные системы связывают с теоретическими построениями и моделями. Это системы аксиом, правил, системы понятий, гипотезы, теории, лингвистические системы, системы формализации, логические системы и др.

Системы при анализе рассматривают как простые и сложные системы. Простые технологические системы в сфере сервиса и производства легкой промышленности ограничены типовой технологией. Сложной технологической системой называют составной объект, части которого можно рассматривать как отдельные системы, объединенные в единое целое в соответствии с определенными принципами или связанные между собой заданными отношениями.

Части сложной системы (подсистемы) можно разделить на более мелкие подсистемы и т.д., вплоть до выделения

элементов, которые либо объективно не подлежат дальнейшему расчленению, либо их неделимость задана некоторыми условиями. Так, разделение технологических процессов до неделимых операций упрощает анализ структур систем и анализ функционирующих в них потоков.

Для системы характерны следующие основные свойства: сложность, делимость, целостность, многообразие элементов и различие их природы, структурированность.

*Сложность системы* зависит от множества входящих в нее компонентов, их структурного взаимодействия, а также от сложности внутренних и внешних связей и динамичности. *Делимость системы* означает, что она состоит из ряда подсистем или элементов, выделенных по определенному признаку, отвечающему конкретным целям и задачам. Все проектируемые объекты подразделяются на простые (с числом составных частей до 100), средней сложности (от 100 до 1000), сложные (от 1000 до 10000), очень сложные (от  $10^4$  до  $10^6$ ), высоко сложные (от  $10^6$ ). *Целостность системы* означает, что функционирование множества элементов системы подчинено единой цели. *Многообразие элементов* системы и различия их природы связано с их функциональной специфичностью и автономностью. Например, в материальной системе объекта, связанной с преобразованием вещественно-энергетических ресурсов, могут быть выделены такие элементы, как сырье, основные и вспомогательные материалы[6].

*Структурированность системы* определяет наличие установленных связей и отношений между элементами внутри системы, распределение элементов системы по уровням иерархии. Для разбиения системы на крупные части (подсистемы) используют метод стратификации. Этот метод применяется в системном анализе, структурном анализе и др. [7]. Суть его в разбиении множества исходных данных на уровни, которые называют стратами, отчего весь процесс

называется стратификацией. Стратификация превращает систему из неоднородного множества в совокупность иерархически взаимосвязанных однородных подмножеств.

Технологический процесс изготовления швейного изделия представляет собой последовательность неделимых операций с условиями их выполнения. В свою очередь структуру технологической операции можно представить в виде иерархической схемы, состоящей из приемов, трудовых действий и движений [8].

Примерами неделимых операции технологического процесса изготовления швейного изделия в ателье являются: «стачать срезы деталей кроя», «притачать кокетку к спинке», «втачать рукав в пройму», «проложить отделочную строчку», «подшить низ изделия».

Свойства технологических процессов сферы сервиса определяются свойствами составляющих ее элементов и характером взаимодействия между ними. Примерами сложных систем могут служить: автоматизированное рабочее место технолога (АРМ), единое информационное пространство определенной сферы сервиса и др. В современной науке исследование систем проводят на основе системного подхода и системного анализа.

### *1.1.2. Функциональное, морфологическое и информационное представление систем*

*Всякая система имеет назначение (основные функции), структуру, элементы и связи между ними. Система - это целостный комплекс взаимосвязанных компонентов, имеющих особое единство и взаимодействующих с внешней средой.*

Познание системы начинается с функционального описания (таблица 1). Функции системы проявляются в ее поведении. Выделяя систему из окружающего мира, исследователь фактически устанавливает грань между

изучаемой системой и внешней средой. При этом полагается, что внешняя среда воздействует на систему через входы последней, а система воздействует на внешнюю среду через свои выходы[5].

В зависимости от степени воздействия на внешнюю среду и от характера взаимодействия с другими системами выделяют следующие типы функций системы:

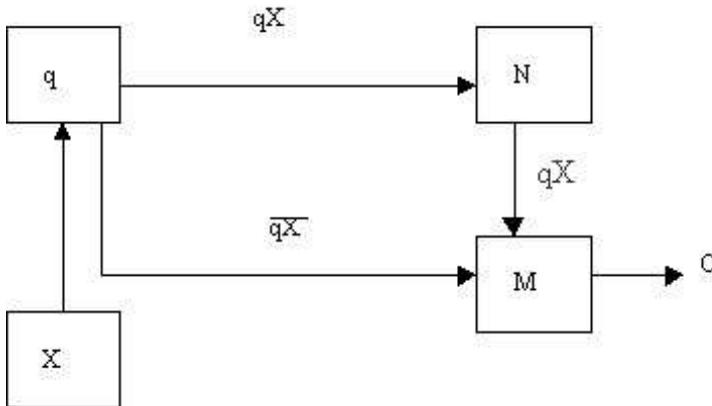
- пассивное существование, материал для других систем (природа, обанкротившееся предприятие);
- обслуживание систем более высокого порядка (основное, вспомогательное, подсобное производство) (рисунок 1);
- противостояние другим системам, среде (конкуренция);
- поглощение других систем и частично среды, экспансия (финансовые слияния);
- преобразование других систем и среды - управление.

Таблица 1 - Примеры систем и их функций

Система	Функции систем
1	2
Швейная машина	Выполнение технологического процесса
Пресс	Фиксация формы швейного изделия
Цех	Изготовление мужских костюмов
Автоматизированный настольно-раскройный комплекс	Раскрой материалов
Система автоматизированного проектирования	Проектирование лекал для верхней одежды

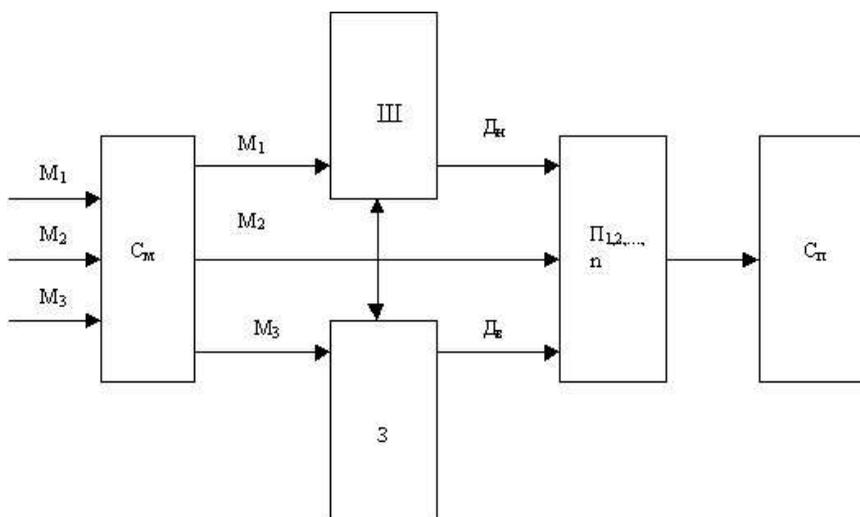
Продолжение таблицы 1.1

1	2
Сушильная камера	Подсушивание клея на поверхности полуфабриката обуви
Ателье	Изготовление одежды с учетом особенностей фигуры
Фабрика	Изготовление обуви
Технологический поток	Перемещение полуфабрикатов
Система продвижения товара	Поставщики ->посреднические фирмы->потребители



*Рисунок 1 - Схема движения материалов: из склада фабрики имеются два выхода: один в подготовительные-раскройный и вырубочный-цехи (блок N), другой - в сборочные цехи (блок M)*

Процесс производства обуви начинается со склада, где материалы группируют по видам, сортам, толщине, площади и другим признакам. Там же выборочно проверяют соответствие их свойств требованиям государственных стандартов. Подобранные партии материалов передают в подготовительные цеха: раскройный и вырубочный. Здесь же, обычно после разуба детали предварительно обрабатывают. Далее в сборочных цехах делают заготовку верха, формуют ее, скрепляют с деталями низа и отделявают обувь (рисунок 2)[9].



*Рисунок 2 - Укрупненная схема процесса производства обуви:  $M_1$ -материалы для низа обуви;  $M_2$ -вспомогательные материалы (клей, нитки и др.);  $M_3$ -материалы для верха обуви;  $См$ -склады материалов;  $Ш$ -вырубочный цех;  $З$ -раскройный цех;  $П$ -сборочные цехи №1, 2, ..., n;  $Сп$ -склады готовой продукции;  $Дн$  и  $Дв$ -узлы (детали) низа и верха обуви*

Обычно функция системы выполняется, если параметры системы и процессы ограничены некоторыми пределами, вне которых система либо разрушается, либо существенно меняет свои свойства. Поэтому для функционирования системы важно свойство их устойчивости, что часто обеспечивается с помощью управления. Управление - важнейшая функция, без которой немыслима целенаправленная деятельность любой социально-экономической, организационно-производственной системы (предприятия, организации).

После функционального описания системы обычно проводят морфологическое описание [5]. *Морфологическое* описание, в отличие от функционального, дает исследователю представление о строении системы, т.е. об элементном составе системы, а также о наличии, характере и способах взаимосвязей между ними. В целом морфологическое описание системы задается четверкой:  $S = \{P, A, \sigma, K\}$ , где  $P$  - множество элементов и их свойств;  $A$  - множество связей;  $\sigma$  - структура (номера элементов системы);  $K$  - композиция (тип структуры).

Структура системы – это совокупность компонентов системы, находящихся в определенной упорядоченности и сочетающих локальные цели для наилучшего достижения главной цели системы. Структурой системы также называют совокупность устойчивых связей и способов взаимодействия частей системы.

Систему сферы сервиса как организацию в статике рассматривают с точки зрения состава и структуры системы. В динамике технологическую систему сервиса (малое предприятие) характеризует процесс по достижению целей системы и по переработке входа системы в ее выход, например: материалы текстильные и полимерно-текстильные → технологический процесс → готовая одежда, изготовленная с учетом особенностей фигуры.

Известная в теории моделирования процедура пошаговой детализации позволяет выделять части из системы. Части системы также могут быть подвергнуты детализации до той степени, которая соответствует поставленной задаче. Систему можно разложить на несколько подсистем, каждая из которых в свою очередь обладает системными свойствами. Детализация (разделение) системы осуществляется на основе формального описания или функционального анализа.

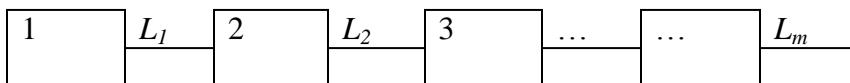
Системы отличаются друг от друга элементами, структурой, типами связей между элементами, главными целями и методами организации. Одно из свойств систем - целостность. Целостность системы - это минимально необходимая совокупность элементов, взаимосвязь и взаимодействие которых обеспечивает выполнение ее основных функций.

Система может основываться на аддитивном или синергетическом принципах действия. Аддитивность (от лат. *additivus* - прибавляемый), свойство величин, состоящее в том, что значение величины, соответствующее этому объекту, равно сумме значений величин, соответствующих частям, каким бы образом ни был разбит объект. Например, площадь предприятия сервиса равна сумме площадей подразделений, входящих в это предприятие. При аддитивном принципе эффект действия системы равен сумме действий ее элементов.

При синергетическом принципе совокупность элементов, взаимосвязь и взаимодействие порождает новые эмерджентные свойства, не присущие составляющим частям системы. Эффект появления новых свойств в результате взаимодействия частей системы называют синергетическим эффектом. Например, система технологического процесса изготовления швейного изделия имеет свойство устойчивости как свойство эмерджентности.

Внутренние связи системы сервиса обеспечивают взаимодействие между элементами системы. Они обеспечивают эффективное взаимодействие элементов системы для выполнения основных функций. Внутренние связи контролируемы, управляемы и детерминированы (определенны, не случайны). Их можно менять с целью совершенствования системы.

Внешние связи системы обеспечивают взаимодействие между системой и внешней средой. В рамках морфологического описания систем обычно выделяют прямые и обратные связи. Связь  $L_i$  между выходом элемента с номером  $(n+1)$  и входом элемента с номером  $n$  называется прямой связью (рисунок 3). Связь между выходом и входом одного и того же элемента называется обратной (корректирующей) связью (рисунок 4). Она может осуществляться непосредственно или через другие элементы системы[10].



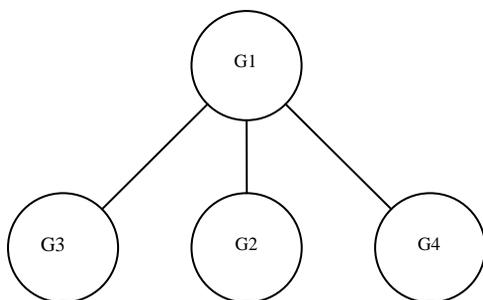
*Рисунок 3 - Схематическое изображение прямой связи*



*Рисунок 4 - Схематическое изображение обратной связи*

Структура системы отображается в виде схемы или графа. С точки зрения характера отношений между элементами структуры известна классификация структур: вертикальные

(рисунок 5), горизонтальные и смешанные. Смешанные структуры – это различные комбинации вертикальных (иерархических) и неиерархических структур. С точки зрения динамики структур известно их деление на детерминированные и вероятностные.



*Рисунок 5 - Простая вертикальная структура элементов G1, G2, G3, G4*

В иерархических структурах управления

- подсистема более высокого уровня имеет дело с более широкими аспектами поведения системы в целом;
- время преобразования входных компонент в выходные увеличивается с повышением уровня управляющей подсистемы;
- подсистемы более высоких уровней иерархической структуры имеют дело с более медленными, устойчивыми, инерционными аспектами и параметрами поведения системы;

- с повышением уровня подсистемы увеличивается удельный вес информации и усиливается ее роль в функциональной деятельности системы.

Информационному описанию систем свойственно

- обеспечение получения информации от всех подсистем данной системы, а также от внешней среды об их воздействии на систему в целом;

- установление наиболее значимых (с точки зрения воздействия), а также контрольных параметров при подготовке и передаче данных, требуемых для функционирования системы;

- обеспечение накопления и хранения основного массива данных;

- формирование выходной информации, которая отражает аналитическую оценку функционирования всех подсистем организации, системы в целом, а также подсистемы управления.

Важной количественной характеристикой информационных процессов, протекающих в системе, является энтропия (количество информации, количество разнообразия):

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i,$$

где  $p_i$ ,- вероятность (частота) наступления интересующего нас события,  $H$  - мера неопределенности системы (энтропия) [5].

Закон необходимого разнообразия (У.Р. Эшби) говорит об этом: чтобы создать систему, способную справиться с решением проблемы, обладающей определенным разнообразием, нужно, чтобы сама система имела еще большее разнообразие [6]. В качестве разнообразия на предприятии сферы сервиса можно рассмотреть количество срочных заказов различной (или определенной) категории в общем числе заказов.

### 1.1.3. Свойства систем

Система не может функционировать бесконечно долго. Существует период времени, в течение которого система может эффективно функционировать. Чтобы учесть это свойство, вводят понятие жизненного цикла системы. Понятие жизненного цикла дает основание говорить о разных периодах существования системы: периоде создания, производственной эксплуатации и спада.

Примером элемента системы сервиса может служить эксплуатация швейной машины. Новые требования спроса определяют жизненный цикл этой технологической системы как период, в течение которого система обеспечивает конкурентоспособность изготавливаемых изделий. По истечении этого срока применение системы становится неэффективным, и ее следует либо модернизировать (повысить эффективность), либо заменить на новую.

Система характеризуется множеством различных внутренних состояний. Если предположить, что эти состояния зафиксированы в некоторый момент времени, то справедлива зависимость вида

$$Y=F(X,R),$$

где  $X$  - вектор состояния входов,  $Y$  - вектор состояния выходов;  $R$  - вектор внутренних состояний.

Процессы системы – это совокупность последовательных изменений состояния системы для достижения цели. К процессам системы относятся: входной процесс; выходной процесс; переходный процесс системы [4].

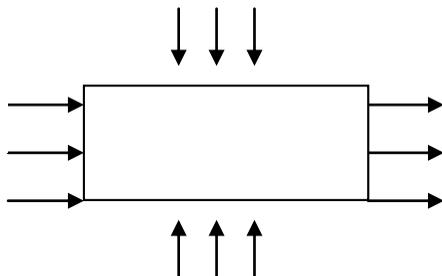
Входной процесс – множество входных воздействий, которые изменяются с течением времени. Входной процесс можно задать, если каждому моменту времени  $t$  поставить в

соответствие по определённому правилу  $\omega$  входные воздействия  $x \in X$ . Моменты времени  $t$  определены на множестве  $T$ ,  $t \in T$ . В результате этот входной процесс будет представлять собой функцию времени  $X = \omega(x, t)$ .

Выходной процесс – множество выходных воздействий на окружающую среду, которые изменяются с течением времени. Воздействие системы на окружающую среду определяется выходными величинами (реакциями). Выходные величины изменяются с течением времени, образуя выходной процесс, представляющий функцию  $Y = \gamma(x, t)$ .

Переходный процесс системы (процесс системы) – множество преобразований начального состояния и входных воздействий в выходные величины, которые изменяются с течением времени по определённым правилам.

Когда информация о системе недостаточна и очень сложна, то прибегают к методу представления системы в виде «черного ящика» [11]. Со стороны внешней среды система подвержена возмущениям. Для компенсации возмущающих воздействий и для обеспечения работы системы в заданном направлении используются управляющие воздействия (обозначаются входящими стрелками). Выходные характеристики и продукция обозначаются выходящими стрелками (рисунок 6).



*Рисунок 6 – Структура системы, взаимодействующей с внешней средой*

Например,  $X$  – количество поступивших материалов или заказов, температура, влажность,  $Y$  – количество готовой продукции.

В сфере сервиса изготовления швейных изделий преобладают механическая технология обработки и сборки и физико-химическая технология. Первая основана на взаимодействии рабочих инструментов с нитками и обрабатываемыми материалами. Вторая основана на тепло- и массообменных процессах внутри обрабатываемых материалов при влажно-тепловой обработке (ВТО).

В первом случае входными характеристиками будут линейные и угловые перемещения материалов и механизмов, скорость, ускорение; выходными - количество деталей кроя, количество изделий. В случае ВТО входные данные - температура нагрева оборудования и рабочих сред, выходные данные - влагосодержание в готовом изделии после окончательной отделки.

Управляющими воздействиями для механической технологии являются время, скорость вращения вала швейной машины, останов иглы в верхнем или нижнем положении; для физико-химической технологии - время, давление, температура.

## **2. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАССМОТРЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ СФЕРЫ СЕРВИСА**

### ***2.1. Основы системного подхода при анализе и проектировании систем***

Системный подход использует два основополагающих принципа:

- теория любых объектов или явлений основывается на образе реальности, называемом моделью;
- формальные, инвариантные аспекты этой модели можно представить в виде структуры, построенной на основе логико-математических отношений.

Эти принципы дают основание выделить основные части системного подхода, применяемые при анализе систем: анализ структур, формализация, моделирование [4].

Сущность системного подхода заключается в проведении анализа сложной системы и представлении результатов этого анализа в виде некоторого описания: графической схемы, аналитических выражений, совокупности моделей или статистических оценок. Основными целями системного анализа являются:

- определение структуры системы на уровне подсистем и элементов;
- определение типов связей и информационных потоков между частями системы и внешней средой;
- определение функций частей системы;
- формализованное описание функций системы;
- построение параметрической модели системы и моделей ее частей;
- построение схемы системы;

обобщенный анализ входных, выходных и промежуточных данных.

Структурным анализом принято называть метод исследования системы, который начинается с ее общего обзора и затем детализируется, приобретая иерархическую структуру со все большим числом уровней. Структурный анализ предусматривает разбиение системы на уровни абстракции с ограниченным числом элементов на каждом из уровней (обычно от трех до шести-семи). На каждом уровне выделяются лишь существенные для системы детали. В качестве двух базовых принципов используются принцип декомпозиции и принцип иерархического упорядочивания.

Системный подход предполагает проведение двухаспектного анализа, включающего макро- и микроподходы. При макроанализе система или ее элемент рассматриваются как часть системы более высокого порядка. Особое внимание в системном подходе уделяется информационным связям: устанавливается их число, выделяются и анализируются те связи, которые обусловлены целью изучения системы, а затем выбираются наиболее предпочтительные, реализующие заданную целевую функцию. При микроанализе изучается структура объекта, анализируются ее составляющие элементы с точки зрения их функциональных характеристик, проявляющихся через связи с другими элементами и внешней средой.

Принцип системности позволяет подойти к исследуемому объекту как единому целому; выявить на этой основе многообразные типы связей между структурными элементами, обеспечивающими целостность системы; установить направления производственно-хозяйственной деятельности системы и реализуемые ею конкретные функции.

### 2.1.1. Системные принципы

Системный подход к проектированию технологических систем использует ряд универсальных принципов [6]:

- системности;
- иерархичности;
- декомпозиции;
- интеграции;
- обратной связи;
- управляемости;
- контролируемости;
- согласованности;
- совместимости;
- реализуемости;
- единства системы и среды;
- преемственности;
- контринтуитивного проектирования;
- полиморфизации;
- синергетического эффекта

Принцип *системности* заключается в том, что технологическая система содержит множество взаимосвязанных и взаимодействующих элементов, которые образуют взаимосвязанную систему. При этом исходная система является одновременно подсистемой более сложной системы. Этот принцип требует, чтобы при анализе предметной области и формировании информационной среды были учтены не только существенные связи между элементами и уровнями технологий, но и связи с другими системами, относящимися к окружающей среде.

Так, при проектировании технологического процесса в системе сервиса следует рассматривать конструкторско-технологические, информационные, экономические, социальные и экологические проблемы в комплексе друг с другом как единую систему проблем. При реализации технологий следует учитывать, что изменение одного из ее элементов может повлечь за собой последствия для других подсистем и самой технологии в целом.

Принцип *иерархичности* состоит в возможности выделения в сложной системе множества подсистем, находящихся на различных организационных уровнях, подчиненных друг другу по вертикали и имеющих собственные цели и функции, выполнение которых направлено на достижение общей цели системы.

Выделение подчиненных уровней в системе необходимо для формирования комплексных критериев оценки эффективности функционирования системы.

Принцип *декомпозиции* предполагает возможность детализации системы по тому или иному признаку на множества элементов и связей между ними и формирование для них собственных функций и целей из условия обеспечения исходных общесистемных функций и целей. Принцип используется для выделения элементного состава предметной области и связей между элементами при системном проектировании.

Принцип *интеграции (композиции)* заключается в возможности объединения различными способами множества элементов (подсистем) с помощью множества связей в единую систему по единым правилам и в выявлении общесистемных свойств и функций. В процессе проектирования данный принцип используется в задаче синтеза структуры технологического процесса и его обобщенных параметров из параметров подсистем и элементов подсистем.

Принцип *обратной связи* заключается в возможности обеспечения такого взаимодействия в системе, при котором выходные данные могут играть регулирующую роль в работе системы. Реализация этого принципа основана на применении метода структурного проектирования.

Принцип *управляемости* заключается в том, что система не должна содержать подсистем и элементов, не реагирующих на управление. Процесс должен быть управляемым. Специалист

должен иметь возможность вмешиваться в процесс принятия решений для использования собственных профессиональных знаний. Для этого проектируемый технологический процесс должен иметь каналы управления.

Принцип *контролируемости* состоит в том, что система не должна содержать в своей структуре элементов, не контролируемых вышестоящим уровнем. Для этого при проектировании должны быть предусмотрены контроль, обнаружение и исправление ошибок. В проектируемый технологический процесс должны быть включены операции контроля существенных параметров системы в целях необходимого управления их состоянием.

Принцип *эффективности* заключается в необходимости обеспечения эффективности системы за счет согласованности ее элементов и оптимизации структуры системы применительно к технологическому процессу. При разработке или совершенствовании технологий следует в первую очередь уделять внимание структурной оптимизации как основе достижения функционального и экономического эффекта.

Принцип *согласованности* предполагает согласованность между собой всех элементов системы в целях достижения заданной эффективности. Этот принцип реализуется за счет применения методов стандартизации. Этапы проектирования должны быть стандартизованы по техническому обеспечению.

Принцип *реализуемости* предусматривает отсутствие элементов, не реализуемых имеющимися в распоряжении разработчика средствами техники и технологии. В разрабатываемом технологическом процессе должны отсутствовать операции, функции которых не выполнимы с помощью выделенного объема ресурсов и располагаемых технических средств.

Принцип *единства* системы и среды предусматривает необходимость учета в проектируемой системе параметров и

свойств той среды, в которой предполагается ее функционирование.

Принцип *преемственности* предполагает возможность использования сведений систем-аналогов в новой проектируемой системе. Проектирование должно осуществляться на основе широкой преемственности (стандартизированных проектных решений) с применением хорошо зарекомендовавших себя на практике типовых методик и средств формирования новых проектных решений.

Принцип *контринтуитивного проектирования* требует сочетания экспертного опыта с доказательными теоретическими решениями, представленными в аналитической форме.

Принцип *полиморфизации* заключается в возможности реализации сложных систем в многообразии форм (множестве морфизмов). Этот принцип обуславливает необходимость генерирования в процессе проектирования альтернативных вариантов технологий и параметров их компонентов. Другим его частным проявлением должно быть использование принципа многокритериальности, т.е. возможности оптимизации проектируемого технологического процесса по нескольким критериям. Необходимо, чтобы процедура проектирования была многоцелевой, ориентированной на разработку технологических процессов для различных систем сервиса.

Принцип *синергетического эффекта* основан на получении эффекта, который свойствен системе как целостности. Синергетический эффект заключается в том, что при организации системы из совокупности компонентов эффект при их взаимодействии в рамках системы превосходит сумму эффектов от действия компонентов вне рамок системы.

Принцип *развития* заключается в том, что система создается с учетом возможности постоянного пополнения и обновления ее функций.

Принцип *совместимости* заключается в обеспечении способности взаимодействия систем различных видов, уровней в процессе их совместного функционирования. Реализация принципа совместимости позволяет обеспечить нормальное функционирование экономических объектов, повысить эффективность управления технологическим процессом и его составными частями.

Принцип *стандартизации и унификации* заключается в необходимости применения типовых, унифицированных и стандартизированных элементов. Внедрение этого принципа позволяет сократить временные, трудовые и стоимостные затраты при максимально возможном использовании накопленного опыта в формировании проектных решений.

Принцип эффективности заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание системы и целевым эффектом, получаемым при ее функционировании.

Как правило, кроме основополагающих принципов для эффективного осуществления управления выделяют также ряд частных принципов, детализирующих общие. Один из них - принцип *декомпозиции* - используется при изучении особенностей, свойств элементов и системы в целом. Он основан на разделении системы на части, выделении отдельных комплексов работ, создает условия для более эффективного ее анализа и проектирования.

Принцип *новых задач* - поиск постоянного расширения возможностей системы, совершенствование процесса управления, его оптимизация.

Эти принципы применимы при проектировании технологических систем в сфере сервиса. Особенно эффект системного анализа заметен при работе со сложными технологическими системами, имеющими цель изготовления изделий легкой промышленности.

## *2.1.2. Алгоритм системного анализа*

Типичными для системного анализа являются следующие проблемы:

- запланированные для решения в будущем;
- с большим набором альтернатив;
- требующие больших инвестиций капитала и, соответственно, содержащие элементы риска;
- вызванные неполнотой технических достижений к моменту проектирования;
- с недостаточной точностью определения требований стоимости или времени;
- сложные вследствие комбинирования ресурсов, необходимых для их решения.

Системными объектами, поставляющими информацию для анализа, являются вход, процесс, выход, обратная связь, ограничения. Составными частями алгоритма системного анализа являются: анализ структур, стратификация (использование метода структурных схем, метода графов), пошаговая детализация, формализация, описание процессов или функций, моделирование, построение модели системы, выбор параметров моделей, разделение параметров на наблюдаемые и вычисляемые, вариация параметров и оценка качества моделирования. Алгоритмы проведения системного анализа могут быть конструируемыми в ходе исследований (в том числе содержащими циклы, случайный поиск, адаптацию, самоорганизацию) [6].

Целями системного анализа является выявление недостатков существующей системы, стабилизация либо развитие системы, уточнение необходимых изменений и нововведений. Стабилизацию системы можно рассматривать

как способность удерживать «выход» в предписанных пределах значений характеристик.

Углубленная схема системного анализа включает три основные группы процессов: анализ, синтез, моделирование. Первая включает анализ структур системы. Структура – это строение и внутренняя форма организации системы, выступающая как единство устойчивых взаимосвязей между ее элементами.

Анализ - процесс разделения изучаемого объекта и его свойств на составляющие с дальнейшим наиболее полным выявлением характеристик объекта, зависящих от его структуры и функционирования.

На первом этапе любая система представляет для исследователя "черный ящик", структура которого неизвестна [12]. «Черный ящик» характеризуется входным сигналом  $X$ , выходным -  $Y$ , и некой функцией преобразования этих сигналов  $\Phi$ . Эту функцию называют операторной функцией:

$$Y = \Phi(X).$$

Всякая система представляет собой сложное образование, имеющее части и элементы. Поэтому первым этапом анализа является выявление структуры системы. Дальнейшая детализация структуры системы возможна с использованием метода структурных схем или метода графов.

Метод структурных схем применяется для анализа систем, предназначенных для решения задач управления и поддержки принятия решений. Кроме того, метод структурных схем удобен тем, что описывается с помощью операционного исчисления. Этим достигается согласование структурного и формального методов анализа.

Структурный синтез заключается в определении структуры объекта - перечня типов элементов, составляющих

объект, и способа связи элементов между собой в составе объекта. Параметрический синтез заключается в определении значений параметров элементов при заданных структуре и условиях (т. е. при параметрическом синтезе нужно найти область в пространстве внутренних параметров, в которых выполняются те или иные условия (обычно работоспособности).

Чтобы отразить связь между частями системы и функциональное назначение частей и системы в целом используют системное моделирование. В процессе системного моделирования параметры описания разделяют на две группы: наблюдаемые и ненаблюдаемые, что задает характер модельного эксперимента и технологии последующих экспериментальных работ. Процесс моделирования может видоизменяться. На его основе вырабатываются оценки качества моделирования и всего системного анализа.

В целом следует отметить, что использование методов системного анализа повышает качество системы, ее надежность, жизненный цикл и качество ее функционирования. Он позволяет выявлять ошибки на уровне обобщенного анализа и концептуальном уровне.

## ***2.2. Исходные данные в системном представлении***

Для описания технологических объектов нужна информация об их свойствах и характеристиках, о критериях их оценки. По способу получения данные подразделяют на первичные и косвенные, измеряемые и неизмеряемые. Первичные данные получают измерениями или наблюдениями непосредственно на исходном объекте (например, ширина рукава). Косвенные данные - это данные, которые получают на основе первичных данных (например, площадь прямоугольного рукава вычисляют с помощью умножения величин длины и ширины).

Все шкалы измерения делят на две группы - шкалы качественных признаков и шкалы количественных признаков[13]. *Порядковая* шкала и шкала *наименований* - основные шкалы качественных признаков. Поэтому во многих конкретных областях результаты качественного анализа можно рассматривать как измерения по этим шкалам.

Порядковые данные позволяют ранжировать (упорядочить) объекты, если указано, какие из них в большей или меньшей степени обладают качеством, выраженным данной переменной. Однако они не позволяют определить «на сколько больше» или «на сколько меньше» данного качества содержится в переменной (средний, большой). *Номинальные* переменные используются только для качественной классификации (синий, красный).

Измерения в *номинальной* шкале предоставляют меньше информации, чем в *порядковой* шкале, а в *порядковой* - меньше, чем в *интервальной*. Однако невозможно придать термину «меньше» точный количественный смысл или сравнить между собой эти различия. Другой пример *порядковой* переменной — это интенсивность использования определенного цвета в окрашивании материала швейного изделия.

Категориальные и порядковые переменные особенно часто возникают при анкетировании, так как естественно отражают характер мышления человека. Например, измерение использования мелких деталей при изготовлении женского делового платья можно проводить в следующей шкале: *не использую, использую редко, использую, использую часто*. Как видно, категориальные и порядковые шкалы часто используются для описания качественных признаков.

*Интервальные* переменные позволяют не только упорядочивать объекты измерения, но и *численно* выражать и сравнивать различия между ними. На шкале интервалов нельзя отметить ни естественное начало отсчета, ни естественную

единицу измерения. Экспериментатор должен сам задать точку отсчета и сам выбрать единицу измерения. Допустимыми преобразованиями в шкале интервалов являются линейные возрастающие преобразования, т.е. линейные функции. Например, температура, измеренная в градусах по Фаренгейту или Цельсию, образует интервальную шкалу. Вы можете не только сказать, что температура 40 градусов выше, чем температура 30 градусов, но и то, что увеличение температуры с 20 до 40 градусов вдвое больше увеличения температуры от 30 до 40 градусов.

*Относительные* переменные очень похожи на интервальные переменные. В дополнение ко всем свойствам переменных, измеренных в интервальной шкале, их характерной чертой является наличие определенной точки абсолютного нуля, таким образом, для этих переменных являются обоснованными утверждения типа:  $x$  в два раза больше, чем  $y$ . Например, температура по Кельвину образует шкалу отношения, и вы можете не только утверждать, что температура 200 градусов выше, чем 100 градусов, но и то, что она вдвое выше. Интервальные шкалы (например, шкала Цельсия) не обладают данным свойством шкалы отношения.

Сложным социально-экономическим системам, присущ элемент неопределенности - системное свойство, подразумевающее невозможность их исчерпывающего отображения. Неопределенность связана со случайным поведением систем, с неполнотой знаний незнанием существования некоторых факторов и отношений, определяющих поведение систем, неустойчивостью систем, которые в ходе функционирования могут существенно менять свои параметры, недостаточностью и неадекватностью понятийного аппарата и невозможностью осуществлять и упорядочивать наблюдаемые факты.

В том случае, когда человеку необходимо высказать суждение о событиях с неточным описанием или плохим определением, ему свойственно думать и делать заключения в неколичественных понятиях [14]. Многие нечеткие суждения человека могут быть представлены с помощью нечетких множеств, определенных на множестве значений  $X$  с помощью функции принадлежности  $m: X \rightarrow L$ , где  $L$  - шкала значений принадлежности.

Нечеткий подход имеет три отличительные черты: 1) в нем используются так называемые "лингвистические" переменные, вместо числовых переменных или в дополнение к ним; 2) простые отношения между переменными описываются с помощью нечетких высказываний; 3) сложные отношения описываются нечеткими алгоритмами. Например, лингвистическая переменная *высота* может принимать следующие значения: *не высокий, более или менее высокий, довольно высокий, высокий, но не очень, вполне высокий, высокий*. Эти значения представляют собой предложения, образованные понятием *высокий*, союзами или частицами, например, *не, и, но*, а также нечеткими словами типа *очень, вполне, довольно, более или менее*. Основным тезисом нечеткого подхода является то, что в сложных системах обычные количественные методы непригодны. В основе этого тезиса лежит принцип несовместимости, суть которого можно выразить так: чем сложнее система, тем менее мы способны дать точные и в то же время имеющие практическое значение суждения о ее поведении.

Так, нечеткие переменные для потребителей объектов (предметов труда) малого предприятия по пошиву одежды можно искусственно превратить в категориальные, то есть категоризовать. Например, переменная «рост человека» может быть превращена в порядковую переменную с градациями: *низкий, средний, высокий*. Качественная оценка при сравнении

технологических объектов может выражаться в степени превосходства (таблица 2).

Таблица 2 - Качественная оценка при сравнении объектов

Оценка важности	Качественная оценка	Примечание
1	Одинаковая важность	По данному критерию альтернативы имеют одинаковый ранг
3	Слабое превосходство	Соображения о предпочтении одной альтернативы перед другой малоубедительны
5	Сильное (или существенное превосходство)	Имеются надежные доказательства существенного превосходства одной альтернативы
7	Очевидное превосходство	Существуют убедительные свидетельства в пользу одной альтернативы
9	Абсолютное превосходство	Свидетельство в пользу предпочтения одной альтернативы перед другой в высшей степени убедительно
2,4,6,8	Промежуточные значения между соседними оценками	Используются, когда необходим компромисс

Известны процедуры системного анализа: декомпозиция и агрегирование. Установление отношений на заданном множестве элементов в самом общем виде можно определить как *агрегирование*. Различают агрегаты, типичные для системного анализа: конфигуратор, агрегаты-операторы и агрегаты-структуры.

Сложные объекты и явления требуют многопланового описания, рассмотрения с различных точек зрения. Только

совместное (агрегированное) описание в терминах нескольких качественно различающихся языков позволяет охарактеризовать явление с достаточной полнотой. Агрегат, состоящий из качественно различных описаний системы и обладающий таким свойством, что число этих описаний минимально, но необходимо для заданной цели, называют *конфигуратором*. Например: конфигуратором для задания любой точки  $n$ -мерного пространства является совокупность ее координат; конфигуратором для описания поверхности любого трехмерного тела является совокупность трех ортогональных проекций, принятая из технического черчения. В проектировании швейного производства конкретного изделия для одного и того же процесса используется конфигуратор: схема разделения труда, синхронный график, монтажный график.

Заметим, что анализ объекта должен производиться с помощью всех составляющих конфигулятора, например, само производство возможно при наличии трех описаний: подготовка производства, проектирование, экспериментальная проработка. То есть конфигуратор зависит от поставленных целей. Например, если кроме целей производства мы поставим цель сбыта, то в конфигуратор придется включить и язык рекламы, позволяющий описать потребительские качества прибора.

*Агрегаты-операторы.* Одна из наиболее частых ситуаций, требующих агрегирования, состоит в том, что совокупность данных слишком многочисленна. Именно интересы работы с многочисленной совокупностью данных приводят к необходимости агрегирования. В данном случае на первый план выступает такая особенность агрегирования, как уменьшение размерности: агрегат объединяет части в целое, единое.

Простейший способ агрегирования состоит в установлении отношения эквивалентности между агрегируемыми элементами, т.е. образования классов. Отметим,

что *классификация* является очень важным и многофункциональным, многосторонним явлением в человеческой практике вообще и в системном анализе в частности. С практической точки зрения одной из важнейших является проблема определения, к какому классу относится конкретный элемент. Если представить класс как результат действия агрегата-оператора, то такой оператор имеет вид «если <условия на агрегируемые признаки>, то <имя класса>».

Другой тип агрегата-оператора возникает, если агрегируемые признаки фиксируются в числовых шкалах. Тогда появляется возможность задать отношение на множестве признаков в виде числовой функции многих переменных, которая и является агрегатом.

*Агрегаты-структуры.* Важной формой агрегирования является образование структур. Как и любой вид агрегата, структура является моделью системы и, следовательно, определяется совокупностью объекта, цели и средств моделирования. Это объясняет многообразие типов структур (сети, матрицы, деревья...) возникающих при выявлении, описании структур (познавательные модели).

При синтезе создается структура будущей проектируемой системы. В большой системе могут возникнуть и установиться не только те связи, которые спроектированы, но и множество других, не предусмотренных заранее, а вытекающих из природы объединенных в одну систему элементов.

Для систем, которые могут быть описаны с помощью иерархических моделей, эффективна стратификация. Так, из обобщенного технологического процесса (ТП) подбор одного из вариантов обработки типовых деталей и узлов происходит на уровне стратов. Стратификация позволяет проводить обработку и преобразование не отдельной модели или характеристики, а сразу над группой моделей или множеством данных (рисунок 7).



*Рисунок 7 - Информационная структура данных о модели швейного изделия*

Особое внимание в системном подходе уделяется информационным связям: устанавливается их число, выделяются и анализируются те связи, которые обусловлены целью изучения системы, а затем выбираются наиболее предпочтительные, реализующие заданную целевую функцию.

При микроанализе изучается структура объекта, анализируются ее составляющие элементы с точки зрения их функциональных характеристик, проявляющихся через связи с другими элементами и внешней средой. Например, технологический процесс разделяется на составляющие элементы - неделимые операции, выполняемые в определенной технологической последовательности. Далее, организуется взаимосвязь элементов производственного процесса – предметов труда, средств труда и исполнителей, определяется содержание организационных операций, состоящих из одной или нескольких неделимых операций.

В процессе проектирования технологических систем системный подход позволяет использовать графическое и математическое описание функционирования, исследование различных свойств отдельных элементов и системы в целом, моделировать изучаемые процессы для анализа работы вновь создаваемых систем.

Для систем управления характерна многоуровневая иерархия с вертикально соподчиненными элементами (подсистемами). Иерархическая структура создает относительную свободу действий над отдельными элементами для каждого уровня системы и возможность различных сочетаний локальных критериев оптимальности с глобальным критерием оптимальности функционирования системы в целом, например, при рассмотрении швейного цеха как составной части малого предприятия легкой промышленности.

При принятии сложных решений, направленных на максимизацию (минимизацию) значений противоречащих друг другу нескольких критериев, отыскиваются так называемые Парето-оптимальные решения. Решение Парето-оптимально, если значение любого из критериев можно улучшить лишь за счет ухудшения значений остальных критериев.

### *2.3. Методы системного анализа*

Методы системного анализа в сервисе можно разделить на два класса: формальные и неформальные (логические, эвристические) методы. В зависимости от степени детализации описания сложных систем и их элементов можно выделить три основных уровня моделирования.

1. Уровень структурного или имитационного моделирования сложных систем с использованием их алгоритмических моделей (моделирующих алгоритмов) и применением специализированных языков моделирования, теорий множеств, алгоритмов, формальных грамматик, графов, массового обслуживания, статистического моделирования.

2. Уровень логического моделирования функциональных схем элементов и узлов сложных систем, модели которых представляются в виде уравнений непосредственных связей (логических уравнений) и строятся с применением аппарата двухзначной или многозначной алгебры логики.

3. Уровень количественного моделирования (анализа) принципиальных схем элементов сложных систем, модели которых представляются в виде систем нелинейных алгебраических, или интегро-дифференциальных уравнений и исследуются с применением методов функционального анализа, теории дифференциальных уравнений, математической статистики.

Совокупность моделей объекта на структурном, логическом и количественном уровнях моделирования представляет собой иерархическую систему, раскрывающую взаимосвязь различных сторон описания объекта и обеспечивающую системную связность его элементов и свойств на всех стадиях процесса проектирования.

*Методы структуризации.* Метод исследования системы, который начинается с ее общего обзора и затем детализируется,

приобретая иерархическую структуру со все большим числом уровней, принято называть структурным анализом. Структурный анализ предусматривает разбиение системы на уровни: обычно от трех до шести-семи. На каждом уровне выделяются лишь существенные для системы детали.

Структурные представления разного рода позволяют разделить сложную проблему с большой неопределённостью на более мелкие, лучше поддающиеся исследованию, что само по себе можно рассматривать как некоторый метод исследования, именуемый иногда системно-структурным. Известны виды структур, получаемые путём расчленения системы во времени (сетевые структуры) или в пространстве (иерархические структуры разного рода, матричные структуры). Методы структуризации являются основой любой методики системного анализа, любого сложного алгоритма организации проектирования или принятия управленческого решения.

Методология структурного анализа базируется на ряде общих принципов, часть из которых относится к организации работ на начальных этапах жизненного цикла создаваемой системы, а часть используется при выработке рекомендаций по ходу функционирования системы.

Графовые модели – это множества, состоящие из двух непересекающихся подмножеств: вершин и ребер [15]. Графовые модели отображают процессы, явления и объекты, с одной стороны, графически, а с другой - могут быть записаны аналитически в виде матриц.

Основное понятие теории - граф. Графы используют для синтеза ранее расчлененного объекта или процесса, т.е. графы позволяют осуществлять постановку формальных задач структурного синтеза.

Графы могут быть смешанными, ориентированными и неориентированными, полными и циклическими.

На элементах  $X$  существуют отношения рефлексивности, т.е. при вершине  $X$  есть петля;

Между элементами  $x_i$  и  $x_j$  существует отношение симметричности  $R2$  - в графе эти две вершины соединяются неориентированным ребром-звеном:

Элементы  $X$  находятся в бинарном отношении, если они соединяются ориентированной дугой-ребром, идущей из вершины  $x_i$  в вершину  $x_j$ .

Граф, в котором существуют все три вида отношений (бинарности, симметричности и рефлексивности) называется смешанным (рисунок 8).

Матричное представление процессов, отображаемых графом, позволяет переходить от графов к математическим моделям.

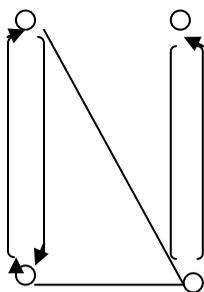


Рисунок 8 - Смешанный граф

*Экспертные методы.* Экспертные методы опираются на подходы, активизирующие выявление и обобщение мнений опытных специалистов-экспертов [6].

Существует особый класс методов, связанных с непосредственным опросом экспертов, который называют методом экспертных оценок. Этот класс методов применяется тогда, когда трудно описать рассматриваемую проблемную ситуацию аналитическими зависимостями или выбрать метод для формализованного представления.

Метод «*мозговой атаки*». Концепция мозговой атаки или мозгового штурма получила широкое распространение с начала 1950-х гг. как «метод систематической тренировки творческого мышления», направленный на «открытие новых идей и достижение согласия группы людей на основе интуитивного мышления».

Мозговая атака основана на гипотезе, что среди большого числа идей имеется по меньшей мере несколько полезных для решения проблемы, которые нужно выявить. Методы этого типа известны также под названием коллективной генерации идей или метода обмена мнениями.

В зависимости от принятых правил различают прямую мозговую атаку, метод обмена мнениями, методы типа комиссий (например, создаются две группы: одна группа вносит как можно больше предложений, а вторая старается максимально их раскритиковать). Мозговую атаку можно проводить в форме деловой игры, с применением тренировочной методики «стимулирования наблюдения», в соответствии с которой группа формирует представление о проблемной ситуации, а эксперту предлагается найти наиболее логичные способы решения проблемы.

*Метод «Сценариев».* Методы подготовки и согласования представлений о проблеме или анализируемом объекте, изложенных в письменном виде, получили название сценариев.

Первоначально этот метод предполагал подготовку текста, содержащего логическую последовательность событий или возможные варианты решения проблемы, развёрнутые во времени. Однако позднее обязательное требование временных координат было снято, и сценарием стал называться любой документ, содержащий анализ рассматриваемой проблемы и предложения по её решению или по развитию системы, независимо от того, в какой форме он представлен. Как правило, на практике предложения для подготовки подобных документов пишутся экспертами вначале индивидуально, а затем формируется согласованный текст.

Группа экспертов, подготавливающая сценарий, пользуется обычно правом получения необходимых сведений от предприятий и организаций, необходимых консультаций.

Роль специалистов по системному анализу при подготовке сценария – помочь привлекаемым ведущим специалистам соответствующих областей знаний выявить общие закономерности развития системы; создать вспомогательные информационные фонды, способствующие решению соответствующей проблемы. Однако возможно неоднозначное толкование текста. Поэтому метод «Сценариев» следует рассматривать как основу для разработки формализованного представления о будущей системе или решаемой проблеме.

Метод «*Дерева целей*». Идея метода дерева целей впервые была предложена У.Черчменом в связи с проблемами принятия решений в промышленности. Термин «дерево» подразумевает использование иерархической структуры, получаемой путём разделения общей цели на подцели, а их, в свою очередь, на более детальные составляющие, которые в конкретных приложениях называют подцелями нижележащих уровней, направлениями, проблемами, а начиная с некоторого уровня – функциями.

*Методы обработки экспертных оценок.* Изучению особенностей и возможностей применения экспертных оценок посвящено много работ. В них рассматриваются:

1) проблемы формирования экспертных групп, 2) формы экспертного опроса (разного рода анкетирования, интервью, смешанные формы опроса) и методики организации опроса; 3) подходы к оцениванию (ранжирование, нормирование, различные виды упорядочения и др.); 4) способы определения согласованности мнений экспертов, достоверности экспертных оценок (в том числе статистические методы оценки дисперсии, оценки вероятности для заданного диапазона изменений оценок, оценки ранговой корреляции Кендалла, Спирмена, коэффициента конкордации и т.п.) и методы повышения согласованности оценок путём соответствующих способов обработки результатов экспертного опроса.

*Метод «Дельфи».* Метод «Дельфи» первоначально был предложен О.Хелмером и его коллегами как итеративная процедура при проведении мозговой атаки, которая способствовала бы снижению влияния психологических факторов при проведении заседаний и повышению объективности результатов. Основные средства повышения объективности результатов при применении метода «Дельфи» – использование обратной связи, ознакомление экспертов с результатами предшествующего тура опроса и учёт этих результатов при оценке значимости мнений экспертов.

*Методы организации сложных экспертиз.* В качестве простейшего из этих методов может быть использован способ усложнённой экспертной процедуры, предложенный в методике «Паттерн». В этой методике выделяются группы критериев оценки и рекомендуется ввести весовые коэффициенты критериев. Введение критериев позволяет организовать опрос экспертов более дифференцированно, а весовые коэффициенты – повышают объективность результирующих оценок.

### **3 . МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

#### **3.1. Модели и задачи системного анализа**

##### *3.1.1. Виды моделей*

Моделью называется искусственный, созданный человеком объект любой природы (умозрительный или материально реализованный), который замещает или воспроизводит исследуемый объект так, что ее изучение способно давать новую информацию об этом объекте.

В основе моделирования лежит теория подобия. Подобие – это условие, при котором возможно количественное распространение результатов эксперимента с модели на оригинал.

Модели феноменологические создаются в результате непосредственного наблюдения процесса, при его прямом изучении и осмысливании. Модели ансамблей создаются в результате некоторого процесса индукции, когда новая модель является естественным обобщением «элементарных» моделей. Модели асимптотические создаются в результате некоторого процесса дедукции, когда новая модель получается как частный случай из некоторой более общей модели.

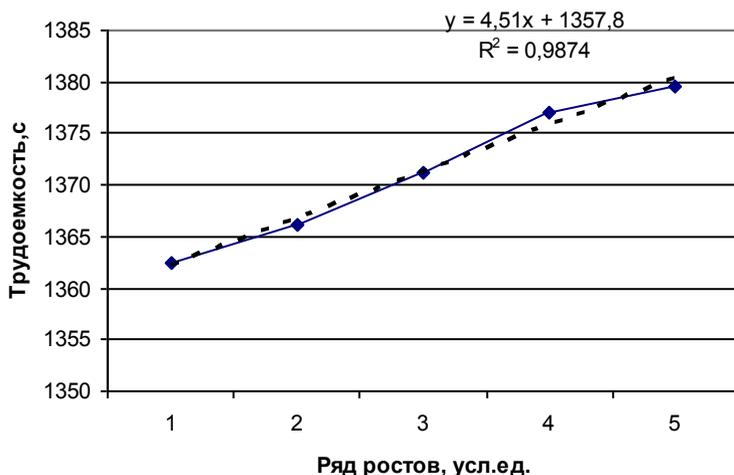
Модели по основным формам представления подразделяют на аналитические, табличные, графические и графовые.

Аналитическая модель представляется в виде формулы или совокупности выражений (уравнений):

$$y = 4,51 + 1357,8$$

Определение состава аргументов и вида функциональной зависимости для цели системы называется формализацией. Она используется для описания поведения модели или объекта.

Графическая модель отображает совокупность данных в виде кривых, графиков, диаграмм (рисунок 9.).



*Рисунок 9 - График зависимости трудоемкости изделия от изменения размерно-ростовочных характеристик: ■—■ - экспериментальные данные; - - - модель*

Графическая модель часто используется во взаимосвязи с аналитической моделью, т.е. при известном аналитическом описании модели.

Модель в табличной форме применяется как форма представления результатов экспериментальных исследований, результатов статистических испытаний, при описании

характеристик оборудования и т.п. в виде одной или совокупности взаимосвязанных таблиц (таблица 3). Часто по столбцам располагают типизированные данные.

Таблица 3 – Табличная форма представления модели

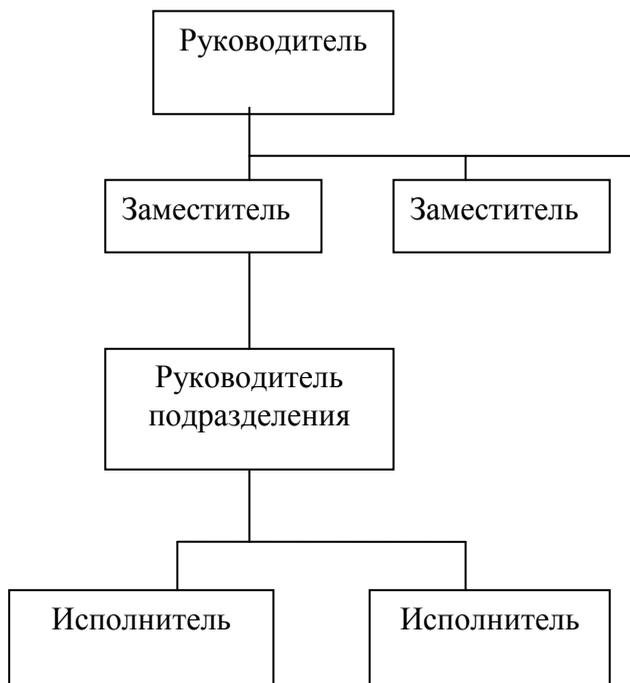
N	X	Y	Z
1	h	1/k	0
2	h+1	2/k	1
3	h+2	3/k	2

Графовая модель основана на представлении данных в виде графической схемы, называемой графом. Она применяется при описании структур данных и процессов, происходящих в сложных системах.

Схема включает элементы графа, называемые вершинами (узлами) и ребрами (дугами). В отличие от произвольно нарисованной схемы графовая модель, как и табличная модель, строится по определенным правилам.

В частности, каждое ребро может быть ориентировано, если определен путь от одной вершины к другой, и не ориентировано, что соответствует возможному пути от одной вершины к другой в обоих направлениях. Графовую модель следует отличать от структурной схемы.

Модели, которые позволяют отображать некую структуру, называют структурными. К наиболее простым структурно определенным относится иерархическая модель (рисунок 10). Она моделирует структуру обычного дерева.



*Рисунок 10 - Форма представления модели в виде графа*

Одно из важных понятий иерархической модели - уровень. Уровень определяет совокупность равных по функциональному значению узлов. Так на рисунке 10 верхний

уровень соответствует руководителю. Более низкий уровень определяет положение заместителей. Еще более низкий уровень определяет исполнителей и т.д.

Таким образом, главная задача иерархической модели состоит в выделении основных частей и демонстрации подчиненности одних частей модели другим.

Иерархический путь - это последовательность узлов, начинающаяся от корневого. В иерархических моделях связь между узлами должна иметь вид, аналогичный структуре дерева. Это означает, что узлы должны разветвляться и не должны соединяться. Недостатком иерархических моделей является увеличение времени поиска при большом числе уровней, поэтому на практике не используют модели при большом числе уровней (более 10). Иерархические модели эффективно применяют для составления классификаторов.

Моделирование структуры объекта позволяет раскрыть внутренние механизмы взаимодействия подсистем и элементов этой системы. Предприятие как система состоит из двух подсистем: управляемой подсистемы – подсистемы, являющейся объектом управления, и управляющей подсистемы – подсистемы, осуществляющей управление в системе (рисунок 11) [16].

В качестве управляемой подсистемы в ЛП выступает технологический процесс. Исследование структурных схематических моделей позволяет судить о взаимосвязях компонентов рассматриваемой системы, т.е. при каких входных и выходных параметрах реализуется целевая функция системы.

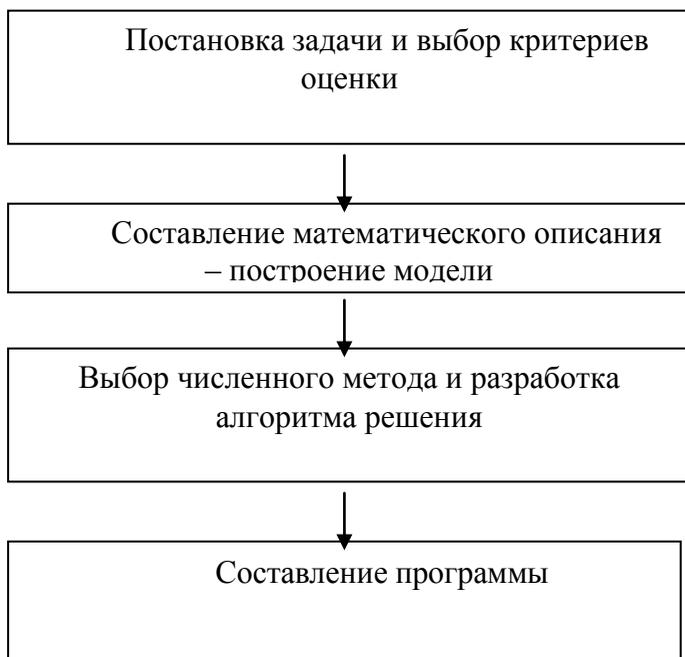
*Информационная модель данных.* Для того чтобы разнородные данные можно было обрабатывать в одной системе они должны быть упорядочены и сведены к единой информационной модели.



*Рисунок 11 - Структурная схематическая модель управления предприятием как кибернетическая система (с обратной связью)*

*Организацией данных* называется процедура сведения разнородных данных и моделей в единую модель, которую в дальнейшем можно будет эффективно применять в различных технологиях анализа и управления.

Решение задачи, поставленной для системного объекта, проводится по следующему алгоритму (рисунок 12):



*Рисунок 12 - Алгоритм моделирования и решения задачи для системного объекта на ЭВМ*

В процессе организации данных все многообразие входной информации об объектах, их характеристиках, о формах и связях между объектами, различные описательные сведения преобразуются в наборы данных или моделей. Для применения системного анализа сложного системного объекта сферы сервиса целесообразно использование ЭВМ со всеми возможностями информационных технологий, например, структурный подход в формировании информации и форм документации.

### 3.1.2. Постановка задач принятия решений

Необходимость принятия решений связана с целенаправленным характером человеческой деятельности. Построение дерева целей требует соблюдения следующих требований:

- любая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы объединение понятия подцелей полностью определяло понятие исходной цели;
- цели одного уровня должны быть сопоставимы по масштабу и значимости.

Задача принятия решений возникает на всех этапах процесса управления [17]. Принятие решений мы понимаем как выбор альтернативы.

Технологическое решение (ТР) в системе сервиса представляет собой описание выбранных способов воздействия средств труда на предметы труда с целью достижения заданной функции и отражается в аналитической теоретико-множественной модели - с помощью множеств технологических операций (модель состава) [8]:

$$TP = M_o, M_c, M_{oc} ,$$

где  $M_o$  - множество операций по обработке;  $M_c$  - соединению;  $M_{oc}$  - последующей обработке частей изделия.

На характер принимаемых решений оказывает влияние степень полноты и достоверности информации. Решения могут приниматься в условиях определенности или неопределенности ситуации. В условиях определенности можно точно определить результат каждого из альтернативных вариантов. При

неопределенности результат может быть определен с большей или меньшей вероятностью, которая измеряется от 0 до 1.

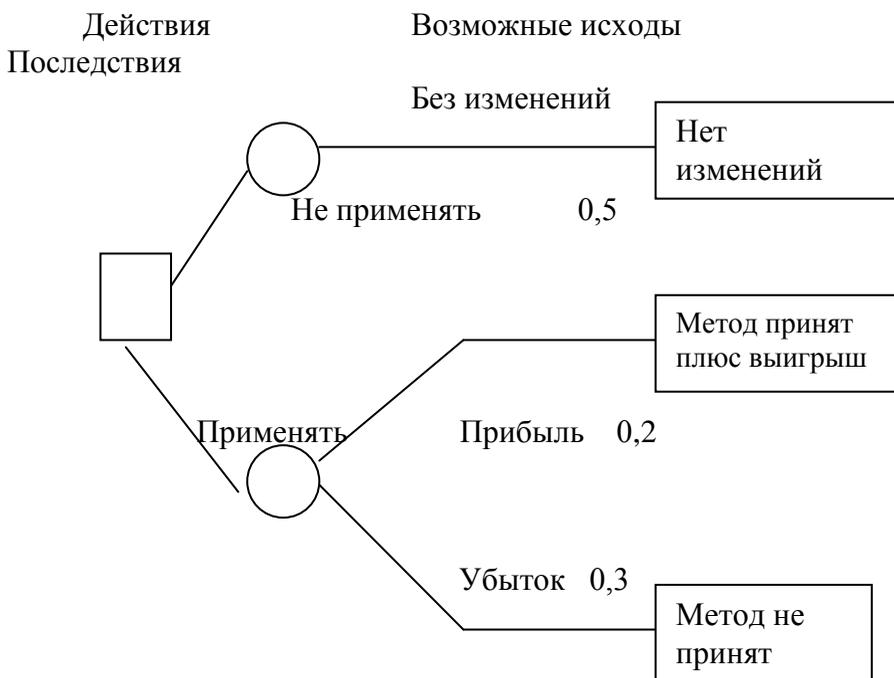
Процесс принятия рационального решения состоит из анализа ситуации, генерации альтернатив, выбора из них наилучшей, ее реализации и контроля результатов. Для принятия окончательного решения очень важен этап контроля и оценки результатов решения. Поиск решения начинается с перечисления возможных вариантов или исходов, затем проводится оценка каждого исхода. В общем случае выбор лучшего варианта зависит от обстоятельств и точки зрения того, кто принимает решение.

Когда можно принять несколько решений в условиях неопределенности, используется схема «дерево решений». Составляя «дерево решений», нужно нарисовать «ветви», отображающие структуру проблемы: возможные альтернативные действия и возможные исходы, а также решения на каждом этапе (уровне) процесса принятия решений. Каждое решение на промежуточном этапе зависит от исхода предыдущего.

Обычно альтернативы решений сравнивают по таким критериям, как

- соответствие цели
- реализуемость
- ожидаемые затраты на реализацию
- влияние на другие системы
- накладываемые ограничения по критериям убывающей важности
- требования к ресурсам
- квалификация персонала
- стоимость эксплуатации
- ожидаемый экономический эффект.

Возможные решения каждого более высокого уровня порождаются исходами предыдущего уровня. Например, имеем два варианта способов крепления материалов – ниточный или клеевой. В результате получаем три решения (рисунок 13).



*Рисунок 13 – Дерево решений с вероятностями*

Отдельная модель может описывать один объект или совокупность связанных между собой объектов. Из элементарных моделей конструируются более сложные. Конструирование, или проектирование сложных моделей на основе более простых, зависит от выбора структуры сложной модели, от типа связей в сложной модели и от качественных характеристик элементарных моделей.

Так, общая информационная модель должна включать совокупность более простых моделей. Организация данных

создает условия для сведения данных разных размерностей и шкал измерений в единую среду и их совместного анализа. Именно это создает возможность комплексного анализа данных, в частности, для поддержки принятия решений при работе с разнородными данными, измеренными в разных шкалах измерений. Такая организация данных позволяет использовать их в системах поддержки принятия решений и управлении хозяйственными комплексами.

Задачи определения приоритетов, определения минимально необходимого перечня критериев для решения поставленных задач, формирования альтернативных вариантов решений, сравнительного анализа вариантов и выбора наиболее рационального решения трудно формализовать. Поэтому их часто целесообразно решать с помощью экспертных методов.

По сложности решения делятся на однокритериальные и многокритериальные [18]. Большое число критериев эффективности работы системы является следствием сложности системы. Известно, что для сложных систем проблема множества критериев оценки требует решения следующих основных задач: введения измерительных шкал для идентификации значений критериев, определения их относительной значимости ("взвешивание критериев") и обоснования принципов их объединения в единый синтетический критерий.

Так, вероятность рыночного успеха маркетинговой деятельности определяется как произведение вероятностей успеха в разработке и реализации товара на всех трех уровнях, то есть как произведение вероятностей трех событий успеха на соответствующих уровнях товара[6]:

$$P = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3,$$

где *первый уровень* - товар по замыслу: на этом уровне определяют, что в действительности будет приобретать

покупатель (*сегментирование рынка*); *второй уровень* - услуга в реальном исполнении: этот уровень товара/услуги включает: *свойства, качество, внешнее оформление, упаковку, марочное название*; *третий уровень* - товар с подкреплением: этот уровень товара включает: условия поставки и кредитования, монтаж, гарантия, послепродажное обслуживание. Каждая из этих вероятностей  $P_1, P_2, P_3$  представляет собой произведение вероятностей составляющих их событий.

Часто на практике оценивание любого варианта единственным числом оказывается неприемлемым упрощением. Рассмотрение альтернатив приводит к необходимости оценивать их не по одному, а по нескольким критериям, качественно различающимся между собой.

Один из способов решения многокритериальных задач состоит в том, чтобы эту задачу свести к однокритериальной. Это означает введение обобщенного критерия, т.е. скалярной функции векторного аргумента:

$$q_0(x) = q_0[q_1(x), q_2(x), \dots, q_p(x)].$$

Обобщенный критерий позволяет упорядочить альтернативы, выделив тем самым наилучшую (в смысле этого критерия). Например,  $q_0$  может представлять взятие максимума (операцию *max*). Обычно используют аддитивные или мультипликативные функции:

Тип шкалы определяет допустимые преобразования шкальных значений. Так, в количественных шкалах (отношений, интервальной и др.) численное представление допускает численные методы обработки результатов измерений, например, вычисление средних.

В эмпирической системе при измерении в порядковой шкале объекты относят к классам, упорядоченным по степени выраженности данного свойства. Часто в виде элементов

порядковой шкалы выбирается линейно упорядоченное множество вербальных градаций, соответствующих степени обладания заданным свойством. Описательные оценки, которым приписываются численные значения, используются при экспертном оценивании значений каких-либо параметров [19]. В этом случае значения переменных оцениваются в порядковой шкале, поэтому нельзя использовать номера градаций этой шкалы как числа.

Описание ситуации принятия решений с помощью критериев с качественными (порядковыми) шкалами является эффективным средством получения информации экспертов.

Эксперты имеют возможность фиксировать субъективность в оценках данных для последующего учета в процессе принятия решения. Такие проблемы могут возникнуть на этапе эскизного проектирования, если предложен модельный ряд, в котором варьируют элементы пакета материалов, а также предложены различные конструктивно-технологические решения. Оценка эксплуатационных, гигиенических и др. свойств материалов и научно-обоснованное формирование пакетов материалов для одежды способствует повышению производительности производства, улучшению качества и конкурентоспособности продукции швейной промышленности.

Технические требования к материалам включают нормативы показателей свойств - показатели назначения: поверхностную плотность, разрывную нагрузку, а также специфические, характеризующие особенности конкретного текстильного полотна.

При оценке качества продукции и услуг, в т.н. квалиметрии (буквальный перевод: измерение качества) популярны порядковые шкалы. А именно, единица продукции оценивается как годная или не годная. При более тщательном анализе используется шкала с тремя градациями: есть значительные дефекты - присутствуют только незначительные

дефекты - нет дефектов. Иногда применяют четыре градации: имеются критические дефекты (делающие невозможным использование) - есть значительные дефекты - присутствуют только незначительные дефекты - нет дефектов. Аналогичный смысл имеет сортность продукции - высший сорт, первый сорт, второй сорт.

При оценке безопасности жизнедеятельности первая, наиболее обобщенная оценка - обычно порядковая, например: природная среда стабильна - природная среда угнетена (деградирует). Аналогично по шкале безопасности: нет выраженного воздействия на здоровье людей - отмечается отрицательное воздействие...

Информация, в которой приведена номенклатура показателей свойств, характеризующих эксплуатационное назначение материалов: прокладочного текстильного полотна и ниток, может послужить основой для создания информационной структуры базы данных (таблица 4).

Например, для экспертного оценивания может быть предложена особенность художественно-композиционного решения комплекта одежды работников скорой помощи - повышенная видимость и единство корпоративного стиля. Комплект предусмотрен для работы в межсезонье. Предполагается, что сформированный пакет материалов из материала верха, прокладочного и подкладочного материалов обеспечит комфортные условия эксплуатации и сохранение теплозащитных и гигиенических свойств в диапазоне температур от +10 С до -3 С.

Таблица 4 - Перечень показателей свойств, характеризующих назначение материала

№№ п/п	Наименование материала	Перечень показателей свойств, характеризующих назначение материала
1.	Нетканые объемные полотна для курток и халатов	- Толщина - Поверхностная плотность - Неровность по массе - Устойчивость связующего к действию водных растворов моющих средств
2.	Нитки швейные	- Разрывная нагрузка - Разрывное удлинение - Коэффициент вариации по разрывной нагрузке - Неравновесность

При различных вариантах формируемых пакетов материалов не всегда можно провести эмпирические испытания, поэтому прибегают к экспертной оценке свойств подобранного пакета, конструктивно-технологических решений или элементов изделия.

Обработка экспертных ответов в виде балльной оценки проводится с помощью ранжирования и использования расчета коэффициента конкордации (в среде электронных таблиц Excel) [23].

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^k \left( x_j - \frac{1}{k} \sum_i^m a_{ij} \right)}{m^2 (k^3 - k)},$$

где  $m$  – число экспертов (респондентов),  $k$  – количество рассматриваемых характеристик (свойств).

Например, экспертная оценка в баллах требуется:

а) при рассмотрении свойств пакета материалов исходя из свойств каждого слоя и всех слоев как системы;

б) при анализе степени влияния ширины шва и длины стежков на жесткость шва;

в) при исследовании, как ширина швов и длина стежка оказывают влияние на эксплуатационные свойства пакета материалов.

### **3.2. Технологические объекты сферы сервиса как системы**

#### **3.2.1. Пакет текстильных и нетканых материалов как система**

Различные виды материалов, их цветовая гамма, различные конструкции моделей и методы технологической обработки (технология изготовления) – все это создает многовариантность решений для создания одежды (рисунок 14). Материалы основы, утеплительной прокладки и подкладки, составляющие пакет материалов для изготовления швейного изделия, можно рассматривать с точки зрения системного подхода как комплекс взаимосвязанных слоев материалов [20].



*Рисунок 14 – Источники многовариантности конструктивно-технологических решений*

Свойства материалов влияют на выбор корпоративной, рабочей или специальной одежды для организации. Этот выбор требует индивидуального подхода – учета условий труда сотрудников, в том числе степени воздействия факторов окружающей среды и т.д. Так, наиболее распространенными требованиями, которые потребители предъявляют к рабочей одежде, являются: устойчивость к механическим нагрузкам, отсутствие усадки после гигиенической обработки (стирки, химчистки) и сохранение первоначального цвета ткани. Иными словами, одежда должна отвечать сложному комплексу

требований защитного, гигиенического, эксплуатационного и эстетического характера.

При выборе свойств материалов руководствуются нормативными документами (например, ГОСТ 11209 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды»). Анализ характеристик множества текстильных и нетканых материалов позволяет сформировать представление об их наилучших свойствах. Для основных материалов - материалов верха «Лидер-250» (67% ПЭ, 33% ХЛ), «Грета», «Спектр», «Камея-1», «Саржа С-33ЮД» важными эксплуатационными показателями являются стойкость к истиранию и стойкость к разрывным нагрузкам.

В пакетах материалов для утепленной рабочей одежды в качестве прокладочного материала использованы синтепон и файбертек, а материалы верха и подкладки взяты идентичные (таблица 5).

Таблица 5 – Состав пакетов материалов и их характеристики

№ паке та	Ткань	Арти кул	По- верх. плот ность г/кв.м	Толщи на, мм	Воздухопро ницаемость, куб. дм/кв. м.с
1	Лидер-250	81408	250	1,2	-
	Синтепон	С-54	101	2	31,1
	Подкладоч ная ткань	Е5080	60	0,1	-
2	Лидер-250	81408	250	1,2	-
	Файбертек	ФСС11	120	15	127,7
	Подкладоч ная ткань	Е5080	60	0,1	-

«Синтепон» — лёгкий, объёмный, упругий нетканый материал, в котором холст из синтетических волокон скрепляется клеевым (эмульсионным) или термическим способом. Более современный нетканый материал «Файбертек» представляет собой объёмный слой из композиции тонких пустотелых полиэфирных волокон с элементами объёмного термоскрепления, специально обработанных силиконом.

Ставилась задача объективной оценки свойств систем материалов с помощью статистического критерия на основе анализа вариантов прокладочного компонента пакета материалов. В частности, проверялось различие свойств пакетов материалов по среднему коэффициенту воздухопроницаемости с учетом влияния количества стирок с помощью расчетов в электронных таблицах Microsoft Excel (рисунок 14).

Средний коэффициент воздухопроницаемости						
	Файбертек	Синтепон				
Контроль	127,7	31,1	26,666667	4,5	711,11	20,25
1-я стирка	106,8	27,6	5,7666667	1	33,254	1
2-я стирка	69,6	21,1	-32,433333	-5,5	1051,9	30,25
	101,0333333	26,6			1796,3	51,5
					898,14	25,75
					299,38	8,5833
					17,549	
		74,43333				
						Достоверность
	Критерий		Критерий			
	Стьюдента	4,241478	Стьюдента	2,78		p=0.05
	эмпирический		табличный			

Рисунок 14 – Расчет разницы средних коэффициентов воздухопроницаемости двух утеплителей

Оценка результатов испытаний на воздухопроницаемость двух утеплителей, «Файбертек» и «Синтепон», по критерию Стьюдента подтвердила достоверную разницу ( $t=4,24$ ;  $p=0,05$ ).

Учитывая сходство материалов верха и подкладки, но различие свойств утеплителей, можно сделать вывод о достоверном различии вариантов пакетов материалов, как системы, по свойству воздухопроницаемости.

### *3.2.2. Структурная модель процесса подготовки и раскроя материалов*

Технологический процесс подготовки и раскроя материалов, как часть общего технологического процесса изготовления швейного изделия, связан с подготовкой предмета труда к преобразованию в новое качество (через качественные и количественные изменения).

В структуре информации по материалам содержатся следующие сведения: слой пакета материалов, наименование материала, волокнистый состав, ширина, поверхностная плотность, наличие и вид пропитки. Информация о материалах используется практически на всех стадиях подготовки производства швейного изделия. Информационная структура данных о модели швейного изделия носит иерархический характер.

Технологический процесс раскроя (ТПР) – это часть системы производственного процесса, в результате которого происходит преобразование исходного материала (предмета труда) в комплекты деталей кроя [21]:

*ТПР:  $M \rightarrow ДКТ$ .*

Основные характеристики ТПР, обозначенного буквой Z, зависят от характеристик его элементов: количества операций

( $n$ ), их времени выполнения ( $t_i$ ), используемого оборудования ( $O_i$ ) и специальных приспособлений ( $C_n$ ):

$$Z=\{Z_1, \dots, Z_n\}; Z_i=\{t_i, O_i, C_n\}.$$

Структурная модель производственного процесса раскроя (ППР) материалов ЛП содержит элементы: транспортный процесс, контрольно-учетный и собственно технологический процесс раскроя:

$$ППР=\{\text{Транспортный процесс, контрольно-учетный процесс, ТПР}\}.$$

Транспортный процесс обеспечивает перемещение предмета труда в пространстве в соответствии с требованиями производства. Контрольно-учетный процесс служит для установления соответствия свойств предмета труда требованиям производства. Технологический процесс служит для изменения свойств предмета труда через качественные и количественные преобразования.

Процесс подготовки технической информации (расчет задания на проектирование процесса раскроя) совместно с другими компонентами производственного процесса – технологическими операциями – составляют комплексно-технологическую операцию.

Структурная модель комплексно-технологической операции процесса раскроя (КТО ТПР) материалов - модель внешней структуры ТПР содержит элементы: подготовка технической информации, транспортные операции, контрольно-учетные и собственно технологические операции раскроя:

$$КТО\ ТПР=\{\text{Подготовка технической информации, транспортные операции, контрольно-учетные операции, технологические операции раскроя}\}.$$

Пример КТО «Настиление полотен материала»:

- расчет задания на проектирование процесса раскроя;
- контрольно-учетная (ознакомиться с условиями настиления, оформить результаты работы);
- транспортная (подготовить настилочную поверхность стола, подготовить кусок материала к настилению, переместить настил);
- технологическая (уложить полотно).

Структурная модель технологической операции содержит более мелкие элементы – трудовые приемы, действия, движения, которые представляют собой модель внутренней структуры ТПР.

Трудовой прием – это часть технологической операции, законченная совокупность трудовых действий, производимых непрерывно и связанных между собой единым целевым назначением.

Комплекс трудовых приемов представляет собой *модуль КТО*. Например, в составе КТО «Настиление полотен материала» можно выделить три *модуля КТО*:

- Расстелить на столе зарисовку и отметить мелом длину настила;
- Наложить зарисовку на полотно материала с текстильным пороком, выявить размещение пороков на детали изделия и снять зарисовку;
- Высвободить настил из-под концевой линейки первого конца настила и переместить настил вдоль настилочного стола.

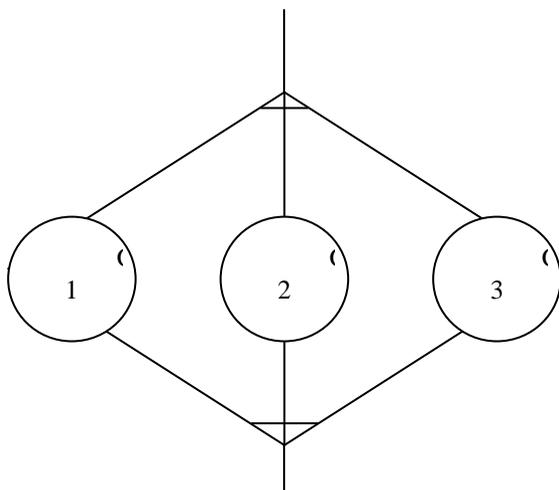
Структурная модель технологической операции на уровне внутренней структуры ТПР может быть представлена:

*КТО ТПР={модуль подготовки технической информации,  
транспортный модуль, контрольно-учетный модуль,  
технологический модуль}.*

Предмет труда – материал – в процессе раскроя преобразуется в рассеченный материал, а далее в комплект деталей кроя. Эти преобразования происходят благодаря подготовке материала к раскрою, обработке материала (собственно резание), подготовке деталей к дальнейшей обработке (в том числе к соединению). В рамках каждого качественного изменения состояния происходит количественное изменение предмета труда.

Эти количественные изменения зависят от ряда факторов: способа настиления (настиление нарезанных полотен, настиление полотен из рулонов), способа упаковки материалов (упакованный рулон, упакованная книжка, без упаковки), способа намотки куска (не сдвоенный, сдвоенный по ширине), качества исходного сырья (без дефектов, с дефектами), ассортимента изделий ЛП.

Проводя декомпозицию внешней структуры ТПР, необходимо учитывать многовариантность методов обработки предмета труда. Так, в графической модели ТПР, варианты способа раскроя – вырезание обычное или автоматизированное (G1, G2), либо вырубание деталей (G3) – будут изображены в виде ромбовидной композиции (*рисунок 15*).



*Рисунок 15- Простая ромбовидная композиция элементов графа*

В модели внутренней структуры ТПР один прием не всегда имеет функциональную завершенность. Поэтому несколько приемов, выполняемых без перемены оборудования при одних режимах работы объединяют в модуль технологической операции раскроя (ТОР). Модули ТОР объединены в этапы ТПР, которых, как правило, насчитывается три: этап подготовки к выполнению операции, этап технологического воздействия и этап заключительных работ (таблица 6).

Таблица 6

Технологический этап ТОР «Настиление полотен материала» - декомпозиция на уровне внутренней структуры ТПР

Этап	Модуль	Прием
Технологический этап	Подготовки куска ткани к настилению	Отрезать кромку, связывающую рулон ткани Отрезать паспорт куска от рулона Отрезать полосу материала вначале рулона Проверить направление рисунка в полотне Взять конец полотна, размотать рулон
	Укладывание ткани на настилочную поверхность	Протянуть ткань по столу, уравнивая кромку и рапорт рисунка Расправить уложенное полотно
	Отделение полотна от рулона	Отрезать полотно от рулона

### 3.2.3. Конструкция швейного изделия как иерархическая система

Системный анализ имеет следующий перечень типовых стандартных элементов: цели, пути достижения поставленных целей, определение ресурсов и их распределение, модель и критерий. Методы структуризации являются основой любой методики системного анализа, любого сложного алгоритма организации проектирования или принятия управленческого решения.

Конструкцию швейных изделий с помощью системного подхода можно представить как декомпозицию готового изделия:

$$ГИ \rightarrow ЧИЗ(\text{узел}) \rightarrow ДК \rightarrow КЭ \rightarrow П, с$$

где: *ГИ* - готовое изделие; *ЧИЗ* - часть изделия, прошедшая полную технологическую обработку на этапе заготовки, и готовая к сборке; *узел* - сборочная единица изделия, которая может принадлежать любой части изделия; *ДК* - деталь кроя; *КЭ* - конструктивный элемент на детали кроя, подвергающийся обработке или соединению с другими конструктивными элементами. Такими элементами могут быть: поверхность - *П*; срез - *С*.

Элемент конструкции – составная часть какого-нибудь сложного целого [22]. Применительно к швейному изделию элементами конструкции можно считать слои изделия, которые состоят из узлов, а те, в свою очередь, из отдельных деталей. Элементы конструкции участвуют в технологических преобразованиях полностью или только какой-либо частью. Часть элемента конструкции, изменение которой переводит предмет труда в новое конструктивное состояние посредством технологических воздействий, называется конструктивным

элементом (КЭ). Например: срезы и поверхности деталей или их части (фрагменты срезов, участки поверхности, точки или линии на поверхности и т.п.).

В качестве модели процесса сборки швейных изделий, отображающей конструктивное состояние предметов труда, предлагается использовать конструктивный граф  $G = (X, U)$  (рисунки 14). Вершинам такого графа  $X = \{x_i\}$  соответствуют различные конструктивные состояния предмета труда, а соединяющие их ребра  $U = \{u_i\}$  обозначают переходы предметов труда из предыдущего конструктивного состояния в последующее, более крупное (рисунки 15).

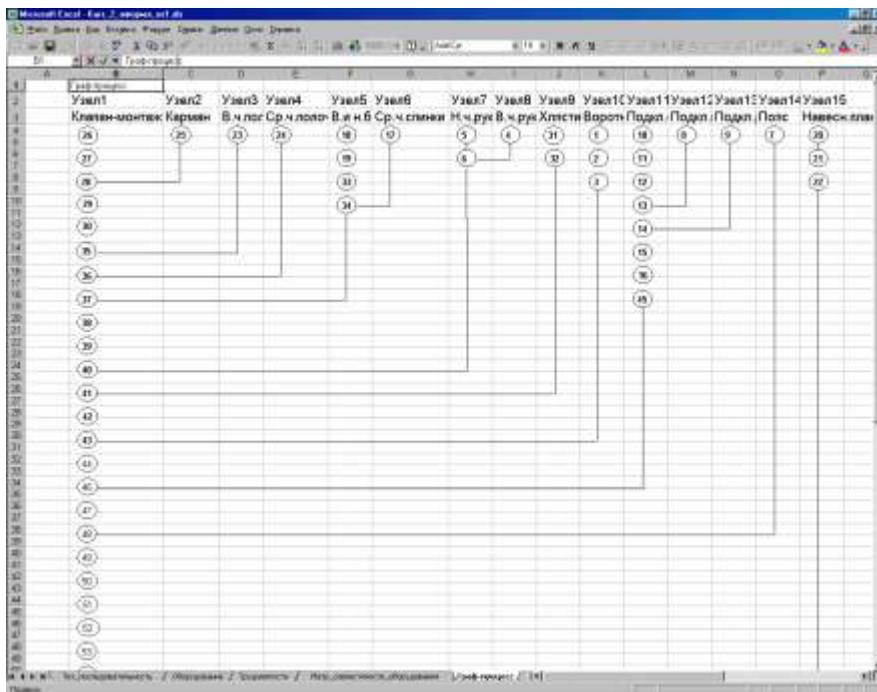
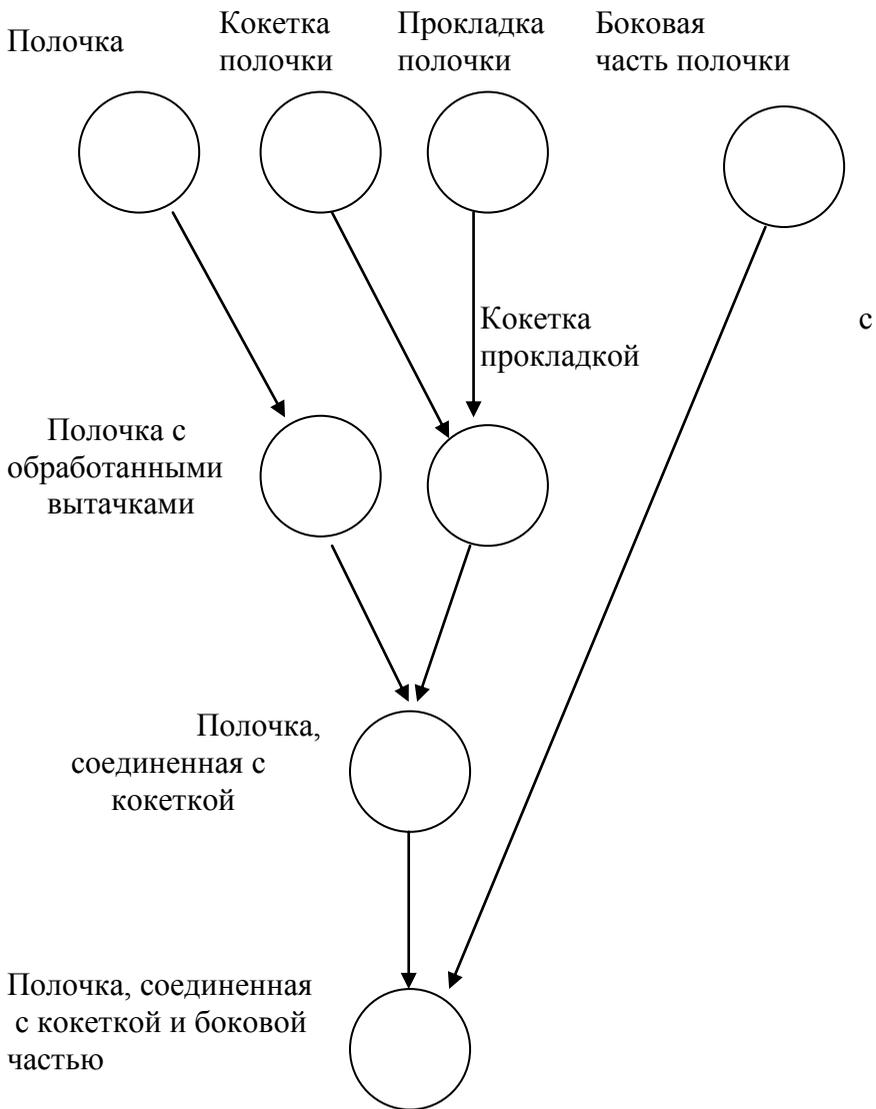


Рисунок 14 – Граф укрупнения конструктивного состояния



*Рисунок 15 – Конструктивный граф сборки полочки пиджака*



Детали кроя как составные части готового швейного изделия можно представить в виде макета базы данных (рисунок 17).

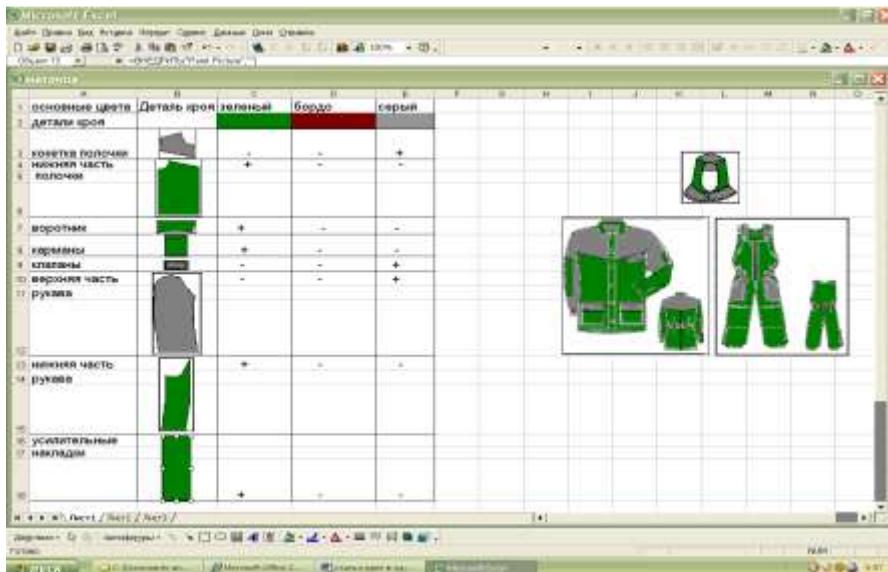


Рисунок 17 - Экранная форма представления готового изделия из деталей кроя

### 3.2.4. Системное рассмотрение технологического объекта сервиса

Технологический процесс изготовления швейного изделия (ТП), являясь сложной системой взаимосвязанных элементов, определяется функцией ( $F_{ТП}$ ), структурой ( $S$ ), набором характеристик ( $Z$ ), связями с внешней средой ( $H$ ).

Функция любого ТП состоит в преобразовании объекта обработки из исходного состояния  $C_o$  в конечное  $C_k$ :

$$F_{ТП}: C_o \rightarrow C_k$$

Исходное состояние швейного изделия как объекта обработки характеризуется множеством деталей кроя – ДК, а конечное определяет готовое изделие – ГИ. Таким образом, функция ТП может быть описана как:

$$F_{ТП}: ДК_i \rightarrow ГИ$$

Технологический процесс может быть расчленен на элементы. При этом функция ( $f_i$ ) каждого элемента ТП связана с функциями других его элементов ( $f_1, f_2, \dots, f_n$ ) и направлена на выполнение общей функции ( $F_{ТП}$ ) всего технологического процесса. Технологический процесс изготовления швейного изделия представляет собой обработку отдельных деталей и сборочных единиц (узлов) и их сборку в готовое изделие. Поэтому функцией ( $f_i$ ) элементов ТП может быть как преобразование деталей ( $ДТ_i$ ) и сборочных единиц ( $СБ_i$ ) из одного состояния в другое, так и их сборка в более крупные сборочные единицы, то есть:

$$f_j: ДК_{i-1}, СБ_{i-1} \rightarrow ДК_i, СБ_i;$$

или

$$f_j: ДК_j, СБ_{j-1} \rightarrow СБ_j,$$

где  $i, j$  – состояния конструкции изделия при ее сборке.

Каждый элемент ТП описывается набором своих характеристик. При этом характеристики всего ТП зависят не только от характеристик его элементов, но и от отношений между этими элементами, то есть от структуры технологического процесса в целом. Например, время обработки изделия в производственном процессе зависит не

только от характеристик самих технологических операций, но и от последовательности их выполнения, а также использования параллельности в обработке частей изделия.

Технологический процесс изготовления швейного изделия имеет иерархическую структуру [23] (рисунок 18). Например, структура технологического процесса может представлять собой следующее дерево: готовое изделие (ГИ), часть изделия и узел (ЧИЗ, КТУ), конструктивно-технологический модуль (КТМ), технологически неделимые операции (НО), типовые приемы [24]. КТМ – это функционально завершенная в технологическом отношении часть технологического процесса. Конструктивно – технологические блоки (КТБ) формируются из КТМ и являются также элементами декомпозиции технологического процесса. КТУ – это сборочная единица изделия, которая может принадлежать любой части изделия (ЧИЗ). Причем КТУ может совпадать с ЧИЗ.

В свою очередь, структура затрат времени на выполнение НО подразделяется на три элемента – оперативное время, время на подготовительно-заключительные работы и обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности и определяется расчетным путем:

$$H_{ep} = T_{on} + A_{nzo} + A_{oml}$$

где  $H_{ep}$  - норма времени на выполнение технологически неделимой операции, с;  $T_{on}$  - оперативное время, с;  $A_{nzo}$  - доля времени подготовительно-заключительной работы и обслуживания рабочего места от оперативного времени;  $A_{oml}$  - доля времени на отдых и личные надобности от оперативного времени.

## Уровни иерархии

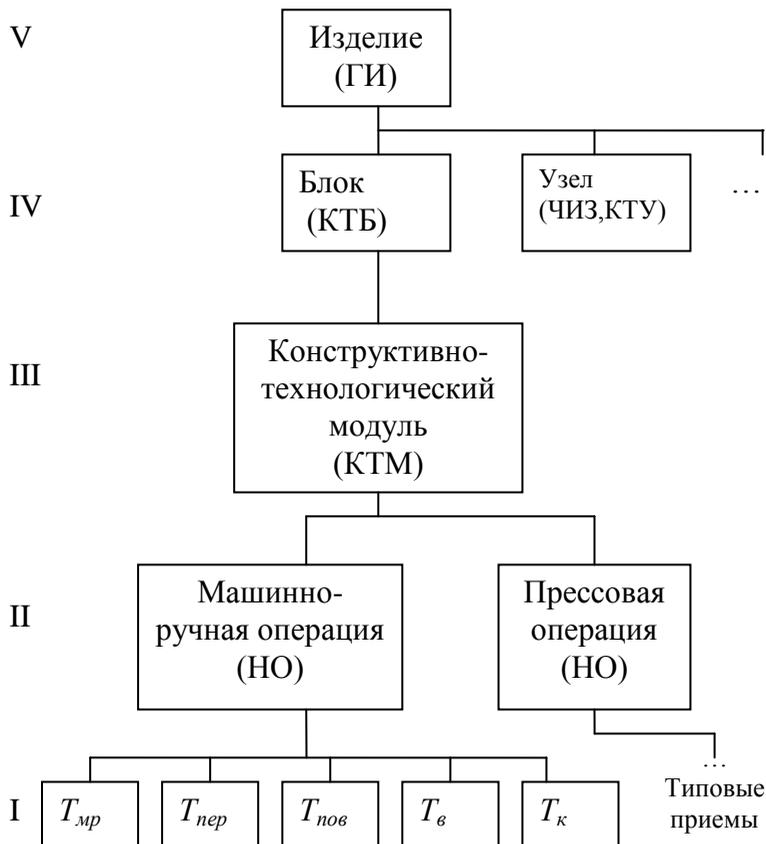


Рисунок 18 - Иерархическая структура технологического процесса изготовления изделия:  $T_{мр}$  – основное машинно-ручное время на всю операцию, с;  $T_{пер}$  – время на перехваты, с;  $T_{пов}$  – время на повороты, с;  $T_v$  – время на вспомогательные приемы, с;  $T_k$  – время на проверку качества выполнения операции, с.

Структура технологической операции – это иерархическая схема, состоящая из приемов, трудовых действий и движений. Описание ТП может быть представлено в виде справочника технологически неделимых операций, сгруппированных по каждому конструктивно-технологическому узлу (КТУ). Этапы формирования технологического решения можно представить в виде схемы (рисунок 19).

Пространственные характеристики определяют положение объекта в пространстве. Основное требование к пространственным данным - точность. Это означает, что пространственные характеристики с требуемой точностью определяют положение объекта относительно системы координат и относительно других объектов, например, при планировке рабочих мест на предприятии сервиса - малого предприятия по пошиву швейных изделий.

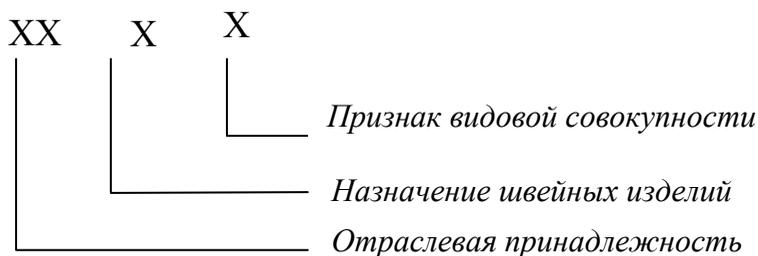


*Рисунок 19 - Этапы формирования технологического решения*

Временные характеристики используются для того, чтобы исследовать протекание процессов и явлений с течением времени. Эти характеристики показывают зависимость изменения свойств объекта с течением времени. Кроме того, необходимым элементом подтверждения целесообразности проектирования производства является технико-экономический анализ данных.

Производство изделий невозможно без учета требований стандартов и соблюдения технических условий. *Системный анализ в стандартизации* - направление практической деятельности, в основе которого лежит рассмотрение объектов стандартизации как систем. Наиболее простое представление об объектах стандартизации дает вид и тип системы одинаковых или аналогичных предметов и изделий. Начиная с производства, объекты стандартизации усложняются за счет структуры и развития связей.

Стандартизация предполагает при проектировании изделий идентификацию признаков объекта как принадлежащего к системе продукции. В соответствии с «Общероссийским классификатором продукции» изделию присваивается код (рисунок 20) [25]. Первые два знака кода обозначают отраслевую принадлежность (изделия швейные – код 85), следующий знак – назначение швейного изделия (одежда верхняя – добавляется код 1), следующий знак – признак видовой совокупности (пальто и полупальто – добавляется еще код 1).



*Рисунок 20 – Схема кодирования швейных изделий*

В общем случае системный анализ рассматривают как процесс, в результате которого путем последовательного приближения решаются задачи управления, и он применяется для исследования систем, представляющих собой взаимосвязанное множество объектов стандартизации и требующих предварительного определения целей, задач и направлений действия.

Системный анализ в стандартизации включает следующие основные принципы [26]:

- направленность на выявление целей системы;
- изучение динамического характера процессов, протекающих в системах, их функционирования и развития;
- поиск вариантов решения и выбор наилучшего из них;
- определение и исследование всех существенных взаимосвязей как внутри системы, так и между системой и внешней средой, а также выбор частных решений с учетом их влияния на систему в целом;

- нахождение оптимальных решений на основе сравнения эффекта затрат;
- учет случайно действующих факторов.

Системный анализ проводят в несколько этапов: постановка задачи, включающая определение конечных целей и круга вопросов, требующих решения;

анализ условий, в которых функционирует система, а также определение ограничений, накладываемых на условия функционирования системы;

определение, анализ и обобщение данных, необходимых для решения проблемы, изучения структуры анализируемой системы, установление связей, разработка различных программ, обеспечивающих решение задачи;

построение модели, идентификация системы, выбор критериев для предсказания последствий выбора решений, сравнение различных вариантов решений с точки зрения этих последствий;

разработка рекомендаций по созданию проекта стандарта;

подтверждение (экспериментальная проверка) принятых решений;

окончательный выбор оптимального решения задачи на основе экспериментальной проверки принятого решения;

реализация принятого решения (утверждение стандарта).

Научный подход в стандартизации основан на том, что основные показатели, нормы, характеристики и требования, включаемые в стандарт, должны соответствовать передовому уровню науки и техники и основываться на результатах научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Практическое значение системного подхода в моделировании состоит в том, что он позволяет в доступной для анализа форме отразить все существенное, интересующее создателя системы, а также использовать ЭВМ для

исследования поведения системы в конкретных, заданных условиях. Как современная тенденция в организации труда на малых предприятиях сферы сервиса – это автоматизация технологических процессов, в основе которой в настоящее время лежит метод моделирования на базе системного подхода, позволяющий находить оптимальный вариант структуры системы и тем самым обеспечивать наибольшую эффективность ее функционирования.

## Контрольные вопросы

1. В каких ситуациях используется принцип «черного ящика»?
2. Что такое системный подход?
3. По каким признакам осуществляется классификация систем?
4. Охарактеризуйте системные принципы
5. Приведите пример функций технологических объектов
6. Приведите пример целей систем
7. Объясните понятия, характеризующие функционирование и развитие системы
8. Понятие модели. Виды моделей
9. Приведите примеры моделей состава и структуры
10. В чем различие и сходство объекта и модели?
11. Формализуйте функционирование системы (сетевая модель, графовая модель)
12. Охарактеризуйте большие и малые системы.
13. Что такое эмерджентные свойства?
14. Проанализируйте систему сервиса с точки зрения системного подхода.
15. Формализуйте ситуацию сложного выбора.
16. Охарактеризуйте экспертные методы.
17. Как решается задача многокритериального выбора?

## Темы для самостоятельной работы

- Анализ процессов принятия решений на примере сферы услуг (услуги сервиса на предприятиях индустрии моды)
- Система принятия экономически эффективного решения (модель и алгоритм)
- Системная методология предпроектного анализа
- Системный подход в эскизном проектировании
- Системный подход в оценке качества швейных, обувных и кожгалантерейных изделий
- Системное моделирование развития производства изделий (швейных, обувных, галантерейных)
- Системный анализ информационных потоков производства швейных изделий
- Системный подход в исследовании проблем управления конкурентоспособностью продукции малых предприятий легкой промышленности
- Исследование формирования и оценка структуры целей процесса проектирования швейного изделия
- Информационный подход в анализе структуры технологического процесса
- Системная методология анализа производственного процесса (конструирование, технология)
- Задание по дисциплине «Системный анализ в сервисе» (повышенной сложности)
  - Приведите виды и формы представления структур целей.
  - Сравните методики анализа целей в детерминированных и стохастических системах
  - Выберите для рассмотрения модель изделия (швейное изделие, галантерейное, обувь, головной убор)
  - Отобразите графически следующие структурные и функциональные связи (по вариантам):

### 1. Организационную структуру технологических процессов

- a) Выделите подготовительные, преобразующие, заключительные процессы.
- b) Выделите виды и взаимосвязи производственных процессов, имеющие организационный характер.
- c) Обозначьте внешнюю среду, вход, выход, механизм обратной связи.
- d) Представьте виды и взаимосвязи производственных процессов как иерархическую структуру.

### 2. Пространственная структура технологических процессов

- a) Определите пространственные связи основного, вспомогательного и обслуживающего производства
- b) Отобразите графически пространственные связи технологического процесса, внешнюю среду, вход, выход, механизм обратной связи.
- c) Приведите варианты пространственного решения технологического процесса изготовления изделия ЛП
- d) Предложите оптимизацию проектирования расположения рабочих мест

### 3. Временная структура технологических процессов

- a) Отобразите графически внешнюю структуру технологического процесса
- b) Представьте составляющие производственного цикла в виде сетевого графика
- c) Разработайте внутреннюю структуру 5-6 технологических операций процесса изготовления изделия ЛП

## Тесты

Выберите правильный ответ:

- 1) *«Вход» в модели «черного ящика» в терминах системного анализа ассоциируется с*
  - А) экспериментальными установками
  - Б) вычислительными машинами (ЭВМ)
  - В) сырьем
  
- 2) *Процесс в терминах системного анализа включает*
  - А) все операции, обеспечивающие превращение «входа» в систему в «выход»
  - Б) рассмотрение структуры системы
  
- 3) *Цели системы направлены на*
  - А) простоту выполнения
  - Б) стабилизацию либо на развитие системы
  - В) максимизацию «входа»
  
- 4) *Большое число критериев эффективности работы системы является следствием*
  - А) сложности системы
  - Б) ограничений системы
  
- 5) *Стабилизацию системы можно рассматривать как*
  - А) способность удерживать «выход» в предписанных пределах значений характеристик
  - Б) неспособность удерживать «выход» в предписанных пределах значений характеристик

7) Расставьте в правильном порядке (от общего к частному):

*ДК* - деталь кроя; *КЭ* - конструктивный элемент на детали кроя, подвергающийся обработке или соединению с другими конструктивными элементами; *ГИ* - готовое изделие; *ЧИЗ* - часть изделия, прошедшая полную технологическую обработку на этапе заготовки, и готовая к сборке; *узел* - сборочная единица изделия, которая может принадлежать любой части изделия.

II Выберите два или несколько ответов:

1) *Предметом изучения дисциплины «Системный анализ в сервисе» являются*

- А) функционирование сложных технических, конструкторско-технологических и больших систем, а также объектов, требующих для управления системно-аналитического подхода
- Б) планирование производства
- В) технологические объекты

2) *Методы дисциплины «Системный анализ в сервисе»*

- А) формальные методы
- Б) неформальные (логические, эвристические) методы
- В) проектирования
- Г) конструирования

1) Системными объектами, поставляющими информацию для анализа, являются:

- А) вход
- Б) процесс
- В) выход
- Г) обратная связь
- Д) ограничения
- Е) выбор гипотезы

2) *Результаты структуризации подцелей могут быть представлены в виде*

- А) таблицы
- Б) иерархического дерева
- В) среднего значения

3) *Традиционный системный анализ включает следующие этапы:*

- А) формулировка проблемы
- Б) структуризация системы (декомпозиция)
- В) диагностика элементов и связей
- Г) выявление и структуризация целей
- Д) поиск и структуризация путей достижения целей
- Е) выбор и оценка альтернатив путей решения проблемы
- Ж) выбор окончательного решения
- З) формализация целей и оптимизация целевой функции
- И) рекомендации по разработке новой системы
- К) поиск минимального значения

4) *Типичными для системного анализа являются следующие проблемы:*

- А) запланированные для решения в будущем
- Б) с большим набором альтернатив
- В) требующие больших инвестиций капитала и, соответственно, содержащие элементы риска
- Г) вызванные неполнотой технических достижений к моменту проектирования
- Д) с недостаточной точностью определения требований стоимости или времени
- Е) продвижения товара
- Ж) сложные вследствие комбинирования ресурсов, необходимых для их решения

- 5) *Целями системного анализа является*
- А) выявление недостатков существующей системы
  - Б) перечисление составляющих системы
  - В) выдача спецификации новой системы
  - Г) уточнение необходимых изменений и нововведений
- 6) *Выход в терминах системного анализа ассоциируется с*
- А) конечным результатом функционирования системы
  - Б) прибылью от реализации продукта
  - В) сырьем
  - Г) продуктом
- 7) *Обычно альтернативы решений сравнивают по таким критериям, как*
- А) соответствие цели
  - Б) реализуемость
  - В) ожидаемые затраты на реализацию
  - Г) влияние на другие системы
  - Д) накладываемые ограничения по критериям убывающей важности
  - Е) требования к ресурсам
  - Ж) квалификация персонала
  - З) стоимость эксплуатации
  - И) ожидаемый экономический эффект
  - К) равенство и неравенство

8) Построение дерева целей требует соблюдения следующих требований:

А) любая цель верхнего уровня должна быть представлена в виде подцелей следующего уровня таким образом, чтобы объединение понятия подцелей полностью определяло понятие исходной цели;

Б) цель верхнего уровня не достигается при помощи подцелей;

В) цели одного уровня должны быть сопоставимы по масштабу и значимости.

### III

Установите соответствие:

a) Определенность	d) Результат может быть определен с большей или меньшей вероятностью, которая измеряется от 0 до 1
b) Неопределенность	e) Вероятности, полученные из статистического анализа накопленных данных, могут быть больше 1
	f) Можем точно определить результат каждого из альтернативных вариантов

1)

1) создаются в результате непосредственного наблюдения процесса, в результате его прямого изучения и осмысливания	а) модели ансамблей
2) создаются в результате некоторого процесса индукции, когда новая модель является естественным обобщением «элементарных» моделей	б) модели асимптотические
3) создаются в результате некоторого процесса дедукции, когда новая модель получается как частный случай из некоторой более общей модели	в) модели феноменологические
	г) модели имитационные

2)

1) часть изделия	а) функционально завершенная в технологическом отношении часть технологического процесса
2) конструктивно-технологический модуль	б) сборочная единица изделия, которая может принадлежать любой части изделия
3) узел	

3)

1) последовательность неделимых операций с условиями их выполнения	а) структура технологической операции
2) система организационных операций с присущими любой системе системными признаками: функцией цели, структурой, параметрами и связями с внешней средой.	б) технологический процесс изготовления изделия малого предприятия легкой промышленности
3) иерархическая схема, состоящая из приемов, трудовых действий и движений	

4)

1) модель структуры системы	<p>а) Технологическое решение (ТР) представляет собой описание выбранных способов воздействия средств труда на предметы труда с целью достижения заданной функции и отражается с помощью системы множеств технологических операций:</p> $TP = M_o, M_c, M_{oc},$ <p>где <math>M_o</math> - множество операций по обработке; <math>M_c</math> - соединению; <math>M_{oc}</math> - последующей обработке частей изделия.</p>
2) модель состава	б) поставщики->посреднические фирмы->потребители
3) модель функционирования	

5) Известная в маркетинге трехуровневая (иерархическая) интерпретация облика товара, которая служит для планирования системы качества:

1) <i>Первый уровень</i> - товар по замыслу	а) Этот уровень товара включает: условия поставки и кредитования, монтаж, гарантию, послепродажное обслуживание
2) <i>Второй уровень</i> - услуга в реальном исполнении	б) На этом уровне определяют, что в действительности будет приобретать покупатель
3) <i>Третий уровень</i> - товар с подкреплением	в) На этом уровне главное - диверсификация товаров
	г) Этот уровень товара/услуги включает: <i>свойства, качество, внешнее оформление, упаковку, марочное название</i>

6) Подберите правильный ответ

1) Как мы понимаем принятие решений?	а) Этап контроля и оценки результатов решений позволяет своевременно их корректировать и принимать новые решения.
2) С чем связана необходимость принятия решений?	б) Для принятия окончательного решения очень важен этап контроля и оценки результатов решения.
3) Где возникает задача принятия решений?	с) Необходимость принятия решений связана с целенаправленным характером человеческой деятельности.
4) Что оказывает влияние на характер принимаемых решений?	д) Решения могут приниматься в условиях определенности или
5) Какие ситуации учитываются во время принятия решения?	

<p>б) Из каких этапов состоит процесс принятия рационального решения?</p> <p>7) Какой этап очень важен для принятия окончательного решения?</p> <p>8) Для чего служит этап контроля и оценки результатов решений?</p>	<p>неопределенности ситуации.</p> <p>е) Задача принятия решений возникает на всех этапах процесса управления.</p> <p>ф) Принятие решений мы понимаем как выбор альтернативы.</p> <p>г) На характер принимаемых решений оказывает влияние степень полноты и достоверности информации.</p> <p>h) Процесс принятия рационального решения состоит из анализа ситуации, генерации альтернатив, выбора из них наилучшей, ее реализации и контроля результатов.</p>
---	--

7)

<p>1) Номинальные переменные</p>	<p>а) позволяют ранжировать (упорядочить) объекты, если указано, какие из них в большей или меньшей степени обладают качеством, выраженным данной переменной. Однако они не позволяют определить «на сколько больше» или «на сколько меньше» данного качества содержится в переменной (средний, большой)</p>
<p>2) Порядковые переменные</p>	<p>б) используются только для <i>качественной классификации</i> (болен-здоров)</p>
<p>3) Интервальные переменные</p>	<p>в) позволяют не только упорядочивать объекты измерения,</p>

	но и <i>численно</i> выражать и сравнивать различия между ними (по Цельсию, по Фаренгейту)
4) <i>Относительные</i> переменные	

8)

1) смешанные структуры	<p>а)- подсистема более высокого уровня имеет дело с более широкими аспектами поведения системы в целом;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- время преобразования входных компонент в выходные увеличивается с повышением уровня управляющей подсистемы;</li> <li>- подсистемы более высоких уровней иерархической структуры имеют дело с более медленными, устойчивыми, инерционными аспектами и параметрами поведения системы;</li> <li>- с повышением уровня подсистемы увеличивается удельный вес информации и усиливается ее роль в функциональной деятельности системы</li> </ul>
2) многоуровневые иерархические структуры	б) различные комбинации иерархических и неиерархических структур
3) горизонтальные структуры	

#### IV

1) Когда информация о системе недостаточна и очень сложна, то прибегают к методу представления системы в виде ...

2) В основе моделирования лежит теория ...

3) Условие, при котором возможно количественное распространение результатов эксперимента с модели на оригинал –

4) Определение состава аргументов и вида функциональной зависимости для цели системы – это ...

5) Строение и внутренняя форма организации системы, выступающая как единство устойчивых взаимосвязей между ее элементами – это ...

6) Часть системы, которая выполняет определенную специфическую функцию и не подлежит дальнейшей детализации, т.е. является неделимой с точки зрения рассматриваемого процесса - это ...

7) Искусственный, созданный человеком объект любой природы (умозрительный или материально реализованный), который замещает или воспроизводит исследуемый объект так, что ее изучение способно давать новую информацию об этом объекте – это ...

## Библиографический список

---

1. Кафаров, В.В. Моделирование и системный анализ биохимических производств / В.В. Кафаров, А.Ю. Винаров, Л.С. Гордеев - М.: Лесная промышленность, 1985. - 280с.
2. Закгейм, А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. - М.: Химия, 1982. - 288с.
3. Кафаров, В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. - М.: Химия, 1985. - 448с.
4. Чернышов, В.Н. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / В.Н.Чернышов, А.В.Чернышов. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 96 с.
5. Семенов, Г.В. Исследование и оценка организационной эффективности систем управления: Учеб. пособие / Г.В.Семенов, М.В. Николаев, М.В. Савеличев – Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 2004. – 184с.
6. Горелик, О.М. Системный анализ в сфере сервиса / О.М.Горелик, С.Б. Волохин. - Тольятти: Изд. ПТИС, 2000. - 140с.
7. Месарович, М. Общая теория систем: математические основы / М.Месарович, И.Такахара. – М.: Мир, 1978.
8. Мурыгин, В.Е. Моделирование и оптимизация технологических процессов. (Швейное производство): Учебник / В.Е.Мурыгин, Н.В. Мурашова, З.В. Прошутинская и др. – М.: Компания Спутник, 2003. - 226с.
9. Нестеров, В.П. Автоматизированная система проектирования технологических процессов производства обуви [Электронный ресурс]. Режим доступа [www.tk.sssu.ru/motp/r1.htm](http://www.tk.sssu.ru/motp/r1.htm), [www.window.edu.ru/](http://www.window.edu.ru/) , свободный.
10. Абуталипова, Л.Н. Основы применения ЭВМ в технологиях легкой промышленности: учебное пособие / Л.Н.Абуталипова, Р.Р.Фаткуллина. – Казань: КГТУ. 2006. - 116с.

- 
11. Ермаков, А.С. Основы моделирования механико-технологических процессов изготовления швейно-трикотажных изделий: Учебное пособие. - М.: МГУ сервиса, 2002. – 69с.
  12. Александров, Л.В. Системный анализ при создании и освоении объектов техники / Л.В.Александров, Н.П.Шепелев - М.: НПО "Поиск", 1992.- 88 с.
  13. Литвак, Б.Г. Экспертная информация. Методы получения и анализа. – М.:Радио и связь. 1972.
  14. Заде Л.А. Размытые множества и их применение в распознавании образов и кластер-анализе / Классификация и кластер. М.: Мир. 1980. С. 208-247.
  15. Медведева, Т.В. Моделирование и оптимизация технологических процессов: проектирование конструкций одежды. Москва, 2008. – 156 с. Библиотека <http://T-STILE.info> легкой промышленности.
  16. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебное пособие (серия вопрос-ответ). М.: ИНФРА-М, 2001.- 255с.
  17. Фаткуллина, Р.Р. Разработка темы «Принятие решений» на английском языке для профессиональной коммуникации / Р.Р. Фаткуллина, Ю.Н. Зиятдинова, Д.Р.Зиятдинова. Актуальные проблемы профессионального образования: научно-методическое и нормативное обеспечение многоуровневой подготовки //Материалы отчетной науч.-метод. конф. КГТУ. Казань: КГТУ. 2009. I ч. 428с. II ч. 476с. (С. 111-115).
  18. Фаткуллина, Р.Р. Системный подход при выборе технологической схемы /Р.Р. Фаткуллина, Д.Р. Зиятдинова//IV Межд. науч-практ. конф. студентов и молодых ученых «Новые технологии и материалы легкой промышленности», Казань, КГТУ, 2008, С. 148-150.
  19. Ларичев, О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. М.: Логос, 2000.

- 
20. Фаткуллина, Р.Р. К анализу многовариантных решений / С.В.Илюшина, Д.Р.Зиятдинова // Сб. статей V Межд. Науч.-практ. Конф. Студентов и молодых ученых «Новые технологии и материалы легкой промышленности». Казань, КГТУ, 2009. С. 102-106.
21. Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами. Монография (гл. 9. Подготовка производства одежды и теоретические основы обработки текстильных и полимерно-текстильных материалов) / Л.Н.Абуталипова, Р.Р.Фаткуллина, Д.Р. Зиятдинова, Р.Ф.Хабибуллин. - Новосибирск: ООО "Агентство "СИБПРИНТ", 2012. - 284с. (С. 256-278).
22. Конструирование одежды с элементами САПР/Под ред. Е.В. Кобляковой.- М.: Легпромбытиздат, 1988. - 464с.
23. Абуталипова, Л.Н. Основы применения ЭВМ в технологиях легкой промышленности: учебное пособие / Л.Н.Абуталипова, Р.Р. Фаткуллина; М-во образ. и науки России, Казан. нац. Исслед. технол. ун-т. – Казань: КНИТУ, 2011. - 120с.
24. Мурыгин, В.Е. Основы функционирования технологических процессов швейного производства: Учебное пособие для вузов и сузов / В.Е.Мурыгин, Е.А.Чаленко - М.: Компания Спутник, 2001. - 299с.
25. Общероссийский классификатор продукции ОКП 005-93. – М. Госстандарт, 1999.
26. Метрология и радиоизмерения: Учеб. для вузов /В.И.Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков и др.; Под ред. В.И. Нефедова. – 2-е изд., перераб.- М.: Высш. шк., 2006. – 526с. (С. 462-463).

---

**ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ  
В СФЕРЕ СЕРВИСА**

Фаткуллина Римма Рафгатовна  
Абуталипова Людмила Николаевна

Казанский национальный исследовательский технологический  
университет  
420015, Казань, К.Маркса,68