

**УДК 681.3**

## **МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ**

**Краснов Ю.А., Приходько В.М.**

### **Введение**

Системный анализ - это совокупность средств научного познания и прикладных исследований, используемых для подготовки и обоснования решения по сложным проблемам социально-экономического и научно-технического характера. Выясняя суть той или иной проблемы, и осуществляя выбор рациональных способов ее преодоления, системный анализ основывается на диалектическом подходе к объектам реального мира, что позволяет расширить и укрепить позиции системности в различных областях деятельности. Появляется возможность применять в рамках системного анализа достижения математики, механики, теории управления, обществоведения, экономики для получения искомых результатов.

### **Основные этапы системного анализа**

Системный анализ осуществляется в виде девяти взаимно увязанных логически последовательных этапов.

1. На первом этапе проводится анализ структуры системы, ее связей с окружающей средой, оцениваются закономерности функционирования системы, выявляются наиболее существенные связи между подсистемами и различными элементами системы.

2. Вторым этапом анализа является определение и обоснование целей деятельности системы. При этом имеется в виду, что цель - это идеальное состояние объекта, процесса или результата деятельности на заданную перспективу, соответствующее потребностям субъекта управления.

Цель представляет собой причинно-следственную триаду:

- цель - является причиной управления:
- цель - является содержанием управления:
- цель - является результатом управленческой деятельности, т.е. целеполагание - есть важнейший этап в системном анализе.

3. На третьем этапе проводится разработка альтернативных методов и средств достижения цели. Так как любая цель может быть достигнута различными методами, задача этого этапа заключается в оценке всего возможного набора вариантов достижения цели.

4. Расчет потребных ресурсов по каждому варианту достижения цели.

5. На пятом этапе проводится разработка формализованного инструментария (логических или математических моделей и построений) для оценки альтернативных методов решений.

6. Разработка методов решений.

7. Выбор критериев оптимизации и расчет оптимального решения.

8. Реализация решений с оценкой достоинств и недостатков.

9. Корректировка решений в случае недостаточных удовлетворительных результатов реализации.

Основная трудоемкость системного анализа и его важнейшая составная часть заключается в целенаправленности - первом и основном принципе системного подхода.

### **Основные стадии технологии управления сложными системами**

Системотехническое построение технологии управления сложными техническими объектами, как и любой большой сложной системы, имеет две стадии. Первая относится к функционально-структурным вопросам и может быть названа макроформированием, а вторая стадия, связанная с формированием элементов комплекса с учетом реальных схемных решений, Необходимость применения системного подхода наиболее ярко проявляется на стадии макроформирования технологии автоматизированного управления при формулировке тактико-технических требований и обосновании технического задания.

Макроформирование состоит из ряда этапов, обеспечивающих решение следующих задач:

- выбор требуемых показателей технологии автоматизированного управления и синтез структуры теоретически оптимальной системы;
- определение возможных вариантов реальных структур системы методом экспертной оценки;
- количественное сравнение возможных реальных структур с теоретически оптимальной структурой.

Широкое распространение в практике получил аналитико-имитационный подход, предложенный для решения задач синтеза организационно-технических структур сложных систем. В рамках данного подхода, как показывает предварительный анализ, могут быть сформулированы и решены многочисленные задачи анализа и синтеза технологии автоматизированного управления.

Уточненная формализованная постановка многокритериальной задачи синтеза структуры имеет вид:

$$W\{\vec{s}(\vec{x})\} = W\left\{s_1(A)(\vec{x}), \dots, s_1(A)\vec{x}, s_{1+1}^{(H)}(\vec{x}), s_1^{(H)}(\vec{x})\right\}^T \rightarrow \underset{x \in \Delta}{extr} \quad (1)$$

$$\Delta = \vec{x} \mid f_i^{(A)}(\vec{x}) \leq 0; \quad \vec{i} \in \vec{I}; \quad \varphi_j^{(H)}(\vec{x}) \leq 0, \quad \vec{j} \in \vec{J}$$

где:  $W\{\vec{s}(\vec{x})\}$  - некоторый функционал от  $\vec{s}(\vec{x})$ , который определяет обобщенный показатель качества;

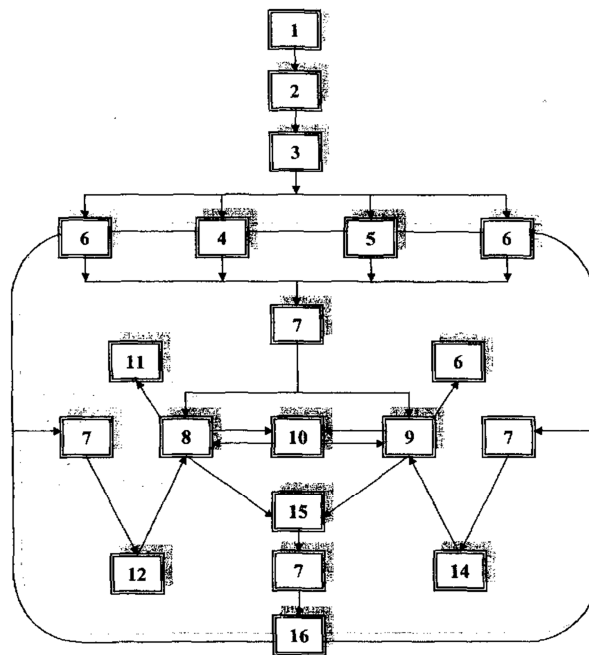
$\vec{x} = \|x_1, \dots, x_n\|^T$  - обобщенный вектор состояния объекта;

$\vec{s}(\vec{x})$  - векторная целевая функция, с помощью которой оценивается эффективность вариантов синтезируемой технологии автоматизированного

управления. При этом в общем случае ряд частных целевых функций  $s_1^{(A)}, \dots, s_1^{(A)}$  задается в аналитическом виде, а другие целевые функции задаются алгоритмически

$s_{1+1}^{(H)}, \dots, s_L^{(H)}$ ; аналогично множество допустимых альтернатив  $\Delta$  формируется с помощью системы ограничений на значения компонент вектора состояния, заданной

как аналитически  $f_{\vec{i}}^{(A)}(\vec{x})$ , так и алгоритмически  $\varphi_{\vec{j}}^{(H)}(\vec{x})$ .



**Рисунок 1 - Обобщенная схема структурно-функционального синтеза технологий управления**

Обобщенная процедура структурно-функционального синтеза технологии управления включает в себя как минимум 16 этапов (рисунок 1):

1. анализ исходной проблемы синтеза технологии управления в АСУ, формирование исходных данных, построение концептуальной модели функционирования;
2. формирование комплексной аналитико-имитационной модели исследуемой системы и ее структуры, для определения и формализации элементов и подсистем АСУ, их структурных и функциональных взаимосвязей и зависимостей между ними;

3. формализация задачи синтеза технологии управления;
4. алгоритмизация и программирование имитационной модели;
5. алгоритмизация и программирование аналитической модели;
6. подготовка и корректировка исходных данных для аналитических и имитационных моделей;
7. интерактивное взаимодействие (обмен информацией) на различных этапах синтеза технологии управления, планирование вычислений;
8. интерактивное решение задач синтеза технологии управления с использованием аналитических моделей;
9. анализ и синтез вариантов структурного построения с использованием имитационных моделей;
10. взаимодействие аналитических и имитационных моделей при совместном их использовании для решения исходной задачи синтеза технологии управления;
11. получение и анализ промежуточных результатов оптимизации;
12. коррекция процедур оптимизации технологии автоматизированного управления;
13. получение и анализ промежуточных результатов имитационных экспериментов;
14. - коррекция имитационных экспериментов в результате анализа промежуточных или окончательных данных;
15. формирование и выдача ЛПП результатов синтеза технологии управления;
16. анализ полученных результатов, принятие решений относительно окончания (продолжения) процесса синтеза технологии управления.

При необходимости этапы 6,12,14 могут повторяться в ходе итеративного поиска наилучшего структурного построения технологии управления.

### **Представление бизнес-процессов**

В ряде работ [1, 2, 3] показано, что учет факторов неопределенности воздействия внешней среды на синтезируемую систему, а также ряд важнейших пространственно-временных, технических и технологических ограничений осуществляется алгоритмически с использованием детерминированных и стохастических динамических имитационных моделей, которые могут быть использованы и для моделирования бизнес-процессов, требующих написания внутренних регламентов:

- оперативный учет кредиторской задолженности;
- учет платежей;
- подготовка и формирование среднесрочного плана-графика поставки запчастей;
- оперативная корректировка среднесрочного плана закупок запчастей;
- формирование среднесрочного плана-графика платежей (плана потребности в финансах) за поставки запчастей;

- оперативная корректировка среднесрочного плана-графика платежей за запчасти;
- формирование сводной отчетности для вышестоящего предприятия и иных контролирующих организаций;
- формирование сводной отчетности для верхнего руководства предприятия и внутренних потребностей подразделения предприятия;
- формирование квартальных лимитов расходования денежных средств на закупку запасных частей;
- контроль исполнения квартальных лимитов расходования денежных средств на закупку запасных частей;
- корректировка исполнения квартальных лимитов расходования денежных средств на закупку запасных частей.

Данный перечень можно рассматривать как типовой для крупных предприятий, которые занимаются ремонтом и техническим обслуживанием автотранспортных средств и технологических машин на региональном уровне, а также для предприятий автомобильной промышленности. Схематическое представление бизнес-процесса «Изготовление заказа» представлено на рисунке 2.

Регламент устанавливает требования:

- к порядку выполнения процедур в рамках планирования;
- к перечню подразделений ответственных за выполнение функций в рамках процесса;
- к степени ответственности каждого участвующего в процессе подразделения;
- к перечню и содержанию документов, создаваемых в процессе планирования деятельности;
- к календарным срокам, срокам исполнения, согласования и периодичности осуществления процесса.

### **Заключение**

В результате выполнена систематизация основных производственных функций и сформирован перечень функций планирования и управления, требующих формализованного описания бизнес-процессов. К ним относятся: управление основной производственной деятельностью, управление продажами, сопровождение производственной нормативно-справочной информации, управление рекламациями, планирование производственной деятельности, управление лимитами, управление закупками запчастей и товарно-материальных ценностей, управление движением запчастей, управление финансами, планирование закупок запчастей, планирование платежей за запчасти, формирование сводной отчетности и другие. Показано, что значительную часть от общего количества бизнес-процессов представляют функции управления и планирования движением запчастей.

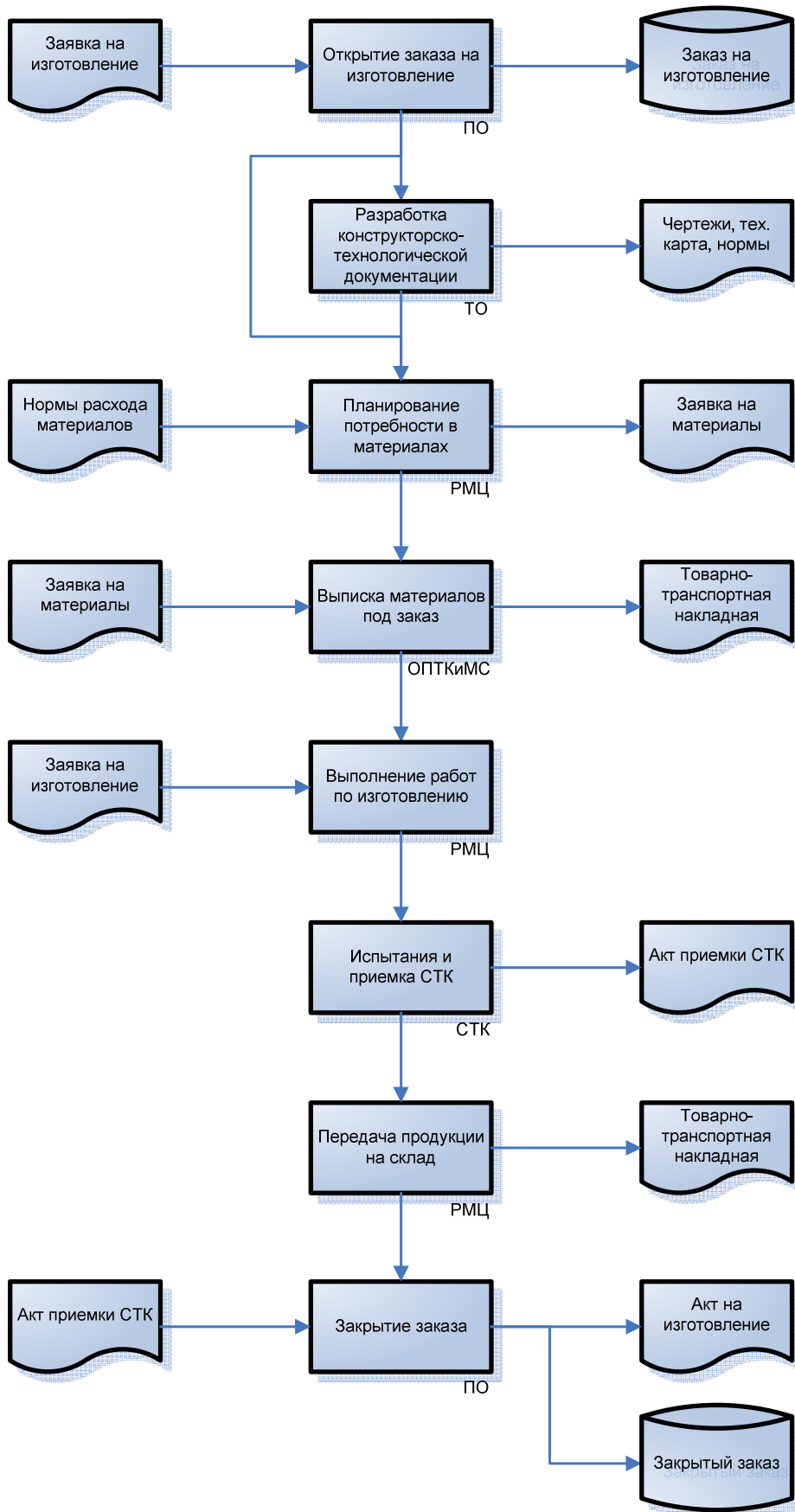


Рисунок 2 - Схематическое представление бизнес-процесса «Изготовление заказа»

## **Список информационных источников**

- [1] Краснов Ю.А. Модель сравнительного анализа эффективности управленческих решений данных на основе интегральных показателей / Краснов Ю.А., Кудрявцев А.Ю., Приходько Л.В., Приходько М.В., Ягудаев Г.Г. // Автоматизация и управление: стратегия, инвестиции, инновации. сб. науч. тр. МАДИ. – М.: Техполиграфцентр, 2011. – С. 41- 48.
- [2] Рачковская В.М. Оптимизация принятых решений на основе синтеза алгоритмов анализа нечетких ситуационных сетей / Кудрявцев А.Ю., Губин М.О., Рачковская В.М., Чугунова Д.Н., Измайлова М.В. // Модели и методы управления сложными техническими системами: сб. науч. тр. МАДИ, Ротапринт МАДИ. – М., 2010. – С. 86 – 89.
- [3] Бежикин В.М. Теория и практика стратегического управления наукоемким производством в рыночных условиях. - М.: Институт стратегических исследований, 2004. - 328с.