

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО  
ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

Центральный научно-исследовательский и проектно-  
экспериментальный институт автоматизированных  
систем в строительстве  
(ЦНИПИАСС)

№ государственной  
регистрации \_\_\_\_\_  
инвентарный №

"Утверждаю"  
Директор ЦНИПИАСС  
д.т.н.доцент  
А.А.Гусаков  
" " \_\_\_\_\_ 1976г.

О Т Ч Е Т

по научно-исследовательской теме: "Разработка  
рекомендаций по применению теории автоматов для  
совершенствования АСП"

(встречный план)

И.о.зам.руководителя  
отделения АСУ

Лившин И.М.

Руководитель темы  
зав.отделом ИО АСУС



Никаноров С.П.

Ответственный испол-  
нитель, ст.науч.  
сотрудник к.ф.м.н.

Тищенко А.В.

Москва 1976

**Исполнители:**

Руководитель темы  
зав.отделом ИО АСУС

С.П.Никаноров

Ст.науч.сотрудник,  
к.ф.м.н.

Д.Б.Черсиц

Ответственный  
исполнитель  
ст.науч.сотрудник,  
к.ф.-м.наук

А.В.Тищенко

## РЕФЕРАТ

Отчет содержит 22 стр.

Ключевые слова:

функция, функциональная структура, детализация, укрупнение, структурный автомат без памяти, комбинационная схема, синтез (анализ) комбинационных схем, задача выведения объектов строительства.

Настоящая работа выполнялась согласно встречному плану ЦНИИПИАСС на 1976 г.

В отчете указывается возможность применения результатов структурной теории автоматов без памяти (теории комбинационных схем) в области автоматизированного проектирования систем организационного управления для разработки алгоритмов операций под функциональными структурами систем. Намечаются задачи дальнейшего исследования в этом направлении.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

В в е д е н и е .....	5
1. Применение теории автоматов в блоке выбора методов системы автоматизированного проектирования систем организационного управления .....	4
1.1. Введение .....	7
1.2. Основные определения, связанные с понятием функции .....	7
1.2.1. Функция .....	7
1.2.2. Функциональная схема .....	8
1.2.3. Свертка .....	8
1.2.4. Детализация .....	9
1.2.5. Укрупнение .....	10
1.3. Комбинационные схемы.....	10
1.3.1. Основные задачи теории поведения автоматов .....	10
1.3.2. Основные определения структурной теории автоматов без памяти .....	11
1.3.3. Основные задачи теории комбинационных схем .....	13
1.4. Сопоставительный анализ.....	14
2. Задача проектирования возведения объекта строительства .....	16
2.1. Автомат как модель объекта управления .....	16
2.2. Регулярные выражения .....	16
2.3. Итерпретация задачи возведения в терминах теории автоматов .....	17
2.4. Анализ интерпретации задачи возведения .....	18
3. Выводы и рекомендации .....	19
4. Расчет экономической эффективности .....	21
5. Литература .....	22

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из наиболее развитых областей автоматизации проектирования в нашей стране является автоматизация проектирования вычислительных машин. Эта область использует хорошо разработанный математический аппарат, значительное место в котором занимает теория автоматов ( [1], стр.8-9 ). Причем разработанные методы этой теории уже нашли свое применение и в практических разработках, например, ЭВМ серии "Мир", "Днепр" и т.д. ( [1] , стр.10 ). Это побудило поставить вопрос:

можно ли и как разработанные методы теории автоматов использовать при автоматизации систем проектирования в строительстве.

В результате изучения литературы по теории автоматов ориентация применения была взята на задачи теории поведения автоматов (анализ, синтез и минимизация; см. раздел I.3.1), как на задачи, характерные для теории автоматов, достаточно изученные и разработанные алгоритмически. При этом было взято направление на отыскание таких интерпретаций задач проектирования на языке теории автоматов, при которых бы решение данной задачи включало бы алгоритмы теории поведения автоматов. Были рассмотрены различные задачи, которые, как нам казалось, могут допускать интерпретации, позволяющие использовать алгоритмы теории автоматов. Рассматривались такие задачи, как оценка альтернатив проекта, генерирование альтернатив проекта и задача проектирования возведения объекта строительства. Анализ последней задачи с точки зрения автоматной интерпретации проведен во втором разделе данного отчета. Однако попытки использования алгоритмов абстрактной теории автоматов не привели к удовлетворительным результатам. Более плодотворной в настоящее время представляется возможность использования алгоритмов структурной теории автоматов. Анализ одной из таких возможностей, а именно, применению к разработке алгоритмов опе-

раций под функциональными схемами систем, посвящен первый раздел отчета.

I. Применение теории автоматов в блоке выбора методов системы автоматизированного проектирования систем организационного управления.

### I.1. Введение.

Одним из основных блоков программного обеспечения системы автоматизированного проектирования систем организационного управления является блок выбора методов ([3] стр. 49). Весь процесс проектирования в этом блоке представляется как последовательность следующих процессов:

формулировка основной функции проектируемой системы и представление ее в виде, формализованном согласно приводимому ниже определению I.2.1;

детализация основной функции до функциональной структуры и представление ее в виде, формализованном согласно определению I.2.2 (это итеративная процедура);

Выбор методов, реализующих функции, входящие в полученную функциональную структуру системы.

В процессе построения формально-логической модели блока выбора методов существенную роль играют операции детализации и укрупнения. Оказывается, выполнение этих операций при некоторых ограничениях может быть осуществлено с помощью алгоритмов анализа и синтеза автоматов без памяти.

Рассмотрение этого вопроса на уровне предварительной проработки проводится в первой части настоящего отчета.

Отметим, что для изложения определений функции и связанных с ним понятий избран полужормальный уровень изложения. Подобный уровень, как нам представляется, наиболее подходит для уяснения сущности этих понятий.

### I.2. Основные определения, связанные с понятием функции

I.2.1. Функцией (в системном смысле) называется упорядоченная пятерка  $\Psi = \langle X, Y, R, m, n \rangle$ ,  
 где  $X$  - множество входных сигналов,  
 $Y$  - множество выходных сигналов,  
 $R \subset X \times Y$  - представляющее отношение,

$$X = \prod_{i=1}^m X_i, \quad Y = \prod_{j=1}^n Y_j,$$

причем при появлении сигналов  $x \in X$  на входе на выходе процесса выполнения функции вырабатывается сигнал  $y \in Y$  такой, что  $(x, y) \in R$ .

Предполагается, что функция  $\Psi$  обладает  $m$  входными каналами и  $n$  выходными каналами. При появлении сигнала  $x = (x_1, \dots, x_m)$  на входе на  $i$ -ый входной канал поступает сигнал  $x_i$  ( $1 \leq i \leq m$ ). Аналогично, расщепляется выходной сигнал. Натуральные числа  $m$  и  $n$  называются рангом входа и рангом выхода функции  $\Psi$ , соответственно.

Если  $x \in X, y \in Y$ , то, как обычно,

$$R(x) \stackrel{\text{def}}{=} \{y' \in Y \mid (x, y') \in R\}, \quad R^{-1}(y) \stackrel{\text{def}}{=} \{x' \in X \mid (x', y) \in R\}.$$

1.2.2. Функциональная структура представляет собой непустую конечную совокупность функций, в которой установлено какие выходные каналы функций соединяются с какими входными каналами других функций этой совокупности. При этом соблюдается правило, что каждый входной (выходной) канал соединяется не более чем с одним выходным (входным) каналом,

Порядок выполнения функций на этом уровне описания функционирования системы еще не определен.

1.2.3. Свертка. С каждой функциональной структурой  $S$  естественным образом связана функция  $\mu(S)$ , выполняемая этой структурой и называемая сверткой функциональной структуры. Функция  $\mu(S) = \langle X, Y, R, m, n \rangle$  получается из  $S$  следующим образом.

В качестве входных каналов  $\mu(S)$  выбираются те входные каналы функций из  $S$ , которые не соединены ни с какими выходными каналами. Множества входных сигналов по



этим каналам остаются прежними. То же самое относится и к выходным каналам. Определим теперь  $R$ .

Пусть  $S = \{\Psi(v) = \langle X(v), Y(v), R(v), m(v), n(v) \rangle \mid v \in V\}$

$$\bar{X} = \prod_{v \in V} \prod_{i=1}^{m(v)} X^i(v), \quad \bar{Y} = \prod_{v \in V} \prod_{j=1}^{n(v)} Y^j(v).$$

Тогда  $\langle x, y \rangle \in R$  в том и только том случае, если существует  $\langle \bar{x}, \bar{y} \rangle \in \bar{X} \times \bar{Y}$  такое, что выполнены следующие условия:

$$1) \rho_{X^i} \bar{x} = x, \quad \rho_{Y^j} \bar{y} = y;$$

$$2) (\forall v \in V) (\rho_{X^i(v)} \bar{x}, \rho_{Y^j(v)} \bar{y}) \in R(v);$$

3) если  $j$ -ый выходной канал функции  $\Psi(v_1)$  соединен с  $i$ -ым входным каналом функции  $\Psi(v_2)$ , то  $\rho_{Y^j(v_1)} = \rho_{X^i(v_2)}$ .

Выполнение условий 2) - 3) является по существу условием согласованности работы функций в функциональной структуре.

1.2.4. Операция простой детализации функциональной структуры  $S = \{\Psi(v) \mid v \in V\}$

заключается в переходе от  $S$  к новой функциональной структуре  $S'$ , где какая-то функция  $\Psi(v_0)$  ( $v_0 \in V$ ) заменяется функциональной структурой  $S_1$ , выполняющей эту функцию.

Свертка  $\mu(S_1)$  функциональной структуры  $S_1$  в настоящем определении может не совпадать с  $\Psi(v_0)$ , а лишь подчинять функцию  $\Psi(v_0)$ , т.е. быть способной решать все задачи, которые решаются с помощью  $\Psi(v_0)$ .

В случае, если  $\mu(S_i) = \varphi(v_0)$ , то простая детализация называется точной.

Детализация функциональной структуры определяется индуктивно как применение простых детализаций конечное число раз. Точная детализация есть детализация, которая получается применением точных простых детализаций.

1.2.5. Операция точного простого укрупнения функциональной структуры  $S$  заключается в переходе от  $S$  к новой функциональной структуре  $S'$ , полученной из  $S$  путем замены какой-либо ее подструктуры  $S_i$  одной функцией - сверткой  $\mu(S_i)$ .

Точное укрупнение функциональной структуры определяется индуктивно как применение точных простых укрупнений конечное число раз.

### 1.3. Комбинационные схемы

#### 1.3.1. Основные задачи теории поведения автоматов.

Основные понятия и алгоритмы в теории автоматов с точки зрения их приложения к проектированию цифровых вычислительных устройств рассматривались в [2]. Основные алгоритмические задачи, поставленные в [2], это задачи анализа, синтеза и минимизации автоматов. В общих чертах, эти задачи можно сформулировать следующим образом.

**Синтез.** Построить автомат, внешнее поведение которого задано.

**Анализ.** Для заданного автомата найти внешнее поведение.

**Минимизация.** Построить автомат, эквивалентный данному автомату по внешнему поведению, и минимальный в каком-то смысле.

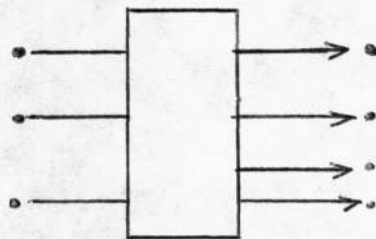
Решение этих задач в [2] разделялось на несколько этапов. В разделе 1<sup>на 20</sup> интересует этап структурной теории.

### 1.3.2. Основные определения структурной теории автоматов без памяти

#### 1.3.2.1. Структурный автомат

В структурной теории автоматов, в отличие от абстрактной теории, входные и выходные каналы рассматриваемых автоматов считаются состоящими из нескольких элементарных входных и элементарных выходных каналов. По всем элементарным каналам могут передаваться лишь так называемые элементарные сигналы. Набор всех возможных для данного автомата элементарных сигналов называется структурным алфавитом данного автомата.

Далее, в структурной теории автоматов, предполагается, что каждый входной (выходной) элементарный канал подсоединяется к соответствующему входному (выходному) узлу автомата.



#### 1.3.2.2. Структурные автоматы без памяти

Важный класс среди структурных автоматов составляют автоматы без памяти (то есть, автоматы, обладающие только одним внутренним состоянием). Каждый автомат без памяти характеризуется векторной функцией выходов, устанавливающей зависимость структурного выходного сигнала  $\bar{y}(t) = (y_1(t), \dots, y_n(t))$  от структурного входного сигнала

$$\bar{x}(t) = (x_1(t), \dots, x_m(t))$$

в тот же самый момент автоматного времени:

$$\bar{y}(t) = \bar{\lambda}(\bar{x}(t)) = (\lambda_1(\bar{x}(t)), \dots, \lambda_n(\bar{x}(t))).$$

#### 1.3.2.3. Композиция автоматов.

Если имеется конечное число автоматов, в одном и том же

структурном алфавите, то их можно объединить в систему совместно работающих автоматов. Для этого вводится некоторые конечные множества внешних входных и внешних выходных узлов (полюсов). Предполагается, что эти узлы отличны от узлов рассматриваемого множества автоматов. Общая операция композиции состоит в отождествлении некоторых узлов системы (как внешних, так и внутренних). Смысл отождествления узлов состоит в том, что элементарный сигнал, поступивший на какой-либо узел системы тем самым попадает на все отождествленные с ним узлы. После проведенных отождествлений система автоматов превращается в схему (сеть) автоматов. Схема автоматов называется корректно построенной, если работу схемы можно рассматривать как некоторый автомат, т.е. если в каждый момент времени структурный выходной сигнал схемы однозначно определяется поступившей к этому времени конечной последовательностью структурных входных сигналов и начальными состояниями входящих в схему автоматов (при фиксированном отождествлении узлов).

Если автомат  $A$  получен в результате композиции автоматов  $A_1, \dots, A_k$ , то его внутренними состояниями можно считать упорядоченные наборы  $(q_1, \dots, q_k)$  состояний автоматов  $A_1, \dots, A_k$ . Поэтому, если автоматы  $A_i$  ( $i = 1, \dots, k$ ) были автоматами без памяти, то результат их композиции  $A$  также является автоматом без памяти. Результат композиции автоматов без памяти называют комбинационной схемой.

#### 1.3.2.4. Функциональная полнота

Система автоматов без памяти в одном и том же структурном алфавите называется функционально полной, если существует общий конструктивный прием (алгоритм), позволяющий строить из этих автоматов корректные комбинационные схемы, имеющие любые наперед заданные выходные функции  $f_1(\bar{x}), \dots, f_n(\bar{x})$  в том же самом структурном алфавите. Предполагается, что каждый автомат системы имеется в неограниченном числе экземпляров.

### 1.3.3. Основные задачи теории комбинационных схем

#### 1.3.3.1. Задача анализа комбинационных схем

Найти алгоритм, позволяющий по любой корректно построенной комбинационной схеме построить выходные функции этой схемы.

#### 1.3.3.2. Задача синтеза комбинационных схем.

Пусть задана некоторая конечная функционально полная система  $B$  автоматов без памяти в структурном алфавите  $L$ . Найти алгоритм, позволяющий по любому конечному автомату  $A$  без памяти в структурном алфавите  $L$  находить корректно построенную из автоматов системы  $B$  комбинационную схему, имеющую ту же самую векторную функцию выходов, что и автомат  $A$ .

#### 1.3.3.3. Ограничения, при которых решаются задачи анализа и синтеза

В [2] даются алгоритмы решения задач анализа и синтеза комбинационных схем. Самые общие алгоритмы формулируются при условии, когда комбинационные схемы являются правильными. Отметим, что правильные схемы являются корректно построенными.

Правильной комбинационной схемой называется такая комбинационная схема, в которой выполнены следующие условия:

а) отсутствие петель, т.е. в схеме нельзя найти последовательность автоматов  $A_1, \dots, A_k$  такую, что какой-либо выходной узел автомата  $A_i$  ( $i=1, \dots, k$ ) отождествляется с некоторым входным узлом автомата  $A_{i+1 \pmod k}$ ;

б) к каждому узлу (отличному от входных полюсов схемы) подсоединен точно один выходной канал какого-либо автомата схемы или входной полюс;

в) выходные каналы автоматов схемы не соединяются непосредственно с входными полюсами.

В решении задачи синтеза кроме ограничения правильности комбинационной схемы предполагается, что автоматы заданы в двоичном структурном алфавите. Впрочем, это ограничение носит, по-видимому, чисто технический характер, и связано с использованием развитого аппарата булевых функций. Задача анализа решается для произвольного конечного структурного алфавита.

#### 1.4. Сопоставительный анализ

Сопоставление содержаний разделов 1.2 и 1.3 показывает, что понятия "функция" (1.2.1) и автомат без памяти" (1.3.2.2) близки друг к другу. Нетрудно видеть, что автомат без памяти является функцией в смысле определения 1.2.1, на которую наложены следующие дополнительные ограничения:

1) однородность каналов:

$$X_i = Y_j = L \quad (1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n),$$

т.е. сигналы появляющиеся на входных и выходных каналах принадлежат одному и тому же конечному структурному алфавиту  $L$ ;

2) представляющее отношение  $R$  является однозначной функцией (в математическом смысле) выходных сигналов от входных сигналов.

Здесь ограничение 2) является важным частным случаем понятия функции.

Ограничение 1) может быть устранено искусственным приемом, однако эффективность такого устранения подлежит дальнейшему изучению.

Сформулируем теперь автоматные задачи анализа и синтеза на языке функций.

**Задача анализа.** Требуется найти алгоритм, который по заданной функциональной структуре, построенной на некоторой системе базисных функций, позволял бы построить <sup>функцию</sup>, которая реализуется этой функциональной структурой.

**Задача синтеза.** При заданной системе базисных функций найти алгоритм, позволяющий построить функциональную структуру на базисных функциях, реализующую любую наперед заданную функцию.

Ясно, что задача анализа есть просто построение свертки функциональной структуры. Операция свертки используется в операции укрупнения. А задача синтеза есть точная детализация функциональной структуры, состоящей из одной функции. Решение задачи синтеза является необходимой основой для разработки алгоритма операции детализации произвольной функциональной структуры.

Отметим также, что автоматные алгоритмы, кроме уже указанных ограничений 1), 2) на функциональную структуру, накладывают также следующие ограничения:

- 3) отсутствие петель в функциональной структуре;
- 4) при алгоритме синтеза используется двоичный структурный алфавит.

Впрочем, ограничение 4) носит технический, а не принципиальный характер. Оно связано с использованием развитого аппарата булевых функций ([2], стр. 229).

## 2. ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

### 2.1. Автомат как модель объекта управления.

Одним из естественных представлений абстрактных автоматов является их представление как модели объекта управления. При таком подходе под конечным автоматом  $A$  понимается упорядоченная пятерка объектов  $\langle X, Q, q_0, \delta, F \rangle$ , где  $X$  - конечное множество (алфавит) входных значений,  $Q$  - конечное множество внутренних состояний,  $q_0 \in Q$  - начальное состояние автомата,  $\delta: X \times Q \rightarrow Q$  - функция переходов состояний,  $F \subset Q$  - множество целевых состояний. Работа автомата заключается в том, что в какой-то момент времени автомат, находясь в состоянии  $q \in Q$ , под воздействием входного значения  $x \in X$  в следующий момент времени переходит в состояние  $q' = \delta(x, q)$ .

Задача управления автоматом состоит в том, чтобы из начального состояния перевести его в одно из целевых состояний. Конкретизируя эту задачу, можно ставить следующие задачи:

- 1) найти все слова (т.е. последовательности входных значений) в алфавите  $X$ , которые переводят автомат из начального состояния в одно из целевых состояний;
- 2) найти какое-нибудь слово в алфавите  $X$ , которое переводит автомат из начального состояния в одно из целевых состояний;
- 3) найти такое слово в алфавите  $X$ , которое решает задачу 2) и оптимально относительно некоторого критерия.

Первая из сформулированных здесь задач и есть одна из формулировок задачи анализа конечных абстрактных автоматов.

### 2.2. Регулярные выражения

На множестве всех подмножеств множества всех слов  $X^*$  в алфавите  $X = \{x_1, \dots, x_n\}$  рассмотрим три операции. Для любых  $A \subset X^*$ ,  $B \subset X^*$  результат операции умножения



$A$  и  $B$ , есть множество слов  
 $AB = \{p_1 p_2 \mid p_1 \in A, p_2 \in B\}$ .

Операция дизъюнкции  $\cup$  есть просто теоретико-множественное объединение подмножеств слов. Наконец операция итерации множеству  $A \subset X^*$ , ставит в соответствие множество  $\{A\} = \{e\} \cup A \cup AA \cup \dots \cup A^n \cup \dots$ , т.е. всевозможные конечные произведения слов из  $A$ , включая пустое слово  $e$ .

Множество слов в алфавите  $X$  называется регулярным, если оно получено из букв алфавита  $x_1, x_2, \dots, x_n$  и пустого слова с применением конечного числа операций умножения, дизъюнкции и итерации. Всякое выражение, показывающее каким способом из слов  $x_1, \dots, x_n, e$  получено регулярное множество называется регулярным выражением.

### 2.3. Интерпретация задачи возведения в терминах теории автоматов

Проект возведения объекта строительства решает вопрос в каком порядке устанавливать различные элементы (части) этого объекта.

Представим процесс возведения как автомат  $A = \langle X, Q, q_0, \delta, F \rangle$ , являющийся объектом управления. В качестве множества  $X$  входных воздействий возьмем множество различных пар  $\langle$  тип элемента, код места размещения элемента в проекте  $\rangle$ . В качестве множества  $Q$  состояний автомата возьмем всевозможные наборы (в том числе, и не реализуемые) установленных элементов с закрепленными местами размещения.

В качестве начального состояния до объекта можно взять состояние "не установлено ни одного элемента", в качестве множества  $F$  целевых состояний можно взять одно конечное состояние "установлены все элементы, т.е. возведение объекта закончено". Однако это не единственный выбор возможных  $q_0$  и  $F$ , так как возможно разбиение задачи достижения цели на задачи достижения подцелей.

Возможные переходы из одного состояния объекта в другие закладываются в таблице переходов (переходная функция) на основе имеющейся содержательной информации.

Теперь можно предложить следующий алгоритм решения задачи I), сформулированной в пункте 2.1.

1-ый этап. Представление процесса возведения в виде автомата. Основной шаг на этом этапе - формирование таблицы переходов.

2-ой этап. Применение алгоритма анализа автоматов для получения регулярного выражения, описывающего множество всех слов, в данном случае, последовательностей пар (тип детали, место), приводящих к достижению цели.

3-ий этап. Из полученного на 2-ом этапе множества слов выбрать слово, оптимальное по некоторому критерию. Например, типична задача выбора тех мест размещения, при которых остается возможно наибольшее число путей дальнейшего возведения объекта.

#### 2.4. Анализ интерпретации задачи возведения

Схема алгоритма проектирования возведения объекта строительства приведенная в 2.3, содержит алгоритм анализа автоматов. Однако рассмотрение предложенной интерпретации показывает, что регулярное выражение, описывающее множество всех слов, переводящее автомат из начального состояния в целевое состояние, не содержит операций итерации. Остается отметить, что специфика алгоритма анализа абстрактных автоматов проявляется именно при наличии в регулярном выражении операции итерации. Иначе задача анализа решается с помощью фактического перебора простых путей на графе переходов автомата, ведущих из начального состояния в целевое множество ([2], стр.83).

### 3. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Рассмотрение задачи возведения, а также некоторых других задач, указанных во введении, показывает, что применение алгоритмов абстрактной теории автоматов встречает определенные трудности. Отметим, что пока не удалось найти подходящей интерпретации задач проектирования объектов строительства, позволяющий использовать специфичность алгоритмов абстрактной теории автоматов.

Иначе обстоит дело с использованием алгоритмов структурной теории автоматов. Обобщение определения структурного автомата без памяти приводит к понятию "функция", которое является одним из основных понятий, используемых в проектировании любых объектов, в том числе и объектов строительства.

Основным положительным результатом проделанной работы является выявление того факта, что алгоритмы анализа и синтеза комбинационных схем могут быть положены в основу разработки алгоритмов, реализующих операции укрупнения и детализации (см. определения 1.2.4 и 1.2.5) Других готовых алгоритмов, которые могли бы послужить основой для реализации операций под функциональными структурами пока не имеется.

Результаты проделанной работы выдвигают следующие дальнейшие задачи в этом направлении:

1. Провести анализ алгоритмов анализа и синтеза комбинационных схем. Сделать по возможности количественные оценки.
2. Исследовать возможные пути снятия ограничений 1) -4), указанных в разделе 1.4. Это исследование выдвигает основные задачи, решение которых позволит приступить к разработке первых версий алгоритмов операций детализации и укрупнения.
- 3) Общий алгоритм синтеза комбинационных схем имеет скорее теоретический, чем практический интерес, так как приводит к излишне сложным схемам (см. [2], стр. 234). Поэтому в [2] разработаны также практически более удобные методы решения задач синтеза и минимизации применительно к

определенным типам автоматов без памяти.

Тем более этого следует ожидать и при синтезе функциональных структур. Отсюда возникают следующие задачи. Во-первых, выделить различные часто возникающие в практике типы функций и функциональных структур.

Во-вторых, разработать для этих типов специальные алгоритмы решения задач анализа и синтеза.

#### 4. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Настоящий расчет носит предварительный характер и делается на основании аналогичных расчетов, проведенных для логико-интерпретационного блока и блока документирования автоматизированной системы проектирования систем организационного управления.

Ожидается, что на разработку предлагаемых алгоритмов будет затрачено  $K_{\Pi} = 20$  тыс.руб., годовая экономия  $\mathcal{E}$  от их применения составит 15 тыс.руб., и средний расход машинного времени  $m$  составит 50 часов в год на ЕС 1040.

Так как полные капитальные вложения  $K$  на ЭВМ составляют 1 000 тыс.руб., а годовой фонд машинного времени  $M = 5000$  часов, то подсчет капитальных вложений на ЭВМ дает

$$K_{BT} = \frac{m}{M} K = 10 \quad (\text{тыс.руб.})$$

Расчетный коэффициент эффективности

$$E_p = \frac{\mathcal{E}}{K_{\Pi} + K_{BT}} = 0,5$$

Срок окупаемости

$$T = \frac{1}{E_p} = 2 \quad (\text{года})$$

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \mathcal{E} - 0,12 \cdot (K_{\Pi} + K_{BT}) = 11,4 (\text{тыс.руб.})$$

## 5. ЛИТЕРАТУРА

1. Глушков В.М., Капитанова Ю.В., Летичевский А.А., Автоматизация проектирования вычислительных машин, Киев, 1975.
2. Глушков В.М., Синтез цифровых автоматов, Москва, 1962.
3. Разработка методов проектирования АСУ капитального строительства Минэнерго СССР, Раздел А (отчет), тема № 4903 арх.номер ОМ 149957, "ОРГЭНЕРГОСТРОЙ", Никаноров С.П., Москва, 1972.