

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ  
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ ИМЕНИ В. М. ГЛУШКОВА

НА ПРАВАХ РЮКОПИСИ

Обасогие Даниэль Осас

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА  
ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ В БАЗИСЕ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ СВЕРХ-  
БОЛЬШИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

05.13.05. Элементы и устройства вычислительной техники и систем  
управления

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Киев 1994



00778828 (1)

РАБОТА ВЫПОЛНЕНА НА КАФЕ  
ИНФОРМАТИКИ» ДОНЕЦКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ: КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК,  
ДОЦЕНТ ЛАДЫЖЕНСКИЙ Ю. В.

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОПОНЕНТЫ: ДОКТОР ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОР  
РАВИНОВИЧ Э. Л., КАНДИДАТ ТЕХНИЧЕСКИХ  
НАУК, ДОЦЕНТ БАРКАЛОВ А. А.

ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ: ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ И  
МАТЕМАТИКИ НАН УКРАИНЫ ( ОТДЕЛ ТЕОРИИ  
УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ )

ЗАЩИТА СОСТОИТСЯ <27> ОКТЯБРЯ 1994 г. в 14 часов на  
заседании СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОВЕТА Д 016.45.02 ПРИ  
ИНСТИТУТЕ КИБЕРНЕТИКИ ИМЕНИ В. М. ГЛЫШКОВА АН УКРАИНЫ ПО  
АДРЕСУ: 252207, КИЕВ, ПРОСПЕКТ АКАДЕМИКА ГЛЫШКОВА, 40.

С ДИССЕРТАЦИЕЙ МОЖНО ОЗНАКОМИТЬСЯ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ  
АРХИВЕ ИНСТИТУТА

АВТОРЕФЕРАТ РАЗОСЛАН <21> СЕНТЯБРЯ 1994 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО СОВЕТА: ГУМЕНЮК-СЫЧЕВСКИЙ В. И.

ДВ - 30.816  
1  
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ. Увеличение производительности труда разработчиков новых изделий, сокращение сроков проектирования, повышение качества разработки проектов - важнейшие проблемы, решение которых определяет уровень ускорения научно-технического прогресса общества. Один из современных путей повышения уровня научно-технического прогресса - это автоматизация. Автоматизация проектирования опирается на современные средства вычислительной техники ( микро - и мини-ЭВМ, персональные компьютеры, мощные вычислительные системы, распределенные вычислительные сети).

Другим аспектом автоматизации является расширение возможностей методов проектирования средств вычислительной техники. Быстрый рост сложности вычислительных систем и комплексов в настоящее время чаще требует применения высокоинтегрированных специализированных микросхем (ИМС).

Перспективным направлением специализации является программирование пользователем логических ИМС - ПЛИС. Основное преимущество ПЛИС перед другими специализированными схемами - относительно малоое время изготовления требуемых заказных вариантов схем. Быстрое развитие ПЛИС открывает широкие возможности совершенствования технических средств ЭВМ.

Вопросам проектирования цифровых устройств на основе различных ВИС программируемых логических устройств (ПЛУ), уделяется большое внимание на Украине и за рубежом. Большой вклад в развитие данного направления внесли В. М. Глушков, А. Д. Закревский, С. И. Баранов, В. А. Скляр, П. Н. Бибило, Ю. В. Капитонова, А. Н. Мелихов, Э. Л. Рабинович, О. Л. Бандман, С. М. Ачасова и другие.

В связи с усложнением структур элементного базиса ПЛИС возникают новые важные задачи: межбазисные отображения, декомпозиция схемы на подсхемы, оптимизация по различным критериям при наличии ограничений и другие. Методы и алгоритмы решения таких задач исследованы недостаточно. В ряде случаев они являются сложными и трудоемкими, слабо учитывают структуру и функциональные возможности ПЛИС.

Большой интерес представляет также адаптация и исследование характеристик существующих методов синтеза схем для ПЛИС при использовании персональных ЭВМ и ЛВС в качестве инструмента инженера-проектировщика. На ПЛИС появляются новые

возможности разработки специализированных алгоритмов диалогового проектирования в сочетании с графическим интерфейсом. При этом должны учитываться ограничения ЭЭМ по объемам дисковой и оперативной памяти, производительности и стоимости.

Таким образом, выбранная тема диссертационной работы является актуальной.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ состоит в исследовании и разработке эффективных методов и алгоритмов методов автоматизированного синтеза цифровых устройств, ориентированных на базис ПЛИС.

Указанная цель достигается решением следующих задач:

- анализ и обобщение структурно-функциональных особенностей ПЛИС как нового элементного базиса;
- разработка методов и алгоритмов синтеза комбинационных схем на ПЛИС;
- разработка методов и алгоритмов синтеза микропрограммных автоматов Мили и Мура на ПЛИС;
- разработка структуры подсистем системы автоматизированного синтеза цифровых систем (САСЦ) в базисе ПЛИС в условиях вычислительной сети.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. В диссертации используются методы теории цифровых автоматов, теории множеств, математической логики, теории автоматизированного проектирования БИС и СВИС.

НАУЧНАЯ НОВИЗНА работы состоит в следующем:

- предложена обобщенная структурно-функциональная модель ПЛИС;
- разработаны методы и алгоритмы синтеза комбинационных схем и микропрограммных автоматов в базисе ПЛИС, отличающиеся от известных простотой и меньшей трудоемкостью;
- предложена интегрированная модель пространства структур и функций САСЦ ПЛИС;

ПРАКТИЧЕСКУЮ ЦЕННОСТЬ в работе представляют:

- разработанные алгоритмы и программы на ЭЭМ для синтеза устройств в базисе ПЛИС;
- рекомендации по созданию САСЦ ПЛИС для целей инженерного проектирования реальных устройств и обучения студентов;
- методики проведения занятий по изучению студентами САСЦ ПЛИС

в условиях вычислительной сети Университета г. Бенин - Сити / Нигерия /.

РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ: Разработанные методы синтеза реализованы в виде программной подсистемы для комплекса автоматизированного синтеза устройств "ПРОЛИД" на языке СИ ПЭВМ типа IBM PC и внедрены в учебный процесс ДГТУ.

АПРОВАЦИЯ РАБОТЫ: Основные результаты работы докладывались и обсуждались на кафедре " Прикладная математика и информатика" Донецкого Государственного технического университета (1991-1994 г. г.), на семинаре Научного совета АН Украины по проблеме " Кибернетика " (1994 г.); на Всесоюзной научно-технической конференции " Перспективы развития и применения средств вычислительной техники для моделирования и автоматизированного исследования" (Москва, 1991 г.); на Первой Международной конференции "Компьютерные программы учебного назначения" (Донецк, ДОНТУ, 1993 г.); на Республиканской научно-технической конференции " Теоретическая и прикладная информатика " ( Донецк, ДГТУ, 1993 г.).

ПУБЛИКАЦИИ: По результатам выполненных исследований опубликованы 3 научные печатные работы.

СТРУКТУРА И ОБЪЕМ РАБОТЫ. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений. Содержание работы изложено на **101** страницах машинописного текста, иллюстрированного **25** рисунками. Работа содержит **45** таблиц, список использованной литературы состоит из **108** наименований на 7 страницах и приложений на **57** страницах.

#### КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность работы, определены цели и задачи исследования.

В первой главе определены морфологические признаки и функциональные возможности ПЛИС как элементной базы синтеза специализированных цифровых систем. Результаты анализа показывают, что большинство ПЛИС могут найти место в обобщенной структуре, которая представлена в рис.1.

Структура обладает свойствами одноуровневой,

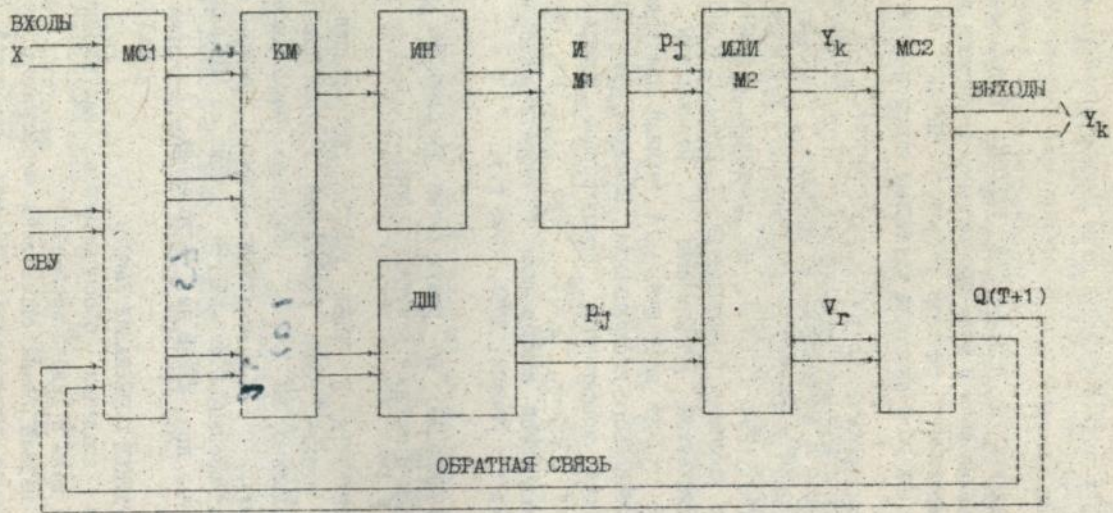


Рис.1. Обобщенная структура ПЛИС.

двухуровневой и трехуровневой ПЛИС с памятью и без памяти. ДИ - это дешифратор, ИН - программируемые инверторы; КМ - коммутационная матрица; М1 и М2 - логические матрицы И и ИЛИ соответственно; МС1 - входные макроячейки; МС2 - выходные макроячейки. Обозначим такую ПЛИС как ПЛИС(s, t, q, r), s - число входов, t - выходов, q - число внутренних шин и r - число МС2. Если отсутствует МС2, то это ПЛИС(s, t, q).

Каждый входной сигнал поступает во входную ячейку, которая может содержать элементы запоминания, а затем подается на входной дешифратор или входные инверторы через входную коммутационную матрицу. Структура содержит логические матрицы, с которыми параллельно включена управляющая коммутационная матрица, обеспечивающая выбор для многофункциональных выходных ячеек. Применяются типовые выходные ячейки с памятью или без. Выходные ячейки имеют обратную связь (ОС) с входной и управляющей матрицами, что позволяет создавать синхронные или асинхронные цифровые автоматы.

Математическая модель ПЛИС обобщенной структуры задается функциональным отображением множеств:

$$\begin{aligned} \langle X_1, X_2, \dots, X_s \rangle, \langle Q_1, Q_2, \dots, Q_m \rangle &\longrightarrow \langle P_1, P_2, \dots, P_q \rangle \\ \longrightarrow \langle V_1, V_2, \dots, V_r \rangle \langle Y_1, Y_2, \dots, Y_t \rangle &\quad (1) \end{aligned}$$

где,

$\langle X_1, X_2, \dots, X_s \rangle$  - множество входных переменных;

$\langle Q_1, Q_2, \dots, Q_m \rangle$  - множество сигналов из выходных  
макроячеек в обратную связь;

$\langle P_1, P_2, \dots, P_q \rangle$  - множество элементарных конъюнкций входных  
сигналов и сигналов из выходных макроячеек в  
обратную связь;

$\langle V_1, V_2, \dots, V_r \rangle$  - множество функций возбуждения макроячеек;

$\langle Y_1, Y_2, \dots, Y_t \rangle$  - множество выходных функций.

Из структуры можно выделить несколько принципиальных схем ПЛИС. Наиболее универсальная схема - это схема с программируемыми инверторами на входе. Схема содержит выходные макроячейки с элементами памяти ( триггер или регистр ) и/или другие выходные макроячейки. Входные переменные или их

инверсии  $X_1, X_2, \dots, X_s$  подаются на вход первой матрицы  $M_1$ , которая позволяет реализовать на любом из ее выходов любую конъюнкцию  $P_j$ :

$$P_j = \bigwedge_{i \in \{1, \dots, s\}} X_i \bigwedge_{g \in \{1, \dots, m\}} Q_g \quad (2)$$

С помощью матрицы  $M_2$  реализуются выходные функции  $Y_k$ . На любом из ее выходов можно получить любую дизъюнкцию входных переменных  $P_1, P_2, \dots, P_q$ .

$$Y_k = \bigvee_{j \in \{1, \dots, q\}} P_j \quad (3)$$

В общем случае на выходе выходных макроячеек имеем:

$$Q(T+1) = F(X(T), Q(T)),$$

где  $X(T)$  - переменные в момент времени  $T$ ,  $Q(T)$  - состояние выходных ячеек в момент времени  $T$ .

Структурная схема, описываемая уравнениями (1), (2), (3), позволяет синтезировать комбинационные схемы и цифровые устройства с памятью.

Из структуры на рис.1 можно получить схемы с дешифратором на входе и другие типовые ПЛИС.

Вторая глава посвящена разработке новых методов и алгоритмов синтеза цифровых систем в базе ПЛИС.

Рассматривается система булевых функций  $\langle Y_1, Y_2, \dots, Y_n \rangle$  в классе ДНФ, заданная множеством входных переменных  $\langle X_1, X_2, \dots, X_s \rangle$  и множеством  $\langle P_1, P_2, \dots, P_b \rangle$  элементарных конъюнкций переменных, входящих в систему.

Тогда синтез комбинационных схем в базе ПЛИС включает минимизацию исходной системы булевых функций и декомпозицию полученного результата с учетом ограничений на параметры ПЛИС( $s, t, q$ ).

В случае микропрограммных автоматов дополнительно появляются множество функций возбуждения  $\langle V_1, V_2, \dots, V_r \rangle$  и

множество сигналов обратной связи  $\langle Q_1, Q_2, \dots, Q_n \rangle$ .

Обозначим:

$L_1$  - число переменных в записи 1-й элементарной конъюнкции ( терме ) исходной системы булевых функций ;

$E = \{e_1, e_2, \dots, e_B\}$  - множество различных элементарных конъюнкций ( термов ), участвующих в формировании множества функций;

$X(e_B) = \{x_1, x_2, \dots, x_{L_1}\}$  - множество переменных, входящих в терм  $e_B$ ;

$Y(e_B) = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  - множество функций, содержащих терм  $e_B$ ;

$V(e_B) = \{v_1, v_2, \dots, v_T\}$  - множество функций возбуждения памяти соответствующее терму  $e_B$ .

Предлагаются метод и алгоритмы синтеза одноярусных комбинационных схем на ПЛИС, основанные на предварительном упорядочивании, группировках и объединениях термов и функций с использованием модифицированных критериев расстояния - близость и удаленность.

Предлагаемый метод и алгоритмы синтеза основаны на следующем.

Пусть заданы соответствия:

$$\begin{aligned} ( X(e_1) \longrightarrow Y(e_1) ) &= W(e_1) \\ ( X(e_j) \longrightarrow Y(e_j) ) &= W(e_j) \end{aligned} \quad (4)$$

с ограничениями вида

$$\begin{aligned} k_x &\leq s \\ k_y &\leq t \\ k_e &\leq q \end{aligned} \quad (5)$$

где,

$k_x$  - количество переменных в множестве входных переменных в терме или при объединении двух или нескольких термов;

$k_y$  - количество функций в множестве функций при

объединении двух или нескольких термов.

$k_e$  - количество объединенных термов.

Если выполняются условия (5), то допустимы следующие операции (рис.2):

- Прямые объединения:

$$W(e_1, e_j) = W(e_1) \cup W(e_j) = (X(e_1) \cup X(e_j)) \longrightarrow Y(e_1) \cup Y(e_j) \quad (6)$$

$$W(e_j, e_1) = W(e_j) \cup W(e_1) = W(e_1, e_j) \quad (7)$$

- Внутренние объединения:

Если  $X(e_1) \in X(e_j)$  и  $Y(e_1) \in Y(e_j)$ , то

$$W(e_1, e_j) = W(e_j, e_1) = W(e_j) \cup W(e_1) = W(e_j) = (X(e_j) \longrightarrow Y(e_j)) \quad (8)$$

Если  $X(e_j) \in X(e_1)$  и  $Y(e_j) \in Y(e_1)$ , то

$$W(e_1, e_j) = W(e_j, e_1) = W(e_1) \cup W(e_j) = W(e_1) = (X(e_1) \longrightarrow Y(e_1)) \quad (9)$$

- Косвенные объединения

Если  $X(e_1) \in X(e_j)$  и  $Y(e_j) \in Y(e_1)$ , то

$$W(e_1, e_j) = W(e_1) \cup W(e_j) = (X(e_j) \longrightarrow Y(e_1)) \quad (10)$$

Если  $X(e_j) \in X(e_1)$  и  $Y(e_1) \in Y(e_j)$ , то

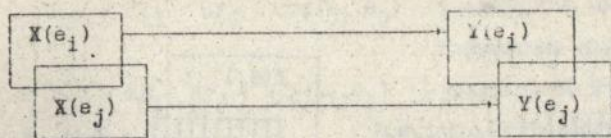
$$W(e_1, e_j) = W(e_1) \cup W(e_j) = (X(e_1) \longrightarrow Y(e_j)) \quad (11)$$

Введем критерии расстояния (рис. 3):

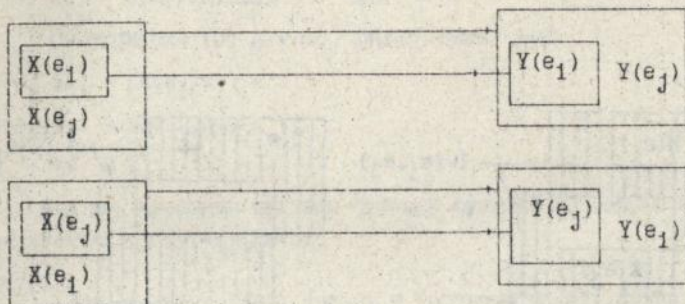
$Sx(e_1, e_j) = |X(e_1) \cap X(e_j)|$  - близость множеств переменных двух термов;

$Sy(e_1, e_j) = |Y(e_1) \cap Y(e_j)|$  - близость множеств соответствующих функций.

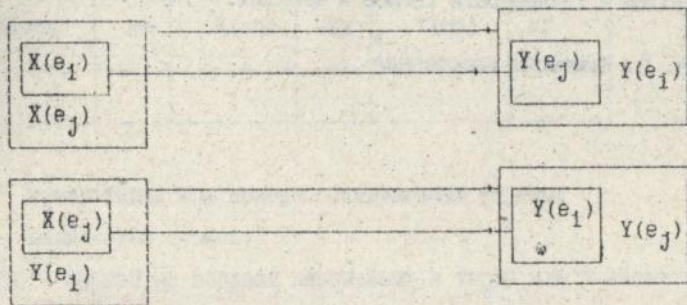
$Sx(e_1, e_j) = Sx(e_j, e_1)$ ,  $Sy(e_1, e_j) = Sy(e_j, e_1)$ .



ПРЯМЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ

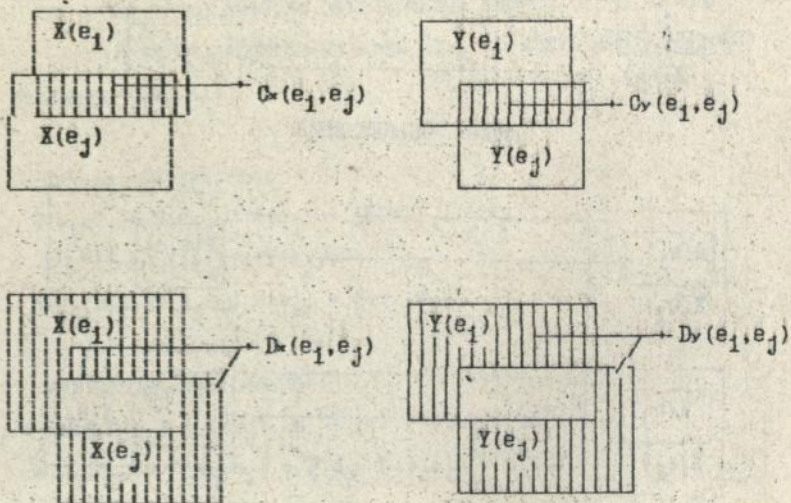


ВНУТРЕННИЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ



КОСВЕННЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ

Рис.2. Операции объединения.



БЛИЗОСТЬ И УДАЛЕННОСТЬ ТЕРМОВ И ФУНКЦИЙ.

Рис. 3. Критерии Расстояния.

$Dx(e_1, e_j) = kx_1 + ky_j - 2C_x(e_1, e_j)$  - удаленность множеств переменных двух термов;

$Dy(e_1, e_j) = ky_1 + kx_j - 2C_y(e_1, e_j)$  - удаленность множеств соответствующих функций.

для  $i \neq j$ .

$Dx(e_1, e_j) = 0, Dy(e_1, e_j) = 0$  для  $i=j$ .

Ограничения (5) для пар термов имеет вид:

$$\begin{aligned} C_x(e_1, e_j) + Dx(e_1, e_j) &\leq v \\ C_y(e_1, e_j) + Dy(e_1, e_j) &\leq t \\ kx + ky &\leq q \end{aligned} \quad (12)$$

Для декомпозиции системы булевых функций на ПЛИС(s, t, q) предлагается следующий метод.

1. Составляем таблицу термов и соответствующих функций, которая в общем случае имеет вид:

Термы eb	ke	X(eb)	kx	Y(eb)	ky

где,

eb - номер терма или номера объединенных термов;

ke - количество термов;

X(eb) - множество входных переменных в терме или в блоке термов eb, с учетом структурного строения ПЛИС x и  $\bar{x}$  рассматриваются как одна переменная;

kx - количество переменных в множестве X(eb);

Y(eb) - множество функций, соответствующих X(eb);

ky - количество функций в множестве Y(eb).

Для недоопределенных функций соответствующие ky равны нулям и

Y(eb) - пустые множества.

2. Таблица упорядочивается по возрастанию  $k_x$  и при равных  $k_x$  по возрастанию  $k_y$ .

3. Выполняем операцию внутреннего объединения над множествами  $X(eb)$  и  $Y(eb)$  по критериям близости  $S_x$  и  $S_y$  с учетом ограничений на параметры ПЛИС. Это позволяет уменьшить размер таблицы за счет множеств термов и функций малой мощности.

4. Для полученной таблицы повторяются п.п. 2, 3.

5. После завершения внутренних объединений производим косвенное объединение над полученными множествами  $X(eb)$  и  $Y(eb)$  по критериям близости  $S_x$  и  $S_y$  с учетом ограничений на параметры ПЛИС. Повторяем п.п.2 - 5 до завершения косвенных объединений.

7. Из полученных множеств  $X(eb)$  и  $Y(eb)$  выбираем наименьшее их число, покрывающее исходные термы и функции.

Приведены решения задач синтеза по описанному методу, сделано сравнение с известными методами.

Далее в диссертации рассматривается задача одноуровневой реализации микропрограммных автоматов (МПА) минимальным числом ПЛИС ( $s, t, q, r$ ) по структурной таблице. При синтезе управляющего автомата применяется обобщенная структура ПЛИС (рис.1).

Структурная таблица МПА Мили имеет вид:

$a_m$	$K(a_m)$	$a_s$	$K(a_s)$	$X(a_m, a_s)$	$Y(a_m, a_s)$	$V(a_m, a_s)$	$b$
-------	----------	-------	----------	---------------	---------------	---------------	-----

где,

$a_m$  - состояние, из которого осуществляется переход;

$a_s$  - состояние, в которое осуществляется переход;

$K(a_m)$  и  $K(a_s)$  - коды состояний  $a_m$  и  $a_s$ ;

$X(a_m, a_s)$  - конъюнкции входных переменных, принимающие единичное значение на переходе из  $a_m$  в  $a_s$ ;

$Y(a_m, a_s)$  - множество выходных функций на переходе из  $a_m$  в  $a_s$ ;

$V(a_m, a_s)$  - множество функций возбуждения элементов памяти, которые принимают единичное значение на переходе из  $a_m$  в  $a_s$ .

$b$  - номер перехода МПА.

Две функции  $Y(a_m, a_s)$  и функций возбуждения  $V(a_m, a_s)$  определяются по структурной таблице МПА из термов вида  $A_m \& X(a_m, a_s)$  где  $A_m$  - конъюнкция соответствующая коду  $K(a_m)$  состояния  $a_m$ . Всей структурной таблице автомата соответствует множество термов  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_b\}$ .

Показано, что из обобщенного структурного строения ПЛИС следуют несколько подходов к синтезу МПА: с объединением множеств  $X$  и  $Q$ ,  $Y$  и  $V$ ; с отдельными множествами  $X$ ,  $Q$ ,  $Y$ ,  $V$ ; с объединением множеств  $X$  и  $Q$ , и отдельными множествами  $Y$ ,  $V$ ; отдельными множествами  $X$  и  $Q$  и объединением множеств  $Y$  и  $V$ .

Для подхода с отдельными множествами  $X$ ,  $Q$ ,  $Y$ ,  $V$  предложен метод синтеза, основанный на рассмотренном методе для комбинационных схем. Таблица термов и функций в этом случае расширяется и имеет вид:

Термы	ke	$X(e_b)$	kx	$Y(e_b)$	ky	$V(e_b)$	kv
$e_b$							

где,

$V(e_b)$  - множество функций возбуждения памяти макроэчек, входящих в терм или блок термов.

kv - количество функций в множестве  $V(e_b)$ .

При декомпозиции дополнительно учитываются ограничения на разделение макроячеек для  $Y$  и  $V$ . Рассмотренные выше операции объединения расширяются за счет введения множества  $V$ .

Для подхода с раздельными множествами  $X$ ,  $Q$  и объединением множеств  $Y$ ,  $V$  таблица термов и функций и метод синтеза аналогичен случаю комбинационных схем.

Приведены решения задач синтеза автоматов Мили и Мура описанными методами, сделано сравнение с известными методами.

В третьей главе исследованы вопросы создания пакета автоматизированного синтеза цифровых устройств в базисе ПЛИС. Основное внимание уделено этапу логического синтеза.

Рассмотрены общие принципы построения, функциональные структуры и тенденции развития САСИС ПЛИС. Проанализированы возможности автоматизированного синтеза цифровых систем на примере пакетов фирм Altera, Data I/O, Mentor Graphic и других.

Разработана интегрированная пространственная модель структур и функций САСИС ПЛИС.

Разработана структура пакета автоматизированного синтеза на ПЭВМ, включающая пять основных частей:

- подсистема синтеза проекта;
- подсистема конструкторского описания ПЛИС;
- подсистема настройки проекта;
- подсистема функционально-логического моделирования;
- подсистем верификации.

Подсистема синтеза проекта предназначена для синтеза специализированных цифровых узлов, устройств и систем в базисе ПЛИС. База данных для подсистемы является базой методов, базой алгоритмов и базой описания проекта. Результаты проектирования из подсистемы передаются к подсистеме конструктора либо в базу проекта.

В диссертации предложена многомерная пространственная структурная модель базы данных в пространстве координат " Методы / Алгоритмы / ПЛИС / Цифровые устройства и системы ".

Подсистема конструктора описания ПЛИС применяется для конструкторского описания входящих в базу данных ПЛИС и проектируемых устройств и систем. Исходными данными для подсистемы могут быть новые ПЛИС, ПЛИС в базе данных ПЛИС или

результаты подсистемы синтеза проекта.

Подсистема настройки проекта предназначена для получения структурно-логических моделей проектируемых устройств. Исходные данные для подсистемы могут быть получены из базы проектов, базы конструкторского описания ПЛИС или могут задаваться проектировщику в виде описания проекта на языке высокого уровня или в виде файла прожига. Результаты передаются в базу моделей проектов и в подсистему функционально-логического моделирования.

Подсистема функционально-логического моделирования моделирует проектируемые устройства на основе библиотеки типовых моделей ПЛИС.

Подсистема верификации осуществляет проверку ввода данных, проектов, баз данных и результатов моделирования.

В диссертации на основе предложенных во второй главе методов разработаны алгоритмы и программы на ПЭВМ для синтеза устройств в базисе ПЛИС. Приведены примеры решения задач с помощью программы.

Четвертая глава диссертации посвящена вопросам создания локальной вычислительной сети для лаборатории автоматизированного синтеза цифровых систем в базисе ПЛИС.

Описана общая архитектура вычислительных комплексов Университета г. Енин-Сити / Нигерия / . Предлагаются подходы к объединению вычислительных средств Университета в глобальную вычислительную сеть.

Разработана структура ЛВС на базе персональных компьютеров для обучения студентов практическим методам синтеза устройств в базисе ПЛИС. Проанализированы варианты распределения подсистем и баз данных пакета автоматизированного синтеза цифровых устройств в базисе ПЛИС в зависимости от типовых топологий локальной вычислительной сети для обеспечения лабораторных занятий (общая шина, кольцо, звезда, комбинированная топология).

Разработана методика проведения занятий по автоматизированному синтезу в сети.

Предложены способы подключения ЛВС лаборатории к глобальной сети Университета.

В приложении к диссертационной работе приведены тексты

программ, реализующих предложенные методы и алгоритмы, и примеры листингов решенных задач.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основе анализа и обобщения особенностей ПЛИС, как нового элементного базиса, разработана обобщенная структурно-функциональная модель ПЛИС.
2. Систематизированы морфологические признаки и функциональные возможности ПЛИС.
3. Предложен метод синтеза одноярусных комбинационных схем на ПЛИС, основанный на предварительном упорядочивании, группировках и объединениях термов и функций с использованием модифицированных критериев расстояния, что позволяет упростить и уменьшить трудоемкость синтеза.
4. Метод синтеза комбинационных схем обобщен для одноуровневой реализации микропрограммных автоматов минимальным числом ПЛИС с памятью.
5. Предложена интегрированная модель пространства структур и функций САСЦ ПЛИС.
6. На основе предложенных методов и алгоритмов разработаны программы для комплекса автоматизированного синтеза устройств "ПРОЛИС" на языке Си ПЭВМ типа IBM PC.
7. Разработаны рекомендации по созданию САСЦ ПЛИС в условиях локальной сети для целей инженерного проектирования реальных устройств и обучения студентов.

Основные результаты диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Ладженский Ю. В., Обасогие Д. О. Анализ систем автоматизированного проектирования программируемых СВИС на ПЭВМ. - Тезисы докладов VIII Всесоюзной научно-технической конференции // Перспективы развития и применения средств вычислительной техники для моделирования и автоматизированного исследования // 16 - 18 Октября, - Москва - 1990. с. 170.
2. Ладженский Ю. В., Обасогие Д. О. Организация учебной лаборатории САПР ПЛИС на базе локальной вычислительной сети. - Тезисы докладов I международной конференции // Компьютерные программы учебного назначения // 3 - 5 Сентября. - Донецк

ЛНБ ім. В. Стефаника  
АН України

ДОНГУ 1993. с. 130 - 131.

3. Ладженский В.В., Обасогие Д. О. Разработка сетевой САПР систем управления в базе ПЛИС. - Тезисы докладов научно - технической конференции // Микросистема - 93. // - Москва - 1993. с. 85 - 87.

OBASOGIE, DANIEL OSAS.

Work out and research on methods of automatised sythesis of digital systems on the basis of programmable by users' VLSI circuits.

Dissertation for the search of scientific degree candidate of technical sciences in speciality 05.13.05.- Elements and units of computer hardware and systems of control. Institute of cybernetics named V. M. Glushkov, National Academy of sciences, Kiev, 1994

Combined structural-functional model of PLAC has been worked out. Proposed and reseached effective in labour methods and algorithms of sythesis of one-level combinational circuits and microprogrammable automata based on modified distanced criterias for terms and functions. Worked out program complex for automatised sythesis of units on the basis of PLAC on personal computer. The results of this work are being applied and used in acedemic processes.

ОБАСОГИЕ Д.О. Розробка та дослідження методів автоматизованого синтезу цифрових систем у базісi програмуемых користувачами надвеликих інтегральних схем. Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 - елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування, Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова, НАН України, Київ, 1994.

Розроблена узагальнена структурно-функціональна модель ПЛІС. Запропоновані та досліджені ефективні за трудомісткістю методи та алгоритми синтезу одноярусних комбінаційних схем та мікропрограмних автоматів на основі модифікованих критеріїв відстані для тернів і функцій. Розроблено програмний комплекс для автоматизованого синтезу пристроїв у базісi ПЛІС на ПЕОМ. Результати дослідження використовуються у навчальному процесі.

AB 30.816

**AB 30.816**

THE BOARD OF SUPERVISORS  
COUNTY OF ALBANY  
OFFICE OF THE CLERK  
ALBANY, NEW YORK

THE BOARD OF SUPERVISORS  
COUNTY OF ALBANY  
OFFICE OF THE CLERK  
ALBANY, NEW YORK