

КОНСТРУКТОР СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ И ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ С ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКОЙ

Голубенко М.А., Ладыженский Ю.В.

Кафедра ПМИИ, ДонГТУ
michael@r5.dgtu.donetsk.ua

Abstract

Golubenko M.A., Ladyzhensky Y. V. A Constructor for Structural Functional And Simulation Models of Programmable Logic Digital Devices. The object-oriented program system of construction of structurally functional and simulation models of digital devices with a programmed logic is developed.

Анализ современных систем описания и моделирования цифровых устройств (ЦУ) в [1] показывает актуальность проблемы быстрого и компактного описания проектов ЦУ. Для описания цифровых устройств в базе ПЛИС используется широкий спектр разнообразных языков, различающихся уровнем абстракции [1-2]. При разработке технических схем перспективным является метод объектно-ориентированного проектирования, который позволяет сократить структурно-функциональное описание проекта и облегчить моделирование схемы, за счет использования методов классов.

Предлагаемый программный конструктор построения структурно-функциональной и имитационной моделей состоит из двух блоков: блок структурно-функционального описания, на выходе которого формируется база данных и файл описания структурно-функциональной модели (СФ-модель) устройства; блок построения имитационной модели (И-модель), в котором поступающая на вход СФ-модель устройства приводится в вид, необходимый для представления модели в системе логического моделирования.

Блок описания СФ-модели цифровых устройств с программируемой логикой использует объектно-ориентированный язык описания, в котором применяется многоуровневое описание модели устройства. Выделяются абстрактные классы языка, соответствующие 4 уровням представления элементов: уровень функциональных базовых элементов (ФБЭ), уровень макроячеек, уровень блоков, уровень корпуса микросхемы ПЛИС [2].

База данных библиотеки конструктора описаний содержит таблицы:

- Корпус, Blocks, Macro, Felem предназначены для описания основных свойств объектов КОРПУС, БЛОК, МАКРОЯЧЕЙКА и ФБЭ;
- Interk, Interb, Intermk, Interf - для описания внешних контактов корпусов, блоков, макроячеек и ФБЭ;
- Structk, Structb, Structmk - для описания структуры корпусов, блоков и макроячеек;
- Lines, Linerip - для описания связей элементов проекта;
- Funct - для описания стандартных функций ФБЭ;
- Alfab - алфавит моделирования.

Основной модуль конструктора позволяет выбрать режим работы, а также выбрать проект для работы или настроить БД СФ-модели для нового проекта (рис. 1).

W Разработчик		Голубенко М.А.	
f7 Дата разработки	j06.09.2000	J^	
Г Дата посл изменения Р~		S	
Проект	Разработчик	Дата разраб	Дата посл. мо и Ф.Ц
Altera EP910	Голубенко М.А.	09.08.2000	13.10.2000
Altera EP610	Голубенко М.А.	ш ш ш	!
Altera EPF6Q10	Ростова С.В.	01.10.2000	12.11.2000
Altera EPF6Q24A	Соколова С.В.	14.07.2000	28.09.2000
Altera ERM303»	Иванов А.Г.	01.07.2000	30*08.2000
Altera ERM3064A	Сиротенко О.В.	14.07.2000	09.09.2000
Altera ERM3128A	Ладыженский Ю.В.	01.10.2000	20.11.2000
V^ Новый'		s/ Открыть	% Отмена

Рис. 1 - Выбор проекта

Программная система конструктора структурно-функциональной модели цифрового устройства реализует следующие функции:

- организация БД СФ-модели нового проекта
- ввод и редактирование описаний корпусов микросхем, блоков, макроячеек и ФБЭ (фис.2);
- создание новых классов в библиотеке элементов;
- создание элементов как объектов класса, новый объект имеет свойства, структуру или функцию и контакты, описанные в классе (классы создаются при добавлении нового объекта в библиотеку стандартных элементов);
- ввод функциональных описаний для объектов всех четырех уровней абстракции;
- построение библиотеки стандартных логических функций;
- ввод алфавита моделирования и контроль соответствия таблиц истинности функций и ФБЭ этому алфавиту;
- ввод и настройка связей элементов проекта: ввод связей по уровням иерархии, автоматический поиск связей по совпадающим именам контактов, ввод связей под управлением пользователя (фис. 3);
- формирование выходных файлов описания СФ-модели (фис. 4).

Выходом конструктора является структурно-функциональная модель, представленная в виде базы данных и файлов описания устройства.

Далее СФ-модель (в виде файлов описания или БД) передается в систему моделирования. Предварительно, СФ-модель преобразуется в имитационную модель, а также задаются параметры моделирования (интервал моделирования, входное воздействие, список контрольных точек). Если И-модель уже построена, то моделирование может проводиться с новыми исходными данными по построенной И-модели.

База данных И-модели содержит ряд таблиц:

- Tel, Ttel, Tfun, Struct - для описания элементов и их типов;
- Tvx, Tvi - для описания входов и выходов элементов;

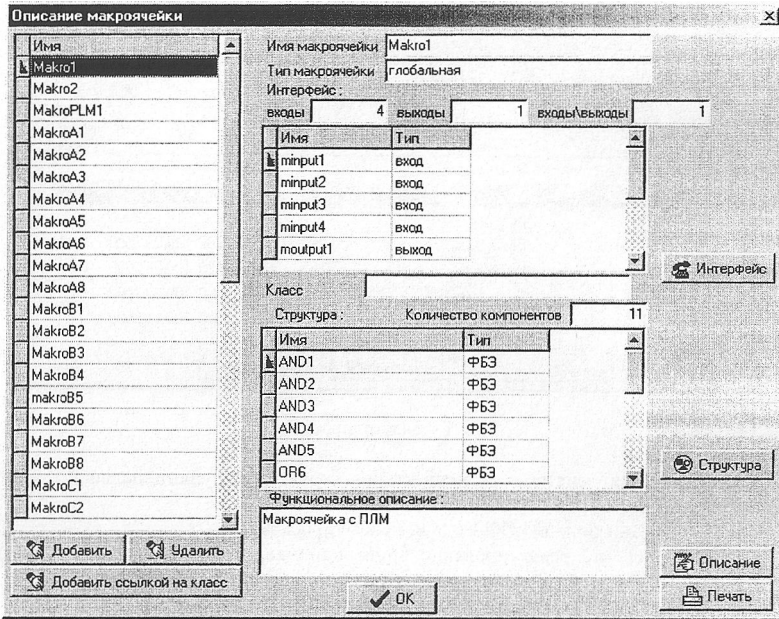


Рис. 2 - Описание макроячейки

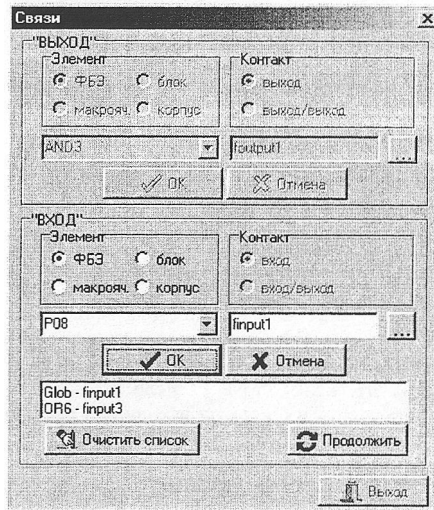


Рис. 3 - Связи элементов

```

                                                                                               стр. 1
Проект :                                             Altera EP910
Датаработки:                                       09.08.2000
Разработчик:                                       ГолубенкоМ.А.
Дата последнего изменения : 06.09.2000

Отчет сгенерирован : 13.10.2000 14:22:04

МИКРОСХЕМА : EP 610
Входов      : 7
      input1 input2 input3 input4 input5 input6 input7
Выходов     : 3
      output1 output2 output3
Структура   : 5
Блоки - Block1
М/Я - Makro1
ФБЭ - FBE1 FBE2 FBE11
Описание : Корпус микросхемы

БЛОК       : Block1
Входов     : 5
      input1 input2 input3 input4 input5
Выходов    : 3
      output1 output2 output3
Структура  : 3
М/Я - Makro2
ФБЭ - FBE9 FBE10

```

Рис. 4 - Фрагмент файла структурно-функционального описания проекта

Tsig, Tfel - для описания сигнальных линий и влияний сигналов на логические элементы;

- Outw - для описания входного воздействия;
- Tint - для описания интервалов моделирования;
- Tss - для построения первичного списка событий.

При построении И-модели элементы разделяются на типы в соответствии с реализуемыми функциями. Элементы верхних уровней, характеризующиеся структурой, получают значение типа "-1", что означает, что такие элементы не моделируются, а используются только для передачи сигналов на верхних уровнях схемы или разбиения схемы на отдельные модули для распределенного моделирования в компьютерной сети. Тип элемента представляет собой функцию и временные параметры элемента.

Интерфейс элементов распределяется по двум таблицам БД И-модели, в которых указываются входы (TVX) и выходы (TVI) элементов. Контакт "вход/выход" записывается в обе таблицы, то есть представляется двумя виртуальными контактами.

Для построения связей И-модели учитывается следующий факт: в модели возможны связи только трех типов:

- 1) "выход-вход";
- 2) "выход - выход";
- 3) "вход - вход".

Связь первого типа имеет место для элементов различных уровней, которые не состоят в отношении "целое - часть", связи второго и третьего типа имеют место, только если связанные элементы состоят в отношении "целое - часть". В таблице 1 приведено соответствие возможных видов связей СФ-модели основным типам связей И-модели.

Таблица 1. - Типы связей структурно-функциональной и имитационной моделей.

СФ-модель	Отношения элементов	И-модель
выход - вход	"соседи".	выход - вход
выход - выход	1 - часть структуры 2	выход - выход
выход - в/в выход - в/в (вход) выход - в/в (выход)	"соседи" 1 - часть структуры 2	выход - вход
вход - вход	2 - часть структуры 1	вход - вход
вход - выход	не существует	не существует
вход - в/в вход - в/в (вход) вход - в/в (выход)	2 - часть структуры 1 не существует	вход - вход не существует
в/в - вход в/в (вход) - вход в/в (выход) - вход	2 - часть структуры 1 "соседи".	вход - вход выход - вход
в/в - выход в/в (вход) - выход в/в (выход) - выход	не существует 1 - часть структуры 2	не существует выход - выход
в/в - в/в в/в (вход) - в/в (вход) в/в (вход) - в/в (выход) в/в (выход) - в/в (вход) в/в (выход) - в/в (выход)	2 - часть структуры 1 не существует "соседи" 1 - часть структуры 2	вход - вход не существует выход - вход выход - выход

Алгоритм построения сигнальных линий и их влияний на ФБЭ состоит в следующем. В связях всех типов контакты элементов должны указывать на одну и ту же сигнальную линию. Для связи типа 3 влияние сигнала должно оказываться на оба элемента, для связи типа 2 влияния нет ни на один из элементов, для связи типа 1 влияние оказывается только на второй элемент.

Контакты считаются внешними, если:

поле "сигнальная линия" таблиц выходов (TVI) или входов (TVX) пусто. Необходимо добавить запись в таблицу сигнальных линий и влияние этого сигнала на элемент;

для входа (выхода) из таблицы TVX (TVI) значение в поле "сигнальная линия" не совпадает ни с одним значением в поле "сигнальная линия" из таблицы TVI (TVX). Необходимо поставить признак внешнего сигнала в таблице сигнальных линий (TSIG) для этого сигнала. Внешним в таблице TVX (TVI) считается контакт элемента самого верхнего уровня из всех элементов с одинаковым значением поля "сигнальная линия".

Перед добавлением строки в таблицу сигнальных линий (TSIG) необходимо проверить, не существует ли уже линия для какого-нибудь контакта, входящего в связь. Если такая линия существует, то новая не добавляется. Если такие линии существуют для нескольких контактов, то остается только одна линия, остальные удаляются из таблицы TSIG, а все ссылки на них в полях "сигнальная линия" таблиц входов (TVX), выходов (TVI) и влияний сигналов (TFEL) заменяются на оставшуюся линию из таблицы TSIG.

При вводе входного воздействия указываются имена внешних контактов схемы, на которые подаются сигналы, значения сигналов, согласно выбранному алфавиту моделирования, и временные параметры сигнала.

При вводе списка контрольных точек задаются сигнальные линии, для которых следует строить временные диаграммы изменения сигналов. Признаки контрольных точек вносятся в таблицу сигнальных линий (TSIG) в поле "контрольная точка". В дальнейшем, в процессе моделирования при изменении значения сигнала на такой сигнальной линии фиксируется время изменения и новое значение сигнала.

Интервал моделирования представляет собой отрезок времени, на котором должно проводиться моделирование. Таким образом, моделирование может начинаться с некоторого промежуточного состояния, полученного в результате предыдущего моделирования. Анализ работы схемы и построение диаграмм сигналов проводится только на указанном интервале.

Построенная И-модель передается системе моделирования для проведения логического моделирования по заданному входному воздействию на заданном интервале времени.

Процесс моделирования проектов ЦУ на персональной ЭВМ является трудоемким и занимает много времени вследствие того, что ЦУ состоит из большого количества логических элементов, которые создают потоки сигналов на контактах схемы. Для разрешения этой проблемы моделирование можно проводить в компьютерных сетях, на параллельных ЭВМ.

Для обеспечения моделирования проекта в сети ЭВМ в И-модели может быть представлена часть проекта, которая будет моделироваться локально, то есть устройство разбивается на части или блоки, которые связаны между собой некоторыми контактами. Связь с остальными частями проекта осуществляется передачей при моделировании связывающих сигналов на контактах схемы, которые в локальной части проекта считаются внешними контактами.

Для обеспечения распределенного моделирования в компьютерных сетях язык описания функционирования проекта содержит дополнительные объекты, обеспечивающие связь между блоками устройства. Эти объекты позволяют обмениваться сигналами между частями проекта, моделируемыми на различных рабочих местах, и создаются только в процессе распределенного моделирования, имеют стандартный интерфейс и уничтожаются при завершении моделирования.

Заключение

Применение специализированного языка объектно-ориентированного описания ПЛИС-проектов увеличивает скорость проектирования за счет использования базовых библиотечных объектов. Рассмотренная система предназначена для моделирования проектов устройства в сети ЭВМ. Расширение языка позволит описывать связи проекта универсальным образом, как внутри блока на локальном рабочем месте, так и при распределенном логическом моделировании частей устройств в локальной сети.

Литература

1. Ладыженский Ю.В., Голубенко М.А. Инструментарий автоматизации проектирования цифровых устройств с программируемой логикой. - Научные труды ДонГТУ. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем». Выпуск 10: - Донецк, ДонГТУ, 1999. - С.223 - 230.
2. Ладыженский Ю.В., Голубенко М.А., Ищенко В.В. Конструирование описаний проектов цифровых устройств на ПЛИС - Научные труды ДонГТУ. Серия: Информатика, кибернетика и вычислительная техника, выпуск 6:-Донецк, ДонГТУ, 1999. - С.276-281.