

Слободин Руслан Сергеевич

аспирант

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»

г. Курск, Курская область

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЯВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ (ПЛИС)

Аннотация: в статье описываются предпосылки возникновения программируемых логических микросхем. Автором приводится краткая историческая хронология их развития, объясняются причины широкого применения микросхем данного типа и некоторые особенности их применения.

Ключевые слова: информация, компьютер, высокоскоростные производительные системы, система на кристалле, программатор, язык описания аппаратуры, Verilog, VHDL, программируемая логическая интегральная схема, прошивка, Intel, Altera.

Высокие темпы научно-технического прогресса, расширение масштабов познавательной деятельности людей, смена производственных и социальных технологий – все это в настоящее время способствует росту информационных ресурсов в обществе. Начиная с конца XX века наблюдается лавинообразное увеличение объема информации в мире, что получило название «Информационный взрыв». Объем информации в мире возрастает ежегодно на 30%. В среднем на человека в год в мире производится $2,5 \cdot 10^8$ байт информации. В связи с этим возникает необходимость обрабатывать большие потоки информации. Информация становится одним из важнейших факторов жизни человечества. Информация приобрела свою стоимость. Обладание, какой-либо информацией, может быть очень полезно для человека, равно как и потеря времени при обработке какой-либо информации может нанести человеку непоправимый ущерб. Наиболее ярко это можно наблюдать на бирже, где за доли секунд необходимо принять важное

решение, и здесь промедлению нет времени. Возникает необходимость обрабатывать сверхбольшие потоки информации в очень короткие промежутки времени. Эта необходимость требует от общества создания и усовершенствования технологий, обеспечивающих обработку информации в режиме реального времени.

С появлением первых компьютеров, задача обработки информации значительно упростилась. Электронные вычислительные машины (ЭВМ) стали широко внедряться во все сферы деятельности человека. И пусть поначалу они были невероятно огромными в своих размерах и трудны в использовании, ЭВМ завоевали признание людей. За сравнительно короткие промежутки времени с их помощью производились сложные вычисления, которые порой были неподвластны человеку.

Основу компьютера составляли микропроцессоры – устройства, отвечающие за выполнение арифметических, логических операций, а также операций управления. С развитием компьютерной техники компьютеры становились все более универсальными, расширялся и круг задач, которые мог решить компьютер. Но при использовании компьютера для узкоспециализированных задач возникала проблема. Дело в том, что в своей работе микропроцессор использует базовые операции, заложенные в нем, причем в некоторых случаях он тратит больше времени на обслуживающие операции, чем на полезные вычисления. А для эффективного выполнения некоторой конкретной задачи необходимо быстрое выполнение набора операций, которые отсутствуют в стандартном наборе микропроцессора. Появилась необходимость в создании устройств со специальными функциями, которые позволят быстро выполнять поставленную задачу.

Один из путей создания таких устройств – это использование микросхем с реконфигурируемой архитектурой, яркими представителями которых являются ПЛИС (Программируемые Логические Интегральные Схемы). В ПЛИС заложены возможности, которые позволяют превратить её в интегральную схему с любой функцией цифровой логики. Проектирование сводится к выявлению программируемых элементов, после удаления которых, в структуре схемы остаются

только связи, которые необходимы для выполнения требуемых функций. В настоящее время ПЛИС широко применяются для создания сложных систем, обеспечивающих обработку информации в режиме реального времени.

Чтоб проследить историю развития ПЛИС, и объяснить причины, по которым они заняли лидирующее положение в области создания специальных устройств обработки информации, рассмотрим родственные ей технологии.

В конце 50-х – начале 60-х годов появляются первые *биполярные* и *полевые* транзисторы, соединив которые определенным образом, можно было получить базовый *логический элемент*. Первые транзисторы изготавливались в виде отдельных компонентов, помещенных в небольшие металлические корпуса. С их помощью можно было строить электрические схемы, размещая транзисторы определенным образом на куске диэлектрика. Через некоторое время, появилась идея создания электрической схемы целиком на одном куске полупроводника. Начиная с 1952 года, шло бурное обсуждение этой идеи и возможности ее реализации, пока в 1958 году Джек Килби не создал первую такую схему. С этого момента начинается создание интегральных микросхем, выполненных на одном кристалле. В середине 60-х годов компания Texas Instruments представила большое семейство базовых микросхем 54-й и 74-й серии, а в конце 70-х годов компания Intel создает свой первый микропроцессор под названием «Intel 4004». Он был первым физически исполненным, серийно выпускаемым микропроцессором, который был способен выполнять некоторые полезные функции.

Первые программируемые интегральные микросхемы появились в 70-х годах в виде микросхем программируемых постоянно запоминающих устройств (ППЗУ). Изначально микросхема ППЗУ предназначалась для хранения программных инструкций и значений констант, т.е. использовалась для выполнения функций компьютерной памяти. В действительности же, была возможность использовать эти микросхемы для создания любого блока комбинационной логики. С середины 60-х и до середины 80-х годов интегральные схемы строились с использованием микросхем 74 серии, но с использованием программируемых по-

стоянно запоминающих устройств появилась возможность заменить большое количество таких микросхем на одну большую микросхему ППЗУ. Это означает, что устройство можно сделать дешевле, и более того, если разработчик допустил ошибку, то нет необходимости добавлять в плату новую микросхему, перерезать дорожки и присоединять эту микросхему к требуемому месту на плате. Достаточно лишь загрузить исправленную прошивку в микросхему ППЗУ и ошибка будет устранена. А если иметь в виду, что разработка схем сама по себе является очень сложным процессом, то появление такой функции становилось очень и очень полезным. Программируемые микросхемы постепенно совершенствовались, вплоть до появления в конце 70-х – начале 80-х годов более сложных программируемых логических устройств (ПЛУ).

Со временем появления первых программируемых микросхем у инженеров появилась новая проблема. Дело в том, что все принципиальные схемы устройств создавались вручную с помощью листа бумаги и карандаша, так как в то время не существовало автоматизированных систем описания принципиальных схем. Однажды схема такого устройства, представленная в графическом варианте, была представлена в табличном эквиваленте, который за тем был переведена в текстовый файл. Этот текстовый файл представлял собой так называемую «прошивку» микросхемы. В них указывалось, какие перемычки в микросхеме нужно удалить, а какие необходимо оставить, чтобы получить необходимое устройство. Проблема заключалась в том, что у каждого разработчика программируемой микросхемы формат текстового файла был свой. Это затрудняло работу с микросхемами, процесс проектирования был очень трудоемким и был чреват ошибками. В 1980 году комиссия Объединенного инженерного совета по электронным устройствам (JEDEC) предложила стандарт форматов файлов для программирования программируемых микросхем. Примерно в то же время Джон Беркнер, разработчик первых ПЛУ, создал PAL Assembler (PALASM) – язык описания аппаратных средств и прикладное обеспечение к нему. Этот язык позволял инженерам-разработчикам очно описать свои функции в текстовом файле. PALASM читал текстовый файл с исходными данными и генерировал текстовый

программный файл, которым программировалась микросхема. Этот язык был прообразом современных языков описания аппаратуры. На сегодняшний день наиболее часто используемыми языками являются Verilog и VHDL. Их конструкции очень похожи на конструкции языков высокого уровня программирования, но со своими специфическими особенностями. Благодаря этому, написание прошивки для микросхемы очень схоже с написанием программы на языке высокого уровня. Так же у каждого производителя ПЛИС существует своя среда разработки, предоставляющая собой полный цикл для создания высокопроизводительных систем на кристалле. К примеру, у компании Altera такой средой является Quartus II. С выходом новых версий этого программного обеспечения появляются дополнительные опции, которые облегчают разработку высокопроизводительных систем с использованием ПЛИС.

В конце 70-х – начале 80-х годов в сфере цифровых микросхем образовался пробел. С одной стороны, существовали программируемые микросхемы, которые отличались высокой конфигурируемостью и малым временем изготовления. Но они не были способны поддерживать большие и сложные функции. С другой стороны, существовали заказные микросхемы. Они изготавливались по индивидуальному заказу каждому поставщику, и выполняли строго заданные им функции. Заказные микросхемы выполняли сложные задачи, но были дорогими, и их изготовление требовало значительных временных затрат. Именно в этот момент компания Xilinx разработала новый тип микросхем ПЛИС (Программируемых логических интегральных схем). Основу ПЛИС составляло огромное количество логических блоков. Путем программирования соответствующих ячеек статической памяти каждый логический блок устройства может быть сконфигурирован для выполнения различных функций. ПЛИС успешно заполнили пробел между сложными программируемыми устройствами и заказными микросхемами. С одной стороны, они обладают высокой степенью конфигурируемости и малым временем изготовления и модификации. С другой стороны, они могут использоваться для реализации невероятно сложных функций, которые раньше выполнялись с использованием заказных микросхем.

Компания Intel, специализирующаяся на производстве микропроцессоров, анонсировала о появлении в первом квартале 2016 года сетевых процессоров Xeon со встроенными программируемыми вентиляльными матрицами. Подобные микросхемы позволят ряду клиентов компании ускорять определённые специфические алгоритмы, например, некоторые алгоритмы шифрования, обработки сетевых пакетов, а также добавлять некоторые возможности в процессоры Xeon непосредственно в ходе их использования. В случае, если ускорение каких-либо алгоритмов получит широкое распространение у определённого клиента, впоследствии Intel может построить специализированный аппаратный ускоритель в будущие процессоры. Это очень интересный подход к разработке микропроцессоров, который возможно даст новый виток в создании вычислительных устройств.

В настоящее время разработка аппаратуры с использованием ПЛИС получила очень широкое распространение. Отраслей, в которых они являются полезными достаточно много. Более того, некоторые из типов микросхем не поставляются на рынок простым пользователям, они доступны для использования только лишь в военной сфере, а это говорит о высокой значимости этих микросхем в современном мире. Связано это в первую очередь с тем, что в настоящее время очень важно быстро и качественно реагировать на изменение окружающей обстановки, на изменение условий функционирования и поставленных перед устройством целей. Программируемые логические интегральные схемы доказали, что они достойно справляются с этими задачами, сочетая в себе надёжность, мобильность и высокую скорость работы.

Список литературы

1. Максфилд К. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «Додэка XXI», 2007. – 408 с.
2. Ашихмин А.С. Цифровая схемотехника. Современный подход / А.С. Ашихмин. – М.: ТехБук, 2007. – 288 с.

3. Грушвицкий Р.И. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики / Р.И. Грушвицкий, А.Х. Мурсаев, Е.П. Угрюмов – СПб.: БХВ – Петербург, 2002. – 608 с.