

23. По команде пользователя нажатием кнопок «Сброс» и «Калибровка» перезагружаем микроконтроллер, после чего он готов к выполнению следующего цикла измерений.

Рекомендуется для применения на АЗС, нефтебазах, НПЗ, таможняк и т. д. как портативное универсальное устройство для оперативного контроля качества моторного топлива.

**Таблица 1. Основные технические характеристики**

Параметр	Значение
Моторное топливо - бензины и дизельные топлива всех марок	
Диапазон октановых чисел, ед. ОЧ	40-120
Диапазон цетановых чисел, ед. ЦЧ	20-100
Погрешность измерения, %	0,4(ОЧ), 0,8(ЦЧ)
Рабочий температур. диапазон	- 30 + + 50 °С
Время непрерывной работы, час	20
Продолжение таблицы 1	
Наработка на отказ, час	5000
Габариты, мм	
Сенсор-кювета	40x40x100
Электронный блок	100x80x40
Время измерения, с	10
Вес, кг	Не более 0,9
Индикация	Цифровая
Срок службы, лет	не менее 5

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Колешко В.М., Сунка В.Я. Реанимация нефтегазовых скважин. - Минск, БИТА, 1996. - 60с.
2. Колешко В.М., Сунка В.Я. Электронный прибор для измерения плотности-вязкости нефтепродуктов // Материалы, технология, инструменты. 1997, вып. 1. С. 96-99.
3. Митусова Т.Н., Полина Е.В., Калинина М.В. Современные дизельные топлива и присадки к ним.— М.: Издательство «Техника», 2002.
4. Шатохин В.Н, и др. Способ и устройство для определения октановых чисел автомобильных бензинов. Патент на изобр. РФ RU 2100803 С1.
5. Жуков Б.В. СВЧ-диэлектрометр для экспресс-анализа октановых чисел автомобильных топлив // Датчики и системы, 2008, вып. 11. – С.15-17.

УДК 621.316

Курский В.В., Сунка В.Я., Полянкова Е.В.

#### ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ПЛИС

*Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь*

ПЛИС возникли в жесткой конкуренции, при существовании в микроэлектронике двух противоречивых тенденций. С одной стороны, необходимо существенно сократить жизненный цикл изделия для удовлетворения быстро возрастающих требований потребителей. С другой стороны, надо постоянно повышать требования к быстродействию, функциональной сложно-

сти, к снижению потребляемой мощности, надежности и стоимости изделий микро- наноэлектроники. Поэтому необходимо существенно сокращать цикл проектирования так, чтобы на рынке появились все новые изделия микро- наноэлектроники, соответствующие требованиям прогресса времени.

**Программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС, англ. *programmable logic device, PLD*)** — электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. В отличие от обычных цифровых микросхем, логика работы ПЛИС не определяется при изготовлении, а задается посредством программирования (проектирования). Для программирования используются программаторы и отладочные среды, позволяющие задать желаемую структуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры Verilog, VHDL, AHDL и др. [1,2].

ПЛИС широко используется для построения различных по сложности и возможностям цифровых устройств различного назначения: микропроцессорная и микроконтроллерная техника, это приложения, где необходимо большое количество портов ввода-вывода (бывают ПЛИС с более чем 1000 выводов («пинов»)), цифровая обработка сигнала (ЦОС), цифровая видео-аудио аппаратура, высокоскоростная передача данных, криптография, проектирование и прототипирование ASIC (*application-specific integrated circuit* — специализированная для решения конкретной задачи интегральная схема), в качестве мостов (коммутаторов) между системами с различной логикой и напряжением питания, реализация нейрочипов.

В настоящее время основными мировыми производителями являются фирмы: Atmel, Altera, Lattice semiconductor, Xilinx, Actel и др. (рис. 1).

#### Технология ПЛИС

Приборы программируемой логики, яркими представителями которых являются ПЛИС применяются на протяжении нескольких десятилетий для построения разнообразных интерфейсных узлов, устройств управления и контроля и т.д.. Раньше о ПЛИС говорили, в основном, как о МОП ИС недостойных внимания серьезных разработчиков, но с появлением быстродействующих МОП ПЛИС сверхвысокой интеграции, работающих на высоких тактовых частотах, их ниша на мировом рынке значительно расширилась. Современные образцы ПЛИС, выполненные по 0,1- 0,22-микронной технологии, способны работать на частотах до 300 МГц и реализуют до 3 млн. эквивалентных логических вентилях. Компания Xilinx, один из мировых лидеров в данной области, уже объявила о выпуске ПЛИС с 10 млн. логических вентилях. Столь резкое увеличение мощности ПЛИС позволяет использовать их не только для реализации простых контроллеров и интерфейсных узлов, но и для цифровой обработки сигналов, сложных интеллектуальных контроллеров. Разработка быстродействующих МОП ПЛИС со сверхнизким уровнем энергопотребления открывает широкие возможности по их использованию в системах мобильной связи (в частности, непосредственно в сотовых телефонах и пейджерах), в портативных проигрывателях (например, в MP3-проигрывателях) и т.д.

По способам коммутации элементов логических матриц различают следующие классы ПЛИС [1]:

- *программируемые логические матрицы (FPLA)*, состоящие из базовых ячеек типа И и ИЛИ;

- *программируемая матричная логика (PAL)*, содержащая программируемую матрицу И и фиксированную матрицу ИЛИ;

- *программируемые коммутирующие матрицы (CPLD)*, содержащие матричные логические блоки, объединенные коммутационной матрицей;

- *программируемые вентиляльные матрицы (FPGA)*, состоящие из логических блоков и коммутирующих соединений портов ввода/вывода;

- *конфигурируемые логические блоки (CLB)*, представляющих комбинацию ОЗУ, регистров, функциональных генераторов и др.

По целому ряду причин особый интерес вызывает использование ПЛИС для реализации нейрочипов. Во-первых, разработка проектов на ПЛИС оказывается достаточно быстрой,

занимая всего несколько месяцев. Во-вторых, ПЛИС на сегодняшний день обладают огромными ресурсами, которые могут быть эффективно использованы при реализации нейрочипов [3].

### Конфигурируемые процессоры

Одна из проблем, стоящих перед создателями новых вычислительных платформ - поиск компромисса между скоростью и универсальностью. Микропроцессоры общего назначения способны исполнить любой алгоритм. Однако по скорости их нельзя сравнить с заказными интегральными схемами, предназначенными для конкретных приложений (application-specific integrated circuit — ASIC), реализующих те и только те функции, которые необходимы для решения вполне конкретной задачи. При должной настройке ASIC на данную проблему можно получить микросхему, которая будет значительно меньше, дешевле и быстрее, чем универсальный программируемый микропроцессор.

Есть и третий вариант построения ПЛИС, т. е. такие аппаратные схемы, которые могут быть модифицированы практически в любой момент в процессе их использования. Они состоят из конфигурируемых логических блоков, подобных переключателям с множеством входов и одним выходом. В цифровых схемах такие переключатели реализуют базовые двоичные операции И, И-НЕ, ИЛИ, ИЛИ-НЕ и исключающее ИЛИ. В большинстве современных микропроцессоров функции логических блоков фиксированы и не могут модифицироваться.



Рис. 1. Внешний вид ПЛИС фирмы ALTERA

Принципиальное отличие ПЛИС от обычных СБИС состоит в том, что в ПЛИС и функции блоков, и конфигурация соединений между ними могут меняться с помощью специальных сигналов, посылаемых схеме. В некоторых ASIC-микросхемах используются логические матрицы (так называемые Базовые Матричные Кристаллы — БМК), аналогичные ПЛИС по структуре, однако они конфигурируются раз и навсегда в процессе производства путем «прожига», в то время как ПЛИС могут постоянно перепрограммироваться и менять топологию соединений в процессе использования.

ПЛИС представляют собой поля из нескольких тысяч логических вентилях с триггерным блоком памяти и триггерными схемами ввода/вывода. Вентили выполняют функции комбинационной логики, а их соединения между собой и с триггерами формируются при загрузке программы, задающей конфигурацию межсоединений. Один из возможных вариантов ПЛИС представлен на рис. 2.

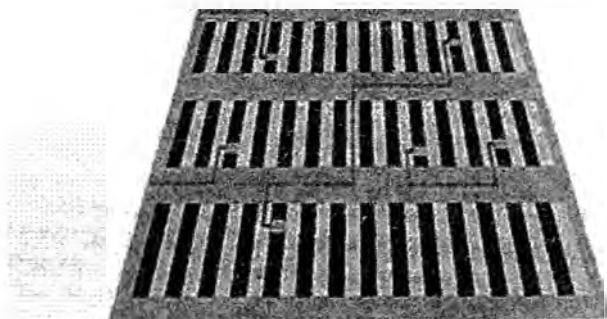


Рис. 2. Поле из логических вентилях

Программируемые контуры на рис. 2, показанные белым в ПЛИС могут создаваться и удаляться посредством электрических сигналов, посылаемых на вход логического элемента.

Идея конфигурируемых микросхем была высказана в конце 60-х, однако распространение ПЛИС получили лишь в 90-е годы.

Во всем мире FPGA часто используют там, где надо быстро вывести на рынок новое устройство со сложными функциями, скажем, сделать новый контроллер, поддерживающий только что появившийся стандарт сотовой связи. Вообще, FPGA это программируемая пользователем вентиляционная матрица - полупроводниковое устройство, которое может быть конфигурировано производителем или пользователем после изготовления; отсюда название: «программируемая пользователем») широко применяют в коммуникационном и сетевом оборудовании

Но не все одинаково полны оптимизма по поводу перспектив FPGA. Например, представители компании Fujitsu по маркетингу заказных интегральных схем в Центральной и Западной Европе, полагают, что рынок FPGA будет постепенно сужаться, уступая «сверху» интегрированным решениям типа system-on-chip (система на кристалле), а «снизу» — полужаказным микросхемам.

В каких же случаях наиболее целесообразно применять ПЛИС.

Во-первых, при разработке оригинальной аппаратуры, а также для замены обычных ИС малой и средней степени интеграции. При этом значительно уменьшаются размеры устройства, снижается потребляемая мощность и повышается надежность. Наиболее эффективно использование ПЛИС в изделиях, требующих нестандартных схемотехнических решений. В этих случаях ПЛИС даже средней степени интеграции (24 вывода) заменяет, как правило, до 10-15 обычных интегральных микросхем. Другим критерием использования ПЛИС является потребность резко сократить сроки и затраты на проектирование, а также повысить возможность модификации и отладки аппаратуры. Поэтому ПЛИС широко применяется в стендовом оборудовании, на этапах разработки и производства опытной партии новых изделий, а также для эмуляции схем, подлежащих последующей реализации на другой элементной базе, в частности БМК. Отдельная область применения ПЛИС - проектирование на их основе устройств для защиты программного обеспечения и аппаратуры от несанкционированного доступа и копирования. ПЛИС обладают такой технологической особенностью, как "бит секретности", после программирования которого схема становится недоступной для чтения (хотя свои функции ПЛИС естественно, продолжает выполнять). Обычно, применение одной-двух ПЛИС средней степени интеграции оказывается вполне достаточной для надежной защиты информации. Наиболее широко программируемые логические ИС используются в микропроцессорной и вычислительной технике. На их основе разрабатываются контроллеры, адресные дешифраторы, логика обрамления микропроцессоров, формирователи управляющих сигналов и др. На ПЛИС часто изготавливают микропрограммные автоматы и другие специализированные устройства, например, цифровые фильтры, схемы обработки сигналов и изображения, процессоры быстрого преобразования функций Фурье и т.д. В технике связи ПЛИС применяются в аппаратуре уплотнения телефонных сигналов. Применение ПЛИС становится актуальным еще и потому, что у разработчиков зачастую нет необходимых разработанных и изготавливаемых стандартных микросхем [4].

#### **Особенности реализации ПЛИС в нейронных сетях**

Для начала определим те основные особенности, которые накладывает специфика нейронных сетей на их аппаратную реализацию. Поскольку нейронная сеть представляет собой большое количество одинаковых параллельно работающих простейших элементов — нейронов, то при ее аппаратной реализации желательно обеспечить массовое параллельное выполнение простейших операций, при этом, чем большая степень параллельности вычислений достигается, тем лучше. Традиционным методом повышения степени параллельности вычислений является каскадирование процессоров, т.е. объединение нескольких процессоров в единой вычислительной системе для решения поставленной задачи. Поскольку процессоры работают независимо друг от друга, то вроде бы достигается необходимая степень параллельности. Однако не следует забывать об обмене данными между процессорами. Каналы обмена данными - это «узкое горло», которое может свести на нет все выигрыши в скорости вычислений. Действительно, если 32-разрядные процессоры работают на тактовой частоте, предположим, 200 МГц, а 32-разрядные каналы связи обеспечивают передачу данных с частотой, например, 20 МГц, то

такие межсоединения будут на порядок замедлять совместную скорость работы соединенных между собой процессоров. Разработчики параллельных систем борются за расширение и устранение «узкого горла», но скорость современных процессоров все равно растет быстрее, чем пропускная способность каналов передачи данных. Поэтому зачастую более выгодным решением оказывается использовать один более мощный процессор, чем несколько менее мощных, соединенных между собой.

Традиционно считается, что нейронные сети можно успешно реализовать на универсальных процессорах, RISC-процессорах или на специализированных нейронных процессорах (нейрочипах). У каждого из перечисленных типов аппаратной реализации есть свои достоинства и недостатки.

Универсальные микропроцессоры, ярким представителем которых является семейство Intel 386/486/Pentium/PII/PIII, являются наиболее доступными и успешно используются для моделирования нейронных сетей. Доступность и распространенность компьютерных систем, построенных на таких процессорах, являются весомыми достоинствами для их применения. В качестве их основных недостатков для моделирования нейронных сетей обычно отмечается неадекватность (избыточность) архитектуры (хотя этот «недостаток» находится под большим вопросом) и сложности, связанные с каскадированием, т.е. сложности при построении многопроцессорных систем для увеличения суммарной производительности, хотя в свете вышесказанного, этот недостаток также можно оспаривать.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щука А.А. Электроника. Уч. Пособие. Под ред. проф. А.С. Сигова.- Спб.: БХВ-Петербург, 2005. 2. Домрачев В.Г., Мальцев П.П. и др. Базовые матричные кристаллы и матричные БИС. - М.: Энергоатомиздат, 1992. 3. Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPACK ISE. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. - 624с. 4. Тарасов И.Е. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС XILINX с применением языка VHDL. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. - 252с

УДК 539.4.015.2

*Подлозный Э. Д., Гречихин Л. И.*

## **НАНОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА УПРОЧНЕННОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ КРЕМНЕЗЕМА И ГЛИНОЗЕМА, АРМИРОВАННЫХ КЛАСТЕРАМИ КАРБОНАТА КАЛЬЦИЯ**

*ЧУО «БИП- институт правоведения», Минск  
Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Беларусь*

**Введение.** В настоящее время особое внимание уделяется анализу строения различных композиционных материалов в машиностроении на наноуровне. Начиная с середины восьмидесятых годов прошлого века опубликовано большое количество работ (преимущественно экспериментальных) в этом направлении [1]. Теоретическое обоснование строения композитных материалов на наноуровне нашло отражение в [2-5]. Кластерные образования экспериментально обнаружены в расплавах при использовании метода молекулярной динамики [6], а в композитных материалах кластерные образования обнаружены и исследованы в [7]. Поведение кластерных образований под воздействием магнитных полей и температуры исследовано в [8] и обнаружено исчезновение кластеров при низких температурах, явление которое было предсказано теоретически в работе [9]. Таким образом, нанокластерное строение композитного конденсированного состояния прочно вошло в науку и технику.