

# МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ ВВОДА-ВЫВОДА

Е.Д.Баран, Н.В.Голошевский, А.Ю.Любенко, **Б.М.Рогачевский**

Новосибирский государственный технический университет, 630092, Новосибирск-92, пр. К. Маркса, 20, тел. 460846, [baran@tiger.cs.nstu.ru](mailto:baran@tiger.cs.nstu.ru).

## 1. Введение

Основой виртуального стенда, предназначенного для учебной лаборатории по различным техническим дисциплинам [1], может служить многофункциональный встраиваемый в компьютер модуль ввода-вывода. Однако в огромном многообразии выпускаемых модулей отсутствуют компактные решения, удовлетворяющие основным требованиям, предъявляемым к техническим средствам учебного виртуального стенда. В частности, постановка лабораторного практикума по дисциплине “Проектирование микропроцессорных систем” предполагает оборудование рабочего места набором разнообразных контрольно-измерительных и управляющих приборов и устройств – осциллографом, генераторами аналоговых и цифровых испытательных сигналов, анализатором логических состояний, управляющими и индикаторными элементами и т.п. Для создания такого набора необходимо, как правило, не менее двух различных модулей ввода-вывода, организация взаимодействия которых в процессе сбора данных и управления в реальном времени весьма затруднительна.

Аналогичные требования характерны и для испытаний микропроцессорных измерительных устройств, когда необходимо одновременно контролировать взаимодействие программных и аппаратных средств, содержащих как аналоговые, так и цифровые узлы. Эффективные в рассматриваемой области осциллографы “смешанных сигналов” (стоимость которых сравнительно велика) в ряде случаев могут быть заменены более простыми системами на основе предлагаемого модуля.

## 2. Результаты работы

На кафедре “Системы сбора и обработки данных” НГТУ разработан многофункциональный модуль ввода-вывода, функциональные возможности которого достаточны для экономного решения подобных задач. Структурная схема модуля приведена на рис. 1. Архитектура устройства в части измерения и формирования аналоговых сигналов подобна архитектуре изделий компании National Instruments – предусмотрена буферизация АЦП и ЦАП с помощью FIFO, для каждого канала АЦП – индивидуальный коэффициент усиления, аналоговый и цифровой запуск измерений. Однако цифровые входы служат не только для запуска АЦП – дополнительный блок памяти и узлы цифрового запуска реализуют функции логического анализа. Таким образом, обеспечивается возможность исследования амплитудно-временных параметров аналоговых сигналов при реализации определенных событий в потоке данных, поступающих от управляющего аналоговой схемой процессора. И наоборот – возможно исследовать ход выполнения алгоритмов обработки данных процессором при достижении аналоговым сигналом заданного уровня.

Краткая характеристика функциональных блоков модуля и реализованных с помощью системы виртуальных инструментов LabVIEW приборов.

Блок формирования аналоговых сигналов:

- каналов – 2, диапазон выходных напряжений -  $\pm 5\text{В}$  ( $\pm 10\text{В}$ )
- разрешающая способность 12 бит
- тактовая частота – 100 кГц
- FIFO – 1 Кслов

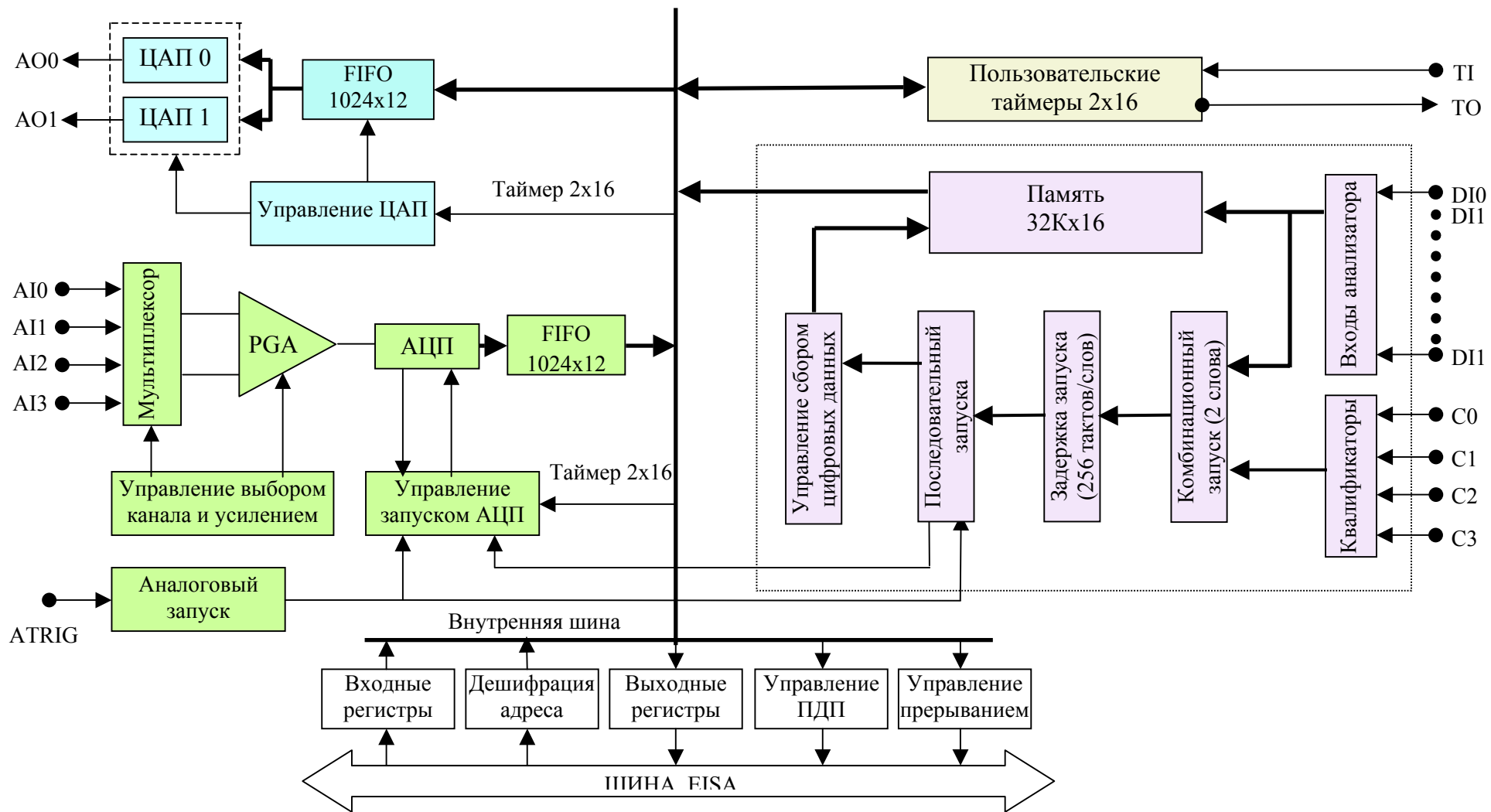


Рис.1 Структурная схема модуля

Реализованный виртуальный генератор сигналов позволяет для каждого канала индивидуально задавать форму сигнала – 8 типовых функций, генерировать сигнал по табличным значениям, в том числе – по результатам измерений, собранным осциллографом, формировать сигнал на втором канале, как функцию от сигнала в первом канале.

Блок измерения аналоговых сигналов

- каналов - 4 дифференциальных, диапазон измеряемых напряжений -  $\pm 5\text{В}$  ( $\pm 10\text{В}$ )
- коэффициент усиления –  $\times 1$ ;  $\times 2$ ;  $\times 4$ ;  $\times 8$
- разрешающая способность 12 бит
- частота преобразования – 100 кГц.
- FIFO – 1 Кслов
- запуск по уровню или фронту сигнала на входе аналогового запуска
- 2 независимо программируемых уровня запуска с разрешением 8 бит

Виртуальный осциллограф обеспечивает возможность наблюдения и измерения сигналов в функции от времени, в формате XY-графа (X и Y – входные сигналы осциллографа), запоминания и последующего сравнения различных реализаций периодических сигналов с отображением их разностей, выполнение измерений с помощью двух маркеров и др.

Блок сбора цифровых данных и созданный на его основе логический анализатор:

- входов записи данных – 16
- глубина записи – 32 К
- входов квалификаторов данных – 4
- признаков цифрового запуска –  $2 \times 16$  бит, поканальное маскирование
- задержка запуска – 256 тактов или признаков
- последовательный запуск по событиям на входе аналогового запуска и/или по признакам цифрового запуска
- тактовая частота 20 МГц

Узел обработки квалификаторов обеспечивает возможность произвольного связывания их логическими операторами И, ИЛИ, НЕ, что позволяет выделять на системной шине тестируемой микропроцессорной системы и фиксировать в памяти адреса, данные для записи или чтения в память и/или в порты ввода-вывода и т.п.

Отображение собранной информации осуществляется в формате временных диаграмм, таблиц, матриц и карт состояний. Реализованы функции поиска по шаблону с маскированием, сравнение с эталоном и др. В качестве примера на рис. 2 приведен внешний вид основной панели анализатора, на экране воспроизведен процесс выполнения программы контроллером, выполненном на базе микроконтроллера Intel 80C196KC с тактовой частотой 16 МГц.

Перечисленные выше блоки дополняют 16 каналов дискретного (программного) вывода и 2 пользовательских 16-разрядных таймера-счетчика. На основе таймерного блока предполагается реализовать частотомер-интервалометр для частот до 3 МГц и генератор широтно-модулированных сигналов.

Быстродействие использованных в модуле компонентов ограничивает частотный спектр измеряемых (генерируемых) сигналов значением  $2 \div 5$  кГц при количестве отсчетов на период, достаточном для учебных целей. Замена компонентов на их более быстрые аналоги позволит расширить полосу частот до 20 кГц. Точно так же рабочая частота анализатора логических состояний может быть расширена до 50 МГц.

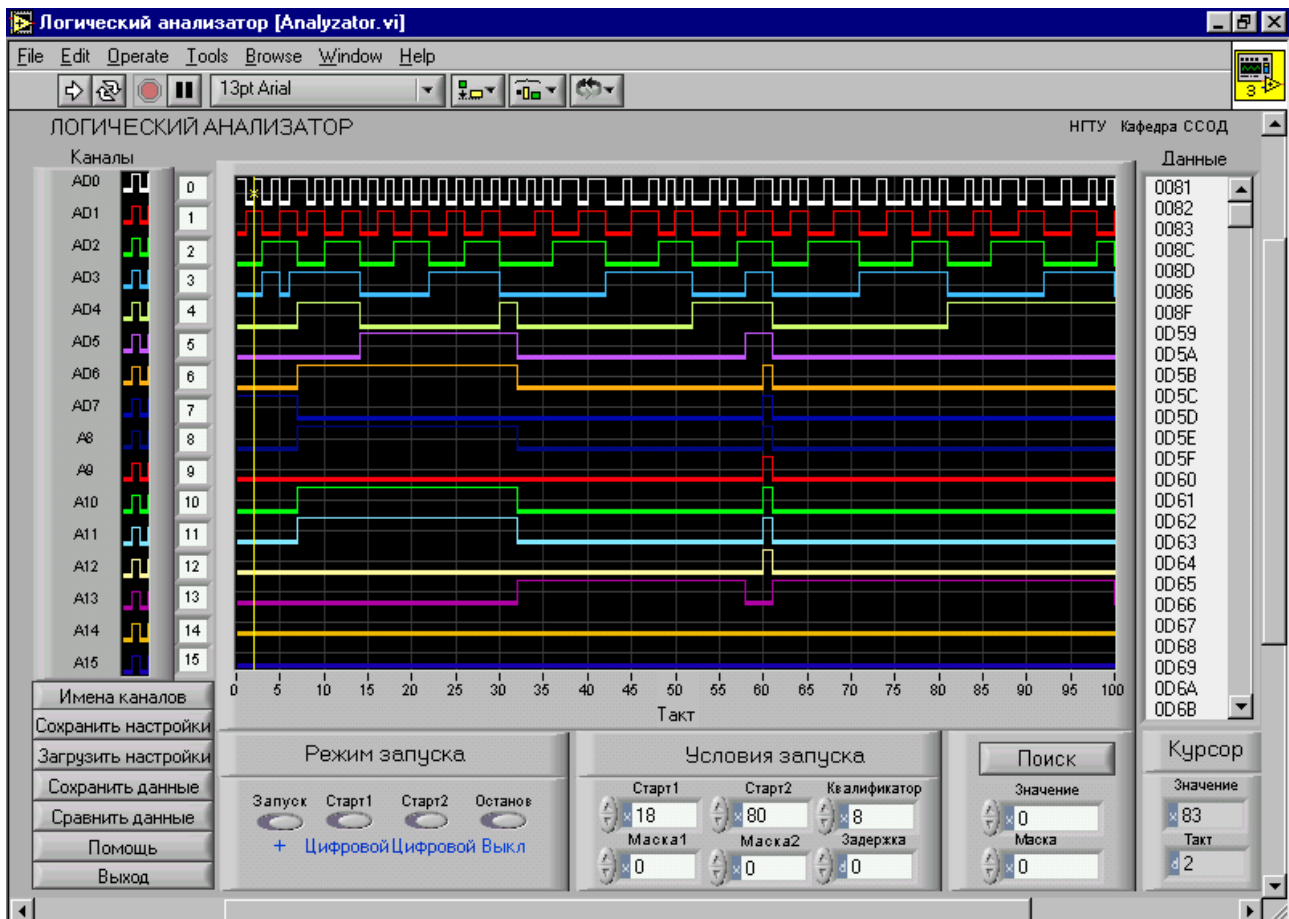


Рис. 2. Основная рабочая панель анализатора логических состояний

Применение модуля в виртуальном лабораторном стенде [1] существенно расширит возможности изучения микроконтроллеров, повысит качество обучения принципам проектирования и тестирования цифровых и гибридных систем. В настоящее время на базе разработанного модуля ведется проектирование нескольких разновидностей виртуальных стендов для оснащения Web-лабораторий по дисциплинам “Электроника”, “Схемотехника” и некоторым другим.

Разработанное устройство может быть использовано в качестве основы при создании контрольно-измерительных приборов и систем промышленного назначения, в том числе – тестового оборудования для отладки и испытаний микропроцессорных измерительных систем.

### 3. Преимущества технологий National Instruments

Программное обеспечение рассмотренных выше приборов спроектировано студентом 3-го курса в течении 2-х месяцев. Не вызывает сомнения, что за столь короткое время только средствами LabVIEW можно было создать комплект измерительных приборов с таким богатым набором функций и таким удобным интерфейсом.

#### Литература

1. Е.Д.Баран, Н.В.Голошевский, П.М.Захаров, **Б.М.Рогачевский**. Виртуальная лаборатория для дистанционного обучения методам проектирования микропроцессорных систем. В настоящем сборнике.
2. The Measurement and Automation Catalog 2002. National Instruments.