

**\*С.М. Крылов, \*\*Н.А. Бурамбаева**

## **Система дистанционного выполнения реальных лабораторных работ REM-LAB**

*(\*Самарский государственный технический университет, Самара)*

*(\*\*Евразийский Национальный университет им. Гумилева, Астана)*

Рассматриваются структура и особенности системы для дистанционного выполнения реальных лабораторных работ, реализованной на основе программируемой аналого-цифровой системы на кристалле типа PSoC фирмы Cypress Semiconductor Corp.

Система Rem-Lab (Remote Lab) - это аппаратно-программный комплекс, предназначенный для выполнения самых различных реальных дистанционных лабораторных работ и экспериментов с различными блоками, конфигурациями и программами функционирования программируемой аналого-цифровой системы на кристалле типа PSoC-1 фирмы Cypress Semiconductor Corp [1, 2].

Базовая структурная схема системы приведена на рис.1.

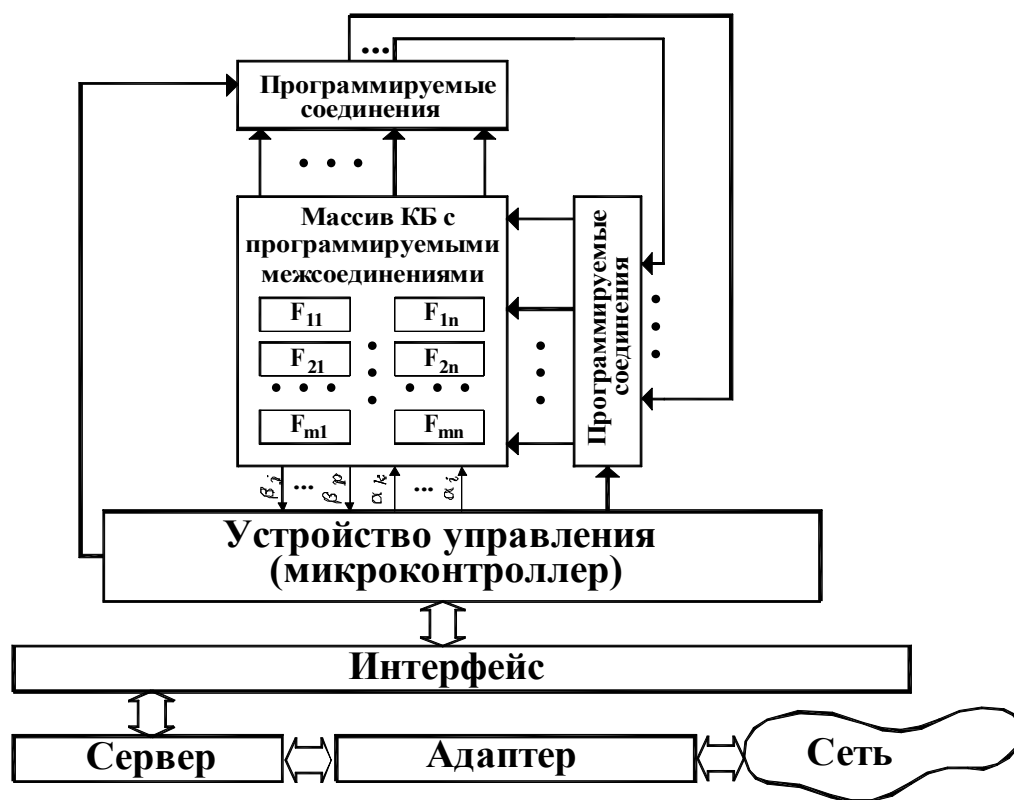


Рисунок 1. Структура системы Rem-Lab.

Массив КБ на рис.1 – массив конфигурируемых (цифровых и аналоговых) блоков микросхемы PSoC вместе с дополнительными модулями (ресурсами). Программируемые соединения – внутренние программно-коммутируемые аналоговые и цифровые межсоединения, позволяющие подключать входы и

выходы PSoC к различным выводам различных портов (в данном случае – к различным выводам порта 0).

Как видно из рис.1, все потенциальные выходы PSoC подключены к его входам. Это сделано для того, чтобы можно было обрабатывать выходные сигналы исследуемых блоков с помощью измерительных устройств, тоже реализованных на базе КБ PSoC. Такие устройства, создаваемые путём программирования и конфигурирования подходящих КБ, в англоязычной литературе принято называть «виртуальными приборами», поскольку они не существуют реально, а создаются временно путём программирования соединений КБ. В рассматриваемой версии Rem-Lab реализованы следующие «виртуальные приборы» (рис.2):

- а). 4-х-канальный цифровой анализатор.
- б). 2-канальный АЦП (со знаком).

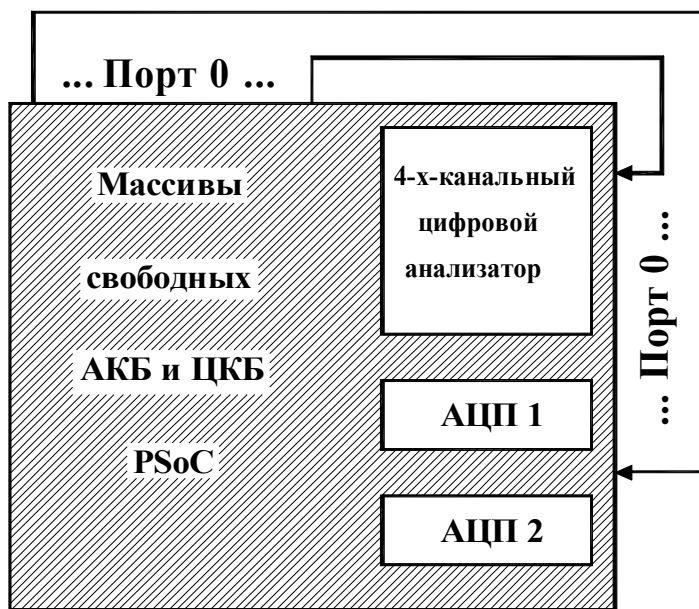


Рисунок 2. Виртуальные приборы, встроенные в PSoC Rem-Lab

Для реализации этих приборов использовано примерно 33% аналоговых ресурсов (аналоговых КБ) PSoC серии CY8C27433 и 25% цифровых КБ (т.е. ЦКБ) этой же серии. Использовать эти ресурсы в лабораторных работах, разумеется, нельзя, как и программный код, написанный для их обслуживания. При открытии новых проектов уже использованные для реализации «виртуальных приборов» аппаратные ресурсы выглядят окрашенными в разные цвета, а использованный для их обслуживания код отделён от свободного пространства, предназначенного для программ пользователя, специальными метками и предупредительным текстом.

Рабочая версия системы Remote-Lab (RL) создана на основе *формально-технологического анализа* проблемы [3] и опыта разработки и эксплуатации в

учебных лабораториях ряда ВУЗов России системы автоматизации выполнения реальных лабораторных работ ДАП-ЛАБ. Достоинство RL перед имитационным моделированием – точные результаты эксперимента в силу использования реального оборудования. Благодаря применению в данной версии RL программируемой аналого-цифровой системы на кристалле типа PSoC, постановщик экспериментов имеет достаточно большую свободу выбора исследуемых объектов и может создавать свои конфигурации таких объектов, не предусмотренные разработчиками PSoC.

RL может применяться для проведения учебных лабораторных работ по курсам «электроника», «аналоговые интерфейсы», «периферийные устройства» и «микропроцессорные системы» для изучения различных электронных цифровых и аналоговых устройств. Спектр таких устройств в PSoC чрезвычайно широк - от простейших логических вентилях, триггеров, счетчиков, регистров, таймеров, широтно-импульсных модуляторов (ШИМ), последовательных интерфейсов, различных блоков и фрагментов микропроцессорных систем - вплоть до АЦП, ЦАП, аналоговых усилителей, компараторов, интеграторов и фильтров на переключаемых конденсаторах.

Один из вариантов работы с RL выглядит так:

Пользователь с помощью интегрированной среды разработки PSoC-Designer или PSoC-Express (свободно распространяемые, предоставляются фирмой бесплатно через Интернет) выбирает из библиотеки необходимое (изучаемое) устройство или komponует из различных устройств какой-либо блок, задает необходимую конфигурацию и пишет программу работы системы (если это требуется). После этого скомпилированный проект отправляется на сервер с соответствующей программой и платой с микросхемой PSoC. Сервер, приняв от пользователя данные, осуществляет программирование и запуск PSoC, после чего принимает пакет данных с полученными результатами от PSoC. Этот пакет формируется в PSoC рассмотренным на рис.2 измерительным модулем (СИМ), который является обязательным компонентом при построении исследуемой конфигурации. СИМ содержит источники тестовых сигналов, многоканальные логические анализаторы и АЦП, которые фиксируют реальные уровни сигналов на входах и выходах исследуемого устройства. По мере накопления данных, СИМ их отправляет серверу по USB-интерфейсу. На основе полученных данных формируется пакет осциллограмм, на которых пользователь может видеть особенности работы исследуемого устройства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крылов С.М. Многоцелевые программируемые аналого-цифровые системы на кристалле. Структура, назначение, применение. Учебно-методическое пособие. – Самара: СамГТУ, 2008. –84с.

2. Technical Reference Manual (TRM). PSoC TRM, Version 2.00. - Cypress MicroSystems, 2005. [Http://www.cypress.com](http://www.cypress.com)
3. Крылов С.М. Формальная технология и эволюция. - М.: Машиностроение-1, 2006.-384с.

**S.M.Krylov, N.A.Burambaeva**

**System of remote performance of real laboratory works rem-lab**

Are considered structure and features of system for remote performance of the real laboratory works, realized on the basis of programmed analog-digital system on a crystal of type PSoC of firm Cypress Semiconductor Corp.

**С.М.Крылов, Н.А.Бурамбаева**

**Rem-lab нақты зертханалық жұмыстарының дистанциялық орындалу жүйесі**

Нақты зертханалық жұмыстарды дистанциялық орындау үшін Cypress Semiconductor Corp фирмасының PSoC типті кристалында аналогтық-сандық программаланатын жүйе негізінде жүзеге асырылған жүйенің ерекшеліктері мен құрылымы қарастырылады.