

- дальномерного тракта лазерного локатора слежения // Инженерный вестник Дона. 2017. №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017).
6. Ефимов В.О. и др. Дисперсионный метод учета статической и динамической рефракции для дальномерного тракта лазерного локатора слежения // Инженерный вестник Дона. 2017. №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2017).
7. Ефимов В.О. и др. Методы компенсации влияния атмосферной турбулентности на точность измерения угловых координат в лазерных локаторах слежения // Научно-технический вестник Поволжья. 2017. №4.
8. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. ЛЧМ-лидар с преобразованием частоты // Оптика атмосферы и океана. 1995. Т. 8. № 12. С. 1871.
9. Ильин Г.И. и др. Блок импульсной накачки лидарных комплексов // Оптика атмосферы и океана. 1995. Т. 8. № 5. С. 762.
10. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. Исследования ЛЧМ-лидара с преобразованием частоты // Оптика атмосферы и океана. 1997. Т. 10. № 2. С. 435.
11. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. Особенности построения электрооптических амплитудно-фазовых формирователей двухчастотного лазерного излучения для дифференциальных ЛЧМ-лидаров // Оптика атмосферы и океана. 1998. Т. 11. № 5. С. 513.
12. Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е. Применение амплитудно-фазового преобразования частоты лазерного излучения для создания специальных схем ЧМ-лидаров // Оптика атмосферы и океана. 1999. Т. 12. № 4. С. 360.
13. Morozov O.G., et al. Mobile leak detection systems for oil product pipelines // Proc. SPIE. V. 3588. 1999. P. 90-98.
14. Petuchov V.M., et al. Lidar technologies application to leakage detection in oil product pipelines // Proc. SPIE. V. 3588. P. 81-89.
15. Natanson O.G., et al. Reflectometry in open and fiber mediums: technology transfer // Proc. SPIE. 2005. V. 5854. P. 205-214.
16. Nikolaev A.M., et al. Intellectual parachute and balloon systems based on fiber optic technologies // Proc. SPIE. 2014. V. 9156. P. 91560B.
17. Nikolaev A.M., et al. Fiber optic sensors for parachute systems monitoring // Proc. SPIE. 2010. V. 7523. P. 752308.

© Ефимов В.О., Сарварова Л.М., Тяжелова А.А., 2017

**УДК 004.942**

**И.В. Жукова**

Студентка 1 курса магистратуры кафедры «Компьютерные системы и сети»

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

**А.М. Донецков**

к.т.н., доцент кафедры «Компьютерные системы и сети» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Г. Калуга, Российская Федерация

**А.В. Родионов**

к.т.н., доцент кафедры «Компьютерные системы и сети» КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана

Г. Калуга, Российская Федерация

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ АНАЛОГОВОГО ИНТЕРФЕЙСА СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ**

### **Аннотация**

Рассмотрены вопросы формальной верификации системы на кристалле посредством моделирования

работы ее компонентов с помощью сетей Петри системы на примере аналогового интерфейса.

### Ключевые слова

Сети Петри, моделирование, система на кристалле, формальная верификация, аналоговый интерфейс

В настоящее время функциональная верификация систем на кристалле (микросборок) является одной из наиболее актуальных проблем производства микроэлектронной аппаратуры. Обеспечение корректности работы системы на кристалле занимает до 70% трудовых затрат в процессе разработки устройства. Для проверки выполнения требуемых функций на всех этапах проектирования микросборки широко применяется моделирование методом формальной верификации. Формальная верификация представляет собой составление абстрактных математических (формальных моделей) алгоритмов работы устройства. В статье рассматривается применение сетей Петри как средства формальной верификации устройства.

Функциональная верификация системы на кристалле включает в себя два этапа:

1. Модульный – производится моделирование и тестирование компонентов микросборки и их функциональных модулей.

2. Системный – производится тестирование всех соединенных в одну системы модулей.

На каждом из этих этапов производится формальная верификация, которая представляет собой процесс создания математической (формальной) модели элемента системы либо всей системы с целью проверки алгоритма работы на достижимость, отсутствие зацикленностей и т.д.

В статье рассматривается применение сетей Петри на модульном уровне верификации системы на кристалле.

В настоящее время на предприятиях страны производится тестирование систем на кристалле, включающих в себя следующие компоненты: аналоговый интерфейс, ПЛИС, сигнальный процессор, память сигнального процессора, память ПЛИС конфигурационная. Верификация находится на стадии модульного тестирования.

В статье производится моделирование работы аналогового интерфейса системы на кристалле с помощью сети Петри.

В системе на кристалле используется аналоговый интерфейс 1273 ПП1Т. Данное устройство предназначено для применения совместно с процессорами цифровой обработки сигналов в системах синтеза и распознавания речи, системах кодированной связи, средствах сбора и регистрации данных. Структурная схема кодера изображена на рисунке 1.

Приведем описание работы аналогового интерфейса, составим на его основе сеть Петри.

Аналоговый интерфейс необходим для преобразования аналоговых сигналов в цифровые (р1) и включает в себя два независимых канала работы: прием данных на АЦП и передача данных с ЦАП. После подключения кодера (t1, p1) к остальным компонентам микросборки и питанию выбирается один из каналов (t2) согласно тому, как запрограммирована работа устройства и какие сигналы поступают.

При использовании канала приема (р3) на входные каналы IN+ и IN-# или AUXIN+ и AUXIN-# поступают аналоговые сигналы (t3). После того, как сигнал получен (р4), он должен быть усилен. Величина коэффициента усиления проверяется (р22) и выставляется (t4) программно согласно требованиям к работе системы на кристалле. После того, как сигнал считан (р4), а коэффициент усиления выставлен (р5) и проверен (р22), сигнал поступает на входной усилитель (t5), на выходе усилителя сигнал усилен (р6). После усиления сигнала частоты должны быть отфильтрованы. К каналу приема данных относятся один фильтр высоких частот и один фильтр низких частот, второй фильтр низких частот используется в канале передачи (рисунок 1). Фильтр низких частот может быть программно отключен (р7), осуществляется проверка этого условия (t6). Если фильтр подключен (р8), сигнал поступает на него и происходит фильтрация низких частот (t7). После отфильтровывания низких частот (р9) сигнал поступает на фильтр высоких частот (t8). Проверка состояния фильтра производится аналогичным образом программно, после чего происходит фильтрация высоких частот (р10). Таким образом, два данных фильтра составляют полосный (противопомеховый)

фильтр и частоты отфильтровываются в определенном диапазоне. После фильтра сигнал поступает на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), при этом происходит программный выбор частоты АЦП (t9). Когда выбрано конкретное значение частоты (p11), происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой (t10), сигнал преобразован (p12), отправлен на вывод DOUT (t11) и готов к использованию (p13).

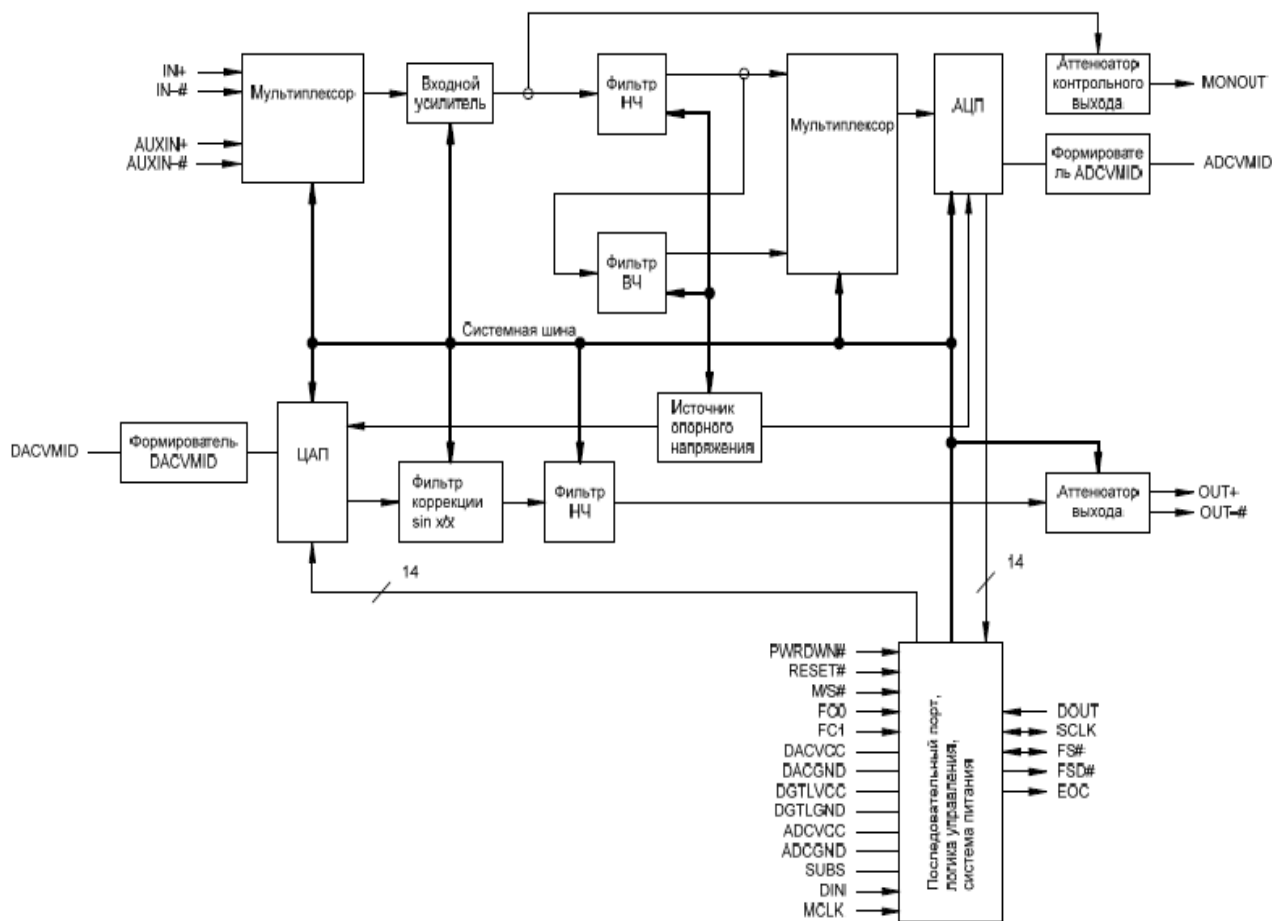


Рисунок 1 – Структурная схема аналогового интерфейса.

При выборе канала передачи (p14) последовательные цифровые данные поступают на вход DIN (t12). После того как данные поступили (p15), происходит их преобразование в параллельный вид (t13) в последовательном порту. После этого (p16) данные поступают на цифро-аналоговый преобразователь. Для преобразования данных в аналоговый вид программно выбирается частота дискретизации ЦАП (t14). После того, как выбрана частота дискретизации ЦАП (p17) и данные преобразованы в параллельный вид (p16), данные преобразуются в аналоговый вид (t15), то есть скорректированы (p18). После этого данные поступают на корректирующий фильтр  $\sin x/x$  (t16), после чего происходит подъем АЧХ на частоте 3,3 кГц (t17). После того, как данные скорректированы (p19) и АЧХ поднята (p20), данные поступают на фильтр низких частот на конденсаторах (t18), и частота дискретизации подавлена (p21). После подавления частоты дискретизации сигнал поступает на аттенуатор выхода OUT+ (t19) и аналоговый сигнал готов для использования (p13).

Исходя из анализа сети Петри, можно сделать вывод, что маркировка  $K^u = \{p13\}$  покрываема. Поэтому сигнал может быть преобразован и готов к использованию. Данная сеть Петри является сохраняющей, следовательно её можно реализовать аппаратно. Полученную модель планируется применить в качестве основы для построения виртуальной модели кодека с отображением всех его состояний и сигналов.

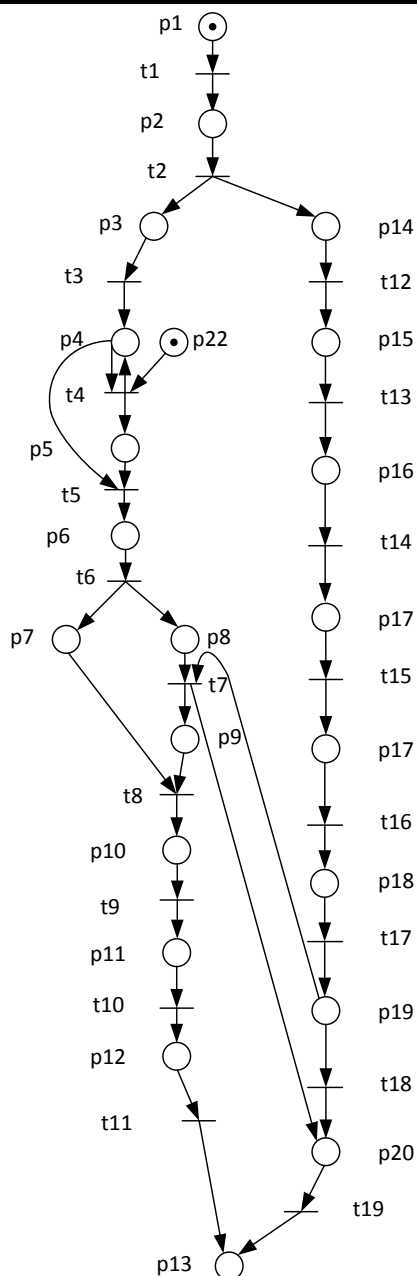


Рисунок 2 – Сеть Петри.

**Список использованных источников.**

1. Р.А. Баратов, А.С. Камкин, В.М. Майорова, А.Н. Мешков, А.А. Сортов, М.А. Якушева. Трудности модульной верификации аппаратуры на примере буфера команд микропроцессора «Эльбрус-2S». // Вопросы радиоэлектроники, № 3, 2013. С. 84- 96.
2. Тарасов И.Е., Певцов Е.Ф. Программируемые логические схемы и их применение в схемотехнических решениях. – М.:МГТУ МИРЭА. – 2012.
3. Тарасов И.Е. Разработка цифровых устройств на основе ПЛИС Xilinx с применением языка VHDL, Горячая линия – Телеком, 2005.
4. Мосин С.Г. Подход к выбору метода тестирования сложных интегральных схем на основе стоимостной модели. – Управление большими системами: сборник трудов, выпуск №41, 2013г., с. 344-355.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. – М.:Мир – 1984.

© Жукова И.В., Донецков А.М., Родионов А.В., 2017

**М.С. Оганесян**  
магистр 1 курса технологического факультета  
РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева  
г. Москва, Российская Федерация

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРОМАТИЗИРОВАННЫХ ЧАЕВ

### Аннотация

Разработаны рецептуры чая черного и зеленого с натуральными растительными добавками и ароматизаторами с целью повышения пищевой ценности, расширения ассортимента чая.

### Ключевые слова

Чай черный, чай зеленый, натуральные растительные добавки, ароматизаторы, рецептура, витамин С.

В России чай потребляет 98% населения. В последние годы на чайном рынке широкой популярностью пользуются ароматизированные чаи, появляется все больше любителей чая с фруктовыми и травяными добавками.

Благодаря введению в чай различных искусственных и натуральных ароматизаторов улучшаются вкусовые свойства, а использование дополнительного растительного сырья, при купажировании чая, позволяет повысить пищевую ценность за счет содержания в добавляемом сырье витаминов, фенольных соединений, зольных элементов, органических кислот и других соединений.

Чай с растительными добавками – это смесь черного или зеленого чая, в количестве более 50% по массе, с лекарственными и/или пряноароматическими травами.

В состав ароматизированных чаев может входить бесчисленное множество компонентов, которые способствуют образованию вкуса, аромата и внешнего вида.[1]

Объектами исследования служили образцы черного цейлонского крупнолистового чая, зеленого китайского крупнолистового чая «Сенча» и «Ганпаудер», натуральные растительные добавки: корица, плоды рожкового дерева, фенхель, имбирь, гвоздика, перец черный горошек, анис, сушеный ананас, цедра лимона, лимонник, клубника сублимационной сушки, лепестки подсолнечника, апельсин с цедрой сушеный, яблоко, хризантема, василек, измельченные листья смородины, сафлор и лепестки календулы, ароматизаторы: «Лимон», «Абрикос», «Слива», «Роза», «Клубника», «Шампанское», «Сливки» и «Мед».

В результате были разработаны следующие виды чая с растительными добавками и/или ароматизаторами: «Массала» (чай черный цейлонский крупнолистовой, корица, плоды рожкового дерева, фенхель, имбирь, гвоздика, перец черный горошек), «Черный с лимоном» (чай черный цейлонский крупнолистовой, сушеный ананас, цедра лимона, лимонник, ароматизатор «Лимон»), «Сон Фараона» (чай черный цейлонский крупнолистовой, сушеный ананас, клубника сублимационной сушки, лепестки подсолнечника, ароматизаторы «Абрикос», «Слива» и «Роза»), «Брызги Шампанского» (чай черный цейлонский крупнолистовой, апельсин с цедрой сушеный, клубника сублимационной сушки, яблоко, хризантема, василек, ароматизаторы «Клубника» и «Шампанское»), «Зеленый чай клубника со сливками» (чай зеленый китайский крупнолистовой «Сенча», измельченный листья смородины, клубника, сафлор, ароматизаторы «Клубника» и «Сливки»), «Сила Самурая» (чай зеленый китайский крупнолистовой «Сенча», клубника сублимационной сушки, лепестки календулы, ароматизатор «Лимон»), «Чай зеленый с имбирем» (чай зеленый китайский крупнолистовой китайский «Ганпаудер» (Порох)).

Органолептическую оценку чая черного и зеленого с растительными добавками и/или ароматизаторами проводили по 5-ти балльной шкале.

Результат органолептического анализа черного чая с растительными добавками и/или ароматизаторами показал, что по совокупности трех показателей: настой, аромат и вкус, наилучшими образцами были признаны: «Брызги Шампанского» с общим баллом 4,05 и «Черный чай с лимоном» с общим баллом 4,06. Наименьшее количество баллов 3,72 набрал чай «Массала», в связи с содержанием в нем сильно