

**ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ ПРИ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКЕ
ФАКУЛЬТЕТА РАДИОФИЗИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА.
ЖУРНАЛ ВКЛЮЧЕН В СПИСОК НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ ВАК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ЭЛЕКТРОНИКА
научно-практический журнал
ИНФО

**International magazine
of amateur and professional electronics**

№10 (112) октябрь 2014

Зарегистрирован
Министерством информации
Республики Беларусь
Регистрационный №71
от 19 августа 2014 года

Главный редактор:
Асмоловская Ирина Михайловна
i.asmalouskaya@electronica.by

Редактор технический:
Бортник Ольга Викторовна

Редакционная коллегия:

Председатель:
Чернявский Александр Федорович
академик НАН Беларуси, д.т.н.

Секретарь:
Садов Василий Сергеевич, к.т.н.
e-mail: sadov@bsu.by

Члены редакционной коллегии:
Беляев Борис Илларионович, д.ф.-м.н.
Борздов Владимир Михайлович, д.ф.-м.н.
Голенков Владимир Васильевич, д.т.н.
Гончаров Виктор Константинович, д.ф.-м.н.
Есман Александр Константинович, д.ф.-м.н.
Ильин Виктор Николаевич, д.т.н.
Кугейко Михаил Михайлович, д.ф.-м.н.
Кучинский Петр Васильевич, д.ф.-м.н.
Мулярич Степан Григорьевич, д.т.н.
Петровский Александр Александрович, д.т.н.
Попечиц Владимир Иванович, д.ф.-м.н.
Рудницкий Антон Сергеевич, д.ф.-м.н.

Отдел рекламы и распространения:
Антоневич Светлана Геннадьевна
тел./факс. +375 (17) 388-44-71
e-mail: s.antonovich@electronica.by

Учредитель:
ЗАО «Финансово-аналитическое агентство
«Эф энд Ка»
220018, Республика Беларусь,
г. Минск, ул. Одоевского,
д. 131, пом. 9, каб. 15,
тел./факс: +375 (17) 388-44-71

© Перепечатка материалов, опубликованных
в журнале «Электроника инфо», допускается
с разрешения редакции

За содержание рекламных материалов редакция
ответственности не несет

Подписной индекс в РБ:
00822 (индивидуальная),
008222 (ведомственная)

Цена свободная

Подготовка, печать:
150 экз. отпечатано
тип. ООО «Полиграфт»
г. Минск, ул. Кнорина, 50/4-401А
Лицензия №02330/466 от 21.04.2014 г.
Подписано в печать 24.10.2014 г.
Заказ №

СЛАВНЫЕ ИМЕНА

КОМПЬЮТЕР В КАЧЕСТВЕ КОММУНИКАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА.....2

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ

ЗАРОЖДЕНИЕ ОБЛАКА. ИСТОРИЯ SALESFORCE.....4

НАШИ ИНТЕРВЬЮ

ОБМЕН ОПЫТОМ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ОБЛАЧНЫХ» СЕРВИСОВ
С. Чуканов.....10

ТЕХНОЛОГИИ

«ОБЛАЧНЫЙ» СЕРВИС: МОДНЫЙ ТРЕНД ИЛИ ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО?
Е. Ерошенко.....13

ОБЗОР

ОБЗОР ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В РЕГИОНАХ МИРА.....15

КОМПАНИИ И РЫНКИ

БЕЛОРУССКИЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАПУСТИЛИ ЕРСД И ОБЕЩАЮТ LTE
В МИНСКЕ В 2015 ГОДУ.....19

ВЫСТАВКИ

ЭНЕРГЕТИКА. ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭЛЕКТРО 2014 / ENERGY EXPO.....21

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВЫХ МОДЕЛЕЙ
И.Н. Сюльжин, В.С. Кожух.....25

РЕЦЕНЗИРУЕМЫЕ СТАТЬИ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....28-42

ГАЛЬВАНИЧЕСКИ РАЗДЕЛЕННАЯ, ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ СХЕМА ЗАПУСКА ТИРИСТОРОВ
МАРКИ Т-243-400-40 С НАПЕРЕД ЗАДАННОЙ ЗАДЕРЖКОЙ
В.К. Гончаров, О.В. Кречетов, В.В. Макаров.....28

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ КОНФЛИКТОВ
В.И. Пракопчик, П.В. Кучинский.....31

СИНТЕЗ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ
ШЕФФЕРОВСКИХ СИММЕТРИЧЕСКИХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ
В.П. Супрун, Ф.С. Коробко.....34

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ МАТЛАВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ
ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ
М.А. Раджух.....39

СЕТИ И ИНТЕРФЕЙСЫ

СТАНДАРТ MIPI M-PMU ПОЗВОЛЯЕТ УМЕНЬШИТЬ ПОТРЕБЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ
В. Родин.....43

КОМПОНЕНТЫ

ИННОВАЦИОННЫЕ МИКРОСХЕМЫ ASIC PICOSAP ОТ КОМПАНИИ ACAM:
ВРЕМЯ-ЦИФРОВЫЕ ЕМКОСТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
С. Сысоева.....47

ПРАЙС-ЛИСТ

СПИСОК РЕКЛАМОДАТЕЛЕЙ

«Алнар».....64
«Альфалидер групп».....64
«Барс-электроникс».....46
«БелПлата».....14
«БЭК-эксперт».....63
«Вектор Технологий».....30
«ГорнТрейд».....60
«Минский часовой завод».....57
«Нанотех».....57
«Полдень Плюс».....46
«Приборостроительная компания».....64
«Промтехсервиснаб».....27
«РИФТЭК-СМТ».....42
«СветЛед решения».....64
«Тиком».....60
«ФЭК».....64

«Чип электроникс».....64
«Элконтракт».....12

Обложки, цветные вставки

Microchip..... II вст.
«Альфачип ЛТД»..... IV вст.
«БЭК-эксперт»..... II обл.
«МинскЭкспо»..... III вст.
«Нанотех»..... I обл.
«Профессиональные сетевые
системы»..... III обл.
«Радиоаптека»..... I обл.
«Рейнбоу»..... IV обл.
«РИФТЭК-СМТ»..... I обл.
«ФЭК»..... I вст.
«Энерджи-Экспо»..... III вст.

КОМПЬЮТЕР В КАЧЕСТВЕ КОММУНИКАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА

Чтобы создать Internet, сначала нужно было придумать средство для интерактивного взаимодействия человека с компьютером...

Леонид Черняк

Среди мифов, окружающих рождение Глобальной сети, есть и такой: «Начнем с того, что Internet был изобретен у нас... Мало кто знает, что первая локальная сеть была сконструирована советскими инженерами С. Лебедевым и В. Бурцевым для управления противоракетной баллистической станцией в 1956–1962 годах и в 1958 году успешно прошла испытания на полигоне Сары-Шаган в Казахстане».

Увы, дело обстоит совсем не так. Эти патристические утверждения далеки от истины. Internet сложнее велосипеда, систему такого уровня нельзя изобрести, это плод длительного эволюционного развития. Между действительно существовавшей сетью, соединившей ЭВМ М-40, которые использовались в системе, предназначенной для обороны Москвы, и ныне действующей Глобальной сетью общего не больше, чем между homo sapiens и ископаемым моллюском. Роль и место этой, вероятно, первой в СССР компьютерной сети подробно описаны в труде «Российская система противоракетной обороны (прошлое и настоящее – взгляд изнутри)», доступном через Сеть. Да и не вполне корректно называть просто инженерами академиков Сергея Александровича Лебедева и Всеволода Сергеевича Бурцева. (Кроме того, ближе других к коммутируемым сетям были другие отечественные разработки в области сетевых технологий; прежде всего, стоит указать на телекоммуникационные проекты, которыми руководил академик Игорь Александрович Мизин и за которые он был удостоен Ленинской премии).

Поэтому, хотим мы того или не хотим, но в начале все же были, во-первых, агентство ARPA, во-вторых, теоретическое обоснование глобальных коммуникационных систем в трудах Джозефа Ликлайдера и Роберта Тейлора, и, в-третьих, инженерная проработка идей коммутации пакетов в работах Пола Барана, Дональда Дэвиса и Леонарда Клейнрока. И все эти три начала собрались вместе в сети ARPAnet. Ключевой персоной, объединившей их, стал Ликлайдер, сочетавший в себе таланты ученого и организатора. Его главная заслуга состоит в том, что он связал практику компьютерных систем с теоретическим наследием Норберта Винера и Ванневары Буша. Формально причастность Ликлайдера к созданию Internet выражается в том, что он дважды



на протяжении полутора десятилетий возглавлял отдел методов обработки информации агентства ARPA, где и были инициированы работы в этом направлении. Наиболее примечательно и исторически важно пребывание Ликлайдера на этом посту в период с 1962-го по 1964 год.

Директор ARPA Джек Руины искал человека, способного не просто усовершенствовать существовавшие военные вычислительные системы, но совершить фундаментальный прорыв в этой области. К тому времени стало очевидно, что имевшиеся способы взаимодействия человека с компьютером (пакетный режим, ввод с перфокарт) безнадежно устарели. Ликлайдер одним из немногих говорил об этом, поэтому выбор пал на него. О своем решении принять предложение Руины он вспоминал так: «Я понял, что Джек нацелен не только на применение интерактивных вычислений для управления в области обороны, а гораздо шире».

На основании опыта, накопленного им при работе на компьютере PDP-1, в 1960 году Ликлайдер написал получившую широкое признание статью «Симбиоз человека с машиной» («Man-Computer Symbiosis»). Эта статья стала своего рода идеологическим базисом для создания первых вычислительных систем, в которых был реализован режим разделения времени, а впоследствии – и для компьютерных сетей. В своей статье Ликлайдер проповедовал совершенно естественное для сегодняшнего дня прагматическое отношение к машине как инструменту. Но в 60-е годы, в период увлечения искусственным интеллектом, было велико желание «очеловечить» способности компьютера. Был нужен кто-то способный отрезвить мечтателей, и им стал Ликлайдер. Он первым сформулировал направление развития компьютерных технологий, им же названное interactive computing, в котором машине отведена вспомогательная роль по отношению к человеку.

Коль скоро компьютер рассматривается в качестве интеллектуального инструмента, возникает два круга проблем. Во-первых, как технически организовать желаемое интерактивное взаимодействие, а во-вторых, в какую среду входит человек, используя компьютер. Эти проблемы стали основными для исследований Ликлайдера во все последующие годы, и он работал над ними

в меру имевшихся весьма ограниченных технических возможностей. Компьютеров было мало, они были очень дорогими. Единственной на тот момент альтернативой пакетному режиму мог стать режим разделения времени. Идея его применения витала в воздухе, начиная с середины 50-х годов. Работы в этой области велись Робертом Фано в МТИ, Джоном Маккарти в Стэнфордском университете и рядом других исследователей. До появления систем с разделением времени компьютер оставался атрибутом крупных компаний, академических институтов и госучреждений. Ситуация стала кардинально меняться в 60-х годах, когда новые мэйнфреймы и мини-ЭВМ открыли процесс демократизации доступа к вычислительной технике.

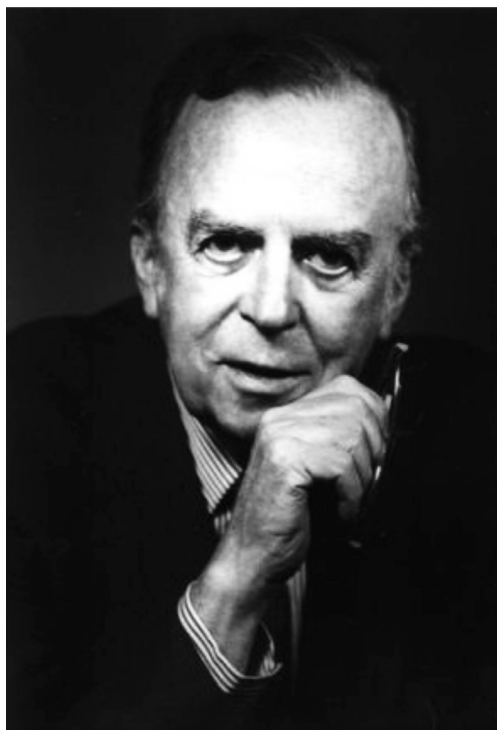
Заслуга Ликлайдера состоит в том, что он увидел перспективность режима разделения времени и создал условия для его развития. Под воздействием ARPA в МТИ стартовал проект MAC, название которого расшифровывали по-разному: «Человек и компьютер» («Man and Computer»), «Компьютер как инструмент познания» («Machine-Aided Cognition») и, наконец, «Компьютер с распределенным доступом» («Multi-Access»). Ликлайдеру удалось привлечь к проекту MAC самые светлые головы того времени; достаточно назвать имена Марвина Мински, апостола искусственного интеллекта, и Дугласа Росса, одного из первых специалистов по автоматизированному проектированию. В одном из интервью Ликлайдер так обозначил свои устремления: «Я хотел получить интерактивные вычисления, я хотел получить режим разделения времени, но при этом я хотел, чтобы компьютер вышел за пределы инструмента для вычислений и превратился в коммуникационное устройство».

Покинув ARPA, Ликлайдер продолжил работу по проекту MAC и даже в конце 60-х возглавил его. (Заметим, что вместо себя на свою должность в ARPA он предложил совсем юного ученого Айвана Сазерленда, ныне работающего в Sun Microsystems). Поначалу в MAC использовался разработанный ранее прообраз операционных систем Computation Center's Compatible Time-Sharing System (CTSS) для компьютера IBM 7090/94, поддерживающий несколько десятков терминалов, позже ОС MULTICS. Одно из самых важных, хоть и отдаленных последствий проекта – создание Кеном Томпсоном и Денисом Риччи языка программирования Си и операционной системы Unix.

Опыт работы по проекту MAC позволил Ликлайдеру вместе со своим учеником и последователем Робертом Тэйлором написать статью «Компьютер как коммуникационное устройство», опубликованную в апреле 1968 года. В предисловии к изданию двух самых известных работ Ликлайдера Тейлор написал: «Любой человек и любая компания, использующие компьютер в интерактивном режиме, должны испытывать благодарность по отношению к Лиду».

Ликлайдера часто называют отцом Интернета – из-за его идей интерактивных компьютерных вычислений и «Галактической Сети», которые были своего рода семенами Интернета. Джозеф Карл Робнетт Ликлайдер (Joseph Carl Robnett Licklider), 11 марта 1915 – 26 июня 1990 годы, известный под простыми прозвищами J.C.R. или «Лик» («Lick») – выдающийся американский ученый,

работавший в области информационных технологий, один из первых предсказавший систему, сходную с современным Интернетом, которая сможет соединить людей и компьютеры по всему миру. Его часто называют еще Джонни «Яблочным зернышком» мира компьютеров. Его считают одной из наиболее значимых фигур в науке об ИТ и в истории ИТ. Его ранние работы были посвящены психоакустике, но затем он полностью ушел в область информационных технологий. Джозеф Ликлайдер закончил Университет имени Джорджа Вашингтона сразу по трем специальностям – физике, математике и психологии. Темой его докторской диссертации стала психология слухового восприятия. Он начал трудовой путь в Лаборатории психологии слухового восприятия в Гарвардском университете, а в 1950 году Ликлайдер перешел в Массачусетский технологический институт, где принял участие в работе комиссии по подготовке и открытию Лаборатории им. Линкольна. В период Холодной войны он работал в рамках проекта SAGE по созданию компьютерной системы противовоздушной обороны. В 1960 году он написал свою знаменитую статью «Симбиоз человека и компьютера», где обозначил необходимость упрощать



взаимодействие человека и машины. В 1962 году он сформулировал первые принципы организации компьютерной сети, практически все они реализованы сейчас в сети Internet. В 1962 году Ликлайдер был назначен главой подразделения обработки информации проекта DARPA, а в 1968 он стал директором проекта Project MAC, в рамках которого, в частности, создана система Multics, ставшая прямой предшественницей операционной системы Unix.

osp.ru

ЗАРОЖДЕНИЕ ОБЛАКА. ИСТОРИЯ SALESFORCE

«Мы вступили в новую эру – в эру социальной революции. «Арабская весна» переродится в социальную весну – то есть в радикальные перемены для корпораций и генеральных директоров. Компании, которые не разделяют идеи социальной корпорации, вымрут через пять-шесть лет», – открывая конференцию по «облачным» технологиям Cloudforce 2011, Марк Бениофф, глава софтверной компании Salesforce.com, словно читает агитационную листовку.



Лидер движения «Конец софту» и популяризатор модели «софт как услуга», навсегда изменившей индустрию программного обеспечения, известен громкими высказываниями и эпатажным поведением. Однако разговоры о всеобщей социализации бизнеса вряд ли можно назвать пустой болтовней. В активе Salesforce.com уже имеется положительный опыт построения такой «социальной корпорации» совместно с «Тойотой». На базе сервиса Salesforce Chatter, частной социальной сети для бизнеса, автомобильная компания запустила собственную соцсеть Toyota Friend, которая будет присутствовать во всех электрических и гибридных автомобилях компании.

«Тойота» использует совершенно новый способ построения отношений с покупателями: благодаря социальной сети они смогут получать от своей машины сообщения о том, что заканчивается заряд батареи или нужно подкачать шину, а также постоянно быть в курсе информации о продуктах и услугах компании. При этом Toyota Friend можно интегрировать с другими социальными сетями вроде Twitter и Facebook, чтобы клиенты могли получить доступ к ней с любых мобильных устройств. Речь идет даже не о социальной сети автолюбителей, а о гигантском сообществе, в которое будут включены дилеры, производители, машины и, разумеется, клиенты.

«Сфера услуг чрезвычайно изменилась за последние двенадцать месяцев, – подчеркивает Бениофф. – Банк Америки и KLM Airlines, к примеру, через Twitter общаются с клиентами и отвечают на вопросы. Вся суть и метод функционирования предприятий меняются. Компании стремятся использовать

каждое приложение, любой способ, чтобы добраться до потребителя». При этом основой модели социальных корпораций станут «облачные» приложения, уверен руководитель Salesforce.com, ведь они быстрее, проще, дешевле и более открыты, чем традиционное программное обеспечение. В перспективах «облачных» технологий сомневаться не приходится – как и в успехе Salesforce.com, всего за десять с небольшим лет на рынке сумевшей преодолеть отметку доходности в два миллиарда долларов.

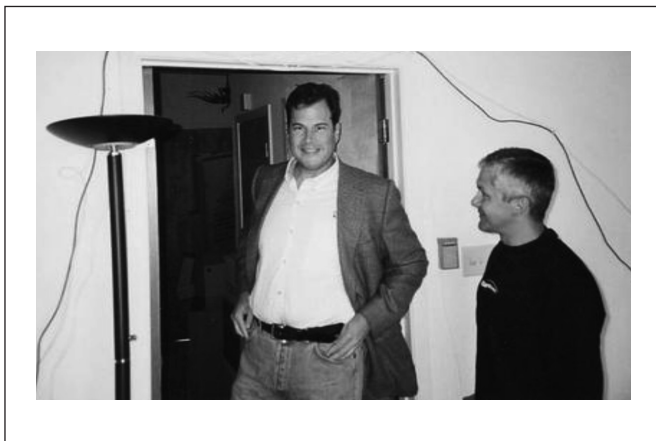
Восходящая звезда

«В душе я всегда был бизнесменом, – признается Бениофф в своей книге «За облаками». – Мой отец владел сетью магазинов женской одежды, а дедушка заведовал адвокатской конторой. От деда, возможно, мне и передалась страсть к технологиям: он в свое время построил автоматизированную систему скоростного общественного транспорта для Сан-Франциско. На своей первой работе я протирал витрины в ювелирном магазине, а вся зарплата ушла на покупку компьютера». С помощью последнего Бениофф начал немедленно зарабатывать: первую собственноручно написанную программу, самоучитель по жонглированию, Марк продал за 75 долларов. А в пятнадцать лет он уже создал с парой друзей свою первую компанию Liberty Software, разрабатывавшую видеоигры для приставки Atari 800. Семья всячески поощряла инициативу Марка: бабушка, к примеру, сочиняла музыку для игр, а родители одолжили сыну денег на поездку в Европу – Бениофф непременно хотел вживую взглянуть на замок, который собирался воссоздать в одной из игр.

Компания, офис которой с поступлением Марка в Университет Южной Калифорнии переехал в комнату в общежитии, приносила юноше около полутора тысяч долларов в месяц. Этого вполне хватало на два главных увлечения Бениоффа – знания (Марк сам оплачивал образование) и автомобиля (студент купил себе «Тойоту Супра»). Благодаря своим способностям к программированию будущий глава Salesforce.com познакомился со Стивом Джобсом: в 1984 году он устроился на летнюю работу в Apple. «Работать в такой компании было все равно, что проводить каникулы в Диснейленде, только тебе еще и платили за это, – вспоминает Бениофф. – В холодильнике стояли свежевыжатые соки, в лобби – мотоцикл и массажные кресла. А энергия от расхаживавшего вокруг Джобса исходила такая, что мотивировала всех разработчиков без исключения. Именно от Стива я научился правилу «думать по-другому» и понял, что предприниматели могут поощрять революционные идеи и корпоративную культуру, отличную от общепринятой. Да у нас в Apple даже развевался пиратский флаг на крыше!».

В Apple же Марк Бениофф постиг азы обращения с покупателями. О том, как превратить клиента не просто в лояльного, но в настоящего адепта марки, здесь знали все. Вскоре ему подвелась еще более привлекательная возможность напрямую поработать с потребителями: Бениофф устроился в колл-центр софтверной компании Oracle. Поначалу новая работа казалась ему пустой тратой времени: искусному программисту с амбициями бизнесмена могло найтись лучшее применение, чем отвечать на звонки пользователей и продавать программное обеспечение по телефону. Бениофф, тем не менее, со своей

ственной ему энергичностью ушел в новое дело с головой и быстро обнаружил, что торговать у него получается не хуже, чем программировать.



В начале 1990-х годов Oracle была растущей компанией с двумя сотнями работников в штате; любой усердствующий мог напрямую перекинуться парой фраз с ее генеральным директором Ларри Эллисоном. Однажды в его почтовый ящик упало сообщение от недавно нанятого менеджера по продажам: в нем сотрудник Марк Бениофф представил бизнес-план развития продуктов Oracle для «Макинтошей». Недолго думая, Эллисон поставил его во главу Apple-подразделения компании. И не прогадал: успех Oracle отныне был неотделим от восходящей звезды Бениоффа. За несколько лет компания стала вторым в мире производителем софта, задышав в затылок Microsoft, а Бениофф взлетел по карьерной лестнице до должности старшего вице-президента, пересел из «Тойоты» в роскошный кабриолет «Феррари» и... уперся в потолок.

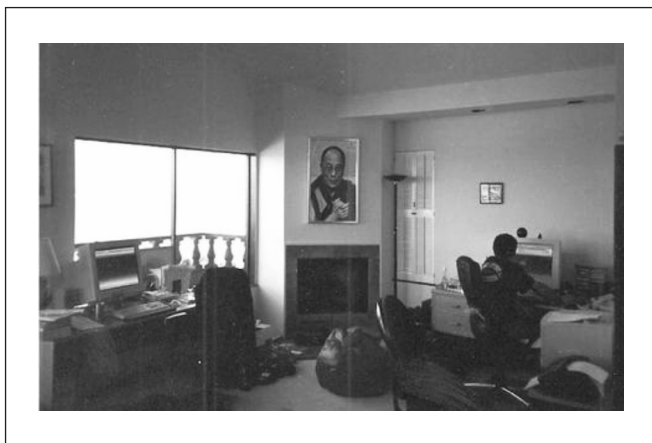
«Я почувствовал, что превращаюсь в офисный планктон», – так позднее мотивировал Бениофф свое внезапное решение уйти из Oracle. Но была и другая причина: топ-менеджера необыкновенно захватила идея развития виртуального программного обеспечения. Он понял, что софт может быть превращен во всесторонний сервис, который легко использовать в виде веб-сайтов – например, как Amazon.com. Увидев собственными глазами, что Amazon.com удалось изменить подход к покупкам, Бениофф уверовал в бесконечную силу Интернета. Джефф Безос, создатель «Амазона», вообще стал «музой» Марка: именно по его стопам и бизнес-модели впоследствии тот будет с нуля создавать свою будущую многомиллионную империю. С той лишь разницей, что первый офис Бениоффа будет располагаться в съемных апартаментах, а не в гараже, как в случае Безос. В 1998 году Бениофф еще не знал, как превратить простую и привлекательную идею в стартап. Он взял творческий отпуск, снял хижину на Гавайях и три месяца провел на побережье, загорая, попивая коктейли и плавая с дельфинами в океане. Еще два месяца Бениофф потратил на поездку в Индию и Тибет. С далай-ламой он поговорил о том, как важно оставаться на связи с другими людьми, со знаменитой «Обнимающей Святой» Аммачи – о необходимости найти свой путь и о том, что делать добро и строить бизнес можно одновременно. Годы спустя Бениофф вспоминал этот отдых от Oracle как один из самых плодотворных отрезков своей жизни – и советовал никогда не пренебрегать отпуском.

Рожденная революцией

Идея, которую вынашивал Бениофф в эти полгода, в конечном счете, перевернула софтверную индустрию с ног на голову. Революция уместилась в два емких слова: «Конец софту!» (The End of Software). Лозунг этот возглавил целое движение, к которому со временем присоединились и Microsoft, и Google, хотя поначалу софтверные гиганты вроде SAP восприняли его как дерзкую пощечину. Суть его заключается в попытке создать виртуальное программное обеспечение, которое было бы легче приобретать и проще использовать – без необходимости устанавливать на компьютер, осуществлять поддержку и постоянно обновлять.

Вместо многомиллионных контрактов на покупку программного обеспечения на дисковых носителях, установка которого в крупных корпорациях растягивалась на несколько месяцев, Бениофф предложил бизнес-клиентам элегантное решение «софт как услуга» (Software-as-a-Service) – «облачные» приложения, расположенные на виртуальных серверах и не требовавшие таких инвестиций, как классический программный продукт, обладающий «физической оболочкой». Гибкой и экономной была и система оплаты: покупатели могли платить за услугу по ежемесячной подписке, отдельно за каждого конкретного пользователя, и получали немедленный доступ к приложению отовсюду, где есть Интернет. Вопросы «Что продавать?» тоже не стояло: Марк Бениофф считал, что лучше всего его модель сработает с CRM-системами, автоматизирующими взаимодействие с клиентами.

В марте 1999 года Бениофф нанял трех программистов, и через месяц черновик сайта новоиспеченной компании Salesforce.com был готов. Крохотный однокомнатный офис в Сан-Франциско расположился по соседству с квартирой самого Бениоффа: сетевые кабели тянулись из окон одних апартаментов в другие. Никакой секретности вокруг разработки первой «облачной» платформы не было. Напротив, к разработчикам толпой валили друзья, знакомые, коллеги, бывшие однокурсники...



Основатель компании справедливо полагал: чем больше откликов и обратной связи он получит, тем быстрее создаст идеальный продукт. Причем в поздних интервью Бениофф не скрывал, что копировал лучшее из уже существующих проектов – от Amazon.com и Yahoo до eBay – и переносил на шаблон для корпоративных клиентов. Деньги в проект вложил все тот же Ларри Эллисон; к его двум миллионам долларов Бениофф добавил все свои сбережения – еще шесть миллионов. К лету

платформу начали тестировать в рабочем режиме. Тогда же Бениофф окончательно ушел из Oracle (до этого он продолжал работать в компании на полставки) – впрочем, имея в запасе предложение Эллисона вернуться в любой момент.

Рождение Salesforce.com пришлось на самый пик бума доткомов. Вокруг пышными цветами распускались самые разные Интернет-компании, так что особого внимания стартап Бениоффа не привлекал (хотя The Wall Street Journal посвятил ему в июле материал с обложки). Тем не менее, он, согласно общей тенденции, тоже набирал обороты. «Это был классический стартап Силиконовой долины, – вспоминал Бениофф позднее, – с собакой в офисе и кучей молодых, энергичных людей в гавайских рубашках, которые целыми днями пили ликер и закусывали его крекерами. И «рванули» мы тоже по вполне обычной для того времени схеме». К сентябрю компания обзавелась первым клиентом, к ноябрю насчитывала около двадцати работников, львиную долю которых составляли специалисты по продажам. И переехала в новый офис на 750 квадратных метров, который особенно полюбился программистам: по длинному узкому коридору они приспособились гонять мячи клюшками для гольфа.

К февралю 2000 года портал Salesforce.com обзавелся двумя сотнями покупателей, но оборот компании пока оставался ничтожным, а прибыли не было вовсе. Бениофф же хотел широких жестов и громкого пиара – и затеял официальную вечеринку по поводу открытия бизнеса, даром, что потратить на нее пришлось около шестисот тысяч долларов. На празднование в снятом на вечер театре «Ридженси» пригласили более двух тысяч человек; гостей развлекали рокеры B-52s, клавесин и разряженные актеры в клетках. Сам Бениофф, стоя в парадной военной форме, пообещал собравшейся толпе, что через три года Salesforce вырастет в компанию стоимостью в сто миллионов долларов. «Мы станем последним и единственным доткомом», – в своем излюбленном провокационном стиле закончил он шоу.

Среди гостей был и Ларри Эллисон. Вечеринка в честь запуска платформы стала едва ли не последней публичной встречей Эллисона и Бениоффа, на которой они сохраняли дружеские отношения. Все изменилось, когда дело дошло до прямой конкуренции: в том же 2000 году Oracle запустила продажи продукта, аналогичного Salesforce.com. Удара в спину Бениофф простить так и не смог. Сегодня бывшие друзья, когда-то вместе бороздившие Средиземное море на яхте Эллисона, праздновавшие День благодарения и даже ходившие на двойные свидания, разговаривают друг с другом сквозь зубы. И до сих пор конфликтуют: на конференции Oracle OpenWorld Эллисон внезапно отменил выступление Бениоффа без объяснения причин. Тот, в свою очередь, не упустил возможности подколоть конкурента саркастическими высказываниями на собственной конференции, назвав Oracle «падальщиком» за то, что вся бизнес-стратегия компании в последние годы сводится к проглатыванию мелких игроков рынка.

Расставание Salesforce.com и Ларри Эллисона прошло некрасиво: глава Oracle отказался покидать совет директоров по доброй воле, настаивая на том, чтобы Бениофф уволил его. Это позволило бы Эллисону сохранить свою долю в компании и влиять в дальнейшем на ее будущее. Бениофф привлек прессу, и после скандала на первых полосах бизнес-изданий Эллисон пошел на попятную. Впрочем, Ларри стал первым в длинном списке руководителей, с которыми Бениофф не нашел общего языка. Спустя

полгода после неприятной истории с Oracle он повздорил с Джоном Диллоном, которого нанял на первое время на должность исполнительного директора. Диллон не желал мириться с огромными тратами Бениоффа на рекламу, пиар и административные расходы. По его прогнозам, при подобном уровне издержек компания могла обанкротиться уже к началу 2002 года. Проверить, сбился ли предсказанный им сценарий, Диллон так и не смог: в 2001 году Бениофф уволил его вместе с финансовым директором и рядом вице-президентов. С тех пор основатель компании оставляет кресла генерального директора и председателя совета директоров за собой.

Конкуренты сомневались в том, что экстравагантный руководитель сможет привести компанию к успеху в одиночку: Джон Диллон был взрослее, консервативнее и внушал доверие. Бениофф же приводил на собрания директоров инструктора по йоге, приходил в офис с любимым золотым ретривером Коа (он даже получил официальную штатную единицу – «главный директор по любви»), пренебрегал галстуком и пиджаком, все время появлялся в рубашках кричащих расцветок, а электронные письма подписывал гавайским «Алоха!». Бизнес-идеи он черпал из сомнительных источников, вроде некогда популярного рэпера Эмси Хаммера или дзен-буддистов из Киото. Проводить собеседования на вакансии Бениофф доверил своей девушке, которая даже не работала в Salesforce, а для консультаций с кадровиками пригласил знакомого раввина. И по-прежнему разбрасывался деньгами: за три года существования компании он потратил более двадцати миллионов долларов только на маркетинг. Учитывая, что вся эта сумма ушла на сувениры и промподукцию вроде шоколадок, печенья с предсказаниями и футболок, цифра для небольшого бизнеса выглядит астрономической.

Впрочем, Бениофф прекрасно сознавал свои сильные стороны и слабости. Он часто признавал, что всегда был генератором идей, а не менеджером, разбирающим операционные вопросы; стратегом, а не тактиком. Он четко видел цели, к которым должна идти компания, и потому не проиграл. Рекламные акции, на которые, на первый взгляд, тратились опрометчиво большие бюджеты, на самом деле произвели эффект разорвавшейся бомбы. Каждое появление Salesforce.com в печати сопровождалось если не скандалом, то какой-либо провокацией, большинство из которых действительно работало. Вместо того, чтобы убеждать клиентов в очевидных преимуществах своего продукта, его дешевизне и простоте использования, Бениофф начал продавать революцию. Она стартовала прямо с логотипа – слова «софт» в перечеркнутом красном круге. Любопытно, что понравился новый логотип и название телефонной линии сервиса 1-800-NO-SOFTWARE только самому Бениоффу. Половина сотрудников компании опасалась связывать Salesforce.com с негативным посылом, вторая половина указывала на некорректность лозунга: строго говоря, компания по-прежнему продавала и производила программное обеспечение, разница была только в том, каким образом оно попадало к конечным пользователям и как они его применяли.

В поддержку концепции борьбы с «ископаемыми» видами программного обеспечения Бениофф придумал рекламный макет, в котором реактивный истребитель, символизирующий Salesforce.com, таранит биглан: примерно так руководитель намечался сбить лидеров рынка.



И если поначалу это противостояние напоминало рывканы на мотике, то вскоре оно стало походить на борьбу Давида и Голиафа. Креативная команда Salesforce.com упражнялась в остроумии: однажды она наняла рикш на велосипедах, чтобы те подвозили участников конференции лидера CRM-рынка Siebel Systems от отелей до делового центра. Каждому посетителю конференции вручались на память пара пончиков и кружка кофе; надпись на кружке гласила: «Проснись, Siebel! Salesforce.com – разрушительная технология, которая медленно, но верно едет за своим CRM-призом».



Тот же самый трюк компания еще раз провернула на европейской конференции Siebel в Каннах, где оплатила такси от аэропорта всем участникам. Кстати говоря, Siebel эту гонку все-таки не выдержала: в 2006 году она была поглощена Oracle.

Но самой важной составляющей успеха Salesforce.com стал не изобретательный маркетинг, а сервис. По мнению Бениоффа, компания должна всеми силами добиваться того, чтобы ее клиенты превращались в ее же продавцов. Когда речь идет о продаже товаров по подписке, как это делается в Salesforce.com, плотная работа с покупателями до полного удовлетворения их запросов влияет не только на их лояльность, но и на то, будут ли они склонять знакомых к совершению аналогичной покупки. В штате компании даже существует специальная единица «менеджера по успешному взаимодействию с клиентами». Эти специалисты выясняют у существующих пользователей все скрытые недовольства, связанные с продук-

цией и обслуживанием, и бесплатно устраняют их. По данным независимого опроса 2010 года, удовлетворенность клиентов Salesforce держится на уровне 94 процентов.

Для удержания клиентов компания использует три основных метода: взаимодействие через веб-сайт, регулярные мероприятия для клиентов и Интернет-семинары. Кроме того, она широко применяет бесплатную пробную подписку. Психологически важным фактором для клиентов является то, что все покупатели обслуживаются с одинаковым вниманием и платят одну и ту же сумму за пользователя, вне зависимости от того, один аккаунт у клиента или тысяча. Разница есть только в уровне подписки и наборе функций, которые этот уровень предусматривает.

Постепенно Salesforce, изначально нацеленная на малый и средний бизнес, научилась продавать свои услуги и крупным корпорациям и институциям. Ее ценовая политика тоже стала более гибкой: сегодня, например, покупатель может оплатить подписку на год вперед и получить разнообразные скидки. Обслуживанием крупных корпораций занимаются целые команды профессиональных продавцов и разработчиков. По данным на 2010 год, доходы Salesforce.com равномерно распределяются между малым бизнесом, средними предприятиями и корпорациями вроде Dell, Avon, Starbucks и Google.

Краеугольным камнем стратегии Salesforce.com всегда было правило: сервис должен быть простым и быстрым, а не сложным и медленным. С первых дней компания предельно пристально следит, как именно ее приложения используются потребителями. Популярные функции и инструменты расширяются и улучшаются, а тем, что редко применялись на практике, внимания уделяется куда меньше. Выгоды от создания приложения, идеально подстроенного под клиента, куда больше, чем от негибкого программного обеспечения, из-за которого клиенту приходится менять свои привычки и методы работы.

Salesforce вообще поступает наперекор сложившейся практике больших корпораций: она обращена к клиентам, гибка, открыта к диалогу и не боится признавать свои ошибки. В конце 2005 года ее сайт несколько раз не справлялся с перегрузками и выходил из строя. На компанию обрушился вал критики со стороны журналистов и конкурентов; занервничали и новые покупатели. Реакция Salesforce.com была показательной. Вместо того, чтобы отказываться от комментариев о потенциальных проблемах или увещевать клиентов, обещая, что впредь подобного не случится, она открыла дополнительный сайт с информацией в режиме реального времени о нагрузке на серверы компании. «Будь более прозрачным – а клиенты ответят доверием и уважением», – резюмирует Бениофф.

Открытость, как часть философии компании, разумеется, отразилась и на ее технологических решениях. Один из главных продуктов Salesforce.com – платформа Force.com, созданная в качестве «стартовой площадки» для создания разнообразных приложений, главным образом независимыми внешними участниками. Еще до появления этой платформы компания экспериментировала с интерфейсом программирования приложений. Так Salesforce.com налаживала двустороннюю коммуникацию с программами сторонних разработчиков. Используя этот интерфейс, компании, к примеру, могли совмещать информацию о клиентах, хранимую на серверах Salesforce.com, с Google Maps, наглядно отображая местонахождение покупателей на карте. Однако позднее функционал этого интерфейса был значительно расширен. Создание платформы помогло разрешить одну из центральных проблем: потребителям требовалось

все больше приложений, а ресурсов на то, чтобы создавать их самостоятельно, у Salesforce.com не хватало. По словам Марка Бениоффа, благодаря Force.com компании удалось стать операционной системой для Интернета – тем же, чем Windows является для персональных компьютеров. Сегодня через Force.com осуществляется свыше 600 миллионов транзакций ежедневно.

Работала платформа просто: все желающие могли создавать приложения в онлайн, с использованием виртуальных серверов, а затем выставлять их в общем доступе для свободного или коммерческого использования. Сайт, куда разработчики могли загружать свои приложения в надежде, что их протестируют и, возможно, купят, получил название AppExchange. После запуска в 2005 году журнал BusinessWeek немедленно окрестил его «eBay для бизнес-приложений», а Forbes – «iTunes софта». К 2009 году, по оценкам Gartner Group, платформа Force.com насчитывала тысячу аккаунтов независимых пользователей, не считая десятков тысяч клиентов Salesforce.com, которые пользовались ей бесплатно в рамках своей основной подписки. Загруженные приложения решали самые разные задачи – от подсчитывания эффективности рекламы в Google до автоматического создания счет-фактур. Воодушевившись успехом AppExchange, компания вскоре запустила похожий сервис IdeaExchange для обмена не приложениями, а идеями. С его помощью потенциальные инвесторы могли отыскивать любопытные деловые предложения и превращать их в стартапы. «Облачные» CRM-платформы, Force.com и продукты для «социальных корпораций», такие, как упомянутый в начале статьи Chatter, – три кита, на которых строится будущее Salesforce.com.

С открытым сердцем

Интернет-бизнес изменил не только подход к маркетингу, продажам и взаимодействию с покупателями, но и всю стратегию расширения компании. Классическая схема роста корпорации подразумевает, что, прежде всего, нужно выстроить надежное дело на внутреннем рынке, а затем переходить к открытию международных подразделений. Редким счастливицам удавалось начинать глобальные операции уже через три-пять лет после основания бизнеса. Сегодня все поменялось. Компании, базирующиеся на изначально свободном от геополитики сетевом пространстве, обзаводятся иностранными покупателями едва ли не с первых дней работы. Но чтобы бизнес стал по-настоящему глобальным, нельзя ограничиваться банальным переводом сайта на несколько языков.

Свое шествие по планете Salesforce.com начала с Ирландии, куда Бениофф отправил корпоративную команду менеджеров по продажам; она создала базовую инфраструктуру для поддержки клиентов и разобралась в особенностях рынка. Работать через локальных партнеров компания не хотела, поскольку боялась, что они начнут завышать цены. На первых порах у «миссионеров» Salesforce, отправленных покорять зарубежные рынки, не было даже физического офиса: так как большинство договоров заключалось по телефону, а не при личных встречах, сотрудники работали прямо из своих квартир или отелей. Если встреча все-таки требовалась, компания арендовала конференц-зал или номер в престижном отеле. В итоге, ей удавалось сохранять успешный имидж, не тратя при этом ни цента на аренду офиса. Только обзаведясь критической массой клиентов, компания начинала нанимать

работников из числа местных жителей и подыскивать партнера, который мог бы обеспечить расширение локального бизнеса до нужного размера.

Такой подход оправдывал себя хотя бы тем, что изначально международные клиенты получали сервис «по американскому стандарту» из первых рук, а компании удалось точно и четко донести свои ценности до всех подразделений за границей. При этом, сталкиваясь с какой-либо особенностью местного рынка, Salesforce приходилось применять свою знаменитую гибкость. Так случилось, например, в Индии: на этом рынке «облачные» вычисления обладают существенным потенциалом. Дуг Фарбер, вице-президент по операциям в Азии и Тихоокеанском регионе, признает, что в Индии есть проблема с широкополосными каналами Интернета, однако, немедленно предлагает решение: «Мы разработали так называемый офлайн-сервис. Пользователь подключается к «облаку» с помощью своего коммуникатора или ноутбука. При этом информация в устройстве сохраняется и синхронизируется с сетью, когда это возможно. В общем, Salesforce.com способна найти механизмы того, как справиться с такими проблемами». Сегодня зарубежные продажи за пределами США приносят компании около трети выручки. Ее международные представительства работают в Европе, Азии, Австралии, Японии, а в Сингапуре и Токио она открыла крупные центры обработки данных.

Параллельно с появлением все большего числа флажков Salesforce на карте мира активно расширяется штат: только за последние несколько лет софтверный провайдер увеличил количество своих сотрудников на пятьдесят процентов – и угодил в сотню лучших работодателей по версии Forbes. Впрочем, не только за это. Компания Марка Бениоффа известна своими щедрыми чеками и бонусами: лучшие ее работники получают солидную прибавку к окладу, а всем остальным дважды в год выписывается 140-процентная премия. «Социальный пакет» Salesforce.com включает бесплатное посещение тренажерного зала, классы йоги, здоровое питание, билеты «Гавайских авиалиний» со скидкой, порой даже бесплатный массаж, например, при праздновании запуска нового продукта. Каждый менеджер по продажам, выбравший норму заказов за квартал, может отправиться в оплаченный трехдневный отпуск на двоих на Гавайские острова.

Впрочем, и пресса, и общество симпатизируют Salesforce.com не только за то, что ее руководитель способен удивлять и создавать повод для разговора двадцать четыре часа в сутки, а бизнес – развиваться по экспоненте, несмотря на финансовый кризис. Бениофф тратит огромные суммы не только на вечеринки с рок-звездами (на открытие конференции Salesforce он пригласил «Металлику»), но и на благотворительность: вместе со своей женой Линн он является одним из главных спонсоров общественных организаций Сан-Франциско. Только в прошлом году он пожертвовал местному медицинскому центру сто миллионов долларов на строительство специального госпиталя для женщин и детей, больных раком.

Благотворительностью Бениофф решил заниматься еще после знаменательной поездки в Индию в 1996 году. Вернувшись в Oracle, он уломал Ларри Эллисона на большой проект по бесплатной установке компьютеров и прокладке сетевых кабелей в бедных школах города. А в Salesforce.com благотворительность, по словам самого Бениоффа, была вживлена в ДНК компании с ее первых дней. Вдохновившись советом Эмси Хаммера, Бениофф одобрил модель «1–1–1»: один процент от акций ежегодно тратится на гранты и денежную поддержку

нуждающихся; один процент времени, то есть шесть дней в год, сотрудники компании посвящают волонтерской работе и благотворительным проектам; один процент прибыли отчисляется через специальный фонд Salesforce.com некоммерческим организациям.

Всеобщая социализация

Те, кто утверждает, что Salesforce.com – это на 99 процентов Марк Бениофф, не слишком далеки от правды. Бессменный руководитель компании – ее вдохновитель, философ, движущая сила, главный генератор идей и инноватор. Бениофф окружает себя подобными людьми: с прошлого года, к примеру, он не разлучается с Дрю Хьюстоном, 28-летним соучредителем «облачного» хранилища данных и файлообменника Dropbox. Стараниями капитана Salesforce.com он познакомился с рок-музыкантами Pearl Jam, заскочил на ужин к Бараку Обаме и был представлен губернатору Калифорнии Джерри Брауну. Бениофф объясняет свою «возню с молодежью» просто: в свои 46 лет он не может похвастаться тем, что вырос в эпоху Интернета, в то время как вся жизнь нынешних 20-30-летних «светлых голов» от него неотделима. Salesforce пытается использовать наработки Хьюстона для того, чтобы пользователям было интереснее и проще делиться софтом. «Моя работа – направлять Salesforce, – говорит Бениофф. – Я не могу сидеть в штаб-квартире и притворяться, будто я на связи. Мне нужно постоянно находиться в поисках талантов, нового поколения инноваций. Все, что мы используем сегодня, через несколько лет устареет. Никогда не стоит искать будущее в прошлом. Но в настоящем застревать тоже опасно».

По логике руководителя Salesforce, типичные «облачные» сервисы уже становятся вчерашним днем. «Сегодня» и «завтра» – за социальными корпорациями. А сервис Chatter – первый шаг компании к ним. Chatter – это программное обеспечение, имитирующее работу социальной сети внутри отдельно взятой корпорации. Такая социальная сеть позволяет работникам создавать группы проектов, ускорять бумажную работу внутри компании (например, заменяя служебные записки комментариями), рождать мозговые штурмы и убыстрять обсуждение каких-либо проблем. Идея Chatter пришла в голову Бениоффу еще пять лет назад, когда он впервые начал использовать Facebook не для частных целей, а в качестве собственного маркетингового аппарата. В конце 2008 года один из инженеров прислал ему скриншот того, как будет выглядеть новостная лента Facebook, «прикрученная» к приложениям Salesforce. Бениофф немедленно отрядил половину своих разработчиков на проект трансформации компании в социальную сеть. Целью номер один для него было сделать так, чтобы любую сделку могли видеть и комментировать группы сотрудников.

Эта идея, впрочем, показалась всем бесполезной фантазией и простым отвлечением от основной работы. К июню 2009 года о неудаче с Chatter позабыли все, кроме Бениоффа: тот позвонил из своего бунгало на Гавайях и кричал на подчиненных целый час, не уступив даже Паркеру Харрису, соучредителю Salesforce и своему близкому другу. То кнутом, то пряником сервис все-таки был внедрен. В августе 2010 года Бениофф торжественно провел большое тестирование новой социальной сети. На ежегодном собрании совета директоров были установлены видеокamеры. Следить за ходом встречи и комментировать ее через Chatter смогли еще триста топ-менеджеров. Пару минут ни одна из камер не работала, и

долгосрочный проект, казалось, с треском провалился. Однако через мгновение подключился участник из Сингапура, а затем и сотрудники с половины земного шара, от Сан-Франциско до Сиднея. Сегодня наработки Chatter используют около ста тысяч компаний, причем для большинства из них программа бесплатна: таким образом, Salesforce пытается заполучить больше лояльных клиентов. Социализация, впрочем, по большому счету только началась: теперь Бениофф пытается убедить своих покупателей продвигать с помощью этой социальной сети собственные продукты – как это сделала та же «Тойота».

По словам Марка Бениоффа, благодаря force.com компании удалось стать операционной системой для Интернета – тем же, чем Windows является для персональных компьютеров.

В век, когда Facebook «съедает живьем» все прочие веб-каналы, не обращать внимания на социальный профиль своего потребителя – преступление для бизнеса, считает Марк Бениофф. Его логика прозрачна: как вы будете угождать своему покупателю, если вы не знаете, кто он и каковы его желания? Тем более при сегодняшней доступности технологий, позволяющих до мелочей проникнуться привычками и потребностями клиентов. «Только представьте: вы едете в Детройт и останавливаетесь в отеле, у которого высокий рейтинг в Yelp (популярном сервисе для оценки ресторанов, отелей, клубов и магазинов). Парень за регистрационной стойкой встречает вас с улыбкой: «Мистер Бениофф, мы так рады вас видеть! Наш генеральный директор прислал вам с курьером записку с благодарностью за то, что вы у нас остановились. И мы забронировали столик в ресторане, которым вы интересовались в Twitter». Правда, в действительности обычно бывает так, что ты берешь ключ на стойке, тащишься по лестнице с чемоданами на третий этаж и заходишь в комнату, где не горит ни единой лампочки». Такой историей Бениофф критикует всех, кто не видит возможностей социальной революции и не пользуется преимуществами CRM-решений, пополняя ряды клиентов Salesforce.com.

Что бы ни делал и ни говорил Марк Бениофф, в одном можно быть уверенным точно: о Salesforce мы услышим еще не раз. Это первая в своей нише компания, сумевшая преодолеть рубеж в один, а затем и в два миллиарда долларов дохода. Рынок, охватывающий концепцию «софт как услуга», растет вдвое быстрее классических бизнес-приложений. Аналитики MarketsandMarkets.com ожидают, что в целом рынок «облачных» вычислений вырастет втрое к 2015 году, составив 121 млрд долл. При этом оценки того, какую роль будет играть на рынке Salesforce.com через два-три года, разнятся до диаметрально противоположных. Кто-то утверждает, что неизбежны крупные перетряски рынка, в ходе которых Oracle уйдет в аутсайдеры, а ее место займут такие пылкие новички, как компания Бениоффа. Кто-то, напротив, уверен, что Oracle поглотит Salesforce. Третьи высказывают резкую критику того, как Бениофф распоряжается деньгами компании, и пророчат ей скорое банкротство. Впрочем, лучше всего на вопрос о перспективах компании отвечает человек, выстроивший ее с нуля: «Пережив крах доткомов и построив технологическую компанию, которая быстрее всех растет на фондовом рынке NYSE, я понял, что в сложные времена рынки более открыты к переменам. Сейчас наступило время невероятных возможностей. Остается лишь не упустить их».

blog.sfsolutions.ru
ibusiness.ru

ОБМЕН ОПЫТОМ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ «ОБЛАЧНЫХ» СЕРВИСОВ

Интервью с Григорием Корниловым, старшим сервис-менеджером Лаборатории Касперского. Григорий обеспечивает пользователей вычислительной инфраструктурой с использованием ресурсов облачных IaaS-провайдеров и отвечает за соответствие этого сервиса строгим корпоративным SLA.

Григорий расскажет нам об опыте использования IaaS и о том, как они пришли к решению использовать ресурсы внешнего облака.



KASPERSKY

– Григорий, как давно и при каких обстоятельствах Лаборатория Касперского обратила свое внимание на облачные сервисы?

– Использование «облачных» сервисов в инфраструктурной части началось 5 лет назад с небольшого проекта с компанией, которая построила для нас приватное «облако». Однако взаимодействие с этой компанией осуществлялось не столько как с сервис-провайдером, сколько как с компанией, которая разместила наше оборудование и поддерживала его без обязательств по функциональности среды виртуализации. Получилось, что мы купили оборудование, разместили его у сторонней компании, и она стала оператором нашего оборудования. Отсутствие формальной юридической ответственности за функциональность среды виртуализации сказывалось на отношении к нам и нашим запросам. Мотивация и скорость решения возникающих проблем нас не устраивали.

Это подвигло нас посмотреть в сторону сервис-провайдеров, т.е. тех компаний, которые при работе с нами будут понимать ширину своей зоны ответственности. На тот момент у нас ожидалось достаточно крупное расширение, и нам не хотелось увеличивать количество своих администраторов, покупать свое железо, покупать стойко-места. Мы сделали определенные оценки и поняли, что сервис-провайдер сделает лучшее или сопоставимое по стоимости предложение, а трудозатраты на развитие инфраструктуры будут минимальны. Также по опыту могу отметить, что сервисы обычно дешевле, а свои сотрудники, наоборот, дорожают. Таким образом, было решено использовать облачную инфраструктуру сервис-провайдера, четко регламентировав то, за что готовы отвечать мы, а за что должен отвечать сервис-провайдер.

– Вы рассматривали только российских облачных провайдеров или западных игроков в том числе?

– В первую очередь, мы, конечно, рассматривали российских представителей, так как нам требовалось организовать качественную сетевую связанность с нашей инфраструктурой. Изучив рынок, сертификации компаний, практику предоставления облачных сервисов, мы поняли,

что данный сегмент рынка IT услуг наиболее развит в Москве и Санкт-Петербурге.

Мы рассматривали нескольких европейских сервис-провайдеров, но значительных преимуществ для себя не обнаружили. Кроме того, при размещении за рубежом появляются вопросы по сетевой связанности, по быстродействию, а по менталитету, по разнице во времени, когда третья линия специалистов находится в другой временной зоне. Все эти факторы могли негативно сказаться на уровне поддержки сервиса. Потому предпочтение было отдано именно российскому сервис-провайдеру. Что касается стоимости, то я бы не сказал, что сервисы на западе существенно выгоднее.

– Григорий, с чем связана тенденция удорожания стоимости своих сотрудников?

– Держать в своем штате сотрудников, которые поддерживали бы решение самостоятельно, проблематично. Это специалисты очень высокого уровня. Критически важной задачей нашей компании является поддержка бизнес-процесса выпуска обновлений, который должен работать 24/7. Получается, что нам надо было бы вкладываться в круглосуточную службу поддержки, в том числе в высококлассных специалистов. А уж стоимость высококлассных специалистов в Москве только растет.

– Рассматривали ли вы услугу аренды выделенных физических серверов? В Интернете по-прежнему ходит очень много споров и сравнений аренды облачных и dedicated серверов.

– Мы не рассматривали вариант dedicated серверов, потому что у нас основные затраты уходят на системных администраторов, которые работают не с серверами, а с программным обеспечением виртуализации. Это самые дорогие специалисты. Поэтому, если и пользоваться услугами стороннего сервис-провайдера, то уж точно включая администрирование виртуальной среды.

У нас есть достаточный опыт аренды стойко-мест, приобретения оборудования и его эксплуатации. Мы знаем, какая линия поддержки сколько стоит. Оставить самую ценную часть себе – все равно, что не сделать шаг в направлении

сервиса. Обычно действительно серьезные проблемы случаются не с оборудованием, которое задублировано и по юнитам, и по составляющим элементам. Поэтому отдавать сервис-провайдеру только хостинг – неэффективно.

– Григорий, при рассмотрении облачных провайдеров на какие параметры вы обращали внимание?

– Мы сформировали свое видение сервиса, который мы хотим получить. Сразу отметили провайдеров, которые были не согласны с нашим SLA (например, запрошенными штрафными санкциями) или с распределением зон ответственности, которое мы ожидали. Также мы отметили сервис-провайдеров, которые были не согласны с нами по техническим моментам. Наши пользователи привыкли работать с определенным инструментарием в рамках нашей собственной инфраструктуры, в связи с чем, мы выдвинули требование к провайдеру предоставить идентичный инструментарий для работы с облаком. Это основные моменты.

– Много ли сервис-провайдеров отказалось, увидев ваш SLA?

– Из восьми один отказался, его не устраивал запрошенный нами инструментарий и требуемый SLA.

– О каком инструментарии идет речь?

– Нам необходим доступ к управлению ресурсными пулами и виртуальными машинами напрямую в VMware vCenter. Мы определили, что сервис-провайдер будет ответственен за общую среду виртуализации, а нам будет предоставлять урезанные административные права на конкретные ресурсные пулы, чтобы наши администраторы самостоятельно создавали новые машины, подключали, выключали. Отказавшийся сервис-провайдер настаивал на использовании VMware vCloud Director, управление через который существенно отличается от уже используемого нами vCenter.

– Я правильно понимаю, что вы рассматривали только тех сервис-провайдеров, которые также используют VMware?

– Да. Наши администраторы, которые работают с виртуальными машинами (не поддерживают виртуализацию, а именно работают с виртуальными машинами), привыкли работать с vCenter. Переучивать их на другой интерфейс, заставлять работать в различных средах – это дополнительные и ненужные затраты.

– Григорий, насколько глубоко вы изучали провайдеров? Проверяли ли вы реальное соответствие возможностей выполнить заявленный SLA?

– Изучение провайдеров мы начинали с проверки наличия их сертификации у вендора, смотрели каким партнерским статусом они обладают. Смотрели качество дата-центров, на базе которых будет реализован сервис, изучали опыт работы сервис-провайдера с решениями VMware.

Очень важным моментом для нас была компетенция сервис-провайдера по системам хранения данных, на наш взгляд, это самая сложная вещь в инфраструктуре. Выход из строя сервера приводит к небольшому даунтайму части виртуальных машин, потому что среда виртуализации перезапустит их на резервных серверах. А выход из строя хранилища может «положить» практически все виртуальные сервера сразу. Бывают случаи,

когда неправильно установленное программное обеспечение может привести к недоступности всего хранилища.

Обычно используется одна система хранения данных, полностью задублированная и отказоустойчивая в конфигурации от производителя. В этом случае крайне важна компетенция сотрудников, которые управляют и обслуживают данное хранилище. Причем недостаточно статуса, подтверждающего большие объемы продаж системы хранения данных в целом. Необходимо, чтобы были именно сертификаты для администраторов хранилища.

– Обращали ли вы внимание на уровень хранилища, его конфигурацию, типы дисков?

– Да, мы требовали систему хранения данных не менее чем Mid-range уровня. Чтобы любые операционные работы по обновлению хранилища проводились без какого-либо даунтайма. Это было нашим обязательным условием.

Исходя из собственной практики использования системы хранения данных, мы уже заранее знали, какая нам примерно нужна конфигурация дисковой подсистемы. Это мы тоже определили как требование. Сервис-провайдеры со своей стороны предлагали дополнительные бенефиты (кэши, твердотельные диски).

– Какие задачи были вынесены вами в облако?

– В нашей компании есть бизнес-процесс выпуска обновлений модулей и антивирусных баз наших антивирусных продуктов. Этот процесс критичен, 24x7 постоянно работающий конвейер, гарантирующий, что обновление протестировано на всех поддерживаемых платформах и вовремя предоставлено нашим пользователям.

– Весь штат специалистов, выпускающих эти обновления, работает в круглосуточном режиме?

– Да, в процессе задействованы круглосуточные службы системных администраторов, разработчиков и вирусных аналитиков. Если бы этот процесс приостановился, то наши продукты стали бы менее качественно обеспечивать антивирусную защиту, а этого нельзя допустить.

– Как выглядит процесс запроса ресурсов для вашего внутреннего заказчика?

– Для внутреннего пользователя нет принципиальной разницы, откуда он получит необходимые ресурсы. Пользователь может отправить запрос в нашу внутреннюю службу ИТ поддержки на расширение какого-то ресурсного пула или на создание нового ресурсного пула. Пользователь знает, что бюджет, который компания наша заплатит за ресурсные пулы, потом будет классифицирован по пользователю и будет проведен внутренний биллинг.

Отмечу также, что внутренний пользователь предупрежден, что определенный уровень расширения ресурсов требует определенного времени. Обратиться же к внешнему сервис-провайдеру за дополнительными ресурсами может только согласованное контактное лицо.

– Насколько жесткие значения параметров вы включили в SLA сервис-провайдера?

– Мы исходили из того, что SLA с внешним сервис-провайдером должен быть строже, чем наш SLA перед нашими внутренними пользователями.

2 часа – это максимальный простой, который мы допускаем для сервис-провайдера, с учетом того, что у нас это не единственная среда. Есть собственная вычислительная мощность, которая может компенсировать риски, связанные с даунтаймом.

Если простой составит больше двух часов, то уже идут штрафные санкции. Штраф в размере оплаты 100 % стоимости за месяц достигается при простое сервиса более двух суток.

– Подводили ли вы промежуточные итоги работы вашей инфраструктуры в облаке?

– Безусловно, подводили. Мы собрали статистику по доступности сервиса и обсудили ее с нашим внутренним бизнес-заказчиком. Качество сервиса было оценено на твердую пятерку. Единственным пожеланием было реализовать сервис от второго провайдера с таким же качеством, чтобы уменьшить зависимость от одного сервис-провайдера.

– Каким образом вы измеряете доступность сервиса? Используете ли какие-нибудь средства мониторинга?

– Безусловно, доступность сервиса контролируется нашими системами мониторинга, посредством их мы отчитываемся перед внутренним заказчиком. Проблемы могут возникнуть не только у сервис-провайдера, но и на стыке инфраструктур или на нашей стороне. Стоит отметить, что наш внутренний SLA более широк, чем SLA сервис-провайдера.

– Планируете ли вы перенос в облако других сервисов?

– Сейчас таких планов у нас нет. Отмечу, что собственная инфраструктура, скорее всего, у нас и останется. Нам

необходима внутренняя компетенция и минимальный уровень независимости.

– Выдвигали ли вы дополнительные требования к сервис-провайдеру, о которых мы еще не говорили?

– Да, например, интеграция систем сервис-деск. Нас не устраивал вариант, при котором кто-то должен куда-то зайти и что-то сделать, чтобы завести заявку. Мы определили требование по реализации интеграции IT сервис-деск систем на основе обмена e-мэйл сообщениями определенного формата.

Пользователь обращается в IT сервис-деск нашей компании. В нашей системе специалист службы поддержки назначает заявку на определенную группу. Автоматически при этом сервис-провайдеру отправляется запрос на согласованный почтовый ящик. Сервис-провайдер отвечает в определенном формате, чтобы его ответ привязывался к изначальной заявке в нашей системе IT сервис-деск и сразу же был виден нашему пользователю. Таким образом, мы ускоряем взаимодействие сервис-провайдера и пользователя, уменьшаем нагрузку на первую линию нашей службы поддержки.

– Григорий, какой совет вы можете дать коллегам из других компаний, которые сейчас задумываются об использовании облаков?

– В первую очередь, нужно согласовать со своей службой безопасности то, какие данные вы хотите отдать на сторону сервис-провайдера. Служба безопасности определит, что можно отдавать и что нельзя. Мы такую оценку рисков проводили и ввели определенное ограничение на использование данного сервиса.

*Интервью брал Сергей Чуканов,
директор по развитию компании ИТ-ГРАД
www.it-grad.ru*

Контрактное производство электроники



Группа компаний Rainbow состоит из нескольких компаний, расположенных в Российской Федерации, Украине и Республике Беларусь, имеющих огромный опыт разработки и производства электроники.

Компания «Элконтракт» входит в Rainbow Group of Companies, расположена в Беларуси, выполняет все основные технологические операции по контрактному производству электроники:

- ручной монтаж DIP-компонентов;
- поверхностный монтаж на системах для автоматической установки smd-компонентов;
- нанесение паяльной пасты с использованием специальных трафаретных установок;
- пайка плат с использованием полно-конвекционных конвейерных печей с электронным поддержанием температурных профилей пайки;
- оптический контроль готовых изделий после монтажа;
- отмывка печатных плат после монтажа при помощи УЗ-ванн с последующей сушкой или использованием безотмывочных паяльных материалов;
- наладка и регулировка готовых изделий согласно программам и методикам заказчика;
- изготовление кабельной продукции;
- сборка изделий в корпуса;
- упаковка готовых изделий в соответствии с требованиями КД заказчиков в картонную гофротару.

Комплексная подготовка производства электроники производится нами на всех этапах, от технологического контроля КД, разработки техпроцессов изготовления изделий и до изготовления трафаретов и специальной оснастки. При необходимости мы готовы поставить комплектующие изделия для электронных плат, включая печатные платы, то есть полностью укомплектовать и изготовить изделие.

Опыт и современное оборудование позволяют нам давать безусловную гарантию на свои работы.

rainbow.by, elcontract.com

211440, Республика Беларусь, Витебская область,
г. Новополоцк, проезд Заводской, д.24, оф.8,

тел.: 8-0214-55-05-42, тел./факс: 8-0214-55-17-91,
elcontract@gmail.com, smd@rainbow.by

«ОБЛАЧНЫЙ» СЕРВИС: МОДНЫЙ ТРЕНД ИЛИ ТЕХНОЛОГИЯ БУДУЩЕГО?

Уже через год на белорусском рынке появятся надежные «облачные» решения, что делает эту технологию по-настоящему массовой и доступной.

Несмотря на то, что термин «облачные технологии» вошел в лексикон довольно давно, далеко не все представляют, что он означает на самом деле. В самом простом варианте – это технология, которая позволяет перенести программное обеспечение, которое обычно устанавливается на персональный компьютер, в Интернет. Не всем известно и то, что «облака» уже вошли в нашу повседневную жизнь, и давно используются в бизнесе. Электронная почта, Facebook, сетевой набор стандартных офисных инструментов Microsoft Office 365 – все это примеры облачных технологий. Так что фактически «облако» – просто модное название обычного удаленного доступа к хостингу.

Типичный пример того, как облачные технологии используются в быту – обычное... такси. Когда мы делаем заказ, девушка-оператор еще до того, как мы успели представиться, может узнать не только на чье имя и по какому адресу прислать машину, но и маршрут ее движения. Всю эту информацию она получает из базы данных, которая хранится на сервере службы, размещенном в Интернете.

Государственный интерес

Новое электронное социальное общество – уже реальность. Но, разумеется, просто доступа в Интернет для развития облачных технологий недостаточно. Основной ограничивающий фактор – надежность связи. «Облака» требуют наличия постоянного высокоскоростного соединения, мощных центров обработки данных, возможности предоставления пользователям шифрованных каналов и так далее. Учитывая, что в белорусской глубинке некоторые предприятия до сих пор используют dial-up, а 3G-покрытие мобильных операторов не охватывает всю территорию страны, становится ясно, что до массового внедрения облачных технологий в Беларуси пока далеко. Хотя кое-что «попробовать» можно уже сейчас.

Как и любая другая революционная IT-технология, облачные вычисления были бы невозможны без предварительной разработки и удешевления целого ряда других технологий. Причем, один из ключевых факторов – уровень проникновения высокоскоростного Интернета. Специалисты говорят, что сетевые сервисы начинают приносить экономическую отдачу, если к ним есть доступ как минимум у четверти населения. Если рассматривать феномен облачных технологий в мировом масштабе, то можно вспомнить, что еще 5–7 лет назад сам термин cloud computing только обсуждался на закрытых IT-конференциях. Доступ в Глобальную сеть тогда имели не более 1,5–2 % жителей планеты. Сейчас доля Интернет-пользователей во всем мире перевалила за 30 %, а облачные технологии – уже не столько «интересная», сколько выгодная и полезная технология.

Для граждан переход на облачные технологии означает, в первую очередь, более простую и удобную модель

доступа ко всевозможным сервисам. Пусть и не самый удобный, но самый наглядный пример – Единый портал электронных услуг (portal.gov.by) – своего рода электронное «одно окно». Гражданин размещает здесь заявку на необходимую ему выписку или справку и больше от него ничего не требуется – специалистам соответствующего министерства заказ передадут без его участия.

В свою очередь, государство оптимизирует расходы на содержание бюрократического аппарата и получает дополнительные возможности для контроля. Надежность и защищенность такой системы многократно повышается, ведь избежать злоупотреблений на уровне одного «облака» гораздо проще, чем проверять добросовестность работы тысяч отдельно взятых чиновников. Резервное копирование, отказоустойчивость системы также перестает быть головной болью для IT-отделов министерств и ведомств – за все отвечает провайдер.

Коммерческая выгода

Для бизнеса переход на облачные технологии означает, прежде всего, перенос документооборота в Интернет. Исчезают проблемы, которые раньше решались организацией терминального доступа или распределенных баз данных. «Облако» позволяет объединить разрозненные подразделения в единый организм. Ведущие производители софта уже предоставляют версии своих продуктов с возможностью организации «облака». Например, самая популярная в Беларуси (уровень проникновения – более 80 %) система автоматизации «1С» может быть легко перенесена на удаленный сервер. Буквально все – бухгалтерские программы, электронные таблицы, системы управления... Если раньше кладовщику отдельно стоящего склада было необходимо устанавливать персональную версию пакета «1С», то теперь для доступа к «1С:Склад» достаточно, чтобы у него был выход в Интернет. В Беларуси уже тестируется версия пакета «1С:Предприятие», предназначенная исключительно для работы в облаках (<http://1cfresh.com>).

Облака позволяют стандартизировать отчетность, сэкономить на технике и обслуживающих ее специалистах, но главное – более оперативно реагировать на ситуацию, которая складывается на рынке. В силу этих обстоятельств, специалисты прогнозируют, что в процессе внедрения облачных технологий именно коммерческие компании будут играть ведущую роль. Показательно, что на одном из недавних семинаров, посвященных этой проблеме, активно задавали вопросы представители коммерческих банков. Кстати, на финансовую сферу делают акцент и в компании «Софтклуб» – осенью этот крупный белорусский IT-разработчик планирует представить ориентированный на банки облачный сервис собственной разработки.

В целом, эксперты «Дела» отмечают, что коммерческие предприятия Беларуси давно интересуются перспективами и возможностями облачных технологий. Есть, конечно, и скептики, которые обращают внимание на неразвитость инфраструктуры, недостаток гарантий

конфиденциальности размещаемой в «облаках» информации и надежности каналов связи. Последний момент особенно важен: если государственная организация легко переживет несколько часов «технических работ», то для бизнеса подобная задержка может оказаться губительной. Незаклученный вовремя контракт, запаздывание с реагированием на изменившееся положение дел на рынке могут при определенных обстоятельствах легко перевесить выгоды от использования облачных систем.

– На мой взгляд, сегодня самая перспективная ниша облачных вычислений в Беларуси – «частное облако», – считает Валерий Бирин, директор отделения систем управления Группы компаний IBA. – Т.е., когда сервис разворачивается в пределах одной организации. В качестве примера компании, которая идет в ногу со временем, я могу привести БПС-Сбербанк. Не так давно здесь с участием IBA и компании «Авест» было реализовано использование электронной цифровой подписи на планшетах iPad. Это дает возможность сотрудникам без использования конференц-залов проводить совещания, принимать решения и при этом быть мобильными. Для полноты картины добавлю, что примерно 80–90 % сотрудников банка могут читать корпоративную почту по защищенным каналам связи со своих телефонов посредством клиента IBMTraveller.

Впереди паровоза

Оценить объем рынка облачных технологий в Беларуси пока довольно сложно: во многом его еще предстоит сформировать производителям сервисов. Можно сказать, что пока эта идея бежит впереди паровоза. Аналитики рынка и сами разработчики сходятся в том, что понадобится еще как минимум год, прежде чем на рынке появится надежное решение, которое сможет удовлетворить запросы и государственных, и коммерческих компаний. Причем, успешность внедрения в жизнь облачных технологий во многом будет зависеть от государства. В частности, от его возможностей по обеспечению линий связи, созданию единого «корневого» центра доступа, введению стандартизированного электронного документооборота. Последний момент необходимо еще и закрепить на законодательном уровне. Сейчас ситуацию с электронными документами можно охарактеризовать, как «промежточную» – они уже есть, но их обращение ограничено внутренним «пространством» компаний и госорганов, банковской сферой. Уже сейчас бизнес, который первым реагирует на высокотехнологичные новации, ощущает необходимость иметь четкие правила: когда, где, как и в каких форматах могут использоваться электронные документы.

– Раз в несколько лет мы наблюдаем на IT-рынке «всплески», которые сопровождаются появлением совершенно уникальных новых технологий: Интернет, планшеты и др., – говорит Игорь Петрик, директор отделения систем электронного документооборота Группы компаний IBA. – «Облака» сегодня – модный тренд, которому мы, как IT-разработчики, должны соответствовать. Пока мы не знаем, насколько успешными окажутся новые технологии, но видим, что к нам приходят работать люди, прекрасно знакомые с сетевыми сервисами и социальными сетями. Им не нужно прививать новую философию. Наоборот, молодежь требует, чтобы ей предоставили инструмент,

с которым она может работать на привычном уровне. Возможно, им станет «Облачный канцлер» – наша разработка, основанная на технологии IMBXPages. Она является попыткой объединить требования, предъявляемые к облачным технологиям предприятиями государственного и частного сектора.

Облачные технологии: плюсы и минусы с точки зрения бизнеса

Плюсы:

- существенная экономия на инфраструктуре (персонал, сервер, арендуемая площадь и др.);
- возможность доступа из любой точки мира (города или предприятия);
- стандартизация документооборота (фактически все пользуются одной и той же версией ПО);
- гибкость и масштабируемость системы, возможность покупать тот тарифный план, который нужен в данный момент.

Минусы:

- необходимость передачи конфиденциальной информации третьим лицам;
- вероятность отключения сервиса в результате форс-мажорных обстоятельств (атака хакеров, стихийное бедствие, блокировка канала связи и др.).

Евгений Ерошенко,
delo.by



тел. +375 17 287 85 66
факс +375 17 287 85 65
тел. моб. +375 29 684 43 09
220068, г. Минск, ул. Некрасова, 114,
оф. 238, 2 этаж, e-mail: info@belplata.by

Разработка и поставка печатных плат:
любой класс точности, широкий спектр покрытий, изготовление образцов от 5 дней.

Поставка фотошаблонов

Поставка трафаретов:
из нержавеющей стали и латуни.

Материалы для печатных плат:
защитные маски, маркировочные краски, фоторезисты, паяльные пасты.

Поставка изделий из феррита:
любые виды сердечников CI, EE, EEM, EP, EER, ETD, EC, EF, ED, EFD, EI, EPO, EPX, EPC и т.д.

Поставка электронных компонентов:
STMicroelectronics, NXP Semiconductors, Vishay, Holtek Semiconductor.

www.belplata.by

УНП 190533632

ОБЗОР ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В РЕГИОНАХ МИРА

Облачные вычисления являются одним из наиболее популярных направлений развития инфокоммуникационной отрасли. По всему миру операторы связи развертывают вычислительные платформы для предоставления облачных сервисов крупным корпорациям, компаниям малого и среднего бизнеса и частным пользователям.

США

Лидерами на мировом рынке облачных технологий являются американские компании, такие как IBM, Microsoft, Google, HP, AT&T.

Облачные вычисления широко применяются федеральными службами и государственными учреждениями США, однако, намечается тенденция на оптимизацию ресурсов, используемых с этой целью, – сокращение числа ЦОД, а также усиление мер по информационной безопасности.

Ежегодно правительство США тратит на ИТ около 76 млрд долл., используя и поддерживая более 10 000 различных информационных систем в госсекторе.

В сентябре 2009 года Федеральный совет СТО США объявил о Федеральной Правительственной Инициативе Облачных Вычислений (Federal Government's Cloud Computing Initiative).

В 2010 году в США насчитывалось 4 крупных «облачных проекта» для госструктур. В сентябре 2009 года свет увидел магазин Интернет-сервисов для госучреждений Apps.gov, который построен на закрытых технологиях, предоставленных компанией Google и другими крупными игроками рынка облачных вычислений. В нем представлено более 60 SaaS-продуктов, относящихся к CRM, ERP, BI, офисным и организационным приложениям.

В мае 2010 года множество правительственных сайтов США, включая USA.gov, было размещено на различных облачных платформах, предоставляемых разными провайдерами, для целей гибкого наращивания вычислительных мощностей в случае возникновения пиковых нагрузок.

В бюджетном послании Президента США Барака Обамы на 2011 год облачные вычисления были заявлены как основная часть стратегии для достижения эффективных и действенных технологий. Федеральные ведомства должны переходить на облачные вычисления для совершенствования оказания ИТ-услуг. Служба управления и бюджета (OMB) администрации Президента США предложила всем госучреждениям, в части финансового бюджетного процесса 2011 года, провести оценку альтернативных вариантов облачных вычислений в рамках своих бюджетных мест во всех основных инвестициях в ИТ.

В соответствии с предложением OMB в 2011 году был завершен анализ всех новых ИТ-проектов и всех крупных ИТ-инвестиций с точки зрения возможности применения облачных вычислений в качестве альтернативы. В 2012 году был проведен анализ всех текущих инвестиций в ИТ-решения, альтернативных облачным вычислениям. В 2013 году все инвестиции в ИТ в постоянном режиме должны анализироваться с точки зрения облачных вычислений.

За последние два года правительство США перевело на облачные технологии 382 центра обработки и передачи данных. При этом, административно-бюджетное управление при Президенте США только с августа по ноябрь 2012 года

на облачные технологии перевело 64 дата-центра. Согласно информации, размещенной на сайте Data.gov., к концу 2013 года на облачные технологии планировалось перевести еще 315 дата-центров. Также известно, что по состоянию на ноябрь 2012 года правительство США закрыло 318 дата-центров, построенных на традиционных технологиях. В целом административно-бюджетное управление к концу 2015 года планирует закрыть 40 % из 3100 существующих дата-центров для оптимизации затрат. Ожидается, что это позволит правительству США сэкономить 5 млрд долл.

Целью данного проекта является сокращение государственных расходов, модернизация существующих правительственных дата-центров и информационных систем.

Федеральный совет по надзору за финансовыми учреждениями (Federal Financial Institutions Examination Council, FFIEC), в задачи которого входит стандартизация федерального надзора над такого рода организациями, в конце августа 2012 года впервые опубликовал заявление о рисках для банков и других финансовых учреждений, связанных с переданными на аутсорсинг облачными вычислениями.

Руководство содержит три основных рекомендации:

- следует иметь представление о следующих областях риска: выбор поставщиков облачных платформ, менеджмент поставщиков облачных платформ, ответственность за аудит поставщиков, информационная безопасность, нормативно-правовые и прочие риски, а также планирование непрерывности деловой деятельности;

- не следует приносить безопасностью в жертву удобству и скорости;

- не нужно сомневаться, нужно решать связанные с рисками проблемы.

Профессионалам в области управления информационной безопасностью дан совет обратить внимание на ряд дополнительных проблем. Потенциальным пользователям публичных или гибридных облачных вычислений необходимо также принять во внимание такие вопросы, как время отклика при доступе к хранимым данным и ответственность поставщика за исполнение запретов на уничтожение документов и информации, за сотрудничество в реагировании на судебные приказы, запрещающие уничтожение, и на запросы регулирующих органов о предоставлении информации.

Япония

В Японии в рамках «Проекта создания цифровой Японии», названного «ИКТ-планом Хатоямы» (по имени министра) и реализуемого Министерством внутренних дел и связи, с апреля 2009 года реализуется проект создания массовой облачной инфраструктуры для госсектора под названием «Облако Касумигасеки (Kasumigaseki)» (рисунок 1).

Новая облачная инфраструктура будет построена до 2015 года. Цель проекта состоит в консолидации всех государственных ИТ-систем в единую облачную инфраструктуру для улучшения операционной эффективности и сокращения издержек.

«Облако Касумигасеки» позволит различным министерствам интегрировать и консолидировать вычислительное оборудование и создать единую платформу для коллективных

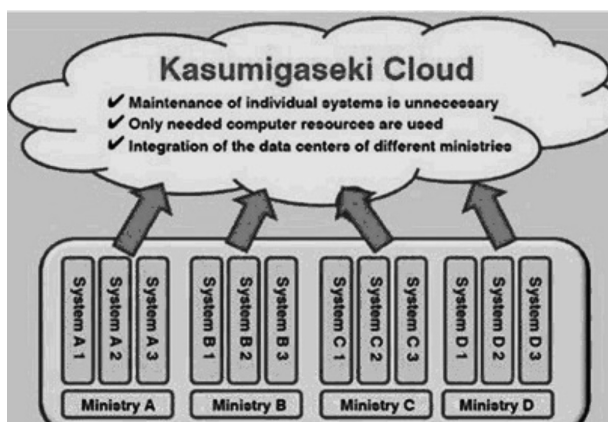


Рисунок 1 – Схематичное представление облачной инфраструктуры для госсектора Японии «Облако Касумигасеки»

услуг», – говорят в Министерстве внутренних дел и связи Японии. Там также надеются, что «Облако Касумигасеки» устранил потребности министерств самостоятельно поддерживать их ИТ-системы и позволит каждому из них только необходимые компьютерные ресурсы через облачную платформу. Частью «облачного проекта» будет являться созданный в его рамках новый «Национальный цифровой архив», предназначенный для оцифровки государственных документов и другой публичной информации, а также введены единые стандартные форматы и метаданные для улучшения публичного доступа к этим документам.

«Облако Касумигасеки» является частью плана из 9 инициатив министерства по стимулированию роста промышленности Японии.

ИКТ-рынок Японии в настоящее время имеет масштаб чуть менее 100 трлн иен. «Проект создания цифровой Японии» направлен на создание новых ИКТ рынков объемом в несколько триллионов иен, для создания порядка 300–400 тысяч новых рабочих мест в течение ближайших 3 лет. Правительство планирует также удвоить объем отрасли ИКТ в среднесрочной перспективе в течение 2015–2020 годов, т.е. создать новый рынок дополнительно на сумму в 100 трлн иен.

Китай

В Китае по состоянию на 2012 год не было единого общенационального облачного проекта, а среди локальных наиболее интересен проект под названием «Облачный компьютерный центр Желтой реки» (Yellow River Delta Cloud Computing Center), создаваемый в городе Дунъюн провинции Шаньдун, будущем гигантском мегаполисе, основанном в 1983 году как база для развития дельты Хуанхэ и нефтяного месторождения Шэнли. Проект предполагает создание «умного города» (Smarter City), где компьютерные технологии не только поддерживают функционирование гражданского общества, но и являются инфраструктурной основой для всего экономического развития. Дунъюн должен стать «городом цифровых инноваций». Здесь облако, построенное компанией IBM, должно способствовать преобразованию всего производственного комплекса – из традиционного промышленного экономического образца в комплекс, построенный на принципах сервисной экономики (services-based economy). Сначала Yellow River Delta Cloud

Computing Center станет платформой для разработки ПО, автоматизирующего нефтедобычу и всю цепочку поставок нефтепродуктов, на второй фазе будут созданы «умный аэропорт», «умные дороги», на третьей фазе облачные услуги распространятся на здравоохранение и коммунальные службы. Меньший по масштабам проект реализуется в городе Уси, что значит «нет олова», так был переименован город Юси после того, как были выработаны находившиеся здесь оловянные рудники. Взамен их в Уси создается «софтверный парк». Тоже построенный IBM, он должен предоставлять вычислительные ресурсы по заказу развивающимся компаниям.

Таиланд и Вьетнам

В Таиланде правительственное информационное агентство Government Information Technology Service реализует не столь грандиозную, как в Японии, облачную задачу и для начала перевело в «облако» электронную почту. Теперь в Таиланде внедряется модель SaaS, чтобы консолидировать ресурсы и сократить затраты.

Во Вьетнаме для разработки национальной облачной стратегии была привлечена лаборатория IBM Cloud Labs. Здесь же правительство видит в «облаке» путь для перевода страны на экономику, базирующуюся на услугах services-lead economy.

Бразилия

В конце 2011 года новая облачная зона Amazon Web Services стала доступной для бизнесменов и разработчиков программного обеспечения в Южной Америке.

Компания анонсировала запуск дата-центра, расположенного в Сан-Паулу. Теперь пользователям доступны такие сервисы, как Elastic Compute Cloud, Simple DB, Cloud Watch, Elastic Map Reduce, ранее запускаемые в дата-центрах за пределами континента, например, в Северной Америке, Европе или Азии, что заметно отражалось на скорости работы и передачи данных. Теперь же у них появилась возможность использовать все современные технические средства, которые расположены в Бразилии.

Бразилия стала уже восьмым регионом, где активно внедряются и используются облачные вычисления Amazon. Также состоялось открытие другой облачной зоны Amazon в Орегоне. Среди других регионов стоит отметить Японию, Ирландию, Сингапур.

Уже сейчас всеми преимуществами сервисов AWS готовы воспользоваться крупнейшие бразильские финансовые учреждения Orama, Peixe Urbano, Gol Airlines и множество других компаний.

Для упрощения использования интерфейс сервисов представлен на португальском языке. Так же существует возможность изменить его на испанский, французский или голландский языки.

Евросоюз

Целенаправленная политика Евросоюза в области развития рынка облачных решений приведет к тому, что расходы на публичные облачные сервисы в этом регионе вырастут с 35,2 млрд евро до 77,7 млрд евро к 2020 году по данным IDC.

Специалисты отмечают, что миграция в сторону новой ИТ-парадигмы будет иметь прямое влияние на экономический рост в Евросоюзе, а также создание новых рабочих мест. По мнению IDC, если правительство Евросоюза займет в отношении рынка облачных решений позицию невмешательства, то есть предо-

ставит ему возможность свободно развиваться, вклад этого рынка в ВВП Евросоюза к 2020 году составит 88 млрд евро.

Однако если власти Еврозоны выберут вариант более жесткого управления рынком, он сгенерирует до 250 млрд евро в ВВП региона к 2020 году, что на 162 млрд евро больше, чем в первом сценарии. Кумулятивный эффект, рассчитанный для первого и второго сценария на период с 2015 по 2020 год, составляет 357 млрд евро и 940 млрд евро, соответственно.

По данным IDC, основными барьерами для широкого проникновения облачных сервисов на европейском рынке остаются некоторые законодательные неопределенности, беспокойство потенциальных пользователей о возможном уровне безопасности сервисов, неочевидный для бизнеса экономический эффект от перехода на облачную модель.

Кроме того, в этот же ряд эксперты относят страхи пользователей касательно разницы облачных подходов у вендоров, прозрачности и контроля, гарантий доступа к данным. К этому стоит прибавить проблемы с локальной поддержкой, в том числе интерфейс на местном языке, низкая скорость Интернет-соединения в ряде регионов и другие факторы.

В IDC полагают, что для преодоления этих барьеров от Еврокомиссии потребуются конкретные меры. В частности, необходимо привести к единому знаменателю регулирующие нормативы в области защиты данных на территории всего Евросоюза, разработать общие стандарты для взаимодействия облачных систем, а также единые требования к защите данных для всех провайдеров безотносительно того, из какой именно они страны. Также потребуются общеевропейская сертификация облачных вендоров на предмет гарантий безопасности и защиты данных, которые они могут обеспечить.

По данным исследования компании IDC, треть западноевропейских розничных компаний планируют увеличить расходы на облачные сервисы более, чем на 25 %. По мнению экспертов IDC, текущий уровень адаптации cloud computing среди ритейлеров в Западной Европе достаточно низок, и, тем не менее, уже к 2014 году этот показатель увеличится на 300 %. Уже 61 % розничных торговых компаний региона были намерены инвестировать в «облака» в 2012 году, особенно это актуально для крупных компаний со штатом сотрудников более 500 человек. Объем выделяемых на облачные сервисы средств среди этой категории компаний не превышает 5 % от совокупных ИТ-бюджетов.

Что касается технологических трендов, то наиболее популярными будут облачные решения, предназначенные для социального взаимодействия, электронной коммерции, управления мерчендайзерами и контроля за цепочками поставок, отмечают в IDC.

Однако розничные компании в Западной Европе все еще сопротивляются использованию модели «публичного облака», в основном из соображений безопасности и трудностей с организацией «последней мили». Наиболее распространенной практикой является использование гибридных облачных моделей.

Основными драйверами роста потребления cloud computing в этой отрасли в ближайшем будущем станут вызовы, связанные с мультимедийным взаимодействием. Массовому проникновению облачных сервисов будет способствовать также формирование более широкой бизнес-практики по использованию «облака» и доступность таких примеров для сообщества.

В целом, по прогнозам IDC, инвестиции европейских ритейлеров в облачные решения значительно возрастут в ближайшие 2–5 лет.

Создание общеевропейской стратегии развития «облачных» вычислений будет способствовать организации действительно единого цифрового рынка в пределах ЕС. Стратегия European Cloud не должна вводить чрезмерные регуляторные правила – это ограничит инновации и рост. Ее задача – способствовать инновациям и стимулировать спрос, обеспечить доступ к рынку «облачных служб», повысить доверие к «облакам» и обеспечить безопасность их использования. Кроме того, пользователи должны иметь возможность легко менять сервис-провайдеров, для чего необходимо обеспечить возможность легкого переноса данных.

Сейчас крупнейшим потребителем ИТ-сервисов в Европе является государственный сектор – на него приходится около 20 % рынка. Дальнейший переход в «облако» в рамках стратегии European Cloud будет способствовать превращению сегмента «облачных» вычислений в зрелый рынок. Будут также пересмотрены политики безопасности и защиты данных с учетом потребностей «облака», изменена договорная практика, проведена стандартизация.

В опубликованном в декабре 2010 года отчете «Облачные дивиденды – 2011» Центр экономических и бизнес-исследований (CEBR) утверждает, что к 2015 году благодаря облачным вычислениям экономика развитых европейских стран будет получать дополнительно по 177,3 млрд евро в год. Отчет, подготовленный по заказу EMC, стал первой в своем роде оценкой значения освоения облачных вычислений на макроэкономическом уровне для пяти крупнейших экономик Европы.

Авторы отчета CEBR пришли к заключению, что если в Великобритании, Германии, Италии, Испании и Франции внедрение облачных технологий будет продолжаться ожидаемыми темпами, то к 2015 году они будут приносить экономике этих стран по 177,3 млрд евро в год. Важно отметить, что львиная доля этих средств, как показывает исследование, будет обеспечена за счет освоения частной и гибридной моделей облачных вычислений.

CEBR подсчитал, что годовой экономический эффект от облачных вычислений для ведущих европейских стран к 2015 году составит в млрд евро: Германия – 49,6; Франция – 37,4; Италия – 35,1; Великобритания – 30,0; Испания – 25,2. Полученные в итоге 177,3 млрд евро могут покрыть кредиты, предоставленные некоторым странам-должникам региона, таким, как Ирландия (85 млрд евро) и Греция (110 млрд евро), и помогут правительству Великобритании выполнить план сокращения государственных расходов на 95,7 млрд евро за четыре года, о котором оно недавно объявило.

CEBR считает, что облачные вычисления станут важным фактором экономического роста, конкурентоспособности и создания новых предприятий по всей еврозоне. Это подчеркивает значимость данной технологии для экономического восстановления региона, в частности, перед лицом растущей угрозы со стороны стран с развивающейся экономикой, которые традиционно получают выгоду от более интенсивной конкуренции.

Исследование сосредоточено на трех наиболее распространенных моделях облачных вычислений:

- «публичное облако», которое находится под контролем поставщика услуг;
- «частное облако», находящееся под контролем собственного ИТ-подразделения организации;
- «гибридное облако», которое представляет собой сочетание первых двух моделей.

CEBR прогнозирует, что к 2015 году 133 млрд евро, или 75 % от общего годового экономического эффекта в 177,3 млрд евро, придется на непубличные модели облачных вычислений. Модель «частного облака» позволяет убить сразу двух зайцев: организации получают динамичные, предоставляемые по требованию, самообслуживаемые и масштабируемые услуги облачных вычислений, но при этом контроль остается в руках ИТ-подразделения, так что требования безопасности и управляемости не нарушаются.

В процессе исследования CEBR обнаружил также, что «частное облако» внесет вклад в ускорение темпов развития и создания новых предприятий в размере 23,8 млрд евро. Результирующие косвенные и производные инвестиции и общие расходы создадут дополнительный спрос на товары и услуги, который, в свою очередь, увеличит валовую добавленную стоимость (ВДС) и степень занятости в экономике. CEBR прогнозирует, что до 2015 года косвенные экономические выгоды в результате дополнительной ВДС во всех пяти странах составят в совокупности 280 млрд евро (по 60 млрд в год) и что косвенная и индуцированная занятость в период между 2010 и 2015 годами может достичь 2,396 млн работников.

Франция

Французский рынок облачных приложений в 2010 году достиг 1,85 млрд евро, из которых 672 млн евро приходилось на предприятия малого и среднего бизнеса. Благодаря бурному росту этого рынка, его объем уже в 2012 году превысил 2 млрд евро: он составит, по оценкам компании Nexima, 6 % от всего французского рынка программного обеспечения и связанных услуг.

Лидерами в разработке облачных технологий и сервисов во Франции являются: Atos, CapGemini, Steria, Orange и SFR.

Компания Atos создала Yunano – это совместное предприятие с китайской компанией Ufida. Вместе они будут выпускать в режиме облачного сервиса программное обеспечение для управления, а также продавать связанные с этим услуги.

Компания Systancia – это французский производитель программного обеспечения, работающий в Эльзасе и в столичном регионе Иль-де-Франс. Она является одним из европейских лидеров по превращению пользовательских программ в облачные сервисы (виртуализация приложений и рабочего места).

Новые игроки, появляющиеся во Франции, входят на рынок, который предоставляет им условия, стимулирующие к развитию. Французское законодательство обеспечивает надежную защиту данных и их обработки; а законодательство относительно кодирования данных (L 2004-575 от 21/06/2004 и D 2007-663 от 2/05/2007) позволяет, в частности, принимать во внимание степень секретности данных, доверенных игроком.

Компания Joyent, расположенная в регионе Иль-де-Франс, начиная с 2010 года, предоставляет инфраструктуру услуг (IaaS) таким компаниям, как LinkedIn, Disney, CNN, Facebook, Yahoo или Vente-privee.com. Также она предоставляет платформы PaaS с открытым кодом для издательств, хостингов, или специализированных компаний (Dell, First service). Эта компания-стартап является пионером в области облачных приложений и она конкурирует с такими группами, как Amazon EC2 и Microsoft Azure. Компания Dell подписала в 2010 году соглашение с Joyent с тем, чтобы использовать ее приложение Smart Technologies. Это позволяет Dell предлагать клиентам облачные приложения под ключ с собственных серверов.

В 2011 году французское правительство провело первый конкурс на право выполнить научно-исследовательский проект в области облачных приложений в рамках «Программы инвестиций в будущее». Всего государственной поддержкой смогут воспользоваться пять проектов на сумму 19 млн евро:

- платформа программной инженерии (проект Cloud Force компании Orange Labs);
- носители приложений (проект Cloud Port компании Prologue);
- высокопроизводительный проект программной инфраструктуры (проект Magellan компании Bull);
- проект «облака» для сообществ (Nu@ge компании Non Stop Systems) и проект облачных приложений для заведений высшего образования (проект Univ Cloud компании INEO).

Интернет-сайт www.investirdanslenumerique.fr был создан Французской Ассоциацией производителей программного обеспечения (AFDEL), чтобы облегчить процедуру подачи документов на создание проекта.

Франция в настоящее время предлагает технологичным и инновационным предприятиям стимулирующую развитие атмосферу, в частности, в области облачных приложений.

Великобритания

Digital Britain («Цифровая Британия») – программа правительства Великобритании, направленная на обеспечение ведущих позиций Великобритании в глобальной цифровой экономике, утвержденная в декабре 2009 года. Основным элементом программы является создание «G-cloud» («Гособлако») – частной (закрытой) государственной облачной вычислительной инфраструктуры внутри страны, которая включает в себя сервисы IaaS, PaaS и SaaS. Для SaaS планируется создать правительственное хранилище прикладных программ (Government Application Store).

Цель проекта состоит в решении 6 правительственных задач:

- стандартизация и упрощение ПК для госчиновников;
- стандартизация сети;
- оптимизация использования государственных дата-центров;
- переход на открытый код, открытые стандарты;
- Green IT (сокращение энергопотребления и др. экологические выгоды);
- обеспечение информационной безопасности.

В дополнение к решению этих задач правительство ожидает, что G-cloud поможет улучшить:

- оказание коллективных услуг;
- надежность поставок и взаимодействие с поставщиками;
- профессионализацию государственного ИТ-персонала.

Стоимость программы – около 10 млрд долл., окончание – 2014 год, расчетная экономия государственного ИТ-бюджета составит по приблизительным расчетам 20 % в год (более 5 млрд долл. в год).

Германия

По некоторым оценкам, только в Германии облачные вычисления в ближайшие пять лет могут создать до 800 тыс. рабочих мест и принести экономике 200 млрд евро, что составляет порядка 500 евро на каждого жителя.

Новости Comnews.ru; Российская Бизнес-газета №876 (47); Ассоциация ARMA International; mirtelecom.ru; anti-malware.ru; cloudzone.ru; mobilecomm.ru

БЕЛОРУССКИЕ ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАПУСТИЛИ ЕРСПД И ОБЕЩАЮТ LTE В МИНСКЕ В 2015 ГОДУ

ООО «Белорусские облачные технологии» (beCloud) ввело в коммерческую эксплуатацию опорную сеть для Единой республиканской сети передачи данных (ЕРСПД).

Сеть проходит по 40 населенным пунктам Беларуси, в том числе, 6 областным и 34 районным центрам. В рамках создания сети было проложено 47 километров волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

Как отметил генеральный директор ООО «Белорусские облачные технологии» Сергей Поблагуев, цель создания ЕРСРД – обеспечение существующих игроков рынка необходимой инфраструктурой для развития своих сервисов. При этом beCloud является инфраструктурным оператором, который предоставляет технические возможности для операторов, работающих в сегменте b2c, развивать свои сервисы.

«Мы не идем на массовый рынок, а предлагаем операторам перейти от конкуренции услуг к конкуренции сервисов», – сказал С. Поблагуев.

Он отметил, что ранее барьером для развития для многих компаний, как сотовых операторов, так и Интернет-провайдеров, была дороговизна создания инфраструктуры. Сейчас они могут использовать уже созданные возможности и сконцентрироваться на своих сервисах.

В создание ЕРСРД было инвестировано около 20 млн долл., при этом общий объем инвестиций во все проекты Белорусских облачных технологий составит около 400 млн долл. Средства на начальный этап развития проекта были выделены из уставного фонда Белорусских облачных технологий.

Инфраструктурный оператор намерен активно сотрудничать с существующими провайдерами телекоммуникационных услуг и использовать их инфраструктурные возможности при желании операторов.

«Если оператор предоставит нам возможности своей инфраструктуры, он может рассчитывать, что он сам полу-



Планы по развитию сети DWDM



чит доступ к инфраструктуре других операторов, и в любом случае к нашей инфраструктуре», – сказал С. Поблагуев.

Отвечая на вопрос о модели сотрудничества с операторами b2c, С. Поблагуев отметил, что условия работы с операторами различны и гибки. Много зависит от степени вовлеченности инфраструктуры операторов в общую систему передачи данных.

До 2020 года ЕРСПД охватит каждый районный центр Беларуси. В своих планах по развитию в ближайшей перспективе beCloud во многом ориентируется на пожелания операторов.

Сейчас, по оценкам С. Поблагуева, рынок телекоммуникационных услуг стагнирует. Запуском ЕРСПД планируется его оживить.

«Желание развиваться есть у всех игроков, но главный барьер сейчас – это капитальные затраты», – отметил С. Поблагуев.

На базе ЕРСПД создается единая информационная сеть госорганов. В beCloud рассматривают этот проект, как «социальный». Однако он не требует значительных усилий со стороны оператора.

ЕРСПД станет основой и для развития в Беларуси связи по технологии LTE. По словам С. Поблагуева, ожидает-

ся, что в 2015 году сеть заработает в Минске. На данный момент, конкурсные документы на закупку оборудования готовы. Однако Белорусские облачные технологии пока не определились с формой проведения закупки оборудования для сети, и С. Поблагуев не исключает, что это может быть другая форма выбора поставщика.

Основой опорной сети является высокоскоростная магистральная сеть DWDM. Транспортная сеть DWDM представляет собой фундамент для мультисервисной сети IP/MPLS, созданной на основе IP-протоколов и способной предоставлять широкий спектр телекоммуникационных услуг, в том числе передачу голосового трафика. В декабре 2013 года введена в эксплуатацию подсистема телефонной коммутации (VOICE X), обеспечивающая обмен голосовым трафиком на междугороднем и международном уровнях. На сегодняшний день, около 50 % национального транзитного голосового трафика операторов сотовой подвижной связи Беларуси beCloud ежемесячно пропускает через свою сеть.

doingbusiness.by;

фотоисточник:

СООО «Белорусские облачные технологии»

ЭНЕРГЕТИКА. ЭКОЛОГИЯ. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. ЭЛЕКТРО 2014 / ENERGY EXPO



14–17 октября 2014 года в Минске (пр. Победителей 20/2, Футбольный манеж) проходил XIX Белорусский энергетический и экологический форум, который включал XIX Международную специализированную выставку «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (EnergyExpo) и XIX Белорусский энергетический и экологический конгресс.



В церемонии Официального открытия выставки приняли участие Первый заместитель Премьер-министра, Председатель оргкомитета Семашко В.И., Министр энергетики, Заместитель Председателя оргкомитета Потупчик В.Н., Заместитель Министра природных ресурсов и охраны окружающей среды Качановский И.М., Заместитель Министра жилищно-коммунального хозяйства Шагун А.В., Директор Немецкого энергетического агентства ДЕНА Ульрих Бентербуш, а также руководители органов государственного управления, представители дипломатических миссий, аккредитованных в Республике Беларусь, и зарубежные гости.

Цель проведения форума – смотр современных достижений науки, техники и технологий в сфере энергетики, энергосбережения, автоматизации, электроники, защиты окружающей среды, использования возобновляемых источников энергии. Ежегодно форум становится уникальным местом встреч энергетиков и экологов Беларуси и зарубежья, способствуя, тем самым, расширению сотрудничества, обмену передовыми научными разработками и инновационными проектами.



В рамках форума по решению Совета Министров Республики Беларусь состоялся III Белорусско-германский энергетический форум. В работе форума приняла участие делегация Федеративной Республики Германия, возглавляемая Директором Германского энергетического агентства ДЕНА Ульрихом Бентербушом.

В рамках форума был подписан ряд важных соглашений о сотрудничестве.



Выставка EnergyExpo традиционно с 1995 года привлекает внимание ведущих белорусских и мировых производителей оборудования, технологий и материалов для энергетики, экологии, энергосбережения и электротехники, и является одной из самых крупных по данной тематике в странах СНГ и Балтии.



В 2014 году на выставке была представлена продукция более 320 предприятий и организаций из 15 стран мира (Австрия, Беларусь, Германия, Италия, Китай, Литва, Польша, Россия, Турция, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, Швеция, Эстония). При этом пятая часть участников – иностранные экспоненты. В структуре экспозиции были предусмотрены отраслевые разделы Министерства энергетики, Министерства промышленности, Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, Министерства жилищно-коммунального хозяйства, Государственного комитета по науке и технологиям, Департамента по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации.



В выставке приняли участие ведущие предприятия энергетической отрасли Республики Беларусь: предприятия ГПО «Белэнерго» – ОАО «Белэнергоремналадка», РУП «Белэлектромонтажналадка», завод «Энергооборудование», РУП «Белоозерский энергомеханический завод» и другие. Со своей продукцией, известной как в нашей стране, так и за рубежом, познакомили предприятия и организации, входящие в состав ГПО «Белтопгаз»: НП РУП «Белгазтехника», РУП «Белгипрогаз», ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры».

Государственный комитет по науке и технологиям представил новейшие научно-исследовательские разработки белорусских ученых. Тематика энергосбережения получила свое отражение на стендах Департамента энергоэффективности Госстандарта и Министерства жилищно-коммунального хозяйства.



В числе постоянных участников выставки EnergyExpo такие крупные белорусские организации как ООО «Энергопромис», ООО «Белэлтика», группа компаний SIMATEK, группа компаний ФЭК, Завод электромонтажных изделий и многие другие.





СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИНАНСОВЫХ МОДЕЛЕЙ

И.Н. Сьюлжин, БГУ, г. Минск;

В.С. Кожух, ОИПИ НАН Беларуси, г. Минск

Аннотация

В работе предлагается методика выбора финансового инструмента на основе сравнительной оценки, базирующейся на элементах искусственного интеллекта.

Введение

Области применения искусственного интеллекта весьма широки. Самая распространенная и общеизвестная – это робототехника. Тем не менее, существуют и другие применения искусственного интеллекта. Помимо робототехники можно выделить системы имитации творческих процессов, решение игровых задач, имитацию человеческого мышления, интеллектуальные информационные системы для решения задач в предметной области и информационные системы, основанные на знании (экспертные системы) [1]. Именно последние очень часто применяются в финансовой сфере.

Финансовые модели

Численные методы активно применяются в финансовом анализе. В качестве одного из возможных применений можно назвать оценку текущей стоимости финансовых инструментов. Существует множество подходов к подобным расчетам, и крайне остро стоит проблема выбора лучшего для последующего внедрения. Несмотря на то, что основные методы большей частью унифицированы, в деталях зачастую нет ясности. Реализации этих методов скрыты от постороннего глаза, поэтому трудно говорить о преимуществе того или другого. В этой связи существует крайне актуальная проблема выбора подхода.

Исходя из текущих цен на производные финансовые активы, можно построить кривые доходности. Это кривые (рисунок 1), которые показывают планируемое изменение процентных ставок в будущем. Для их построения существуют различные методы, как общеизвестные, так и узкоспециальные, однако, все они основаны на анализе текущих котировок на инструменты. По этим кривым можно оценивать текущую стоимость производных ценных бумаг, которая позволяет определить, за сколько данные ценные бумаги могут быть проданы на сегодняшний день, в первую очередь, насколько они более или менее выгоднее тех, которые торгуются на бирже.

Аналогично производится построение кредитных кривых. Кредитные кривые (рисунок 2) отражают зависимость риска банкротства компании-контрагента от времени, или же вероятность выживания компании в каждый момент времени [1].

Как видно, обе представленные кривые монотонны, и чаще всего в результате расчетов получаются именно такими. Такими они бывают в жизни в периоды стабильного экономического роста или спада. Однако в случае кризиса возможны резкие скачки (рисунок 3), которые невозможно предсказать, причем скачки могут быть как вверх, так и вниз [2].

Для расчета возможного ущерба от подобных явлений применяются точечные или букетные сдвиги кривых. Они могут производиться двумя основными способами. Первый предполагает сдвиг точек уже построенной кривой доходности. В таком случае изменению подвергаются только конкретно те точки, сдвиг которых задан (рисунок 4).

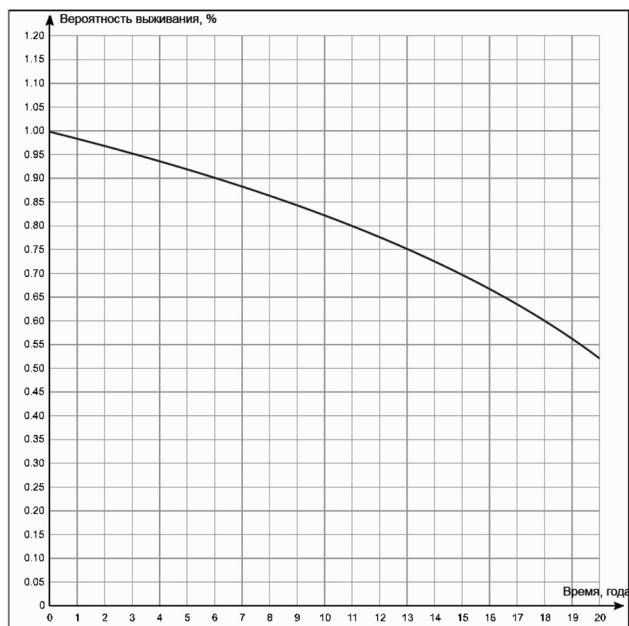


Рисунок 1 – Пример кривой доходности

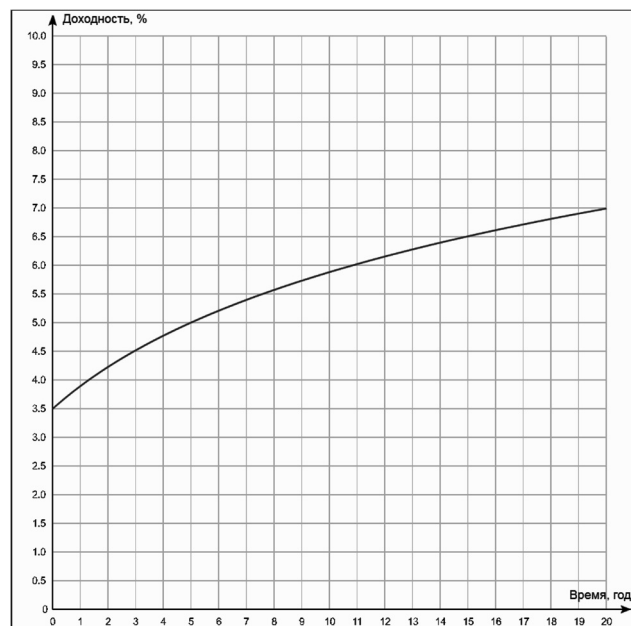


Рисунок 2 – Пример кредитной кривой

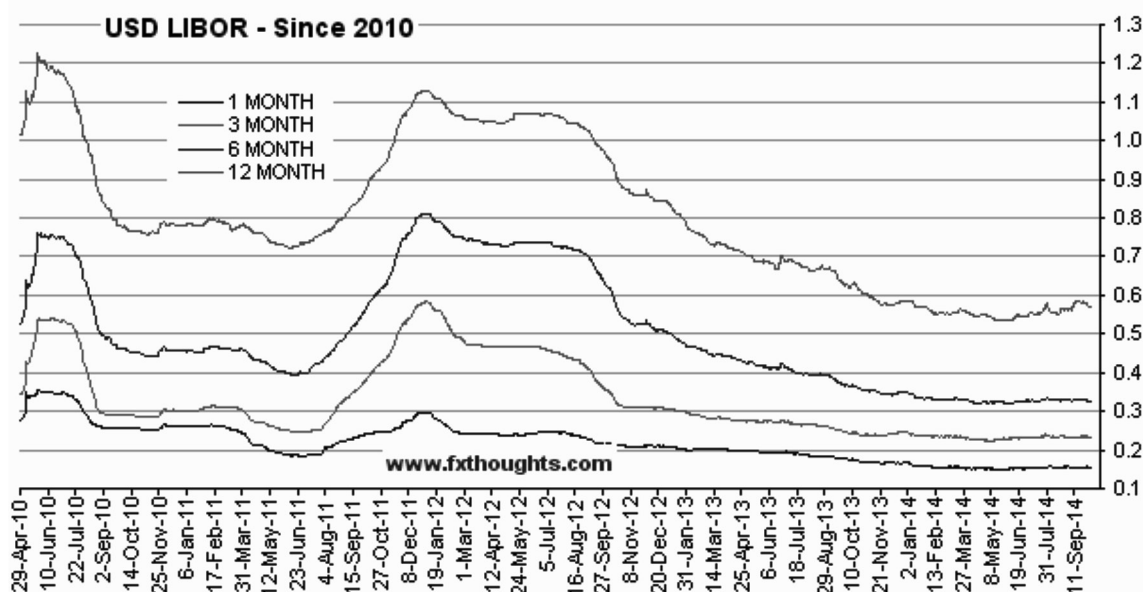


Рисунок 3 – Реальная финансовая ситуация (график LIBOR) [3]

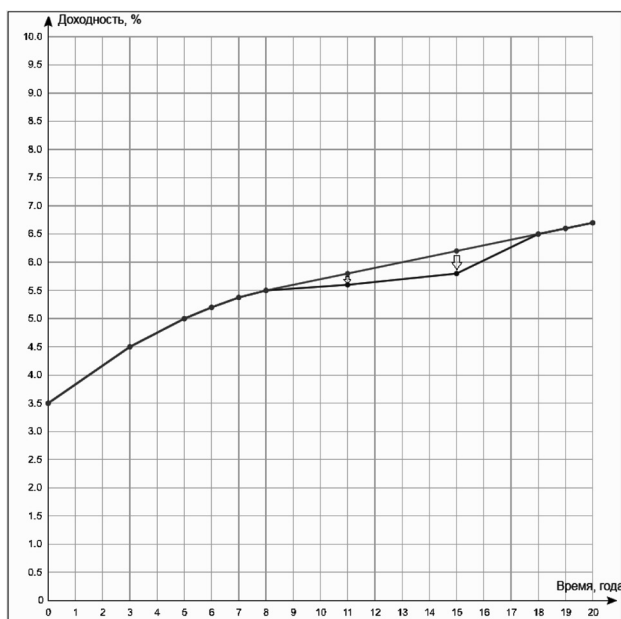


Рисунок 4 – Сдвиг выходных данных

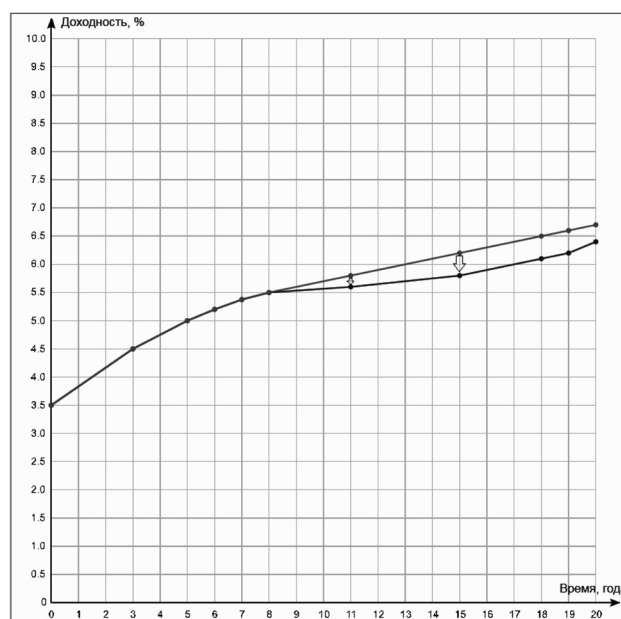


Рисунок 5 – Сдвиг входных данных

Второй же возможный вариант – сдвиг входных данных (рисунок 5), отвечающих за необходимые точки, и последующий перерасчет всей кривой. В таком случае сдвиг окажет влияние на все точки, которые по времени находятся позже, чем сдвигаемые [4].

Производится расчет стоимости финансового инструмента до сдвига, потом его же расчет со сдвинутой кривой, и по полученным результатам делается вывод о его устойчивости или же неустойчивости к скачкам.

В этой связи становится вопрос выбора, какой из методов будет применяться для оценки подобных рисков.

Методики выбора оценки финансовых рисков

Теория выбора одного из нескольких методов может базироваться на существующих подходах. Были выделены следующие требования к модели выбора:

- выбор наиболее успешного метода;
- динамическая система оценки выбора;

- гибкость модели выбора;
- выбор между неопределенным числом методов;
- возможность расширения модели;
- выбор с условием некоторой случайности.

В качестве основы для модели выбора в проекте используется обучение с подкреплением. Обучение с подкреплением – получение оптимальной стратегии поведения, с использованием лишь ограниченной обратной связи от внешней среды в виде числового значения (подкрепления), не требуя при этом явного наличия модели этой среды. Обратная связь с моделью выбора осуществляется на базе коэффициентов доверия.

Введем некоторую матрицу CL. CL (confidence level) – матрица $1 \times n$ – матрица коэффициентов доверия к каждому методу. Соответственно, она имеет вид: $[cl_1 \dots cl_n]$, где n – количество методов.

Смысл коэффициентов доверия в том, что зная начальное значение и числовую оценку своего метода предсказания, коэффициент можно изменять в некоторой зависимости от оценки [6].

В отдельные моменты времени матрица может принимать следующий вид:

$$\begin{aligned} t = 0 & [0,5 \quad 0,5] \\ t = 1 & [0,6 \quad 0,5] \\ t = 2 & [0,6 \quad 0,35]. \end{aligned}$$

Изменение коэффициента доверия

На основе необходимых для оценки условий был рассчитан показатель награды:

$$1 - \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\Delta x}{x} \right)^2,$$

где α – допустимая погрешность.

Изменение коэффициента доверия зависит от точности предсказаний и осуществления реальной модели. Надо заметить, что осуществление оценки в реальном времени возможно, только если спад произошел, т.к. мы рассчитываем последствия возможного спада. И если в реальном времени спад не произошел, награда не присваивается.

Для выбора методики предсказания может быть применено два подхода:

- обучение на исторических данных;
- обучение в режиме реального времени.

Обучение на исторических данных предполагает, что мы либо используем модель для окончательного выбора, либо с помощью исторических данных конфигурируем начальные параметры модели выбора.

Обучение в режиме реального времени не требует долговременных вычислений, но изменение коэффициентов доверия проходит только в том случае, если спад действительно произошел, т.е. требуется дополнительный анализ изменений рынка [7].

Осуществление выбора метода

Рассчитываются весовые показатели для каждого метода следующим образом:

$$cl_1 * p_1 \quad cl_2 * p_2 \dots cl_n * p_n.$$

И выбирается максимальное значение:

$$\text{Max}(cl_i * p_i), i = 1, 2, \dots, n.$$

Метод с наибольшим весовым коэффициентом на текущей итерации выигрывает и применяется для предсказаний, при этом изменяется его коэффициент доверия:

$$cl'_i = cl_i + 1 - \frac{1}{\alpha} \left(\frac{\Delta x}{x} \right)^2.$$

В результате, получена методика, позволяющая определить, какой из методов лучше подходит для оценки сдвигов кривых доходности. Кроме того, данный метод может быть обобщен на все спорные ситуации при разработке программного обеспечения для расчета финансовых показателей.

Литература:

1. Джон К. Халл. Опционы, фьючерсы и другие производные финансовые инструменты / Джон К. Халл. – 6-е изд. – М. : «Вильямс», 2007. – 1056 с.
2. Деривативы: Курс для начинающих. — М. : «Альпина Паблишер», 2009. – 208 с.
3. Аналитический ресурс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.kshitij.com/graphgallery/usdlib.shtml>.
4. Horcher, Karen A. Essentials of financial risk management. – John Wiley and Sons, 2005. – 257 p.
5. McNeil, Alexander J.; Frey, Rüdiger; Embrechts, Paul. Quantitative risk management: concepts, techniques and tools. – Princeton University Press, 2005. – 544 p.
6. Norwig, P. Artificial Intelligence, A Modern Approach. Second Edition / S. Russel, P. Norwig. – USA : Prantice Hall, 2003. – 557 p.
7. Haykin, S. Kalman Filtering and Neural Networks. – Canada : McMaster University, 2001. – 69 p.
8. Dudek, G. Computational Principles Of Mobile Robotics. Second Edition / G. Dudek, M. Jenkin. – UK : Cambridge University Press, 2010. – 11 p.

ТТСС ЗАО «Промтехсервиснаб»

г. Минск, ул. Богдановича, 120 Б, ком. 6,
e-mail: uslugi@zapservis.by,
www.zapservis.by

Тел.: 266-23-94; 266-23-92,
моб.: (029) 676-02-56,
моб.: (044) 773-72-04,
факс: 266-23-94.

Контрактное производство РЭА:

- ✓ Автоматизированный монтаж SMD-компонентов любой сложности.
- ✓ Комбинированный монтаж с использованием компонентов DIP (выводных), а также SMD (планарных).
- ✓ Сборка корпусных деталей и узлов.
- ✓ Ультразвуковая отмывка печатных плат и узлов высококачественными импортными растворами.
- ✓ Нанесение влагозащитных покрытий.

*Высокотехническое импортное оборудование обеспечивает высокое качество производимой продукции.

Продажа неликвидов ПК для РЭА:

- ✓ Резисторы, конденсаторы, транзисторы, микросхемы и т.д.

УНН 69027564

ГАЛЬВАНИЧЕСКИ РАЗДЕЛЕННАЯ, ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ СХЕМА ЗАПУСКА ТИРИСТОРОВ МАРКИ Т-243-400-40 С НАПЕРЕД ЗАДАННОЙ ЗАДЕРЖКОЙ

УДК 621.316.06

В.К. Гончаров, О.В. Кречетень, В.В. Макаров,
НИИ ПФП им. А.Н. Севченка, г. Минск

Аннотация

Рассмотрен вопрос реализации помехоустойчивой и гальванически разделенной схемы запуска тиристоров марки Т-243-400-40. Предложена принципиальная схема и ее исполнение на доступной элементной и материальной базе. Данная разработка обеспечивает защиту от мощных электромагнитных наводок, способных формировать в обычных условиях импульсы напряжения до 25 В. Гальваническое разделение трансформатором с высоковольтной изоляцией позволяет защитить части установки от пробоев напряжением амплитуды до 60 кВ. Так же реализована возможность изменять время задержки в диапазоне от 0,1 до 10 мс.

Введение

Проблемы запуска мощных электромеханических [1] и электрофизических [2] установок не исчезают со временем, а переходят в плоскость усложнения и ужесточения параметров рабочих схем синхронизации и запуска (старта). Различная степень уровня схемотехнического решения, многокомпонентность также накладывают свои требования. Как показало развитие экспериментальной базы, связанной с системами высокой мощности, такими как генераторы плазменных потоков [3, 4], лазерные системы [5], диодные ускорители заряженных частиц [6], импульсные высоковольтные генераторы [7], широкополосные мощные электромагнитные наводки, создаваемые импульсами тока с амплитудой 10–100 кА, приводят к нестабильному запуску систем, а в худшем случае к выходу из строя большей части полупроводниковых составляющих систем синхронизации и детектирования. Только лишь ламповая техника позволяет в определенной степени решить эти проблемы [8]. Так же необходимо отметить, что при нештатной ситуации ламповая техника выходит из рабочего состояния лишь на некоторое время, а по прошествии определенного промежутка времени снова готова к работе. Но не все электрические схемы можно реализовать на лампах из-за ограничений как по мощности, так и по габаритам.

В качестве примера можно взять рассмотренную в статье [9] схему источника питания магнитной системы, например, для фокусировки и сопровождения пучка электронов, генерирующую квазистационарный импульс ~ 3 мс с индукцией до 2 Тл. Она построена на последовательном соединении нескольких LC-цепочек и их разряде через ключ (игнитрон ИРТ-6) [8] на катушку. Для увеличения длительности импульса до необходимых 4 мс было предложено включать каждую из цепочек с определенной задержкой. Для решения этой задачи в качестве ключевых элементов были выбраны мощные тиристоры марки Т-243-400-40 (рисунок 1), защищенные от самозапуска достаточно высоким током пуска 3 А. Однако схема формирования такого импульса запуска тоже должна быть помехоустойчива к мощным электромагнитным наводкам.

Тиристоры данной марки рассчитаны в непрерывном режиме на максимальное рабочее напряжение 4 кВ и ток до 400 А, а в импульсном – напряжение 4,2 кВ и ток до 8 кА.

Предлагаемые на рынке системы включения тиристоров данной марки громоздки и дороги. В принципе, для ряда задач, например, промышленных, они приемлемы, так как их разработка и создание подчинялась изначально поставленной конкретной цели. Но при решении исследовательских физических задач со сложными условиями работы желательно и чаще всего необходимо разрабатывать свою уникальную для поставленной задачи схему включения. Во-первых, это позволит контролировать возникновение возможных электромеханических повреждений применяемой элементной базы созданного устройства, а во-вторых, ослабляет степень зависимости от внешнего поставщика и его схемотехнических решений. Именно задаче разработки и реализации подобной схемы и посвящена данная статья.

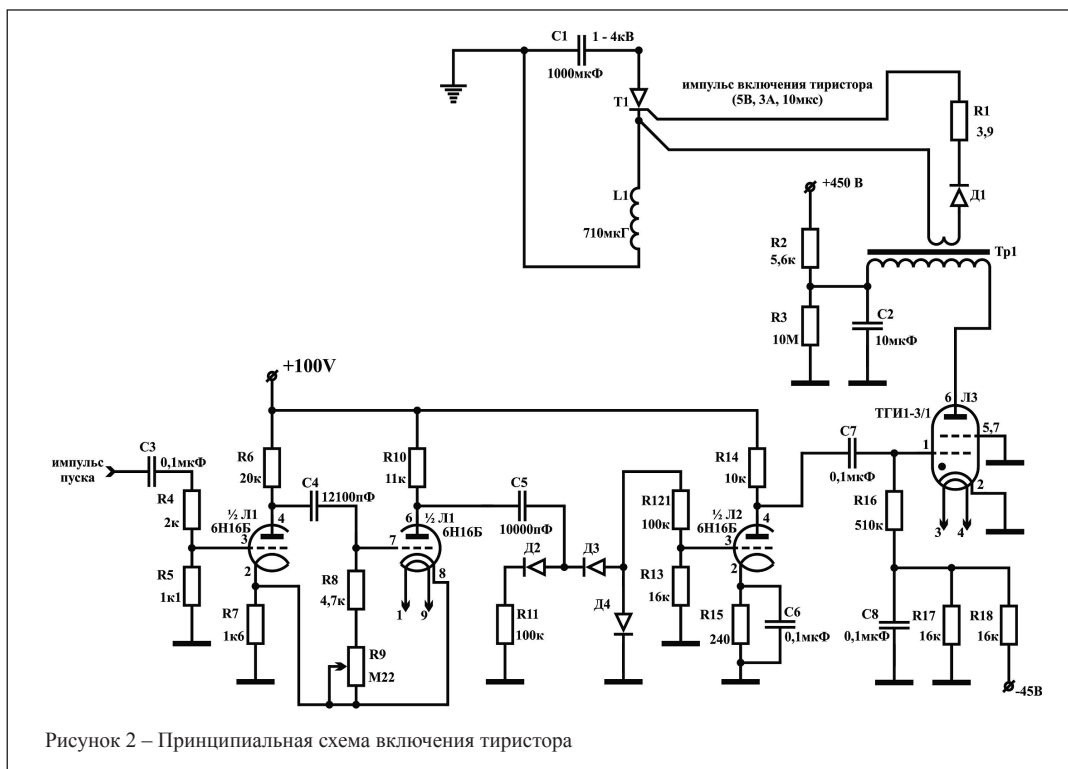


Рисунок 1 – Тиристор Т-243-400-40

Схемы запуска (рисунок 2) трех тиристоров Т243-400-40, упоминаемые в статье [9], аналогичны и отличаются лишь временем задержки. Следовательно, достаточно описать одну из них. Она состоит из двух частей: схемы задержки импульса синхронизации и системы формирования импульса включения тиристора с параметрами: напряжение – 5 В, ток – 3 А и длительность – 10 мкс.

Рассмотрим первую часть схемы запуска тиристора, изображенную на рисунке 2.

Принцип ее работы основан на генерации прямоугольного импульса с помощью ждущего мультивибратора, собранного на лампе Л1 (двойной триод 6Н16Б). Регулировка длительности импульса от 0,1 до 10 мс осуществляется сопротивлением R9. Цепочкой C5-R11 происходит дифференцирование прямоугольного импульса ждущего мультивибратора. Диоды Д2, Д3 и Д4 служат для разделения цепей положительного, незадержанного импульса после



дифференцирования, и отрицательного. Отрицательный импульс поступает на ламповый усилитель Л2. После усиления и улучшения формы положительный, задержанный импульс амплитудой не менее 30 В поступает во вторую часть схемы, где и формируется мощный импульс включения тиристора.

Вторая часть работает следующим образом. Задержанный импульс синхронизации открывает тиратрон ТГИ1 3/1, запертый напряжением смещения порядка -25 В. При запуске тиратрона Л3 конденсатор C2, заряженный до напряжения $+450$ В, разряжается через него и первичную обмотку трансформатора Тр1. Тр1 представляет собой две гальванически не связанные обмотки, намотанные на ферритовый сердечник (М3000НМ). Первичная обмотка – 100 витков, вторичная – 2 витка. В результате на вторичной обмотке формируется импульс порядка 7 В длительностью 10 мкс. Нагрузочное сопротивление R1 ограничивает рабочий ток до 3 А, а диод Д1 вырезает отрицательную часть, которая появляется вследствие несогласованности обмоток трансформатора и нагрузки. Отрицательная составляющая может вывести из строя тиристор. В результате на запускающем электроде тиристора формируется импульс 5 В, 3 А и длительностью 10 мкс.

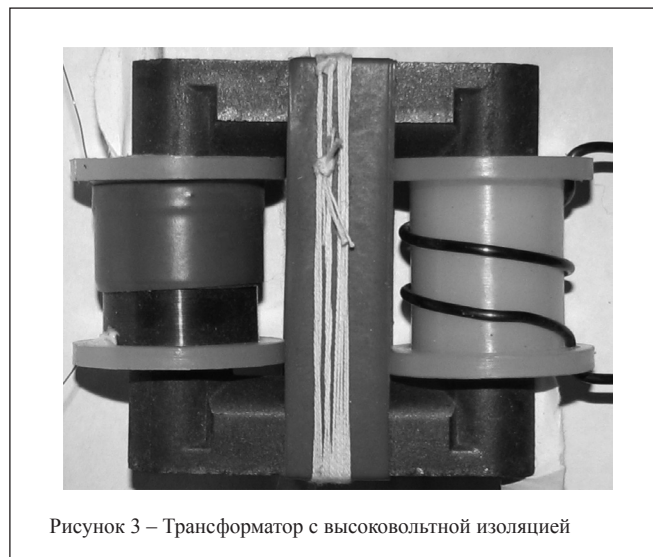
Обсуждение предложенной схемы

Помехоустойчивость схемы формирования импульса запуска тиристора обеспечивается на нескольких участках. Первый находится непосредственно на входе при поступлении синхроимпульса на сетку лампы Л1. В начальный момент времени первая половина лампы Л1 заперта и, в принципе, величину этого напряжения на сетке 3 можно довести до -50 В (половины напряжения питания), подбором сопротивления R7. Как показали эксперименты, напряжения запирающего порядка -15 В

уже достаточно для стабильной работы всей системы. Вторая половина лампы Л1 и лампа Л2 находятся в открытом состоянии и начинают работу последовательно после открытия первой половины Л1. Т.е. можно сказать, до прихода импульса на вход тиратрона Л3 схема помехозащищена. Как уже говорилось выше, напряжение на сетке 1 Л3 составляет -25 В, что достаточно для недопущения самозапусков при появлении мощных электромагнитных помех.

Гальваническая развязка обеспечивается за счет трансформатора Тр1, его

внешний вид представлен на рисунке 3. Защита от пробоя высоким напряжением достигается наличием достаточного расстояния между обмотками (2 см – 60 кВ), так же фторопластовыми каркасами для намотки медных проводов. Напряжение пробоя, которое способны выдержать данные каркасы, составляет не менее 100 кВ.



Выводы

Разработанная схема является достаточно простой в реализации и не требует применения сложных аппаратных решений.

Данная схема является модульной (показано в [9]) и количество таких схем в устройстве, в принципе, ограничено лишь мощностью генератора синхроимпульсов.

Каждый модуль может работать со своей задержкой (от 0,1 до 10 мс) относительно других модулей и устройств.

Предложенная схема запуска может применяться с незначительными изменениями для включения и других «таблеточных» тиристоров фирмы «Протон – электротекс» (Россия) марки от T-123-160 до T-673-1250.

Заключение

Естественно, что созданную схему нельзя назвать идеальной в плане схемотехнической реализации. Однако она выполняет поставленные перед ней задачи, связанные с решением физических проблем при работе мощной техники, такой, как диодный ускоритель электронов. Рабочие параметры: напряжение – до 400 кВ, ток – до 10 кА. Система формирования магнитного поля имеет следующие параметры: напряжение – до 5 кВ, ток – до 10 кА, длительность импульса – до 10 мс.

Литература:

1. Шеховцов, В.П. Электрическое и электромеханическое оборудование: Учебник / В.П. Шеховцов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 407 с.
2. Алферов, В.Н. Системы управления электрофизическим оборудованием / В.Н. Алферов. – М.: МИФИ, 2008. – 184 с.
3. Минько, Л.Я. Получение и исследование импульсных плазменных потоков / Л.Я. Минько. – Минск: Наука и Техника, 1970. – 184 с.
4. Лукьянов, Г.А. Сверхзвуковые струи плазмы / Г.А. Лукьянов. – Л.: Машиностроение, 1985. – 264 с.
5. Козадаев, К.В. Оптическая развязка в схеме синхронизации мощных лазерных систем / К.В. Козадаев,

В.В. Макаров, Д.В. Щегрикович // Электроника инфо. – 2013. – № 1 – С. 29–31.

6. Лебедев, А.Н. Основы физики и техники ускорителей; учеб. пособие для вузов: в 3-х т. / А.Н. Лебедев, А.В. Шальнов. – М.: Энергоиздат, 1981. – Т. 1: Ускорители заряженных частиц. – 192 с.

7. Смирнов, С.М. Генераторы импульсов высокого напряжения / С.М. Смирнов, П.В. Терентьев. – М.-Л., Энергия, 1964. – 240 с.

8. Гончаров, В.К. Гальванически разделенная помехоустойчивая схема запуска игнитрона / В.К. Гончаров, В.В. Макаров // Электроника инфо. – 2006. – № 10. – С. 39–40.

9. Гончаров, В.К. Система формирования мощного квазистационарного импульса магнитного поля миллисекундного диапазона / В.К. Гончаров, О.В. Крекотень, В.В. Макаров // Электроника инфо. – 2011. – № 2. – С. 65–67.

Abstract

The question of implementation of jamproof and galvanic isolated triggering circuit of the T-243-400-40 thyristor is considered. The schematic circuit and its realization with available electrical components and material resources are offered. This development provides the high-power electromagnetic pickups protection. These pickups are capable to create voltage pulses up to 25 V in usual conditions. The galvanic separation by the transformer with high-voltage isolation allows to protect parts of installation from voltage breakdown with an amplitude up to 60 kV. Opportunity to change delay period in the range from 0,1 to 10 ms is implemented.

Поступила в редакцию 29.09.2014 г.







Это серия компактных, высокоэффективных частотных преобразователей, с низким уровнем шума, высокой точностью поддержания скорости и большим пусковым моментом, со скалярным и векторным управлением без обратной связи, подходящий для управления как асинхронных, так и синхронных двигателей, мощностью от 0,2 до 18,5 кВт со встроенным контроллером.

УНП 191250454

Наши специалисты с радостью помогут решить ваши задачи.
 Tel: +375-17-265-60-15, fax: +375-17-265-60-16, mob: +375-29-685-60-15.
 info@vec-tech.by, web: <http://www.vec-tech.by>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЛЕЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННЫХ КОНФЛИКТОВ

УДК 681.3

В.И. Пракопчик, П.В. Кучинский,
НИИПФП им. А.Н. Севченко, г. Минск

Аннотация

Рассмотрен подход к определению целей защиты информации при создании систем информационной безопасности в организационно-технических системах (ОТС). Предложен вариант определения целей защиты информации на основе анализа информационных процессов и оценки возможных конфликтов с участием ОТС.

Введение

Проблема определения целей защиты информации в сложных организационно-технических системах (ОТС) в настоящее время является центральной при построении различных систем защиты информации. Именно определение целей защиты информации в конкретной ситуации позволяет определить объекты защиты и выбрать адекватные методы защиты информации. Построение полного «древа целей» позволяет синтезировать структуру системы защиты информации.

Известно, что существует обширная классификация моделей информационных систем [1–2]. Особый интерес представляет информационная модель ОТС [3]. Задача синтеза информационной модели ОТС сводится к необходимости описания процесса преобразования информации в такой системе.

Очевидно, что первым элементом информационной системы – объектом управления – является некий физический объект (ФО). Вторым элементом – подсистемой управления – в ОТС может являться как человек, так и технические средства. Далее этот элемент будем называть «субъект». ФО, являющийся носителем и источником признаков первичной информации, информационно взаимодействует с субъектом. Параметры и характеристики этого взаимодействия существенно разнятся для различных реальных систем. ФО, сам часто являющийся сложной системой, для субъекта играет роль элементарной единицы, описываемой измеряемыми и учитываемыми параметрами и характеристиками.

Представим субъект в виде автомата обработки различных видов и форм информации. Для возможности получения признаков информации от ФО субъект должен иметь в своей структуре соответствующие сенсоры. Для получения субъектом семантической информации в форме сведений, признаковая информация, полученная сенсором субъекта, должна быть обработана в соответствии с неким первоначально заданным (известным) ему алгоритмом. Наличие в составе субъекта такого алгоритма является его главным отличительным признаком. Данный алгоритм является структурным элементом субъекта (позволяет рассматривать субъект как систему управления ФО). Результатом обработки полученной сенсором субъекта признаковой информации является информация в виде «сведений», хранящаяся в памяти субъекта.

Третьим элементом информационной модели ОТС выступает среда (канал) передачи информации.

В отличие от организационной системы в ОТС присутствует четвертый элемент системы – технические средства, которые являются своеобразным промежуточным элементом

между ФО и субъектом. Их целесообразно разделить на два типа: технические средства передачи сообщений (ТСПС) и технические средства обработки информации (ТСОИ).

Определение и представление информационных потоков в ОТС

На основе определенных элементов системы и анализа потенциально возможных информационных процессов в ОТС можно построить базовую информационную модель ОТС, которая представлена на рисунке 1.

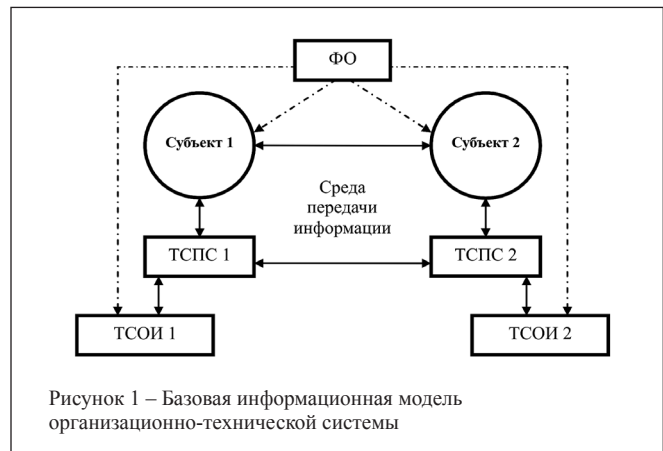


Рисунок 1 – Базовая информационная модель организационно-технической системы

Определим информационные процессы, протекающие в ОТС, и их представление на качественном уровне. При рассмотрении протекающих процессов субъект рассматривается как единый неделимый элемент (не рассматривается в отдельности взаимодействие его внутренних структурных элементов).

В случае простейших вариантов информационного обмена между субъектом (или ТСОИ) и ФО происходит восприятие (прием и обработка) субъектом признаковой информации I_{Π} , исходящей от ФО с помехами (ошибками), вносимыми средой передачи информации ΔI_{CP} и алгоритмом обработки информации «субъекта» ΔI_{AC} и ТСОИ ΔI_{AK} . Результатом информационного процесса является информационный образ ФО в памяти субъекта I_{OC} или ТСОИ I_{OK} . Этот процесс описывается выражениями:

$$I_{\Pi} + \Delta I_{\text{CPi}} + \Delta I_{\text{AiCj}} = I_{\text{OCi}} \quad (1)$$

$$I_{\Pi} + \Delta I_{\text{CPi}} + \Delta I_{\text{AiKj}} = I_{\text{OKi}} \quad (2)$$

где I_{Π} – признаковая информация ФО; ΔI_{CPi} – i-ая информационная ошибка, вносимая средой передачи информации; ΔI_{AiCj} – ошибка j-го алгоритма обработки информации i-го субъекта; ΔI_{AiKj} – ошибка j-го алгоритма обработки информации i-го ТСОИ; I_{OCi} – информационный образ ФО в памяти i-го субъекта; I_{OKi} – информационный образ ФО (данные) в памяти i-го ТСОИ.

Таким образом, выражения 1 и 2 описывают простейший информационный обмен между ФО и субъектом или ТСОИ.

Для рассмотрения более сложной системы проводится введение второго элемента «субъект». В рассматриваемом варианте появляется дополнительное звено обработки информации – формирование и передача сообщения ИСС между субъектами, что приводит к усложнению информационного обмена.

В данном случае информационный процесс описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OC1}, \\ I_{OC1} + \Delta I_{A1Cj} + 1 &= I_{CC1}, \\ I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Cj} &= I_{OC2}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} + \Delta I_{A1Cj} + 1 + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Cj} &= I_{OC2}, \end{aligned} \quad (3)$$

где I_{CCi} – сообщение от i-го субъекта.

Как правило, в пространственно-разнесенных системах качественный информационный обмен поддерживается с помощью специального оборудования – технических средств передачи сообщений (ТСПС). Поэтому дальнейшее наращивание модели системы производится добавлением к ней элементов ТСПС. В этом случае информационный процесс описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OC1}, \\ I_{OC1} + \Delta I_{A1Cj} + 1 &= I_{CC1}, \\ I_{CC1} + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A2Cj} &= I_{OC2}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} + \Delta I_{A1Cj} + 1 + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + \\ + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A2Cj} &= I_{OC2}, \end{aligned} \quad (4)$$

где ΔI_{A1Tj} – ошибка j-го алгоритма обработки сообщения i-го ТСПС.

Замена одного элемента системы «субъект» на техническое средство обработки информации (элемент «ТСОИ») описывает вариант системы «человек – машина». В этом случае модель относительно протекания информационного процесса не симметрична. Информационный процесс описывается двумя выражениями для разных направлений процесса:

а) направление от человека к машине:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OC1}, \\ I_{OC1} + \Delta I_{A1Cj} + 1 &= I_{CC1}, \\ I_{CC1} + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OK1}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} + \Delta I_{A1Cj} + 1 + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + \\ + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OK1}, \end{aligned} \quad (5)$$

где ΔI_{A1Kj} – ошибка j-го алгоритма обработки информации i-го ТСОИ.

б) направление от машины к человеку:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OK1}, \\ I_{OK1} + \Delta I_{A1Kj} + 1 &= I_{CC1}, \\ I_{CC1} + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OC1}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} + \Delta I_{A1Kj} + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{Cp_i} + \\ + 1 + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OC1}, \end{aligned} \quad (6)$$

где: ΔI_{A1Kj} – ошибка j-го алгоритма обработки информации i-го ТСОИ.

Схема варианта информационного процесса «машина-машина» описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OK1}, \\ I_{OK1} + \Delta I_{A1Kj} + 1 &= I_{CC1}, \\ I_{CC1} + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A2Kj} &= I_{OK2}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} + \Delta I_{A1Kj} + 1 + \Delta I_{A1Tj} + \Delta I_{Cp_i} + 1 + \Delta I_{A2Tj} + \Delta I_{A2Kj} &= I_{OK2}. \end{aligned} \quad (7)$$

На основе рассмотренных возможных вариантов информационных процессов в ОТС информационная модель ОТС с минимальным количеством функциональных элементов, реализующая все вышеописанные варианты информационных процессов, соответствует базовой информационной модели ОТС, представленной на рисунке 1.

На основе анализа полученных выражений 1–7 можно выделить типовые участки обработки информации в ОТС, а также определить для них цели защиты информации.

Для решения отдельного класса задач анализа ОТС требуется уточнение характеристик элементов системы. Как ранее отмечалось, у «субъекта», а также «ТСПС» и «ТСОИ» имеются собственные алгоритмы обработки информации. С точки зрения возможности изменения алгоритмов обработки информации эти элементы ОТС рассматриваются как автоматы с жесткими (неизменными) или гибкими (изменяемыми, адаптивными) алгоритмами.

При рассмотрении различных вариантов ОТС человек всегда должен рассматриваться как автомат с гибким алгоритмом обработки информации, а технические средства в зависимости от их реализации или как гибкие автоматы, или как жесткие автоматы обработки информации. Особенностью гибкого автомата обработки информации является наличие у него возможности изменения алгоритма обработки информации исходя из структуры полученного информационного воздействия (сообщения).

Информационное воздействие для гибкого автомата может носить различный характер. Рассмотрим случаи информационного воздействия, с учетом ранее описанных вариантов информационных процессов, протекающих в ОТС.

В первом случае информационное воздействие можно рассматривать как «информационное» в чистом виде, направленное на формирование образа ФО (I_{OCi} ; I_{OKi}) в памяти автомата, без его влияния на алгоритм обработки информации автомата (I_{A1Cj} ; I_{A1Kj}). В простейших случаях он описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OCi} \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} = I_{OCi}, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OKi} \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} = I_{OKi}. \end{aligned} \quad (8)$$

Второй случай описывает информационное воздействие, направленное только на изменение алгоритма обработки информации автомата. Воздействие является «управляющим». Данное выражение описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{A1Cj} + 1 \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} = I_{A1Cj} + 1, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{A1Kj} + 1 \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} = I_{A1Kj} + 1. \end{aligned} \quad (9)$$

Третий случай является вариантом комплексирования двух ранее описанных случаев. Информационное воздействие будет «информационно-управляющим» и описывается выражениями:

$$\begin{aligned} I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} &= I_{OCi} + I_{A1Cj} + 1 \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Cj} = I_{OCi} + I_{A1Cj} + 1, \\ I_{\Pi} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} &= I_{OKi} + I_{A1Kj} + 1 \quad \text{или} \quad I_{CC1} + \Delta I_{Cp_i} + \Delta I_{A1Kj} = I_{OKi} + I_{A1Kj} + 1. \end{aligned} \quad (10)$$

Определение целей защиты информации в ОТС

Полученные выражения 1–10 позволяют качественно анализировать варианты влияния информационных ошибок, внесимых элементами на различных участках информационного обмена в ОТС в зависимости от их характера: непреднамеренного или преднамеренного. Описанные информационные процессы, протекающие в ОТС и рассмотренные при построении базовой информационной модели ОТС (рисунок 1), направлены на обеспечение эффективного функционирования системы, поддержание или улучшение технологии обработки информации. Соответственно, изначально все действия элементов системы направлены на взаимное согласование (минимизацию «естественных» конфликтов).

Для формулирования целей защиты информации различных видов и форм рассмотрим варианты конфликтов, связанные с функционированием ОТС.

Первый вариант. ОТС не имеет конфликтов с иными системами, элементы системы целенаправленно не конфликтуют между собой.

В данном случае цели защиты информации должны быть направлены на устранение или минимизацию информационных ошибок естественного (природного, техногенного) характера, связанные с внутренними свойствами элементов ОТС.

Цель защиты информации может формулироваться как обеспечение согласования элементов ОТС и устранение (снижение) естественных информационных помех и оптимизации алгоритмов обработки информации (согласование системы).

Второй вариант. Имеются две противоборствующие ОТС (внешний конфликт).

В данном случае целями конфликта могут быть:

- уничтожение ОТС;
- подчинение (захват управлением) ОТС;
- нарушение функционирования (ослабление) ОТС.

Данные цели могут достигаться путем воздействия на сенсоры субъектов противоборствующей стороны, изменением физических свойств, защищаемых ФО, или модификацией среды (канала) передачи информации – защите подлежит признаковая информация, и такая защита носит информационно-энергетический характер.

При варианте информационного-семантического воздействия целями злоумышленника, в первую очередь, являются «субъекты» и «ТСОИ» ОТС. Целью защиты информации в данном случае является защита от внешнего воздействия и сокрытие (защита) элементов ОТС от противоборствующей стороны:

- сведений (данных), имеющихся в ОТС;
- сообщений, циркулирующих в ОТС;
- алгоритмов обработки информации «субъектов» и «ТСОИ» ОТС.

Третий вариант. В ОТС имеется внутренний конфликт между субъектами ОТС. Конфликт носит информационный характер, может быть направлен как на саму ОТС, так и на ее отдельные элементы.

В данном варианте рассматриваются только элементы ОТС «субъект» (человек, группа лиц, организация), обладание информацией дает преимущества субъекту во внутренней конкурентной борьбе в рамках ОТС. Предметом конфликта является семантическая информация, имеющаяся в ОТС. Целями воздействия субъекта могут быть:

- обладание сведениями для получения конкурентных преимуществ;

– захват контроля над иными субъектами ОТС, что осуществляется обеспечением доступа к ТСОИ ОТС, ТСПС, материальным носителям семантической информации, среде передачи информационных сообщений.

Целью защиты информации в данном случае является обеспечение паритета между субъектами ОТС посредством регламентации порядка доступа к сведениям ОТС.

Реальные ОТС, как правило, находятся в постоянном конфликте смешанного характера, то есть они одновременно в той или иной степени участвуют во всех вышеописанных вариантах конфликтов.

Таким образом, перед ОТС могут стоять следующие цели защиты информации:

- а) обеспечение согласования элементов и устранение (снижение) естественных информационных помех в рамках обеспечения информационных процессов внутри ОТС;
- б) защита признаковой информации ФО, посредством внесения информационной ошибки для сенсоров противоборствующей ОТС (защита ФО);
- в) защита от внешнего воздействия и сокрытие от противоборствующей ОТС данных, имеющихся в ОТС, сообщений, циркулирующих в ОТС, алгоритмов обработки информации субъектов и ТСОИ;
- г) обеспечение паритета между субъектами ОТС посредством регламентации порядка доступа к сведениям ОТС (урегулирование внутренних субъективных конфликтов ОТС).

Цель «а» является объективной, требует решения для поддержания информационного процесса, не зависит от волеизъявления субъектов ОТС.

Цели «б, в, г» являются субъективными, возникают по причине наличия конфликтов между субъектами ОТС. Необходимость их постановки и решения зависит от позиции субъектов ОТС.

Заключение

Разработана информационная модель ОТС, а также предложено описание информационных потоков в ОТС на качественном уровне. Предложен вариант определения целей защиты информации в ОТС при проектировании ее системы защиты информации на основе оценки конфликтов, в которых потенциально может участвовать рассматриваемая ОТС. Определены типовые цели защиты информации для ОТС.

Литература:

1. Темников, Ф.Е. Высокоорганизованные системы // В кн.: Большие системы: Теория, методология, моделирование. – М. : Наука, 1971. – С. 85–94.
2. Сурмин, Ю.П. Теория систем и системный анализ: учеб. пособие / Ю.П. Сурмин. – К. : МАУП, 2003. – 368 с.
3. Новиков, Д.А. Теория управления организационными системами / Д.А. Новиков. – М. : МПСИ, 2005. – 584 с.

Abstract

Considered approach to defining the purposes of data protection when creating information security systems at the organizational and technical systems (OTS). Offered the option of defining the objectives of data protection on the basis of the analysis of information processes and assess possible conflicts with the OTS.

Поступила в редакцию 04.10.2014 г.

СИНТЕЗ ЛОГИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ШЕФФЕРОВСКИХ СИММЕТРИЧЕСКИХ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ

УДК 681.325

В.П. Супрун, Ф.С. Коробко, БГУ, г. Минск

Аннотация

Рассматривается задача синтеза логических схем устройств, на единственном выходе которых вычисляется (реализуется) произвольная шефферовская симметрическая булева функция, зависящая от четырех, пяти и шести переменных. Конструктивная сложность синтезируемых логических схем определяется числом входов логических элементов, а быстродействие – глубиной схемы. Предлагаемые логические схемы превосходят существующие аналоги по сложности и быстродействию.

Введение

При проектировании вычислительных устройств (ВУ) возникает задача реализации на одном логическом устройстве (модуле) всех булевых функций, принадлежащих определенному классу [1]. В качестве такого класса весьма часто используется класс симметрических булевых функций (или некоторые из его подклассов). Интерес к симметрическим булевым функциям объясняется тем, что такими булевыми функциями описываются структура и поведение многих типовых устройств вычислительной техники [2].

Настоящая работа является продолжением работы [3], где рассматривается задача вычисления (реализации) всех самодвойственных симметрических булевых функций n переменных посредством одного логического устройства $\mathcal{H}_n$ и приводятся логические схемы $\mathcal{H}_n$ при условии, что $n = 3$, $n = 5$ и $n = 7$. Здесь рассматривается задача схемной реализации шефферовских симметрических булевых функций n переменных. Интерес к булевым функциям шефферовского типа объясняется тем, что любая из таких функций (в отдельности) образует базис, т.е. функционально полную систему.

В данной работе предлагаются логические схемы устройств для вычисления шефферовских симметрических булевых функций, зависящих от четырех, пяти и шести переменных. Основным достоинством предлагаемых логических схем является низкая конструктивная сложность, высокое быстродействие и относительно небольшое число внешних выводов.

1 Основные понятия и свойства

Произвольная булева функция $f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ называется шефферовской (или функцией шефферовского типа), если она не содержится ни в одном из пяти замкнутых классов T_0, T_1, T_L, T_S, T_M , т.е. $F \notin T_0 \cup T_1 \cup T_L \cup T_S \cup T_M$, где T_0 – класс булевых функций, сохраняющих константу 0, T_1 – класс булевых функций, сохраняющих константу 1, T_L – класс линейных булевых функций, T_S – класс самодвойственных булевых функций и T_M – класс монотонных булевых функций [4].

Основное достоинство шефферовской функции $f = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ состоит в том, что функция f образует функционально полную систему, т.е. $\{f\}$ – функциональный базис.

Число различных шефферовских булевых функций n переменных $N(n)$ вычисляется согласно следующей теореме.

Теорема 1. Если $n \geq 2$, то

$$N(n) = 2^{2^n - 2} - 2^{2^{n-1} - 1}. \quad (1)$$

Доказательство. Из определения шефферовской функции имеем

$$N(n) = |P_n^2 \setminus (T_0 \cup T_1 \cup T_S \cup T_L \cup T_M)|,$$

где P_n^2 – множество всех булевых функций n переменных и $|P_n^2| = 2^{2^n}$.

Введем в рассмотрение вспомогательное множество булевых функций:

$$A_n = \{f = f(x_1, x_2, \dots, x_n) : f(0, 0, \dots, 0) = 1, f(1, 1, \dots, 1) = 0\}.$$

Нетрудно видеть, что $A_n = P_n^2 \setminus (T_0 \cup T_1 \cup T_M)$ и $|A_n| = 2^{2^n - 2}$.

Тогда $N(n) = |A_n \setminus (T_L \cup T_S)|$ или

$$N(n) = |A_n| - |A_n \cap (T_L \cup T_S)| = |A_n| - |A_n \cap T_L \cup A_n \cap T_S|.$$

Покажем, что $A_n \cap T_L \subseteq A_n \cap T_S$. Пусть $g = g(x_1, x_2, \dots, x_n)$ – произвольная булева функция, принадлежащая множеству $A_n \cap T_L$. В таком случае $g(0, 0, \dots, 0) = 1$, $g(1, 1, \dots, 1) = 0$ и $g = c_0 \oplus c_1 x_1 \oplus c_2 x_2 \oplus \dots \oplus c_n x_n$.

Отсюда получаем

$$1 \oplus c_1 \oplus c_2 \oplus \dots \oplus c_n = 0,$$

$$g \oplus 1 \oplus c_1 \oplus c_2 \oplus \dots \oplus c_n = g,$$

$$c_0 \oplus c_1 x_1 \oplus c_2 x_2 \oplus \dots \oplus c_n x_n \oplus 1 \oplus c_1 \oplus c_2 \oplus \dots \oplus c_n = g,$$

$$c_0 \oplus c_1 x_1 \oplus c_2 x_2 \oplus \dots \oplus c_n x_n \oplus 1 = g \text{ или}$$

$$g(\overline{x_1}, \overline{x_2}, \dots, \overline{x_n}) = g(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Следовательно, $g \in T_S$. Так как $A_n \cap T_L \subseteq A_n \cap T_S$, то $|A_n \cap T_L \cup A_n \cap T_S| = |A_n \cap T_S|$ и $N(n) = |A_n| - |A_n \cap T_S|$.

Поскольку $|A_n| = 2^{2^n - 2}$ и $|A_n \cap T_S| = 2^{2^{n-1} - 1}$, то $N(n) = 2^{2^n - 2} - 2^{2^{n-1} - 1}$.

Теорема доказана.

Из формулы (1), в частности, следует, что $N(3) = 56$ и $N(4) = 16\,256$.

Булева функция n переменных $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ называется симметрической, если функция F не меняет своего значения после перестановки любой пары переменных x_i и x_j , где $i \neq j$ и $i, j = 1, 2, \dots, n$. Симметрическая булева функция $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ характеризуется множеством рабочих чисел $A(F) = \{a_1, a_2, \dots, a_r\}$, где $0 \leq r \leq n+1$. Функция F принимает на наборе $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n)$ единичное значение тогда и только тогда, когда набор α содержит a_i единиц, где $0 \leq a_i \leq n$ и $i = 1, 2, \dots, r$. Такая функция F часто представляется в виде $F = F_n^{a_1 a_2 \dots a_r}(X)$, где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$.

Для задания симметрической булевой функции $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$ используется $(n+1)$ -разрядный двоичный вектор (локальный код) $\pi(F) = (\pi_0, \pi_1, \dots, \pi_n)$, где π_j – значение функции F на (любом) наборе значений переменных, содержа-

щем j единиц, где $0 \leq j \leq n$. Очевидно, что $\pi_j = 1$ тогда и только тогда, когда j – рабочее число функции $F = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Пусть S_n – класс симметрических булевых функций n переменных. Известно, что $|S_n| = 2^{n+1}$. Обозначим через $\mathfrak{R}(S_n)$ множество шепферовских симметрических булевых функций n переменных и пусть $|\mathfrak{R}(S_n)| = N_s(n)$. Здесь $N_s(n) = |S_n \setminus (T_0 \cup T_1 \cup T_S \cup T_L \cup T_M)|$.

Теорема 2. Если $n \geq 2$, то

$$N_s(n) = \begin{cases} 2^{n-1} - \sqrt{2^{n-1}}, & \text{если } n - \text{нечетное,} \\ 2^{n-1} - & \text{в противном случае.} \end{cases} \quad (2)$$

Доказательство. Если

$B_n = \{F = F(x_1, x_2, \dots, x_n) \in S_n : \pi(F) = (1, \pi_1, \pi_2, \dots, \pi_{n-1}, 0)\}$, то $B_n = S_n \setminus (T_0 \cup T_1 \cup T_M)$ и $|B_n| = 2^{n-1}$.

В таком случае $N_s(n) = |B_n \setminus (T_S \cup T_L)|$, $N_s(n) = |B_n| - |B_n \cap (T_S \cup T_L)|$ или $N_s(n) = 2^{n-1} - |B_n \cap T_L \cup B_n \cap T_S|$.

По аналогии с доказательством теоремы 1 можно записать

$$B_n \cap T_L \subseteq B_n \cap T_S \text{ и } N_s(n) = 2^{n-1} - |B_n \cap T_S|.$$

В работе [3] установлено, что

$$|S_n \cap T_S| = \begin{cases} \sqrt{2^{n+1}}, & \text{если } n - \text{нечетное,} \\ 0 - & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В этой связи имеет место

$$|B_n \cap T_S| = \begin{cases} \sqrt{2^{n-1}}, & \text{если } n - \text{нечетное,} \\ 0 - & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Так как $N_s(n) = 2^{n-1} - |B_n \cap T_S|$, то теорема доказана.

Из формулы (2) получаем $N_s(2) = 2$, $N_s(3) = 2$, $N_s(4) = 8$, $N_s(5) = 12$ и $N_s(6) = 32$.

Обозначим через D_n логическое устройство, предназначенное для вычисления (реализации) булевых функций из множества $\mathfrak{R}(S_n)$. Логическая схема $S(D_n)$ имеет конструктивную сложность (число входов логических элементов) $l(S)$, глубину (число уровней) $g(S)$ и число внешних выводов (число информационных и настроечных входов, один выход) $m(S)$.

2 Синтез логической схемы $S(D_4)$

Из формулы (2) получаем $N_s(4) = 8$, т.е. существует восемь шепферовских симметрических булевых функций четырех переменных $F_1, F_2, \dots, F_8$, которые имеют следующие локальные коды: $\pi(F_1) = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0)$, $\pi(F_2) = (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0)$, $\pi(F_3) = (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0)$, $\pi(F_4) = (1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0)$, $\pi(F_5) = (1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0)$, $\pi(F_6) = (1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0)$, $\pi(F_7) = (1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0)$ и $\pi(F_8) = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0)$. В частности, $F_8(X) = x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4$, где $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$.

На рисунке 1 приведена логическая схема $S(D_4)$. Первообразная функция устройства D_4 представляется формулой

$$\begin{aligned} F(u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7) = \\ = u_1 \oplus u_2 \oplus u_3 \oplus u_4 \oplus F_5^{4,5} \\ (u_3, u_4, u_5, u_6, u_7). \end{aligned} \quad (3)$$

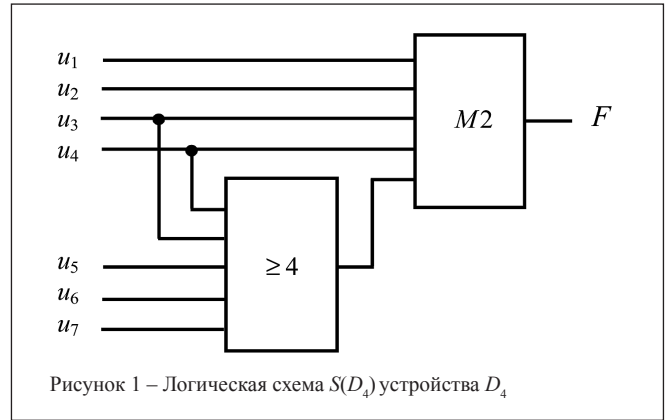


Рисунок 1 – Логическая схема $S(D_4)$ устройства D_4

Настройка устройства D_4 на вычисление булевых функций $F_1, F_2, \dots, F_8$ осуществляется посредством таблицы 1. Рассмотрим пример настройки.

Пример 1. Допустим, что на выходе логической схемы $S(D_4)$ требуется реализовать шепферовскую симметрическую булеву функцию $F_8(X) = x_1 \vee x_2 \vee x_3 \vee x_4$.

В таком случае, согласно таблице 1, необходимо положить $u_1 = x_1, u_2 = x_2, u_3 = x_1, u_4 = x_2, u_5 = x_3, u_6 = x_4$ и $u_7 = 0$. Если значения переменных настройки $u_1, u_2, \dots, u_7$ подставить в формулу (3), то получим

$$\begin{aligned} F(\overline{x_1}, x_2, x_1, x_2, x_3, x_4, 0) = \\ = \overline{x_1} \oplus x_2 \oplus x_1 \oplus x_2 \oplus F_5^{4,5}(x_1, x_2, x_3, x_4, 0) = \\ = 1 \oplus F_4^4(x_1, x_2, x_3, x_4) = \\ = F_4^{0,1,2,3}(x_1, x_2, x_3, x_4) = \overline{x_1} \vee \overline{x_2} \vee \overline{x_3} \vee \overline{x_4}. \end{aligned}$$

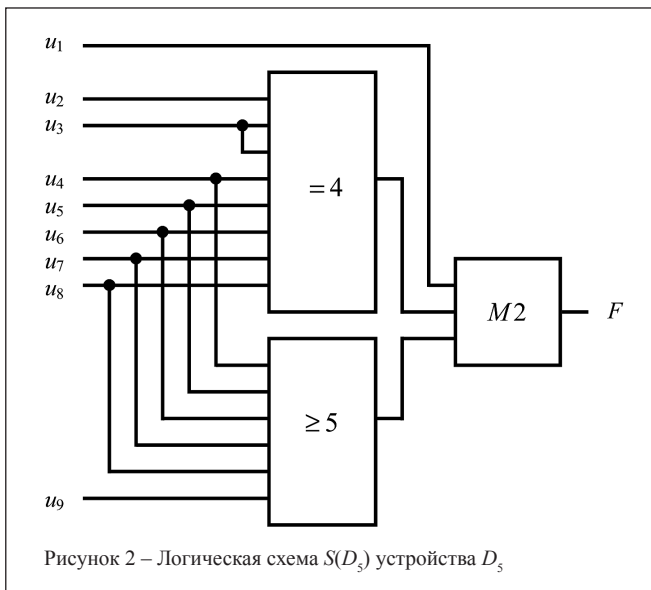
Логическая схема $S(D_4)$ имеет следующие характеристики: $l(S) = 10$, $g(S) = 2$ и $m(S) = 8$ (семь информационных входов и один выход).

3 Синтез логической схемы $S(D_5)$

Если $n = 5$, то $N_s(5) = 12$. При этом множество $\mathfrak{R}(S_5)$ будет содержать шепферовские симметрические булевы

Таблица 1 – Таблица настройки устройства D_4

Сигналы настройки							Реализуемая булева функция F_i , $i = 1, 2, \dots, 8$	Локальный код $\pi(F_i)$ булевой функции F_i
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7		
x_1	x_2	x_1	x_2	x_3	x_4	0	F_1	1 0 0 0 0
x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	1	F_2	1 0 0 1 0
x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	0	F_3	1 0 1 0 0
x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	1	F_4	1 0 1 1 0
x_1	x_2	x_1	x_2	x_3	x_4	1	F_5	1 1 0 0 0
x_3	x_4	x_1	x_2	x_3	x_4	0	F_6	1 1 0 1 0
x_1	x_2	x_1	x_2	x_3	x_4	1	F_7	1 1 1 0 0
x_1	x_2	x_1	x_2	x_3	x_4	0	F_8	1 1 1 1 0

Рисунок 2 – Логическая схема $S(D_5)$ устройства D_5

функции $F_1, F_2, \dots, F_{12}$, локальные коды которых равны

$$\begin{aligned} \pi(F_1) &= (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0), \pi(F_2) = (1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0), \\ \pi(F_3) &= (1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0), \pi(F_4) = (1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0), \\ \pi(F_5) &= (1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0), \pi(F_6) = (1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0), \\ \pi(F_7) &= (1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0), \pi(F_8) = (1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0), \\ \pi(F_9) &= (1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0), \pi(F_{10}) = (1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0), \\ \pi(F_{11}) &= (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0) \text{ и } \pi(F_{12}) = (1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0). \end{aligned}$$

Отсюда, в частности, следует, что

$$\begin{aligned} F_{11}(X) &= \overline{x_1} \overline{x_2} \vee \overline{x_1} \overline{x_3} \vee \overline{x_1} \overline{x_4} \vee \overline{x_1} \overline{x_5} \vee \\ &\vee \overline{x_2} \overline{x_3} \vee \overline{x_2} \overline{x_4} \vee \overline{x_2} \overline{x_5} \vee \overline{x_3} \overline{x_4} \vee \overline{x_3} \overline{x_5} \vee \overline{x_4} \overline{x_5}, \end{aligned}$$

где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_5\}$.

Таблица 2 – Таблица настройки устройства D_5

Сигналы настройки									Реализуемая булева функция F_i , $i = 1, 2, \dots, 12$	Локальный код $\pi(F_i)$ булевой функции F_i
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8	u_9		
0	0	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	1	F_1	1 0 0 0 0 0
0	1	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_2	1 0 0 0 1 0
0	0	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_3	1 0 0 1 0 0
0	1	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_4	1 0 1 0 0 0
1	1	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	1	F_5	1 0 1 1 0 0
1	1	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_6	1 0 1 1 1 0
0	0	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_7	1 1 0 0 0 0
0	1	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	1	F_8	1 1 0 0 1 0
1	0	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_9	1 1 0 1 1 0
1	1	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_{10}	1 1 1 0 1 0
1	0	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	0	F_{11}	1 1 1 1 0 0
1	0	0	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	1	F_{12}	1 1 1 1 1 0

На рисунке 2 приведена логическая схема $S(D_5)$, первообразной функцией которой является

$$\begin{aligned} F(u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9) &= \\ &= u_1 \oplus F_8^4(u_2, u_3, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8) \oplus \\ &\oplus F_6^{5,6}(u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9). \end{aligned} \quad (4)$$

Настройка устройства D_5 на вычисление шепферовских булевых функций $F_1, F_2, \dots, F_{12}$ осуществляется посредством таблицы (таблица 2). Рассмотрим пример настройки.

Пример 2. Если на выходе логической схемы $S(D_5)$ требуется реализовать булеву функцию $F_{11}(X) = F_5^{0,1,2,3}$, то из таблицы 2 следует, что $u_1 = 1, u_2 = 0, u_3 = 0, u_4 = x_1, u_5 = x_2, u_6 = x_3, u_7 = x_4, u_8 = x_5$ и $u_9 = 0$. В таком случае из формулы (4) следует

$$\begin{aligned} F(1, 0, 0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, 0) &= \\ &= 1 \oplus F_8^4(0, 0, 0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \oplus \\ &\oplus F_6^{5,6}(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, 0) = \\ &= 1 \oplus F_5^4(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) \oplus F_5^5(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \\ &= 1 \oplus F_5^{4,5}(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = \\ &= F_5^{0,1,2,3}(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = F_{11}(X). \end{aligned}$$

Логическая схема $S(D_5)$ имеет конструктивную сложность $l(S) = 17$, число уровней $g(S) = 2$ и число внешних выводов $m(S) = 10$ (девять настроечных входов и один выход).

4 Синтез логической схемы $S(D_3)$

Из формулы (2) следует, что $N_S(6) = 32$. Значит, множество $\mathfrak{R}(S_6)$ содержит 32 шефферовские симметрические булевы функции шести переменных $F_1, F_2, \dots, F_{32}$, где

$$\begin{aligned} \pi(F_1) &= (1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0), \pi(F_2) = (1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_3) &= (1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0), \pi(F_4) = (1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_5) &= (1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0), \pi(F_6) = (1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_7) &= (1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0), \pi(F_8) = (1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_9) &= (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{10}) &= (1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{11}) &= (1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0), \pi(F_{12}) &= (1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_{13}) &= (1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{14}) &= (1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{15}) &= (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0), \pi(F_{16}) &= (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_{17}) &= (1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{18}) &= (1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{19}) &= (1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0), \pi(F_{20}) &= (1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_{21}) &= (1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{22}) &= (1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{23}) &= (1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0), \pi(F_{24}) &= (1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_{25}) &= (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{26}) &= (1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{27}) &= (1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0), \pi(F_{28}) &= (1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0), \\ \pi(F_{29}) &= (1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0), \pi(F_{30}) &= (1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0), \\ \pi(F_{31}) &= (1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0) \text{ и } \pi(F_{32}) &= (1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0). \end{aligned}$$

Логическая схема $S(D_6)$ устройства D_6 изображена на рисунке 3. Первообразная функция устройства D_6 имеет вид:

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8) = \\ \oplus F_7^{0,7}(u_1, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \oplus \\ \oplus F_{10}^5(u_2, u_3, u_3, u_4, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \oplus \\ \oplus F_9^5(x_3, x_4, x_5, x_6, u_5, u_6, u_6, u_7, u_8). \end{aligned} \quad (5)$$

Настройка устройства D_6 на вычисление (любой) шефферовской симметрической булевой функции шести переменных $F_1, F_2, \dots, F_{32}$ осуществляется посредством таблицы настроек (таблица 3).

Пример 3. Для вычисления на выходе логической схемы $S(D_6)$ функции $F_1 = F_6^0(X)$, где $X = \{x_1, x_2, \dots, x_6\}$, необходимо (согласно таблице 3) положить $u_1 = 0, u_2 = 0, u_3 = 0, u_4 = 1, u_5 = 1, u_6 = 0, u_7 = x_1$ и $u_8 = x_2$. При таком варианте настройки из выражения (5) получаем

Таблица 3 – Таблица настройки устройства D_6

Сигналы настройки								Реализуемая булева функция F_i , $i = 1, 2, \dots, 32$	Локальный код $\pi(F_i)$ булевой функции F_i
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8		
0	0	0	1	1	0	x_1	x_2	F_1	1 0 0 0 0 0 0
0	0	0	0	0	0	0	0	F_2	1 0 0 0 0 1 0
0	0	0	1	0	0	0	0	F_3	1 0 0 0 1 0 0
0	0	0	1	0	0	x_1	x_2	F_4	1 0 0 0 1 1 0
0	1	0	1	0	0	0	0	F_5	1 0 0 1 0 0 0
0	1	0	1	0	0	x_1	x_2	F_6	1 0 0 1 0 1 0
0	1	0	1	1	0	x_1	x_2	F_7	1 0 0 1 1 0 0
1	1	1	1	1	1	x_1	x_2	F_8	1 0 0 1 1 1 0
0	0	1	1	0	0	0	0	F_9	1 0 1 0 0 0 0
0	0	1	1	0	0	x_1	x_2	F_{10}	1 0 1 0 0 1 0
0	0	1	1	1	0	x_1	x_2	F_{11}	1 0 1 0 1 0 0

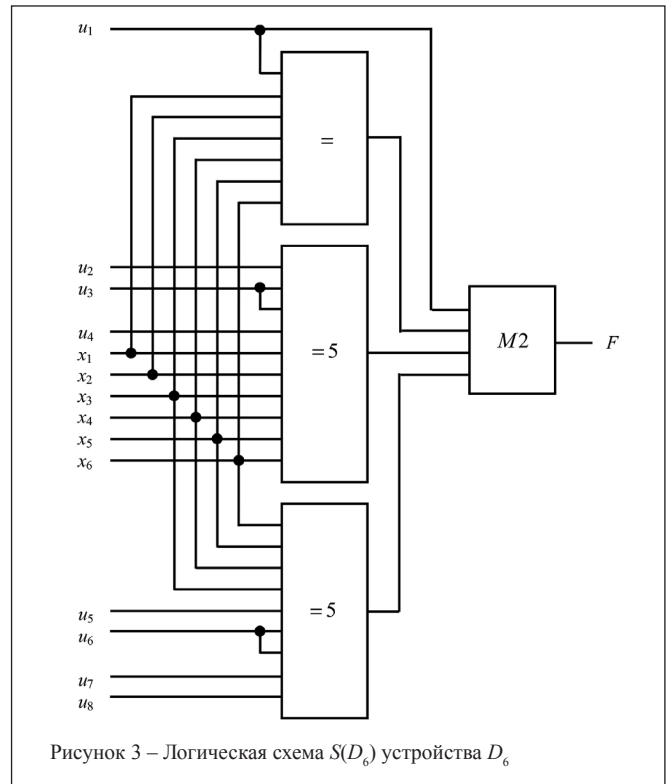


Рисунок 3 – Логическая схема $S(D_6)$ устройства D_6

$$\begin{aligned} F(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, 0, 0, 0, 1, 1, 0, x_1, x_2) = \\ = 0 \oplus F_7^{0,7}(0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \oplus \\ \oplus F_{10}^5(0, 0, 0, 1, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \oplus \\ \oplus F_9^5(x_3, x_4, x_5, x_6, 1, 0, 0, x_1, x_2) = \\ = F_6^0(X) \oplus F_6^4(X) \oplus F_6^4(X) = \\ = F_6^0(X) = \overline{x_1} \overline{x_2} \overline{x_3} \overline{x_4} \overline{x_5} \overline{x_6}. \end{aligned}$$

Продолжение таблицы 3

Сигналы настройки								Реализуемая булева функция F_i , $i = 1, 2, \dots, 32$	Локальный код $\pi(F_i)$ булевой функции F_i
u_1	u_2	u_3	u_4	u_5	u_6	u_7	u_8		
1	1	1	1	0	1	x_1	x_2	F_{12}	1 0 1 0 1 1 0
0	0	1	1	0	1	x_1	x_2	F_{13}	1 0 1 1 0 0 0
1	1	1	1	1	0	x_1	x_2	F_{14}	1 0 1 1 0 1 0
1	1	1	1	0	0	x_1	x_2	F_{15}	1 0 1 1 1 0 0
1	1	1	1	0	0	0	0	F_{16}	1 0 1 1 1 1 0
0	1	1	1	0	0	0	0	F_{17}	1 1 0 0 0 0 0
0	1	1	1	0	0	x_1	x_2	F_{18}	1 1 0 0 0 1 0
0	1	1	1	1	0	x_1	x_2	F_{19}	1 1 0 0 1 0 0
1	0	1	1	0	1	x_1	x_2	F_{20}	1 1 0 0 1 1 0
0	1	1	1	0	1	x_1	x_2	F_{21}	1 1 0 1 0 0 0
1	0	1	1	1	0	x_1	x_2	F_{22}	1 1 0 1 0 1 0
1	0	1	1	0	0	x_1	x_2	F_{23}	1 1 0 1 1 0 0
1	0	1	1	0	0	0	0	F_{24}	1 1 0 1 1 1 0
0	1	1	1	1	1	x_1	x_2	F_{25}	1 1 1 0 0 0 0
1	1	0	1	1	0	x_1	x_2	F_{26}	1 1 1 0 0 1 0
1	1	0	1	0	0	x_1	x_2	F_{27}	1 1 1 0 1 0 0
1	1	0	1	0	0	0	0	F_{28}	1 1 1 0 1 1 0
1	0	0	1	0	0	x_1	x_2	F_{29}	1 1 1 1 0 0 0
1	0	0	1	0	0	0	0	F_{30}	1 1 1 1 0 1 0
1	0	0	0	0	0	0	0	F_{31}	1 1 1 1 1 0 0
0	0	0	1	1	0	x_1	x_2	F_{32}	1 1 1 1 1 1 0

Логическая схема $S(D_6)$ имеет сложность $l(S) = 30$, число уровней $g(S) = 2$ и число внешних выводов $m(S) = 15$ (шесть информационных, восемь настроечных входов и выход).

Отметим, что здесь $u_1, u_2, \dots, u_6 \in \{0, 1\}$ и $u_7, u_8 \in \{0, x_1, x_2\}$.

Заключение

В настоящей статье предлагаются логические схемы устройств, предназначенных для вычисления шепферовских симметрических булевых функций четырех, пяти и шести переменных. Предлагаемые двухуровневые схемы имеют низкую конструктивную сложность (по числу входов логических элементов) и содержат относительно небольшое число внешних выводов.

Каждая из предлагаемых логических схем $S(D_4)$, $S(D_5)$ и $S(D_6)$ имеет таблицу настройки, посредством которой определяются сигналы настройки схемы, необходимые для вычисления на ее выходе заданной шепферовской симметрической булевой функции четырех, пяти и шести переменных, соответственно.

Литература:

1. Шалыто, А.А. Методы построения многофункциональных логических модулей / А.А. Шалыто // Известия

РАН. Теория и системы управления. – 2004. – № 6. – С. 100–112.

2. Карцев, М.А. Арифметика цифровых машин / М.А. Карцев. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

3. Супрун, В.П. Синтез логических устройств для вычисления самодвойственных симметрических булевых функций / В.П. Супрун, Ф.С. Коробко // Автоматика и вычислительная техника. – 2014. – № 1. – С. 26–35.

4. Яблонский, С.В. Введение в дискретную математику / С.В. Яблонский. – М.: Наука, 1986. – 384 с.

Abstract

A problem of synthesizing logic circuits of units is considered. Here, an arbitrary Sheffer symmetric Boolean function depending on four, five, or six variables is realized in a single output. The constructive complexity of the synthesized logic circuits is determined by the number of inputs of logic elements, while the operating speed is influenced by the depth of the circuit. The logic circuits exceed the existing analogues in terms of complexity and operating speed.

Поступила в редакцию 25.09.2014 г.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ MATLAB ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

УДК 621.318.681.3

М.А. Раджух, БНТУ, г. Минск

Аннотация

Рассматриваются задачи исследования на экстремум функционалов с применением системы программирования MATLAB для решения прикладных и теоретических задач с использованием функций, позволяющих создавать множество различных типов двумерных и трехмерных графиков.

Введение

MATLAB (MATLAB) – система компьютерной математики, которая в настоящее время широко применяется исследователями для решения прикладных и теоретических задач на ЭВМ [1, 2]. Название MATLAB происходит от словосочетания «матричная лаборатория» (matrix laboratory), что первоначально соответствовало основному назначению системы – матричным вычислениям. Впоследствии, с развитием системы в нее были добавлены функции и вычислительные алгоритмы из многих других областей математики. Но основной подход к элементарным операциям, когда число рассматривается как частный случай матрицы, сохранился. В настоящее время MATLAB представляет собой развитую систему, включающую в себя в качестве составных частей инструменты для решения задач из разных областей математики, таких, как линейная алгебра, численные методы, динамические системы и т. д.

Основным режимом является режим командной строки, при котором команды, набираемые пользователем на клавиатуре в ответ на приглашение системы, выполняются в диалоговом режиме с немедленной выдачей результата. В этом режиме легко получить решение таких задач, как вычисление определителей, обращение и перемножение матриц, решение систем линейных алгебраических уравнений и др. Для выполнения этих и других операций необходимо вызвать соответствующую функцию системы, передав ей входные параметры и, возможно, сохранить результат для последующего использования [3].

Помимо режима командной строки, являющегося основным режимом работы, некоторые расширения MATLAB предлагают собственные диалоговые средства. Примером такого расширения является PDE Tool – графический интерфейс, предназначенный для решения дифференциальных уравнений в частных производных. Помимо функций, доступных из командной строки, он также предоставляет пользователю графическую среду, работающую в отдельном окне.

Для построения графиков в MATLAB имеется большой набор функций, позволяющих создавать множество различных типов двумерных и трехмерных графиков, диаграмм, гистограмм и т.д., причем элементами графического окна можно управлять программно. MATLAB – это Язык, инструментальный и встроенные математические функции, позволяющие нам исследовать различные подходы и получать решение быстрее, чем с использованием электронных таблиц или традиционных языков программирования, таких как C/C++ или Java. Matlab широко используется в таких областях, как обработка сигналов и связь, обработка

изображений и видео, системы управления, автоматизация тестирования и измерений, финансовый инжиниринг, задачи вариационного исчисления, и т.п. Тем не менее, математические пакеты MATLAB – это интеллектуальные лидеры в своих классах, это образцы, определяющие развитие компьютерной математики [4].

Краткие теоретические сведения о вариационном исчислении

В данной работе рассматриваются задачи исследования на экстремум функционалов. Функционалом называется правило, по которому каждой функции из некоторого их класса ставится в соответствие число. Рассмотрим функционал, зависящий от функции одной переменной и ее производной. Вариационные задачи, решавшиеся в конце XVII – начале XVIII веков, являлись лишь демонстрацией возможностей уже сформировавшегося, хотя и далекого пока что от строгой обоснованности, дифференциального и интегрального исчисления, и требовали в каждом конкретном случае искусства и интуиции. Первый общий метод решения вариационных задач был создан Эйлером (1707–1783 гг.) в работах 1732–1744 годов, в которых он усовершенствовал метод своего учителя И. Бернулли и распространил его на задачи с ограничениями. При этом он вывел общее уравнение для экстремалей, получившее его имя. В 1744 году Эйлер публикует первую в истории математики книгу по вариационному исчислению, в которой дается общее дифференциальное уравнение для экстремалей, получившее впоследствии его имя. Вывод этого уравнения, однако, был строго обоснован лишь во второй половине XIX века [5–8].

Рассмотрим задачу о минимуме функционала:

$$J(y) = \int_{x_1}^{x_2} F(x, y, y') dx \rightarrow \text{extr} \quad (1)$$

с заданными граничными условиями:

$$\begin{cases} y(x_1) = y_1, \\ y(x_2) = y_2, \end{cases} \quad (2)$$

где $F(x, y, y')$ – непрерывная функция трех переменных и дифференцируемая функция двух своих последних аргументов. Необходимым условием экстремума функционала является равенство нулю его вариации, вычисленной на экстремальной функции $y_0(x)$:

$$\delta J(y) = 0. \quad (3)$$

Вариация функционала δJ – это главная, линейная относительно вариации функции δy , часть его приращения ΔJ . В нашем случае $\delta J(y)$ вызывается вариацией независимой переменной – функции $y(x)$ и ее производной $y'(x)$: $y(x) = y_0(x) + \delta y(x)$; $y'(x) = y'_0(x) + \delta y'(x)$. Причем в силу граничных условий на концах интервала – $\delta y(x_1) = \delta y(x_2) = 0$. Вычислим вариацию функционала как линейную часть его приращения. Для этого разложим $F(x, y_0 + \delta y, y'_0 + \delta y')$ в ряд Тейлора в окрестности экстремальной функции с

удержанием только линейных членов, а затем проинтегрируем по частям:

$$\begin{aligned} \delta J(y_0) &= \int_{x_1}^{x_2} (F(x, y_0 + \delta y, y'_0 + \delta y') - F(x, y_0, y'_0)) dx = \\ &= \int_{x_1}^{x_2} (F_y \delta y + F_{y'} \delta y') dx = \\ &= \int_{x_1}^{x_2} F_y \delta y dx + (F_{y'} \delta y) \Big|_{x_1}^{x_2} - \int_{x_1}^{x_2} \frac{dF_{y'}}{dx} \delta y dx = \int_{x_1}^{x_2} \left(F_y - \frac{dF_{y'}}{dx} \right) \delta y dx = 0. \quad (4) \end{aligned}$$

Так как вариация функции $\delta y(x)$ произвольная, то в силу основной леммы вариационного исчисления первый сомножитель под интегралом должен равняться нулю. Таким образом, функция, на которой достигается экстремум, должна удовлетворять дифференциальному уравнению:

$$F_y - \frac{dF_{y'}}{dx} = 0. \quad (5)$$

Это уравнение называется дифференциальным уравнением Эйлера. Оно является в общем случае уравнением второго порядка и дополняется двумя граничными условиями (2). Любое его решение называется экстремалью. Это кривая, на которой может достигаться экстремум.

Так как уравнение Эйлера дополняется не начальными, а граничными условиями, то теорема Коши о существовании и единственности решения дифференциального уравнения здесь неприменима. Иными словами, экстремаль не обязательно существует, а если существует, то не обязательно единственна. Все зависит от вида уравнения Эйлера (5) и разрешимости системы уравнений для граничных условий (2).

Рассмотрим некоторые частные случаи уравнения Эйлера (5).

1. Подынтегральная функция F не зависит от производной y' или зависит от нее линейно. В этом случае уравнение Эйлера становится алгебраическим, в его решении нет произвольных постоянных, и оно не обязательно удовлетворяет условиям (2). Если граничные условия (2) удовлетворяются, то мы получили экстремаль, а если нет, то нет и решений у данной вариационной задачи.

2. Частный случай случая 1: $F = P(x, y) + y'Q(x, y)$, причем $\partial P/\partial y = \partial Q/\partial x$. В этом случае уравнение (5) обращается в тождество $0 = 0$, и экстремалью будет любая кривая, соединяющая точки $M_1(x_1, y_1)$ и $M_2(x_2, y_2)$. Криволинейный интеграл (1) в этом случае не зависит от линии интегрирования, и вариационная задача теряет смысл.

3. Подынтегральная функция F не зависит явно от y . Уравнение Эйлера имеет первый интеграл $F_{y'} = C_1$. Это уравнение первого порядка, и оно решается легче, чем исходное уравнение второго порядка.

4. Если подынтегральная функция F не зависит явно от x , то уравнение Эйлера также имеет первый интеграл вида $F - y'F_{y'} = C_1$. Действительно, уравнение Эйлера (5) можно записать в виде $F_y - F_{xy'} - F_{yy'}y' - F_{y'y''}y'' = 0$. Из-за явной независимости от x это выражение имеет вид: $F_y - F_{yy'}y' - F_{y'y''}y'' = 0$. Но такой же вид имеет и полная производная по x от выражения $F - y'F_{y'} = C_1$: $d(F - y'F_{y'})/dx = F_y y' + F_{yy'}y'' - y'(F_{yy'}y' + F_{y'y''}y'') = F_y y' - F_{yy'}y'^2 - F_{y'y''}y'y'' = 0$, что после сокращения на y' совпадает с уравнением Эйлера.

Чтобы проверить, действительно ли достигается экстремум на найденной экстремали, нужно воспользоваться достаточными условиями экстремума. Простейшее из них – это условие Лежандра. Для его применения нужно вычислить $F_{y'y'}$ и проверить знак этого выражения на кривых, близких к экстремали. Если $F_{y'y'} > 0$ для всех $y(x)$, близких к экстремали, и для любых $y'(x)$, то на данной экстремали достигается сильный минимум. Если же неравенство $F_{y'y'} > 0$ выполняется для всех $y(x)$, близких к экстремали, но только для $y'(x)$, близких к экстремали, то достигается слабый минимум. При $F_{y'y'} < 0$ достигается максимум (соответственно сильный или слабый).

Алгоритм решения задачи

вариационного исчисления

с использованием системы МАТЛАБ

Пример 1 (Решение уравнения Эйлера). Найти экстремаль функционала:

$$J(y) = \int_{-1}^1 (x^2 + y^2 + y'^2) dx; \quad \begin{cases} y(-1) = 1; \\ y(1) = 2. \end{cases} \quad (6)$$

Исследовать полученную экстремаль на достаточные условия экстремума. Построить график решения. В этом примере подынтегральная функция $F(x, y, y')$ является функцией общего вида, поэтому составим уравнение Эйлера в виде (5) и решим его. Затем необходимо построить график решения. Попутно исследуем на выполнение достаточных условий экстремума [9].

Вначале очистим память от решавшихся ранее задач. Зададим формат отображения действительных чисел с 14 знаками. Напечатаем заголовок решаемой задачи. Зададим число точек для построения графика. Опишем символические переменные.

```
clear all % очищаем память
format long % формат отображения чисел с 14 знаками
disp('Решаем пример 1') % выводим заголовок задачи
syms x y Dy D2y % описали символические переменные
```

Уравнение Эйлера является дифференциальным уравнением второго порядка. Для его решения используем принятые в MATLAB обозначения производных: Dy для y' и D2y для y'' . Вводим подынтегральную функцию и граничные условия. Здесь мы должны поставить свои исходные данные.

```
F=x^2+y^2+Dy^2; % вводим подынтегральную функцию
x1=-1; % вводим граничные условия
y1=1;
x2=1;
y2=2;
fprintf('Подынтегральная функция: F=%s\n',char(F))
fprintf('Граничные условия: y(%d)=%d; y(%d)=%d\n',x1,y1,x2,y2)
Подынтегральная функция: F=x^2+y^2+Dy^2
Граничные условия: y(-1)=1; y(1)=2
```

Подынтегральная функция F – символическое выражение, граничные условия x_1 , y_1 , x_2 и y_2 – действительные переменные. Найдем частные производные F_y и $F_{y'}$.


```
dFdy=diff(F,y) % вычисляем Fy
dFdy1=diff(F,Dy) % вычисляем Fy'
dFdy =
2*y
dFdy1 =
2*Dy
```

В уравнение Эйлера входит полная производная dF_y/dx . Вычисляем ее по формуле:

$$\frac{dF_{y'}}{dx} = \frac{\partial F_{y'}}{\partial x} + \frac{\partial F_{y'}}{\partial y} y' + \frac{\partial F_{y'}}{\partial y''} y'' \quad (7)$$

Вычислим частные производные $\partial F_y/\partial x$, $\partial F_y/\partial y$ и $\partial F_y/\partial y'$, а затем найдем полную производную dF_y/dx по (7).

```
d_dFdy1_dx = diff(dFdy1,x) % ∂(F_y)/∂x
d_dFdy1_dy = diff(dFdy1,y) % ∂(F_y)/∂y
d_dFdy1_dy1 = diff(dFdy1,Dy) % ∂(F_y)/∂y' = F_y' – условие
Лежандра
dFy1dx = d_dFdy1_dx + d_dFdy1_dy*Dy + d_dFdy1_dy1*D2y % d(F_y)/dx
d_dFdy1_dx =
0
d_dFdy1_dy =
0
d_dFdy1_dy1 =
2
dFy1dx =
2*D2y
```

Составим левую часть дифференциального уравнения Эйлера и упростим ее. Для решения дифференциального уравнения нужно представить его в виде строковой переменной. Преобразуем символическую переменную Euler в строку и добавим в конце равенство нулю.

```
Euler = simple(dFdy-dFy1dx) % левая часть уравнения
Эйлера
deqEuler = [ char(Euler) ' = 0 ' ]; % составили уравнение
fprintf('Уравнение Эйлера: %s\n',deqEuler)
Euler =
2*y-2*D2y
Уравнение Эйлера: 2*y-2*D2y=0
```

Команда dsolve позволяет находить как общее решение дифференциального уравнения, так и частное его решение, удовлетворяющее заданным начальным или граничным условиям. Решаем уравнение Эйлера и проверяем, является ли решение единственным. Если нет, прекращаем работу программы.

```
Sol = dsolve(deqEuler,'x') % решаем уравнение Эйлера
if length(Sol)~1 % решений нет или более одного
error('Нет решений или более одного решения!');
end
Sol =
(C1*exp(x)^2+C2)/exp(x)
```

Программа будет работать дальше, если решение существует и оно единственное. Сформируем теперь уравнения для граничных условий. Подставим в найденное аналитическое решение Sol граничные точки x1 и x2, преобразованные в

символические переменные. Затем преобразуем эти символические выражения в строки, и приравняем их соответственно y1 и y2.

```
SolLeft = subs(Sol,x,sym(x1)); % подставляем x1
SolRight = subs(Sol,x,sym(x2)); % подставляем x2
EqLeft = [char(SolLeft) '=' char(sym(y1))] % приравняли y1
EqRight = [char(SolRight) '=' char(sym(y2))] % приравняли y2
EqLeft =
(C1*exp(-1)^2+C2)/exp(-1)=1
EqRight =
(C1*exp(1)^2+C2)/exp(1)=2
```

Решаем полученную систему уравнений – находим значения произвольных постоянных C1 и C2. Подставим найденные константы в аналитическое решение Sol. Ограничим полученное решение 14 знаками – этого вполне достаточно для построения графика решения.

```
Con = solve(EqLeft,EqRight); % решаем систему уравнений
C2=Con.C2 % символическим константам C3 и C2
C3=Con.C3 % присваиваем полученные решения
Sol1a = vpa(eval(Sol),14); % подставляем C3, C2, вычисляем с 14 знаками
fprintf('Уравнение экстремали:\n%s\n',char(Sol1a))
C1 =
(-2*exp(1)+exp(-1))/(exp(-1)^2-exp(1)^2)
C2 =
exp(1)*exp(-1)*(-exp(1)+2*exp(-1))/(exp(-1)^2-exp(1)^2)
Уравнение экстремали:
(.69877023730776*exp(x)^2+.27331117318808)/exp(x)
```

Зададим массив аргументов для рисования графика функции и вычислим значения функции. Нарисуем график, подпишем заголовок и координатные оси.

```
xpl = linspace(x1,x2); % задаём массив абсцисс
y1a = subs(Sol1a,x,xpl); % вычислили ординаты
plot ( xpl, y1a, 'r' ) % рисуем график
title ( '\bf БНТУ-Раджух – Решение примера 1' ) % заголовок
xlabel('x') % метка оси OX
ylabel('y(x)') % метка оси OY
```

Ответ. Уравнение Эйлера после сокращения на -2 будет

$$y'' - y = 0. \quad (8)$$

Его аналитическое решение:

$$y(x) = C_1 e^x + C_2 e^{-x}. \quad (9)$$

После подстановки значений произвольных постоянных экстремаль функционала (6) имеет вид:

$$y(x) = 0,69877e^x + 0,27331e^{-x}. \quad (10)$$

График ее показан на рисунке 1. Так как $F_{y,y'} = 2 > 0$, и это условие выполняется $\forall y(x)$ и $\forall y'(x)$, то в соответствии с достаточным условием Лежандра найденная экстремаль доставляет сильный минимум функционалу (6).

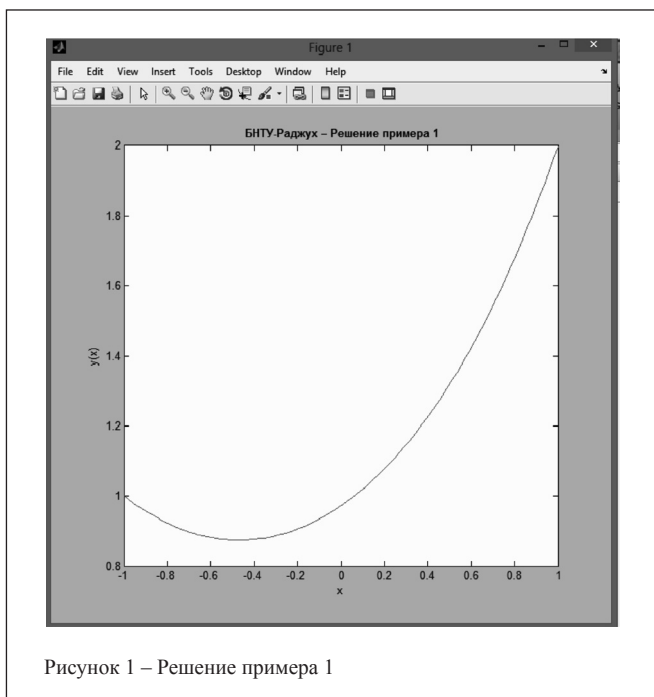


Рисунок 1 – Решение примера 1

Заключение

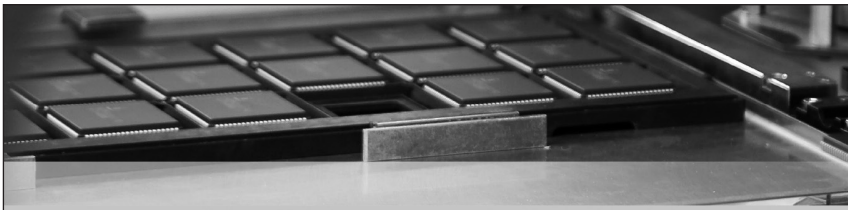
МАТЛАБ – это язык высокого уровня для численных вычислений, визуализации и разработки приложений, интерактивная среда для проектирования, имеющая ма-

тематические функции для численного интегрирования и решения обыкновенных дифференциальных уравнений, а так же инструменты для создания приложений с пользовательским графическим интерфейсом.

Литература:

1. Ануфриев, И.Е. MATLAB 7.0 / И.Е. Ануфриев, А.Б. Смирнов, Е.Н. Смирнова. – СПб. : BHV, 2005.
2. Чен, К. MATLAB в математических исследованиях / К. Чен, К. Джиглин, А. Ирвинг. – М. : Мир, 2001.
3. Кондрашов, В.Е. MATLAB как система программирования научно-технических расчетов / В.Е. Кондрашов, С.Б. Королев. – М. : Мир, 2002.
4. Мартынов, Н.Н. Matlab 7. Элементарное введение / Н.Н. Мартынов. – М. : Кудиц-образ, 2005.
5. Кетков, Ю.Л. MATLAB 6.X: программирование численных методов / Ю.Л. Кетков, А.Ю. Кетков, М.М. Шульц. – СПб. : BHV, 2003.
6. Кетков, Ю.Л. MATLAB 7.0: программирование, численные методы / Ю.Л. Кетков, А.Ю. Кетков, М.М. Шульц. – СПб. : BHV, 2005.
7. Ахизер, Н.И. Лекции по вариационному исчислению / Н.И. Ахизер. – М. : Гостехиздат, 1955.
8. Бахвалов, Н.С. Численные методы / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков. – М. : Наука, 1987.
9. Кузнецов, Ю.А. Электронное учебно-методическое пособие / Ю.А. Кузнецов, А.В. Семенов. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 69 с.

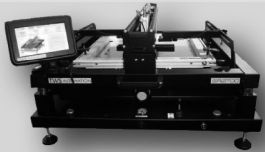
Поступила в редакцию 08.10.2014 г.




**РИФТЭК
SMT**

E-mail: smt@riftek.com

Тел.: +375 17 281 36 57





SMT-монтаж любой сложности
 Профессиональное современное оборудование
 Установка компонентов с использованием
 новейших автоматов JUKI
 Пайка компонентов в конвекционной печи
 Современная линия ручного монтажа
 Подбор и поставка компонентов

ЧУП «РИФТЭК-СМТ»
 Республика Беларусь,
 220090, г. Минск,
 Логойский тракт, 22, 103
 УНП 192241841

СТАНДАРТ MIPI M-PHY ПОЗВОЛЯЕТ УМЕНЬШИТЬ ПОТРЕБЛЕНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Виктор Родин, инженер,
rodin2729@yandex.ru

В статье рассмотрен стандарт последовательной передачи данных MIPI M-PHY. Особое внимание уделено способам уменьшения энергопотребления.

В настоящее время наиболее распространенным интерфейсом для multifunctional мобильных устройств является MIPI D-PHY. Для дальнейшего совершенствования мобильных устройств необходим более мощный интерфейс, обеспечивающий асинхронную передачу и целостность сигнала на более высокой скорости в условиях сильных электромагнитных помех. Для кремниевой электроники такой альтернативой является стандарт M-PHY.

Архитектура

Базовой единицей M-PHY является линия связи (lane), которая соединяет процессор с передатчиком (M-TX) или приемником (M-RX). Каждая линия связи рассматривается как независимый элемент сети с собственной конфигурацией и интерфейсом передачи данных. Состояние линии контролируется менеджером. Для повышения пропускной способности линии объединяются. В этом случае выравнивание задержек сигнала и синхронизацию линий также обеспечивает менеджер.

Канал обмена данными между кристаллами на плате содержит два потока (подканала) для передачи данных в нисходящем и восходящем направлениях. В подканале может быть как одна, так и несколько линий, объединенных в пары приемник-передатчик.

Стандартом предусмотрено два типа протоколов. В протоколах первого типа MIPI M-PHY не применяется общий референсный сигнал, что позволяет использовать преобразователи, расширители зоны охвата или оптические передатчики.

В протоколах второго типа общий тактовый сигнал обязателен. В режиме с высокой скоростью передачи в обоих протоколах используются одинаковые сигналы. В низкоскоростном режиме в протоколе первого типа используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ), а в протоколе второго типа – системные синхросигналы NRZ (без возврата к нулю).

Протоколы двух типов не взаимозаменяемы. Основные различия между протоколами указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Особенности протоколов первого и второго типа

Параметр	Тип I	Тип II
Возможность конфигурации	да	нет
Сигналы в низкоскоростном взрывном режиме	ШИМ, самосинхронизация	NRZ с общим опорным тактовым сигналом
Преобразователи данных	поддерживаются	не поддерживаются
Общий референсный синхросигнал	необязателен	обязателен

Режимы передачи

Интерфейсом M-PHY предусмотрено два режима передачи: низкоскоростной 3-576 Мбит/с и высокоскоростной 1248-5824 Мбит/с (версия M-PHY v3.0). В каждом подканале режим передачи устанавливается независимо от других каналов, что позволяет существенно сократить потребление канала связи в устройствах, передающих преимущественно в одном направлении (видеокамера, дисплей).

Всего разделяют три высокоскоростных режима работы с двумя вариантами скорости передачи в каждом (таблица 2).

Таблица 2 – Скорость передачи в высокоскоростных режимах MIPI M-PHY

Режим	Скорость А, Мбит/с	Скорость В, Мбит/с
Gear 1	1248	1457,6
Gear 2	2496	2915,2
Gear 3	4992	5830,4

Допустимое отклонение скорости передачи составляет $\pm 2,000$ ppm. Системы, поддерживающие Gear 3, также могут осуществлять передачу в режимах Gear 1 и Gear 2, обеспечивая оптимальное соотношение между потреблением и производительностью системы.

Синхронизация

Устройства M-PHY могут работать в мезохронном и плезиохронном режимах (рисунок 1).

Плезиохронная передача требует внутренней синхронизации узлов от источников с номинально совпадающими частотами. Понятие «плезиохронная» значит «почти синхронная», поскольку частоты источников близки, но точно не совпадают. Со временем накапливается разногласие, которое компенсируется путем вставки фиктивных данных.

Плезиохронный режим поддерживается только протоколами первого типа. На обоих концах линии передачи используются независимые сигналы тактирования. В высокоскоростном режиме требуется восстановление частоты и фазы сигнала.

Допустимо использовать разные генераторы опорных тактовых сигналов в устройствах Type-I M-TX и M-RX на одной линии. Это позволяет сократить необходимое число выводов, упрощает разводку печатной платы.

Сигнал называется мезохронным, если его фазовые соотношения значащих моментов незначительно отличаются от строго определенных.

В мезохронном режиме (который поддерживается обоими протоколами) на линии M-TX и M-RX подается одинаковый синхросигнал. В высокоскоростном режиме требуется лишь восстановление его фазы.

Режим энергосбережения

В отсутствие передачи устройства M-PHY можно перевести в энергосберегающий режим: Sleep – в слу-

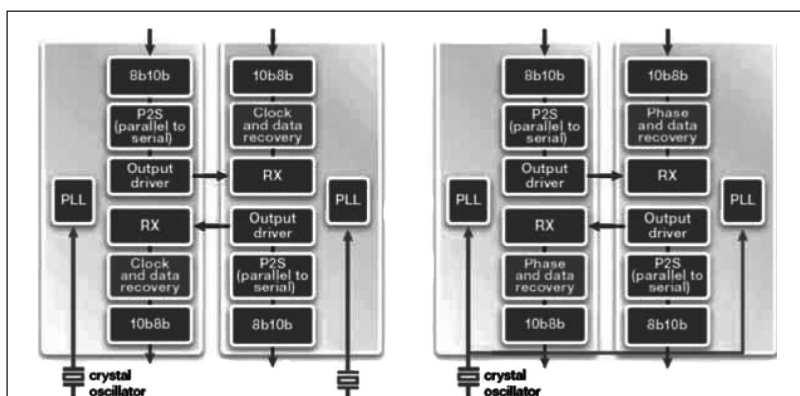


Рисунок 1 – Принцип плезиохронной (слева) и мезохронной работы интерфейсов MIPI M-PHY типов I и II (справа): PLL – ФАПЧ; P2S – параллельный код в последовательный; output driver – выходной каскад; RX – приемник; Clock and data recovery – восстановление синхросигнала и данных; crystal oscillator – кварцевый генератор; phase and data recovery – восстановление фазы и данных

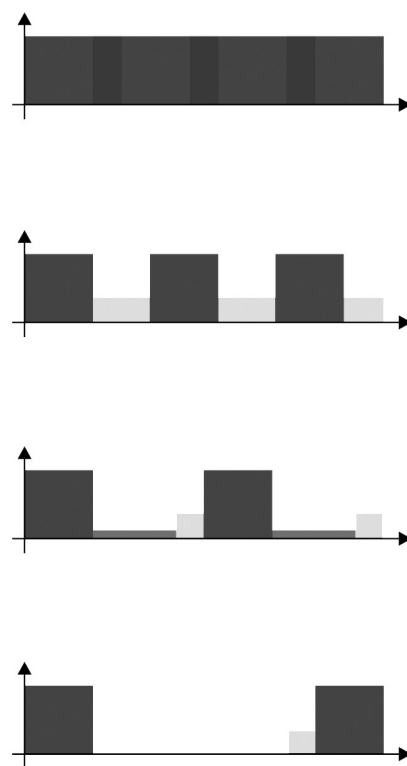


Рисунок 3 – Режимы отправка-остановка (сверху вниз):
а) HS-burst – Filler/NOP;
б) HS-burst – STALL;
в) HS-burst – SLEEP;
г) HS-burst – гиббернация

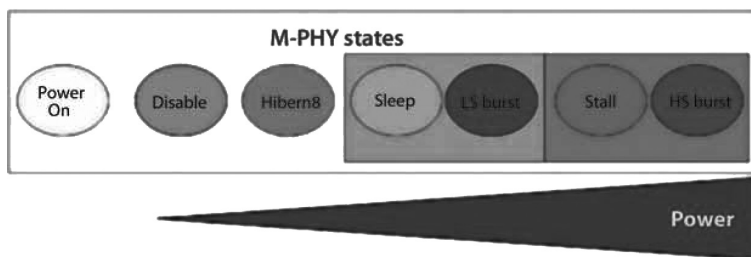


Рисунок 2 – Режимы питания MIPI M-PHY: Power on – питание включено; Disable – отключение; Hibern8 – гиббернация; Sleep – сон; LS-burst – взрывной, низкая скорость; Stall – остановка; HS-burst – взрывной, высокая скорость; Power – потребление

чае передачи на низкой скорости и Stall – при работе на высокой скорости. Переход в режим энергосбережения и выход из него осуществляется за время передачи нескольких символов.

Отличительной особенностью M-PHY является минимальное потребление, которое достигается за счет следующих факторов:

- градация режимов питания (рисунок 2);
- быстрое и простое переключение между состояниями;
- быстрое пробуждение в низкоскоростном режиме, отсутствие необходимости в синхронизации;
- работа в режиме «отправка-остановка», когда система включается только для передачи, а в промежутках находится в одном из пассивных режимов (рисунок 3). На верхнем рисунке схематично изображены режим HS-burst (красный) и холостой режим (Filler/NOP). В этом сочетании активность поддерживается путем выполнения пустых операций между взрывными режимами. Между кадрами задержка отсутствует.

Если вместо выполнения пустых операций переводить устройство в режим

ожидания (stall, диаграмма б), то энергопотребление снижается на 75 %, а задержка минимальна. В еще большей мере (до 90 %) мощности можно сэкономить благодаря режиму SLEEP. Это оптимальный режим с точки зрения соотношения между потреблением и задержкой. Режим гиббернации (диаграмма г) обеспечивает оптимальную по потребляемой мощности работы и позволяет сократить потребление больше, чем на 90 %.

В высокоскоростном режиме передачи потребление составляет несколько пДж/бит. Стандартом не регламентируется длина синхронизирующей последовательности – она устанавливается приложением.

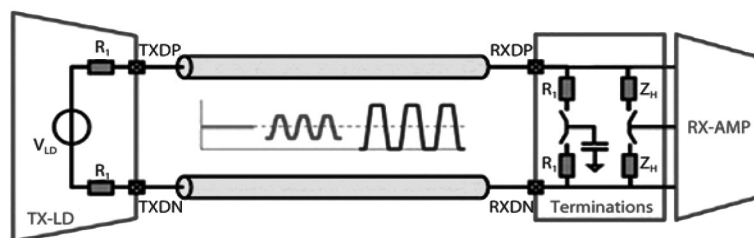


Рисунок 4 – Уменьшение потребления за счет амплитуды сигнала и способа терминирования

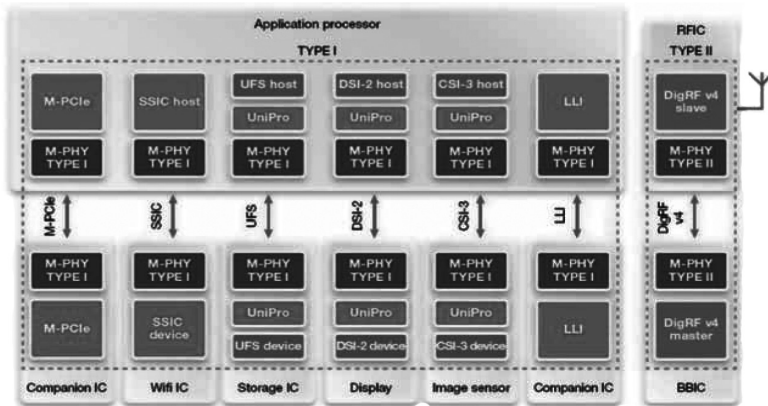


Рисунок 5 – Применение MIPI M-PHY в прикладном процессоре: Application processor – прикладной процессор; Companion IC – сопроцессор; Storage IC – микросхема памяти; Display – дисплей; Image sensor – датчик изображения; Slave – ведомое устройство; Master – ведущее устройство

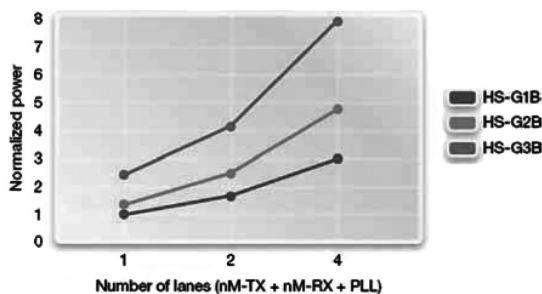


Рисунок 6 – Потребление системы при разных скоростях передачи: Normalized power – нормированное потребление; Number of lanes – количество линий



Рисунок 7 – Переключение режимов работы: Lane activity – активность линии; Burst – взрывной режим; Stall – остановка; Hibernate – гибернация; Time (s) – время, с

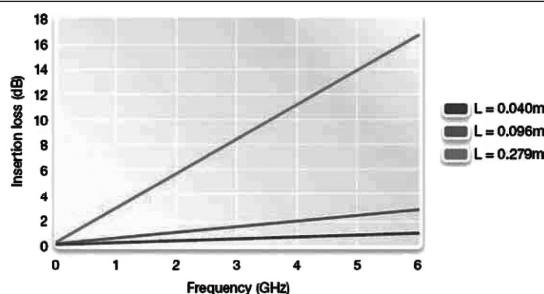


Рисунок 8 – Коэффициент ослабления сигнала для плат длиной 40,96 и 279 мм: Insertion loss (dB) – вносимые потери, дБ; Frequency (GHz) – частота, ГГц

Для уменьшения потребления применяется программирование величины амплитуды (большая, небольшая) и выбор способа терминирования (рисунок 4). В режиме с низкой скоростью передачи минимальное потребление обеспечивается при установлении малой амплитуды без использования терминирования. В высокоскоростном режиме терминирования обязательна.

Протокол MIPI M-PHY поддерживает следующие интерфейсы:

- Type-I: LLI, CSI-3, DSI-2, UniPro, JEDEC UFS, USB 3.0 SSIC и M-PCIe;
- Type-II: DigRF v4.

Стандарт MIPI M-PHY универсален и может заменить большинство интерфейсов передачи, поддерживаемых прикладными процессорами (рисунок 5).

Для приложений, в которых требуется большая полоса пропускания, чем обеспечивается стандартом HS-Gear3 (например, при использовании высокоскоростных дисплеев), линии передачи объединяются. При выборе режима передачи следует иметь в виду, что с точки зрения потребления энергии предпочтительнее удвоить скорость передачи, чем удвоить количество линий передачи. Это подтверждается графиком на рисунке 6.

Взрывная передача

Устройства MIPI M-PHY оптимизированы для работы во взрывном режиме, когда они быстро включаются для осуществления передачи и снова уходят в режим пониженного энергопотребления. Для конкретного приложения можно подобрать последовательность режимов работы, чтобы обеспечить требуемые характеристики при минимальном потреблении (рисунок 7).

Целостность сигнала

Стандартом MIPI M-PHY установлено несколько способов уменьшения и компенсации потерь при передаче. Наиболее очевидным из них является установление амплитуды выходного сигнала передатчика (большая или небольшая). Если длина межсоединений невелика, следует выбирать малую амплитуду, а для длинных линий – большую. Потери в микрополосковых линиях на печатной плате из FR4 зависят от частоты (рисунок 8).

Целостность сигнала, т.е. требуемая амплитуда, время нарастания, джиттер, на приемном конце гарантируется путем внесения предсказаний в передатчике. Уровень первого измененного бита на-

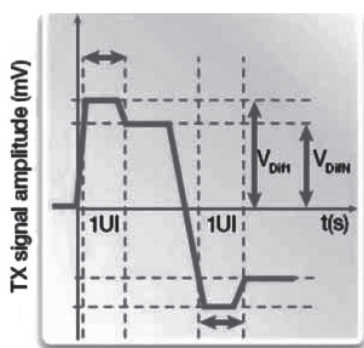


Рисунок 9 – Передаваемый сигнал:
Signal amplitude – амплитуда сигнала

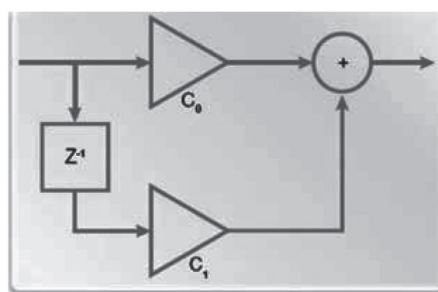


Рисунок 10 – Фильтр, вносящий предискажения

Таблица 3 – Пример использования MIPI M-PHY в мобильных приложениях

	Приложение	Полоса пропускания	Требуемая скорость М-PHY	Количество линий
Беспроводные интерфейсы	Wi-Fi 802.11 n	300 Мбит/с	HS-Gear3	1
	WirelessHD	4 Гбит/с	HS-Gear3	1
	WiGig	7 Гбит/с	HS-Gear3	2
Память	накопитель, SSD	5 Гбит/с	HS-Gear3	2

Таблица 4 – Величина предискажений, вносимых фильтром

Предискажения, дБ	CEQ_TX, дБ
0,0	0,000
3,5	-0,158
6,0	-0,250

меренно понижается до VDif1. Следующий бит имеет уровень VDifN. Отношение:

$$VDifN / VDif1 = 1 + 2CEQ_TX.$$

Форма передаваемого сигнала показана на рисунке 9. За счет использования предискажений отпадает необходимость в использовании тренировочной последовательности. В итоге задержка передачи и объем передаваемых данных уменьшается. На рисунке 10 показана схема фильтра, вносящего предискажения.

$$C0 = 1 + CEQ_TX, \\ C1 = -CEQ_TX.$$

В таблице 4 приведены примерные уровни предискажений, обеспечиваемые схемой на рисунке 10.

Журнал «Электронные компоненты» №6, 2014

www.polden.by
ПОЛДЕН
ПАЯЛЬНО-РЕМОНТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Плюс

(017)222-50-23
(017)222-51-02
(029)648-71-31

УНН 190780036

ООО «БАРС-ЭЛЕКТРОНИКС»

г. Минск, ул. Притыцкого, 62/2-1035,
тел.: +375 17 254-72-11,
моб.: +375 29 647-53-76,
+375 29 705-04-15,

e-mail: info@elbars.com
pcb@elbars.com
web: www.elbars.com

1. Трафареты для поверхностного монтажа печатных плат.
2. Электрополировка. Срок изготовления 3 дня.
3. Разработка и поставка печатных плат.
4. Монтаж печатных плат.
5. Поставка электронных компонентов.
6. Светодиодное оформление витрин, фасадов зданий.
7. Изготовление LED прожекторов.

УНП 191061502

ИННОВАЦИОННЫЕ МИКРОСХЕМЫ ASIC PICOSCAP ОТ КОМПАНИИ ACAM: ВРЕМЯ-ЦИФРОВЫЕ ЕМКОСТНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

Светлана Сысоева

Dr.Gold@sysoeva.com

В статье рассказывается о серии ASIC PICOSCAP немецкой компании ACAM – мощном и в высокой степени программируемом решении для интерфейса сигнала емкостных датчиков на основе технологии время-цифровых преобразователей (ВЦП) с типичным разрешением пикосекундного диапазона.

ASIC-кристаллы ACAM PICOSCAP представляют собой высокоточные, быстродействующие и универсальные устройства, которые хорошо подходят для емкостных MEMS-датчиков и характеризуются гибкостью в отношении входного диапазона емкости, широким набором возможных подключений датчиков, конфигураций и параметров с возможностью очень низкого потребления тока. Программирование мощного встроенного сигнального процессора ЦОС, в том числе с запасанием калибровочных коэффициентов в EEPROM, позволяет легко и удобно адаптировать продукты PICOSCAP для любых клиентских применений емкостных датчиков.

Введение

Микросхемы PICOSCAP компании ACAM [1] представляют собой гибкое однокристалльное ASIC-решение для интерфейса и непосредственного цифрового преобразования емкости датчика, подключенного к входному каналу микросхемы. Основу технологии инновационных ASIC ACAM составляют так называемые время-цифровые преобразователи (ВЦП), принцип действия которых основан на квантизации временных интервалов при разряде измеряемой емкости конденсатора с типичным разрешением пикосекундного диапазона.

Входная емкость может варьироваться в широком диапазоне – почти от 0 фФ до сотен нФ – предела значения емкости, измеряемой посредством микросхем PICOSCAP, практически не существует. Это позволяет использовать один и тот же кристалл ASIC для широкого спектра датчиков. Микросхемы PICOSCAP специально разрабатывались и в особенности хорошо подходят для емкостных МЭМС-датчиков.

Современный рынок МЭМС-технологий отличается высокими совокупными среднегодовыми темпами роста. По данным Yole Development 2013 года, в 2012 году MEMS-сектор характеризовался 10 % среднегодовым ростом и достиг объема в 11 млрд долл. Глобальный рынок МЭМС ежегодно увеличивается на 12–13 % в объеме выручки, которая, согласно ожиданиям экспертов, в 2018 году достигнет 22,5 млрд долл. Аналитики предполагают, что число проданных единиц МЭМС в то же время составит 23,5 млрд. Сегодня ведущей отраслью в развитии современного рынка МЭМС-датчиков является сегмент потребительской электроники и мобильных устройств. В данном сегменте, в свою очередь, основной технологией МЭМС становятся инерциальные датчики движения – акселерометры, гироскопы, блоки инерциальных измерений (акселерометр+гироскоп) и компасы, объединяющие акселерометр и магнитометр. В мобильной электронике получили

распространение датчики инерции, аппаратно и программно объединенные с магнитометрами в 6- и 9-осевые сенсорные модули, в комбинации с датчиком давления – в 10-осевые сенсорные решения. Новой тенденцией является комбинирование датчиков инерции с различными типами датчиков и МК в мультисенсорные узлы.

Важнейшие общие тенденции современного рынка МЭМС-датчиков особенно ярко проявились в сегменте датчиков инерции и включают использование сложными приложениями одновременно нескольких входов и слияние данных различных датчиков. Такая технология именуется «сенсорное слияние» и лежит в основе следующего поколения комби-датчиков. На данный момент известны уже не только мультисенсорные инерциальные комби-датчики для детектирования движения, но и различные комбинации других типов датчиков (например, в одном модуле могут быть интегрированы датчики давления, влажности и температуры). Технология следующего уровня интеграции представляет собой сенсорный узел, в котором слияние и обработку данных одного или различных типов датчиков, объединенных между собой, выполняет прикладной микроконтроллер с ПО, интегрированный в систему на плате, систему в корпусе или на кристалле и допускает подключение внешних датчиков различных типов. В целом, в настоящее время наблюдается переход от концепции автономного МЭМС-датчика на кристалле к созданию интегрированных систем, в которых датчик является неотъемлемой частью полного системного решения.

Причем уже не только комби-, но даже одиночные датчики, в частности, трехосевые МЭМС-акселерометры, теперь снабжены собственными встроенными или внешними ASIC и микроконтроллерами. Алгоритмы функционирования МК-датчика могут быть любыми – от обработки и формирования сигнала встроенного МЭМС-кристалла до слияния данных встроенного и внешних датчиков и любые типы виртуальной эмуляции датчиков за пределами имеющихся физически.

В ответ на эти потребности рынка компании – разработчики и производители МЭМС-продуктов вертикально интегрируются для создания комби-датчиков, чтобы осуществлять их калибровку и компенсацию при производстве и снабжать встроенными алгоритмами согласно применению. А такой подход требует обеспечения вычислительных мощностей кристаллов выше традиционно встроенной в стандартные сигналообработчики датчиков (SSC) или специализированные, согласно применению, интегральные схемы (ASIC) для изделий МЭМС.

Большинство датчиков инерции представляют собой именно емкостные датчики – к ним относятся акселерометры, гироскопы, смежными с датчиками инерции являются емкостные датчики давления, влажности и микрофоны. В новых мобильных телефонах все вышеперечисленные типы датчиков плотно интегрированы между собой. Передовые модели смартфонов снабжены датчиками давления и влажности, датчики давления становятся составной частью современных систем персональной навигации по этажам, а микрофоны, по сути, –

те же емкостные преобразователи движения или давления, адаптированные к восприятию воздействий звуковых волн и использованию в качестве звукового интерфейса. Поскольку достижения потребительского и мобильного сегментов, позволяющие добиться более высокого уровня характеристик при неуклонном снижении цены, могут широко применяться в промышленности, автоэлектронике и high-end-технике, формируется значительная потенциальная ниша для емкостных МЭМС-преобразователей.

Так, в промышленности емкостные датчики широко используются для контроля уровня заполнения. Помимо хорошо известных автомобильных применений емкостных МЭМС-преобразователей для измерения ускорения и давления, емкостные датчики влажности в автомобиле могут быть предназначены для контроля конденсата и автоматического обогрева ветрового стекла. Еще раз акцентируем внимание разработчиков на том, что промышленный, автомобильный и high-end-секторы перенимают тенденции и достижения потребительской электроники, что означает всеобъемлющую потенциальную востребованность емкостных преобразователей следующего поколения в виде комби-датчиков и со слиянием данных различных датчиков и сенсорных узлов.

Специально для емкостных датчиков следующего поколения разработаны кристаллы PICOCAP ACAM, которые представляют собой интеллектуальные ASIC-решения для выполнения высококачественных измерений множественных емкостных входов в сочетании с бортовой вычислительной обработкой.

Микросхемы PICOCAP обеспечивают высокий уровень характеристик и точности емкостных преобразователей с возможностью ультранизкого потребления тока. Высокое качество измерений является результатом применения технологии время-цифровых преобразователей (ВЦП), положенных в основу практически полностью цифровых измерительных решений ACAM. Высокое временное разрешение пикосекундного диапазона обуславливает не только высокую измерительную точность, но и эффективное быстроедействие этих инновационных устройств. ASIC PICOCAP – точные, быстроедействующие,

масштабируемые, гибкие, универсальные и программируемые решения с крайне низким потреблением мощности для широкого круга применений емкостных МЭМС-датчиков в различных отраслях промышленности.

Явным преимуществом технологии PICOCAP над стандартными обработчиками сигналов является программируемость, предоставляющая возможность гибкой адаптации. Множество стандартных SSC для резистивных и емкостных МЭМС-датчиков изготавливается с расчетом на такие же стандартные МЭМС-датчики (например, датчики давления и влажности для промышленного и автомобильного рынков) и включают блок энергонезависимой памяти для хранения калибровочных коэффициентов. Другие SSC и ASIC с целью охвата большего количества применений имеют встроенные алгоритмы компенсации датчика общего назначения. Реальным недостатком ряда SSC становится отсутствие программирования, которое позволяет пользователю разрабатывать алгоритмы функционирования датчика и программное обеспечение.

В отличие от многих других, PICOCAP представляют собой именно программируемые микросхемы, в которых программируется не память, а процессор ЦОС.

ACAM предоставляет для некоторых приложений базовую программную прошивку, готовую к использованию и легко адаптируемую для собственного применения. Решения на основе прошивки ACAM дают полный контроль над приложением и возможность использовать преимущества выпуска обновлений программного обеспечения вместо полной реконструкции устройства при добавлении или изменении функциональности.

Общие преимущества технологии PICOCAP:

- широкий входной диапазон емкости – практически от 0 фФ до сотни нФ;
- высокое разрешение до 22 бит;
- высокая частота измерений до 500 000 выб./с;
- крайне низкий ток потребления – всего несколько мкА;
- путем простой настройки программного обеспечения пользователь может выбирать между высоким разрешением, высокой скоростью измерения или малой мощностью.

О компании ACAM

С момента создания в 1996 году компания ACAM Messelectronic GmbH (Германия) занимается разработкой и производством цифровых решений для аналоговой измерительной техники, основанных на технологии ВЦП – время-цифровых преобразователей (time-to-digital converters, TDC). На основе своей технологии ВЦП, которые используют задержку срабатывания простых логических вентилей для измерения временных интервалов, ACAM достигла уровня разрешения в пикосекундном диапазоне.

Компания ACAM – мировой лидер в рыночном сегменте ВЦП-решений, выпускаемых в рамках пяти продуктовых линеек для космической, промышленной, медицинской, потребительской и автомобильной отраслей и адаптированных к измерениям скорости вращения, емкости и сопротивления. Семейства продукции получили наименования PICOTURN, PICOSTRAIN и PICOCAP, что отражает пикосекундный уровень разрешения и точности, достижимый посредством измерительного принципа ВЦП [1–5].

Компания ACAM – фаблесс-поставщик SoC SSC ASIC, представляющих собой мощные цифровые устройства интерфейса сигналов датчиков с несколькими аналоговыми входами.

Важнейшей стратегией компании является широкое внедрение своих оригинальных цифровых измерительных методов как более эффективных по сравнению с традиционными аналоговыми методами. Преобразователи TDC уже показали свои преимущества при подключении к ним емкостных датчиков, особенно в сегменте сложных емкостных МЭМС-датчиков. Их выдающиеся преимущества, включая очень низкое энергопотребление, высокую точность и широкий измерительный диапазон, дополняются конкурентным ценообразованием.

Запатентованные технологии, включая PICOCAP (с емкостным интерфейсом) или PICOSTRAIN (с резистивным интерфейсом) [3, 4], сделали возможным участие решений ACAM в престижных проектах, например, в топографических измерениях лунной поверхности, проводимых NASA в рамках проекта Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO) [5]. Время-цифровые преобразователи ACAM основаны на стандартной CMOS-технологии, упрощающей осуществление клиентских требований и снижающей технический риск ASIC- и SoC-решений.

CMOS ВЦП ACAM представляют собой быстрые, очень точные и универсальные, а также практически полностью цифровые устройства, которые по сравнению с другими конкурирующими технологиями имеют относительно небольшую аналоговую часть. ВЦП обеспечивают масштабируемость, компактность и высокие характеристики устройств со смешиванием сигнала, представленных, в частности, серией ACAM PICOCAP.

Полный спектр применений технологии PICOCAP включает:

- датчики влажности;
- датчики давления;
- микроэлектромеханические системы (МЭМС);
- датчики ускорения;
- датчики наклона;
- датчики свободного падения;
- датчики положения;
- сенсорные (тач-) датчики;
- датчики угла;
- датчики уровня;
- микрофоны.

PIСOСАР – гибкое решение для непосредственного цифрового преобразования емкости

Запатентованный измерительный принцип, лежащий в основе технологии PICOCAP, представляет собой новый цифровой подход к измерению емкости посредством время-цифрового преобразователя (ВЦП) или TDC (Time-to-Digital Converter) с ультравысокой точностью (рисунок 1) [1, 2, 4]. Измерительный принцип преобразователей использует цикл разряда заряженного емкостного датчика через сопротивление. Интерфейс датчика PICOCAP основан на измерениях соотношений между чувствительной емкостью и эталонной (опорной) емкостью. Сенсорный конденсатор и опорный конденсатор подключены к резистору, образуя ФНЧ. Конденсаторы вначале заряжаются напряжением питания, а затем разряжаются через резистор. Время разряда измеряется подсчетом циклов заряда и разряда емкостей вплоть до порогового уровня. Для точного квантования временных интервалов с достижением разрешения пикосекундного диапазона ВЦП используют задержку срабатывания простых логических вентилях.

Измерительный процесс повторяется во времени с мультиплексированием для обоих конденсаторов с помощью тех же резистора и компаратора. Расчет соотношения результатов будет выводить абсолютные значения и температурные зависимости резистора и компаратора.

Входная емкость может варьироваться между 0 фФ до сотни нФ – практически не существует предела для величины емкости конденсатора, которая может быть измерена. Это обеспечивает высокую гибкость клиентского применения и позволяет использовать один и тот же кристалл для широкого спектра датчиков. PICOCAP также обеспечивает мощную комбинацию характеристик и точности с возможностью ультранизкого потребления тока.

Скомпенсированный режим PICOCAP предлагает решение для приложений с высоким разрешением, низким смещением и экстремально низким дрейфом коэффициента усиления. В данном режиме конденсаторы с плавающими электродами без опорного подключения на «землю» подсоединяются попеременно к резистору через встроенный аналоговый ключ. Дополнительные запатентованные схемы и алгоритмы компенсируют паразитные емкости, которые оказывают негативное влияние на изменение коэффициента усиления в зависимости от температуры. Результат компенсации – низкий дрейф коэффициента усиления по температуре вплоть до 0,5 ppm/K, что превосходит показатели дрейфа, присущего большинству датчиков [1, 5].

Обзор серии PICOCAP

Линейка продукции ACAM PICOCAP включает набор из нескольких полностью интегрированных решений SSC для непосредственного емкость-цифрового преобразования capacitance-to-digital conversion (CDC) и сопротивление-цифрового преобразования resistance-to-digital conversion

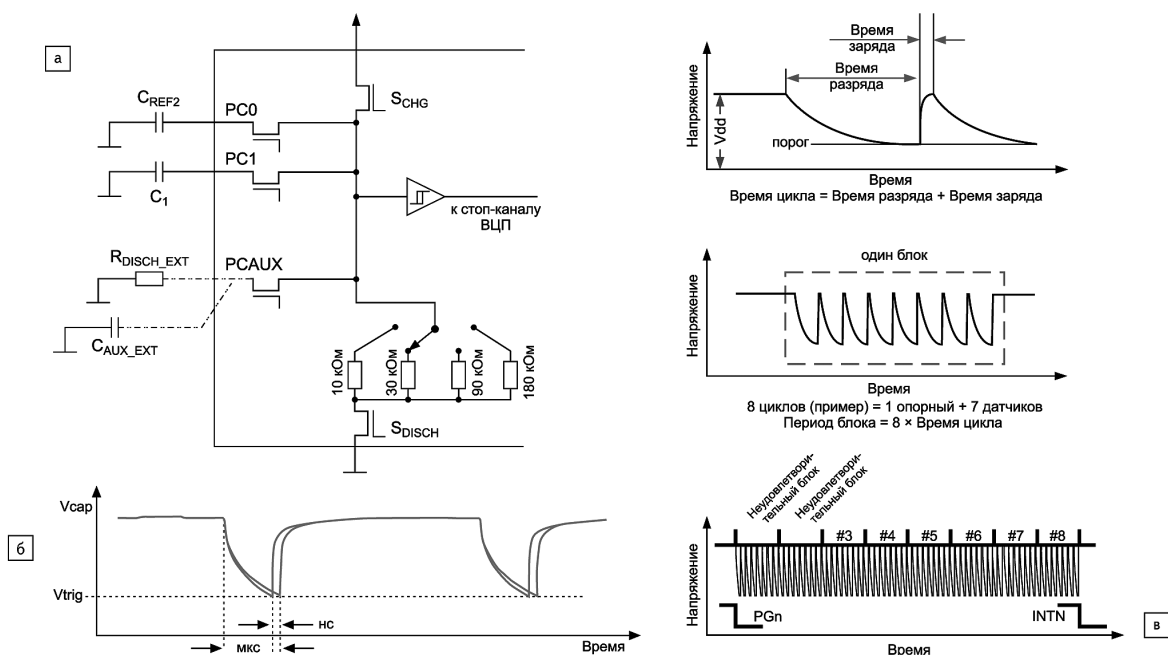


Рисунок 1 – Емкостный измерительный принцип PICOCAP:

а) измерительная схема; б) временная диаграмма; в) измерительные циклы

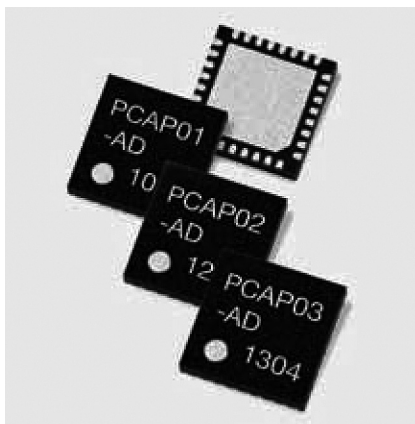


Рисунок 2 – Линейка ASIC PICOCAP ACAM для емкостных преобразователей

(RDC) при измерении температуры и формировании выходного сигнала датчика. ASIC PICOCAP – это специализированные микросхемы, центральным блоком которых является цифровой сигнальный процессор, выполняющий емкость-цифровое преобразование на основе технологии TDC компании ACAM. Устройства PICOCAP рекомендованы для измерения температуры, давления, влажности и движения (линейного и углового).

Продуктовая линейка PICOCAP была впервые представлена в 2010 году микросхемами ASIC PCap01, затем состоялись последующие выпуски специализированных решений в 2012 (PCap02) и 2013 годах (PCap03) (рисунок 2) [1, 5]. PCap01 была первым кристаллом продуктовой линейки picoCap, которая используется в основном для датчиков давления от mid-end- до high-end-сегмента, PCap02 более всего подходит для измерения влажности и точки росы датчиков, PCap03 обеспечивает максимальные характеристики для high-end-датчиков давления, инерциальных датчиков, комби-датчиков и других.

Во многом сходные, кристаллы преобразователей имеют отличительные признаки, сведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика ASIC PICOCAP ACAM для емкостных преобразователей

Характеристики	PCap03	PCap02	PCap01
Измерительный диапазон от пФ до нФ	✓	✓	✓
Максимальное число каналов ¹	6	8	8
ЦОС	✓	✓	✓
Самый низкий уровень шумов ²	✓	×	✓
EEPROM для запасаания параметров	✓	✓	×
Улучшенное возбуждение МЭМС ³	✓	✓	×
Интегрированная опорная емкость	✓	✓	×
Низкочастотный осциллятор	✓	✓	✓
ВЧ-осциллятор ⁴	✓	✓	×

Примечания. ¹ – В режиме одноконечного заземления включает опорный конденсатор.

² – RMS шум < 10 аФ.

³ – Возможность заряда МЭМС-датчика в различных стадиях для избегания эффекта звона.

⁴ – ВЧ-интегрированный ВЧ-осциллятор, частотой типично 4 МГц.

Следующая таблица (таблица 2) показывает спектр применений соответствующих кристаллов.

Таблица 2 – Спектр применений ASIC PICOCAP ACAM для емкостных преобразователей

PCap03	High-end-датчики давления Датчики заполнения и уровня Инерциальные датчики Комби-датчики
PCap02	Датчики влажности Датчики точки росы Комби-датчики
PCap01	Датчики давления от mid-end до high-end Датчики заполнения и уровня

PCap01 – базовый представитель семейства преобразователей емкость-цифровой код

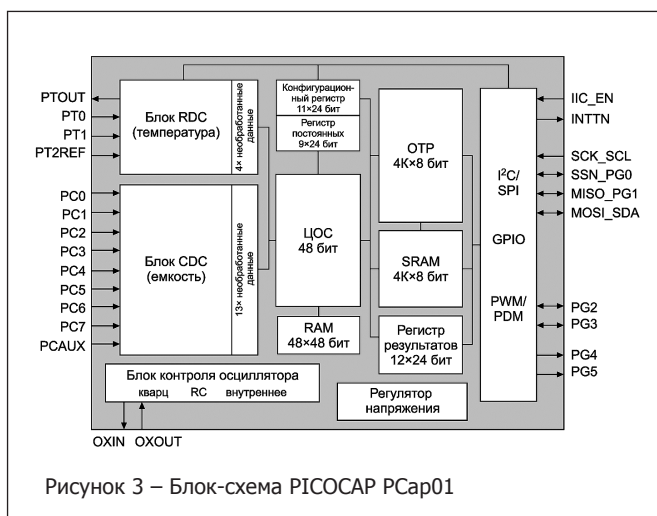
с интегрированным сигнальным процессором

PCap01 – это емкость-цифровой преобразователь, который предлагает беспрецедентную степень гибкости клиентского использования в широком спектре применений датчиков [1, 5]. Благодаря запатентованной концепции PICOCAP, устройство охватывает емкостный входной диапазон от нескольких фФ до нескольких сотен нФ.

PCap01 является конфигурируемой и полностью оснащенной микросхемой, включающей 48-разрядный сигнальный процессор с гарвардской архитектурой, многоканальный аналоговый вход датчиков, память SRAM объемом 4 кбайт, OTP объемом в 4 кбайт для запуска клиентской прошивки, а также бортовой датчик температуры.

Полный список ключевых признаков PCap01 предусматривает [1]:

- до восьми емкостей в заземленном режиме;
- до четырех емкостей в плавающем режиме (без потенциала и с нулевым напряжением смещения);
- компенсация внутренних (заземленных) и внешних паразитных емкостей (плавающих);
- высокое разрешение: до 6 аФ на частоте 5 Гц и 10 пФ базовой емкости, 17-битным разрешением на 5 Гц с 100 пФ базовой емкостью и 10 пФ емкостью возбуждения;
- высокая скорость измерений – до 500 кГц;
- чрезвычайно низкое потребление тока возможно до 4 мкА при 3 Гц с разрешением в 13,4 бит;
- высокая температурная стабильность, низкий дрейф напряжения смещения (до 30 аФ на Кельвин), низкий коэффициент усиления;
- внутренние измерения температуры (разрешение 25 мК) или выделенные порты для прецизионного измерения температуры посредством элементов Pt1000 (разрешением 5 мК);
- последовательный периферийный интерфейс (SPI-совместимый);
- интерфейс Inter-Integrated Circuit (I2C-совместимый);
- нет необходимости тактирования;
- ядро RISC-процессора характеризуется использованием гарвардской архитектуры: 48×48 бит данных в ОЗУ;
- 4К×8 бит энергозависимой программной памяти для высокоскоростной работы (от 40 до 100 МГц);



- 4K×8 бит энергонезависимой (ОТР) программной памяти;
- один источник питания (от 2,1 до 3,6 В);
- корпус OFN24 или OFN32.

Блок-схема РСар01 представлена на рисунке 3. Запатентованный сенсорный интерфейс переднего фронта обеспечивает проведение высокоразрешающих измерений емкости (порядка 21 бит) на высоких скоростях, соответствующих временным интервалам в 2 мкс или частоте в 500 кГц.

На рисунке 4 показана блок-схема устройства с процессором ЦОС и периферийными блоками.

Сорокавосемьбитный цифровой сигнальный процессор ЦОС (DSP), интегрированный в кристаллы PICOCAP, отвечает за извлечение информации из измерительных блоков емкости (CDC) и сопротивления (RDC), обработку данных и их доступность для пользовательского интерфейса. Оба типа необработанных данных CDC/RDC, а также данные, обработанные с помощью DSP, хранятся в оперативной памяти. Программа для управления сигнальным процессором хранится в OTP или SRAM. Процессор ЦОС может собирать различные сведения состояния из набора 64 битов ввода/вывода (I/O) и записывать обратно 16 из них. Это позволяет процессору DSP реагировать, а также контролировать выходы ввода/вывода общего назначения (GPIO) PCap01. Сигнальный процессор внутренне синхронизируется с тактовой частотой примерно 100 МГц и также имеет возможность для внешней синхронизации, например, с низким энергопотреблением. Внешнее тактирование может быть остановлено с помощью команды прошивки, соответствующей экономии энергии. Затем сигнальный процессор стартует снова по сигналу GPIO или при выполнении условия «конец измерения». Простейший алгоритм функционирования ЦОС состоит в передаче измерительной информации о времени от CDC/RDC к регистрам чтения без какой-либо дальнейшей обработки. Измерения в реальных условиях обеспечиваются посредством вычислений соотношений емкости и скорректированы с учетом калибровочных коэффициентов, хранящихся в блоке нестираемой памяти. Измерения производятся при

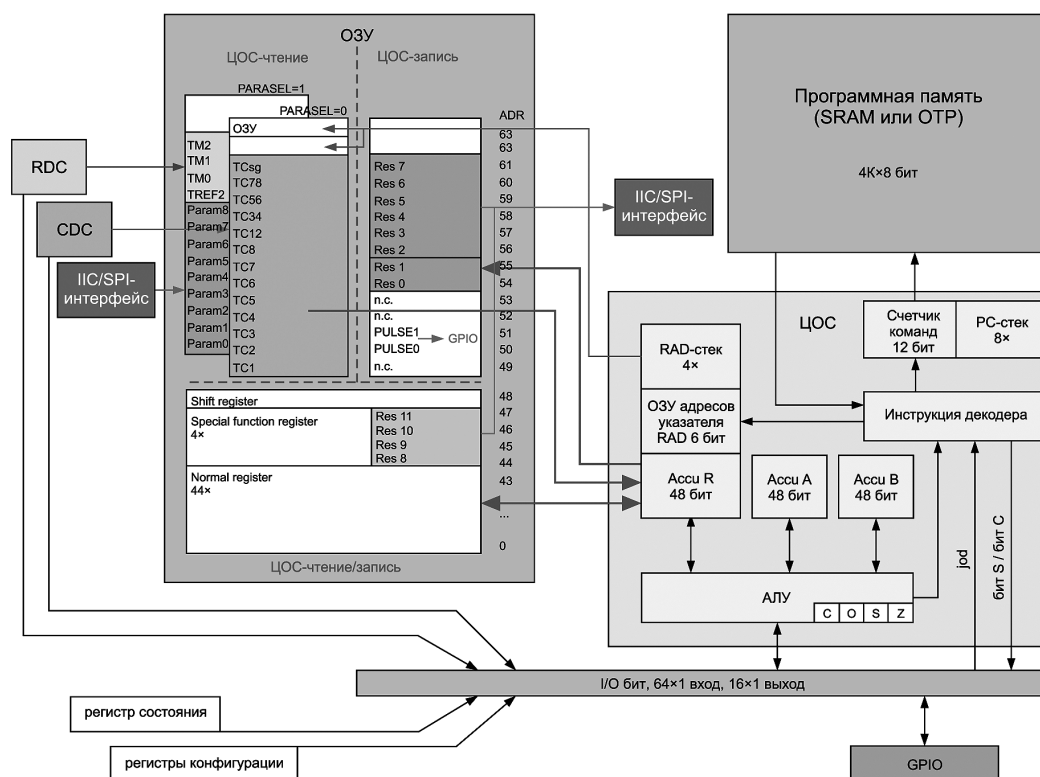


Рисунок 4 – Блок-диаграмма цифровой обработки сигналов PCap01

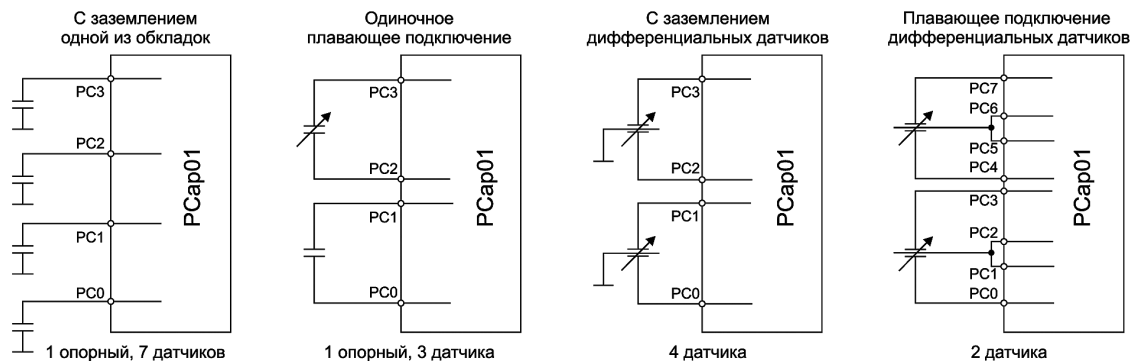


Рисунок 5 – Конфигурации подключений датчиков к PCap01

использовании оперативной памяти, доступной через коммуникационные порты I²C или SPI.

Сенсорный интерфейс ASIC PICOCAP основан на ратиометрических измерениях соотношений между чувствительной емкостью и эталонной емкостью [1, 5]. Измерительный принцип емкостного преобразователя одинаков для всех микросхем семейства и использует цикл разряда заряженного емкостного датчика через сопротивление, как показано на рисунке 1. В схеме на рисунке 1 внешний конденсатор C1, представляющий собой одноконечный и внешнезаземленный датчик давления, заряжается до VDD через интегрированные элементы SCHG и PCI. Когда C1 полностью заряжен, SCHG отключается, в то время как переключатель SDISCH включается для разряда C1 через резистор (например, 10 кОм). Цикл одного полного заряда и разряда конденсатора составляет один цикл измерения. Время разряда определяется путем подсчета количества циклов разряда из заряженного состояния до момента, когда емкость разрядится ниже определенного порогового уровня. Процесс измерения повторяется с мультиплексированием во времени с обоими конденсаторами с помощью того же резистора и того же компаратора. Расчет соотношения результатов будет давать абсолютные значения и температурные зависимости резистора и компаратора.

Влияние температуры, напряжения питания и других эффектов, которые обычно связаны с нестабильностью тактирования, эффективно устраняются посредством компенсации. Проблема интерфейсов емкостных датчиков – паразитная емкость, так как всегда будут присутствовать определенные уровни внутренней и внешней паразитных емкостей. Для датчиков с заземлением одной из обкладок внутренняя паразитная емкость компенсируется PICOCAP. Но внешняя паразитная емкость непосредственно в измерительной цепи становится частью сигнала датчика и может присутствовать в виде, например, небольшого постоянного смещения сигнала. Плавающие датчики с обеими обкладками конденсатора, подключенного к микросхеме, предлагают решение для приложений, основными особенностями которых являются высокое разрешение, низкое смещение и очень низкий дрейф коэффициента усиления. Конденсаторы подсоединяются попеременно к разрядной резисторной сети посредством интегрированного аналогового ключа. Дополнительные запатентованные схемы и алгоритмы компенсируют паразитную емкость, которая могла бы быть в ином случае зависима от температуры. Результат компенсации – очень низкий дрейф коэффициента усиления

в зависимости от температуры, для PCap01 – до 2 ppm/K. На рисунке 5 представлен полный обзор возможных схем подключения датчика к PCap01 [5]. PICOCAP сочетает высокий уровень характеристик и точности вместе с настраиваемым параметром низкого потребления тока. PCap01 подходит для приложений с самым низким током потребления в несколько мкА так же хорошо, как и для решений, которые требуют высочайшей точности (разрешения) 20-бит и более, или скоростей обновления до 500 000 измерений в секунду.

Посредством программного интерфейса пользователь может выбрать predetermined конфигурацию. Возможности выбора конфигурации включают высокое разрешение, высокую частоту дискретизации и малую мощность для систем батарейного питания.

Данные датчика могут быть линеаризованы на кристалле ASIC PICOCAP и выводятся через SPI, I²C или цифровой последовательный интерфейс. Кроме того, устройство предлагает входы и выходы для PWM/PDM выходных сигналов. Далее эти входы и выходы можно использовать для прерывания, индикации уровня предупреждающего сигнала или для общего назначения.

Наконец, PCap01 поставляется в корпусах QFN малых размеров или на кристаллах, и согласно малому количеству внешних компонентов (по крайней мере необходимы только два внешних конденсатора) допускает компактную конструкцию системы при низких затратах для широкого диапазона применения емкостных датчиков.

Линейка продукции микросхем серии PCap01 представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Серия PCap01 ASIC PICOCAP

Продукт	Артикул	Корпус	Тип
PCap01A	1613	Dice	Преобразователь емкость-цифровой код для конденсаторов общим числом до восьми, 5 GPIO
PCap01AD	1793	QFN32	Преобразователь емкость-цифровой код для конденсаторов общим числом до восьми, 5 GPIO
PCap01AK	1795	QFN24	Преобразователь емкость-цифровой код для конденсаторов общим числом до шести, 5 GPIO

Платформа разработки.

Комплект для оценки и разработки PCar01

Для быстрого и легкого запуска приложений с использованием продуктовой линейки PICOCAP ACAM предлагает оценочный комплект, обеспечивающий полную систему тестирования и оценки кристаллов PICOCAP согласно применению. Аппаратная и программная части комплекта показаны на рисунке 6 и 7 соответственно.

Оценочный комплект PCar01 состоит из основной материнской платы, плагинного модуля платы, устройства программирования PICOPROG (рисунок 6) и программного обеспечения для оценки на базе Windows (рисунок 7). Оценочный комплект предлагает удобную пользовательскую конфигурацию для оценки однокристалльного решения PCar01 для измерения емкости.

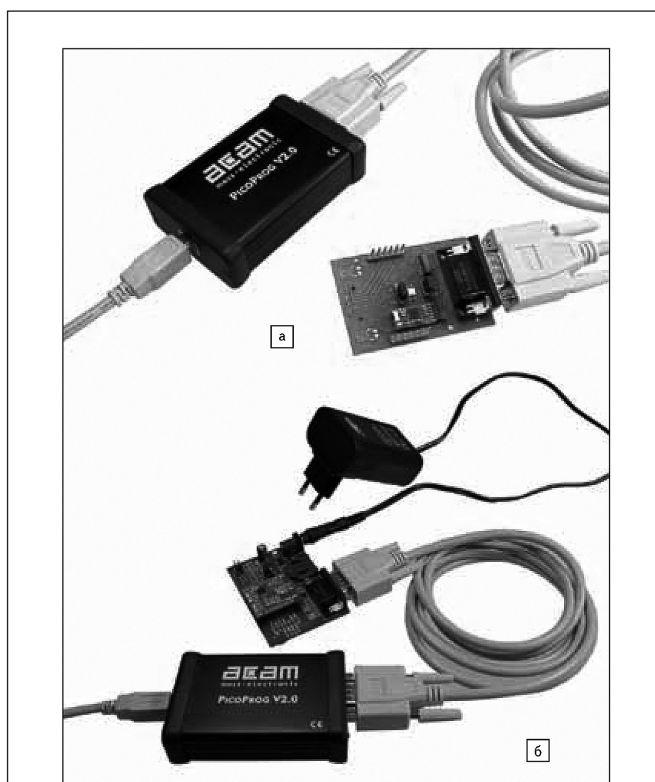


Рисунок 6 – Аппаратная часть комплекта для оценки и разработки PCar01:
а) материнская плата и устройство программирования PICOPROG; б) полный комплект принадлежностей для оценки PCar01, включая плагинный модуль

Комплект оценки PCar01 подключается к ПК через интерфейс USB. Удобное ПО для оценки позволяет запрограммировать и настроить PCar01.

Этот комплект может быть предназначен для оценки емкости, измерения температуры и оценки способности кристалла PCar01 к генерации импульсов. Данные измерения могут быть показаны в числовом и графическом виде. Наконец, данные могут быть экспортированы в текстовый файл для дальнейшего анализа.

Для правильного использования системы оценки имеется действующая техническая документация и последние версии программного обеспечения.

Применения PCar01

Кристаллы серии PICOCAP хорошо подходят для емкостных МЭМС-устройств. Это в основном объясняется выдающейся универсальностью кристаллов и тем фактом, что они являются программируемыми.

Кристаллы PICOCAP характеризуются гибкостью в отношении диапазона входной емкости (от нескольких пФ до сотен нФ), широким диапазоном возможных подключений датчиков и широким набором параметров, которые обеспечивают высокий уровень регулируемости (например, оптимизация конфигурации для малого потребления мощности, высокой скорости обновления или высокого разрешения). Программирование мощного внутреннего 48-битного DSP-процессора с интегрированной памятью с пространством для размещения пользовательских программ позволяет легко и удобно адаптировать продукты PICOCAP для потребностей специалистов.

Кристаллы PICOCAP представляют собой интеллектуальные ASIC-решения, что подразумевает возможность высококачественных измерений в сочетании с мощной бортовой вычислительной обработкой. Внутренний программируемый 48-битный DSP-процессор позволяет удобно решать сложные задачи, такие как линейаризация датчика (в частности, давления, влажности и уровня заполнения) или проводить математические расчеты, например, расчет точки росы датчиков влажности [5]. ACAM предоставляет для некоторых приложений базовую программную прошивку, готовую к использованию и легко адаптируемую для собственного применения.

Пример применения:

МЕМС-датчик давления

Пример линейаризации датчика давления программируемого сигнального процессора PCar01 приводится в [5].

Емкостные датчики давления в диапазоне от 0,05 до 25 бар широко распространены в промышленных, автомобильных и потребительских системах. Их преимущества заключаются в высокой перегрузочной способности и низкой температурной чувствительности по сравнению с тензо- (пьезорезистивными) датчиками давления. Линейность датчика – важнейшая составляющая характеристика точности, вследствие чего линейаризация находится в центре внимания многих производителей датчиков. Традиционно линейаризация осуществляется с помощью внешних схем, например, операционными усилителями в комбинации с резисторами и посредством поиска в таблицах. Сегодня все более распространенными в ASIC становятся алгоритмы калибровки для линейаризации, а также температурная компенсация, но эти ASIC часто ограничены фиксированным набором функциональности и точек калибровки/температуры.

Благодаря полностью программируемому сигнальному процессору PCar01 могут быть разработаны прошивки, специфицированные для удовлетворения требований применения конкретного датчика. Более того, процесс линейаризации может быть полностью автоматизирован [5].

Нелинейные функции, такие как выход датчика давления, можно описать с помощью математических уравнений, которые аппроксимируют кривую передаточной характеристики. Чем выше порядок полинома, тем лучше описание нелинейности. График на рисунке 8 иллюстрирует best-fit-кривые, начиная от прямой линии до полинома 3-го порядка.

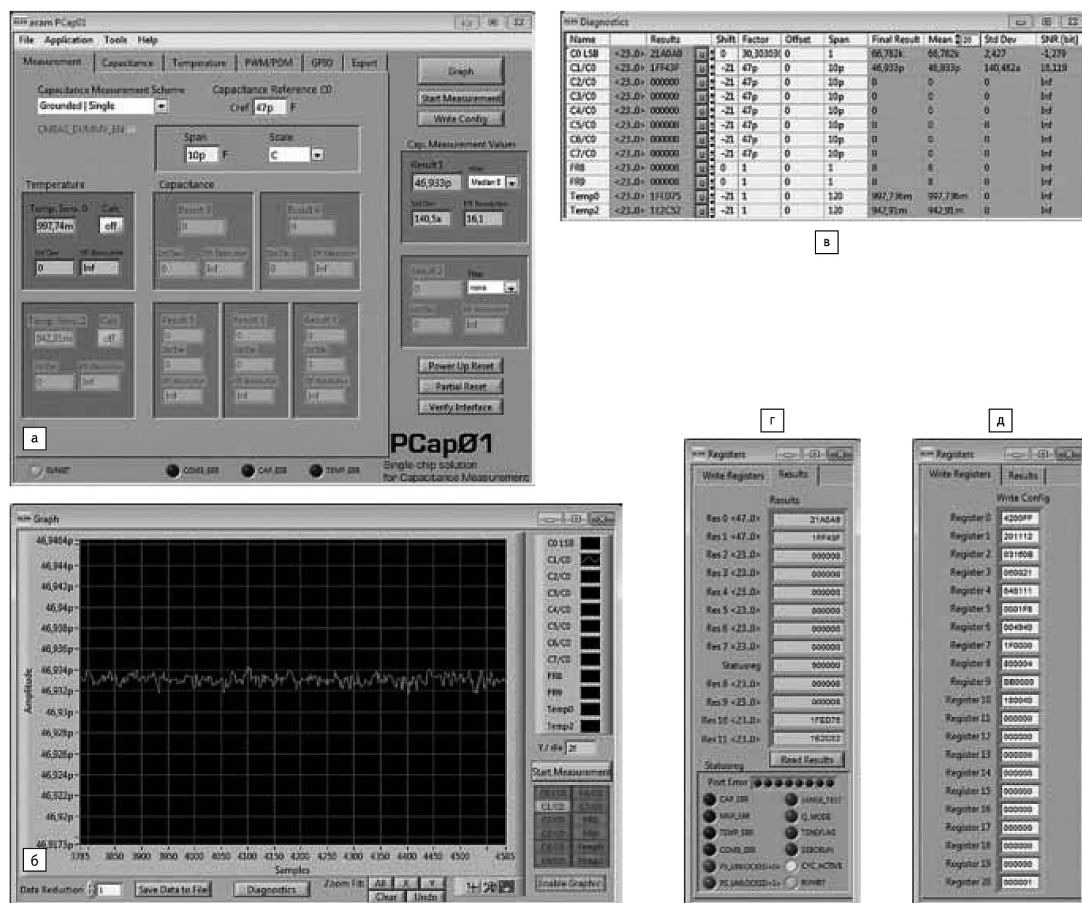


Рисунок 7 – Программный графический интерфейс PCap01:

а) оболочка программной среды; б) режим графического вывода; в) диагностический режим; г, д) окна доступа к регистровым значениям

Красная кривая на рисунке 8 б является характеристикой нелинейного датчика, которая затем аппроксимируется прямой линией первого порядка (оранжевый), полиномом 2-го порядка (зеленый) и полиномом 3-го порядка (синий/серый). Приближение тем лучше, чем выше порядок многочлена, особенно если нелинейность

имеет несколько изгибов и/или имеет поворотный момент. Для линейризации PCap01 в основу прошивки DSP был заложен полином 3-го порядка, что позволяет иметь оптимальный подход к линейризации датчика. Чтобы избавиться от температурной зависимости измерений, для каждого коэффициента полинома линейризации

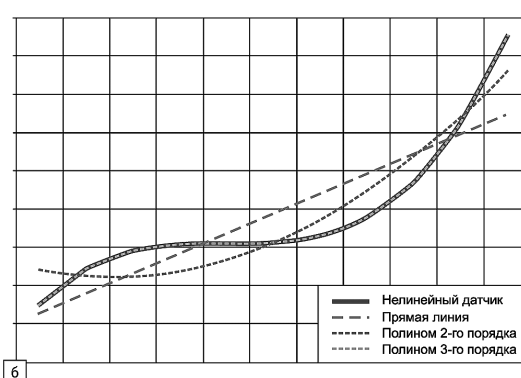
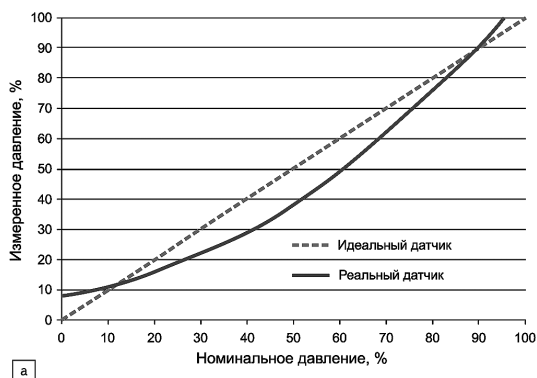


Рисунок 8 – Полиномиальная аппроксимация нелинейной характеристики датчика давления:

а) нелинейность датчика давления; б) полиномиальная аппроксимация

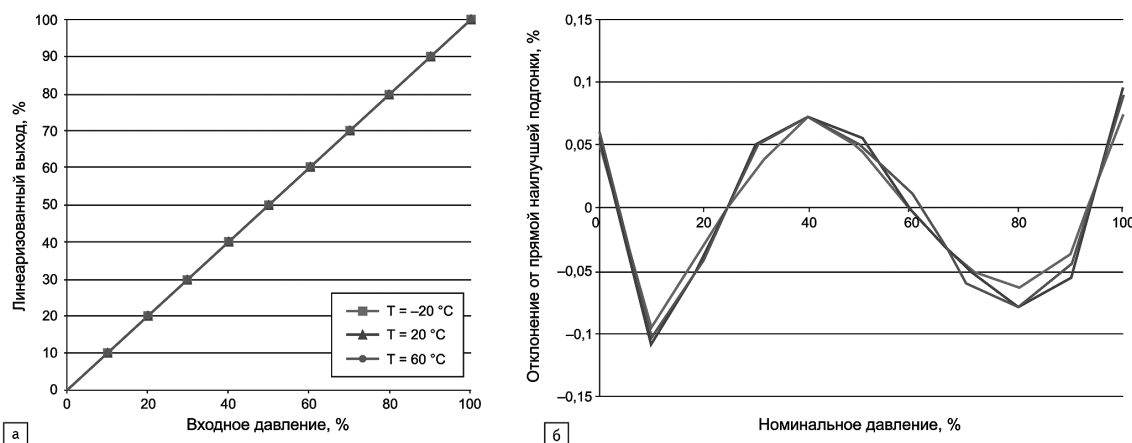


Рисунок 9 – Линеаризованный выход датчика давления и характеристика погрешности измерений:

а) линеаризованный выход датчика давления; б) отклонение от кривой оптимальной аппроксимации давления

давления реализован 2-й порядок полиномиальной аппроксимации. Результат: линеаризация давления (3-й порядок) – образец датчика отображен на рисунке 9 вместе с расчетными ошибками отклонения.

Требования конкретного приложения определяют, как много наборов данных используются для достижения линейных измерений; в недорогих системах высокая линейность не важна, и измерения посредством высоколинейных датчиков давления с низкой температурной зависимостью также не потребуют сбора множественных данных измерений при различных температурах.

Другие применения емкостных преобразователей включают датчики влажности. Для улучшения работы датчиков влажности и других МЭМС-датчиков была выпущена микросхема PICOCAP ACAM PCap02, представляющая собой следующее поколение ASIC емкостных преобразователей.

PCap02 – преобразователь емкость-цифровой код с интегрированным сигнальным процессором второго поколения

PCap02, как и его предшественник PCap01, предлагает высокую степень гибкости использования, но характеризуется еще более широкими возможностями.

Общие с PCAP01 преимущества известны из запатентованной концепции PICOCAP – к ним относится широкий диапазон входной емкости от нескольких фФ до нескольких сотен нФ плюс универсальные возможности для настройки кристалла для достижения высокой скорости измерений до 500 000 Гц или низкого тока потребления всего в несколько мкА.

Кроме того, для PCap02 добавлен ряд новых функций и опций, например, встроенная опорная емкость для уменьшения набора внешних компонентов или EEPROM для хранения пользовательских данных калибровки.

Особый акцент сделан на улучшениях работы с датчиками влажности и МЭМС-датчиками. Полный список возможностей PCap02:

- до восьми емкостей в заземленном режиме;

- до четырех емкостей в плавающем режиме (без потенциала и с нулевым напряжением смещения);
- компенсация внутренних (заземленных) и внешних паразитных емкостей (плавающих);
- высокое разрешение: до 23 аФ на частоте 5 Гц и 10 пФ базовой емкости, что соответствует разрешению в 18,7 бит;

- высокая скорость измерений – до 500 кГц;
- чрезвычайно низкое потребление тока возможно до 2 мкА при 3 Гц с разрешением в 13,1 бит;

- внутренние измерения температуры (разрешение 25 мК) или выделенные порты для прецизионного измерения температуры посредством элементов Pt1000 (разрешение 5 мК);

- последовательный периферийный интерфейс (SPI-совместимый), в настоящее время со способностью multi-slave;

- интерфейс Inter-Integrated Circuit (I2C-совместимый), в настоящее время – с автоинкрементом;

- интегрированный опорный конденсатор (1–31 пФ);

- расширен набор разрядного резистора до 1 МОм (для датчиков влажности);

- два внутренних разрядных резисторных набора предназначены для эксплуатации двух различных датчиков (комби-датчиков);

- опция предварительной зарядки – вариант медленной зарядки для снижения механических нагрузок (МЭМС-датчиков);

- интегрированный тактовый генератор малой мощности и высокоскоростной осциллятор;

- возможности самотестирования для дифференциальных датчиков (например, МЭМС);

- ядро RISC-процессора характеризуется использованием гарвардской архитектуры: 80×48 бит данных в ОЗУ;

- 4К×8 бит энергозависимой программной памяти для высокоскоростной работы (от 40 до 85 МГц).

- 4К×8 бит энергонезависимой (OTP) программной памяти;

- интегрированная память EEPROM 128 байт для калибровки данных;

- PDM и PWM выход до 16 бит;
- один источник питания – от 2,1 до 3,6 В;
- корпус QFN24 или Dice (кристаллы).

Линейка продукции микросхем серии PCar02 представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Серия ASIC PICOCAP PCar02

Продукт	Артикул	Корпус	Тип
PCar02A	2001	Dice	Преобразователь емкость-цифровой код для конденсаторов общим числом до восьми, 5 GPIO
PCar02AE	2039	QFN32	Преобразователь емкость-цифровой код для конденсаторов общим числом до восьми, 5 GPIO
PCar02-EVA-KIT	2055	Оценочный комплект	Оценочный комплект, включая материнскую плату, плагинный модуль, программатор, кабели и ПО

Пример применения PCar02 – вычисление точки росы

Емкостные датчики влажности широко используются в приложениях для измерения температуры точки росы [5]. Роса представляет собой сконденсированную воду, а точка росы – это температурный порог, ниже которого в определенном объеме влажного воздуха при постоянном атмосферном давлении будет происходить конденсация насыщенного пара в жидкость. Точка росы рассчитывается на основе анализа комбинации измеренной температуры и относительной влажности. Высокая относительная влажность показывает, что точка росы находится недалеко от фактической температуры, и при 100 % относительной влажности температура точки росы равна измеряемой температуре воздуха, насыщенного водой.

Расчеты точки росы выполняются, в частности, для того, чтобы избежать скопления конденсата на лобовом стекле транспортных средств, предотвратить образования плесени в пищевой промышленности или оценить вероятность обледенения карбюратора из кабины самолета. Для расчетов точки росы зависимость от барометрического давления может быть устранена путем применения формулы Магнуса для аппроксимации давления насыщенного водяного пара над жидкой водой:

$$E = 6,1 \exp[(17,62T)/(243,12 + T)].$$

Применение формулы Магнуса для вычислений точки росы посредством ASIC PICOCAP имеет следующий вид:

$$Dp = 243,12k/(17,62 - k),$$

где $k = (\log_{10}(RH) - 2)/0,4343 + (17,62T)/(243,12 + T)$ – константа; T – температура, °C; RH – относительная влажность, %.

Обе микросхемы ACAM PCar01 и PCar02 рекомендованы для приложений измерения точки росы, поскольку они оснащены емкостным интерфейсом датчика влажности, встроенным датчиком температуры, а также имеют возможность добавления дополнительных внешних датчиков температуры для более точного определения температуры точки росы в труднодоступных местах.

Точность определения точки росы зависит от точности измерений относительной влажности и температуры. Точные

вычисления потребуют применения точно откалиброванных датчиков, компенсации присущей датчику нелинейности, напряжения питания, температурной зависимости и, возможно, других факторов, таких как паразитная емкость. Датчики влажности обычно показывают переменную собственную нелинейность, для которой существуют различные отклонения от номинального значения в пределах рабочей относительной влажности датчика. Нелинейность – неотъемлемая характеристика датчика, обусловленная самой конструкцией датчика и его механическими свойствами. Для общей и оптимальной линеаризации датчика необходимо также учитывать и компенсировать влияние изменения температуры. Число наборов измерительных данных для калибровки и температурной компенсации датчика зависит от требований конкретного применения. Например, при настройке датчика в процессе производства, данный процесс часто осуществляется при нескольких температурах. Впрочем, для конечных low-end-приложений может быть достаточно одной температуры в качестве точки поверки. Гибкое программирование допускает адаптацию собственных алгоритмов датчика к специфике конкретного устройства и условиям применения. Кроме того, точка росы может быть рассчитана на кристалле и выводиться в качестве скомпенсированного выхода.

PCar03 – преобразователь третьего поколения емкость-цифровой код с интегрированным сигнальным процессором

PCar03 является самым последним представителем серии PicoCAP, по плану разработчиков он будет устанавливать стандарты характеристик емкостных измерений еще более высокого уровня. Эти характеристики включают, в частности, низкий уровень шума, который PCar03 может обеспечивать в сочетании со значительно повышенной общей стабильностью результатов измерений.

Все возможности, введенные для PCar02, также доступны и для PCar03. Новые возможности PCar03:

- до шести емкостей в заземленном режиме;
- до трех емкостей в плавающем режиме (со свободным потенциалом и при нулевом напряжении смещения);
- высокое разрешение: 8 аФ или 20,2 бит на частоте 3 Гц и с базовой емкостью в 10 пФ; 390 аФ или 14,6 бит на 9 кГц и с базовой емкостью в 10 пФ;
- очень хорошая долговременная стабильность;
- активная защита для бесконтактных выключателей.

Основное различие между PCar02 и PCar03 состоит в сниженном числе каналов (с 8 до 6), что сделано для достижения улучшенных шумовых характеристик. Данные особенности позволили рекомендовать PCar03 для high-end-приложений, в том числе high-end-датчиков давления или комби-датчиков с сенсорными элементами различных диапазонов емкостей.

Применения, рекомендованные, в частности, для PCar03:

- датчики движения и инерции;
- МЭМС-датчики;
- датчики заполнения и уровня;
- датчики близости;
- датчики свободного падения;
- тач-датчики;
- комби-датчики.

В настоящее время существует большая рыночная ниша применений емкостных преобразователей, чьи измерительные характеристики могут быть улучшены посредством

семейства PCar03. Данный сегмент находится в ожидании новых разработок.

Заключение

Практически любые типы измерений могут быть осуществлены с помощью технологии ВЦП: положение, вес, давление, влажность и температура. В частности, микросхемы ACAM PICOCAP открывают новое время для цифровых емкостных преобразователей.

Важнейшая стратегия ACAM – передача выдающихся возможностей технологии точного измерения физических параметров во времени посредством ВЦП широкому кругу клиентов, разрабатывающих потребительские, автомобильные, промышленные, научные и многие другие решения сложных измерительных задач.

В [6] суммированы 12 причин для выбора ASIC PICOCAP ACAM.

Технические причины:

- очень высокая частота сэмпинга (дискретизации) – до 500 кГц;
- низкая потребляемая мощность (в диапазоне мкА);
- гибкая конфигурируемость и программируемый 48-битный бортовой сигнальный процессор;
- подключение до 8 каналов с заземленными или 4 плавающими обкладками к одной микросхеме;
- практически нет ограничений в диапазоне входной емкости;
- высокое разрешение до 22 бит (например, 6 аФ RMS при (10 ± 1) пФ).

Коммерческие причины:

- очень малое количество внешних компонентов (ЦОС интегрирована);
- измерения для комбинаций датчиков посредством одного кристалла;
- ультракомпактные микросхемы;
- короткое время выхода на рынок благодаря гибкой ЦОС;
- дифференциация благодаря выдающимся техническим характеристикам;
- снижение затрат (уменьшенный размер платы, отсутствие внешних МК и др.).

Микросхемы серии PICOCAP ACAM представляют собой универсальный мощный и программируемый интерфейс сигнала емкостных датчиков, основанный на запатентованной технологии ACAM ВЦП. PCar01 и его преемники PCar02 и PCar03 показывают смещение парадигмы от стандартных одноканальных SSC-датчиков к многоканальным измерениям

и пользовательскому программированию, которое позволяет заказчикам разрабатывать индивидуальные решения со сложной функциональностью.

В целях упрощения процесса разработки клиентского ПО ACAM обеспечивает расширенную поддержку, в том числе в виде примеров программных кодов для различных приложений, подробной документации – вплоть до организации учебных классов.

Компания ACAM всецело поддерживает своих клиентов, предлагая им простые и удобные решения для интерфейсов емкостных и других преобразователей, обеспечивая высокую степень гибкости пользовательской эксплуатации в комбинации с возможностью быстрого вывода продукции на рынок. Микросхемы PICOCAP и других серий ACAM – это примеры именно тех решений, в которых время действительно работает на вас.

Литература:

1. www.acam.de.
2. www.acam-e.ru.
3. Сысоева, С. Технология PICOSTRAIN компании ACAM. Инновации, на которые работает время // Компоненты и технологии. – 2013. – № 11.
4. <http://www.innovationsinsightmag.com/content/kak-izmerit-shirokiy-ugol-segodnya>.
5. Intelligent ASICs for MEMS pressure and humidity sensors. – <http://fs8.formsite.com/medved44/form15/index.html>.
6. 12 reasons to use PICOCAP in your MEMS application. – <http://www.acam.de/fileadmin/Bilder/MEMS/12-Reasons-for-PICOCAP.pdf>.

НАНОТЕХ

ООО "Нанотех"
г. Минск, ул. Седых 12А, пом. 2Н

- **Монтаж печатных плат**
(автоматический и ручной)
- **Печатные платы**
(одно-, двухсторонние, многослойные, на алюминии)
- **Трафареты для пасты**
(лазерной резкой из нержавеющей стали)
- **Паяльные пасты**
(безотмывочные, канифольные, водосмываемые, и др.)

УНП 190764331

pcb@pcb.by тел: +375 17 237 29 34
www.pcb.by тел: +375 17 237 29 35
тел/факс: +375 17 237 29 36
тел/факс: +375 17 281 35 36

**Качество и компетентность
в мире печатных плат**

ОАО «Минский часовой завод»

ВАШ НАДЕЖНЫЙ ИЗГОТОВИТЕЛЬ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

220095, г. Минск,
пр. Независимости, 95.
т./ф. +375 (17) 280-49-55
моб. +375 (29) 750-45-50
bogdashich@mail.ru

**Срок
изготовления
от 2 дней
до двух
недель**

Типы плат

- ДПП, МПП (до 24 слоев) любого класса точности
- Гибкие печатные платы
- Платы для ВЧ/СВЧ
- Платы на алюминиевой подложке
- Платы для смарт-карт

Возможности

- Проектирование плат
- Технологическая поддержка
- Покрытия: HASL, иммерсионное золото, иммерсионное олово, ПОС, Ni-B
- Формирование контура любой формы
- Материалы: FR-4, Rogers, Duroid, алюминий, лавсан

Качество

- Сертификат соответствия ВУ/112 05.01.0030030

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ КОМПАНИИ WEG

Компания WEG была основана более 50 лет назад и входит в число лидеров отрасли по производству электродвигателей. Огромный успех компании обусловлен стремлением соответствовать самым высоким мировым стандартам, при этом WEG ставит инновации как приоритет на протяжении всего времени существования.

Постоянно увеличивающаяся потребность в электроэнергии обуславливает необходимость в повышении энергоэффективности электроустановок. Электродвигатели играют основную роль в данной стратегии, т.к. значительная часть потребляемой энергии связана с применением электродвигателей. В связи с этим компания WEG разработала новую серию низковольтных трехфазных асинхронных электродвигателей в чугунном корпусе W22, качество, надежность и высокий КПД которых признаны во всем мире.



- Класс энергоэффективности: IE1, IE2, IE3.
- Диапазон мощности: 0,12 – 500 кВт.
- Число полюсов: 2, 4, 6, 8, 10 и 12.
- Габариты: 63 – 355 А/В.
- Частота питающей сети: 50 и 60 Гц.
- Напряжение питания:

50 Гц: 220-240/380-415 В (для габаритных размеров до 100 L)/ 380-415/660 В (для габаритных размеров от 112 M до 355 А/В);

60 Гц: 220/380 В (для габаритных размеров габаритных размеров до 100 L)/ 380/660 В (для габаритных размеров от 112 M до 355 А/В).

При разработке W22 был сделан акцент на высокий КПД и низкие эксплуатационные расходы. Основная цель разработки – занять передовые позиции среди концепций об эффективности и энергосбережении. Т.к. затраты на электроэнергию составляют приблизительно 90 % от общих эксплуатационных расходов за весь срок службы двигателя, двигатели линии W22 гарантируют более быструю окупаемость.

При производстве двигателей W22 используют высококачественный чугун, выплавляемый в собственных сталелитейных цехах корпорации WEG, тем самым достигается максимальная износоустойчивость и высокая производительность в агрессивных средах.



Путем размещения клеммной коробки ближе к валу, достигнуто снижение температуры на подшипниках и уровень шума, т.к. воздушный поток лучше распределяется по корпусу. Цельные лапы электродвигателя обеспечивают более прочное конструктивное исполнение и в результате низкий уровень вибрации. Для установки датчиков на корпусе предусмотрены специальные отверстия при стандартном исполнении двигателя.

Система изоляции WISE, используемая в двигателях W22, увеличивает диэлектрическое сопротивление обмоток, позволяя использовать двигатель с ПЧ до 575 В без дополнительных модификаций, что обеспечивает эксплуатационную гибкость и увеличенный срок службы. Защита двигателя от проникновения воды и пыли путем использования эксклюзивной системы изоляции подшипников.



Высокая производительность с максимальным энергосбережением – это лежит в основе электродвигателей компании WEG.

Вектор Технологий

MICROCHIP ПРЕДСТАВЛЯЕТ СТАРТОВЫЙ КОМПЛЕКТ PIC32 BLUETOOTH® STARTER KIT

Ключевые особенности:

- упрощает разработку изделий, оснащенных технологией Bluetooth, таких как термостаты, беспроводные игровые устройства, сканеры штрих-кодов и диагностические устройства;

- включает в себя микроконтроллер семейства PIC32 с подключенными светодиодами, аналоговые датчики, кнопки, конфигурируемые пользователем, разъемы для подключения по USB и I²S/SPI, а также емкостной датчик прикосновения;

акселерометр, температурный датчик и 5 кнопок, которые пользователь может сконфигурировать в соответствии со своими задачами. Кроме того, данный инструмент разработки имеет на борту встроенный отладчик PICkit™, благодаря которому устраняется необходимость во внешнем программаторе; возможность подключения по USB; порты GPIO; а также различные приложения. Комплект поддерживает интерфейс для подключения встраиваемой дочерней платы, в сочетании с которой реализуется функция передачи аудиосигнала через Bluetooth.

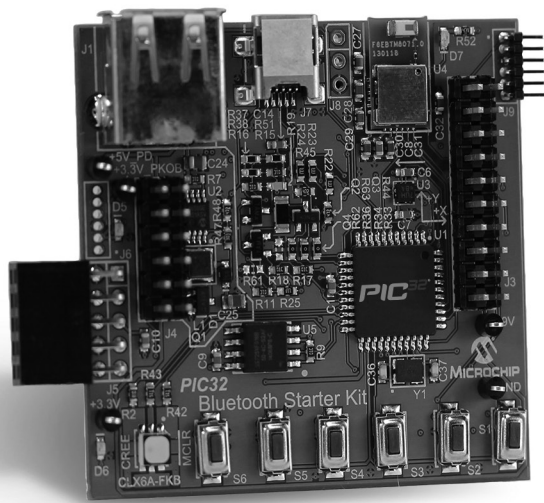
PIC32 Bluetooth® Starter Kit содержит микроконтроллер PIC32MX270F256D, выполняющий основную обработку данных и имеющий 256кБ flash-памяти и 64 кБ ОЗУ. Этот стартовый набор позволяет сократить время разработки с помощью бесплатного Bluetooth стека SPP (Serial Port Profile), оптимизированного для семейства микроконтроллеров PIC32 и организующего виртуальный последовательный порт между двумя Bluetooth устройствами.

PIC32 Bluetooth® Starter Kit ориентирован на недорогие потребительские приложения, такие как Bluetooth-термостаты и беспроводные игровые устройства. Также этот комплект применяют для создания медицинских и промышленных приложений, например, глюкометров, средств диагностики, Bluetooth GPS-приемников, Bluetooth адаптеров и беспроводных сканеров штрих-кодов.

В качестве поддержки для работы с PIC32 Bluetooth® Starter Kit компания Microchip бесплатно предоставляет MPLAB® X Integrated Development Environment (IDE) и MPLAB Harmony Integrated Software Framework. Помимо этого, доступны пакет Quick Start со средой разработки

приложений под Android™ и Software Development Kit (SDK), включающий исходные коды и библиотеку Microchip's Bluetooth SPP. Все эти необходимые программные средства можно скачать с сайта производителя <http://www.microchip.com/get/1AVL>. Сам стартовый комплект также доступен уже сегодня.

microchip.com



PIC32 Bluetooth® Starter Kit (Part # DM320018)

- поддерживается с помощью Quick Start пакета и Software Development Kit (SDK), базирующихся на библиотеке Bluetooth SPP, предоставляемой компанией Microchip.

Компания Microchip объявила о выпуске нового стартового комплекта PIC32 Bluetooth® Starter Kit. Он включает в себя микроконтроллер семейства PIC32, Bluetooth-модуль, светодиоды различных цветов, аналоговый трехосевой

MITSUBISHI ELECTRIC ОПУБЛИКОВАЛА КОНСОЛИДИРОВАННУЮ ФИНАНСОВУЮ ОТЧЕТНОСТЬ ЗА ПЕРВЫЙ КВАРТАЛ 2015 ФИНАНСОВОГО ГОДА

Mitsubishi Electric Corporation (MELCO) опубликовала консолидированную финансовую отчетность за окончившийся 30 июня 2014 года первый квартал 2015 финансового года (1 апреля 2014 – 31 марта 2015).

Бизнес климат во всем мире в первом квартале 2015 финансового года в целом постепенно улучшался благодаря экономической стабильности в США, восстановлению европейской экономики и небольшому снижению темпов спада в Китае. Одновременно с этим, в экономике Японии наметилась тенденция к росту коммерческого сектора, несмотря на отрицательную реакцию на кратковременный всплеск спроса в связи с повышением потребительского налога.

Консолидированная финансовая отчетность

Чистая выручка	910,6 млрд иен	(+9% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего ф.г.)
Операционная прибыль	59,3 млрд иен	(+73% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего ф.г.)
Прибыль до налогообложения	67,8 млрд иен	(+59% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего ф.г.)
Чистая прибыль корпорации Mitsubishi Electric	43,0 млрд иен	(+69% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего ф.г.)

Это привело к тому, что в первом квартале консолидированная чистая выручка компании выросла на 9 % относительно аналогичного периода 2013 финансового года и составила 910,6 млрд иен, что связано с увеличением продаж подразделений Электроэнергетического оборудования, Систем промышленной автоматизации, а также Информационных и Коммуникационных систем.

Объем консолидированной операционной прибыли вырос на 73 % по сравнению с аналогичным периодом предыдущего финансового года и составил 59,3 млрд иен ввиду увеличения доходов подразделений Систем промышленной автоматизации, а также Информационных и Коммуникационных систем.

О компании

Корпорация с более чем девяностолетним опытом предоставления надежных высококачественных продуктов и услуг корпоративным и частным потребителям во всем мире, Mitsubishi Electric является признанным лидером в производстве, маркетинге и продаже электрического и электронного оборудования, используемого в информационных технологиях, телекоммуникациях, исследовании космоса, спутниковой связи, бытовой электронике, промышленных технологиях, энергетике, транспорте и строительстве. Более подробная информация о корпорации Mitsubishi Electric до-

ступна на ее глобальном сайте <http://MitsubishiElectric.com/>.

Mitsubishi Electric Europe B.V. является дочерней компанией Mitsubishi Electric Corporation, которая помогает европейским клиентам корпорации отвечать на вызовы их бизнеса, предоставляя им свои инновационные технологии, высококачественные продукцию и решения. Более подробная информация о Mitsubishi Electric Europe B.V. доступна на сайте <http://MitsubishiElectric.eu/>.

В 1997 году в Москве было открыто Представительство Mitsubishi Electric Europe B.V. Сейчас интересы компании на рынках России и стран СНГ представляют три филиала Mitsubishi Electric Europe B.V. Филиал в Москве содействует продвижению систем кондиционирования воздуха и индустриальной автоматизации, силовых полупроводников, визуально-информационных систем, а также высоковольтного энергетического оборудования Mitsubishi Electric; филиал в Екатеринбурге, открытый в 2007 году, нацелен на продвижение систем кондиционирования воздуха Mitsubishi Electric в Уральском регионе; деятельность филиала в Санкт-Петербурге, открытого в 2008 году, сосредоточена на продвижении в Северо-Западном регионе продукции систем промышленной автоматизации и систем кондиционирования. Более подробная информация о деятельности Mitsubishi Electric Europe B.V. в России доступна на сайте <http://MitsubishiElectric.ru/>.

Программаторы для любых микросхем

SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM SEEPROM
EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM EEPROM
EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM EPROM
FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH FLASH
PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC PIC
MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU MCU
PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL PAL

УНП 100086635 **+375 (17) 266-32-09** www.chipstar.ru



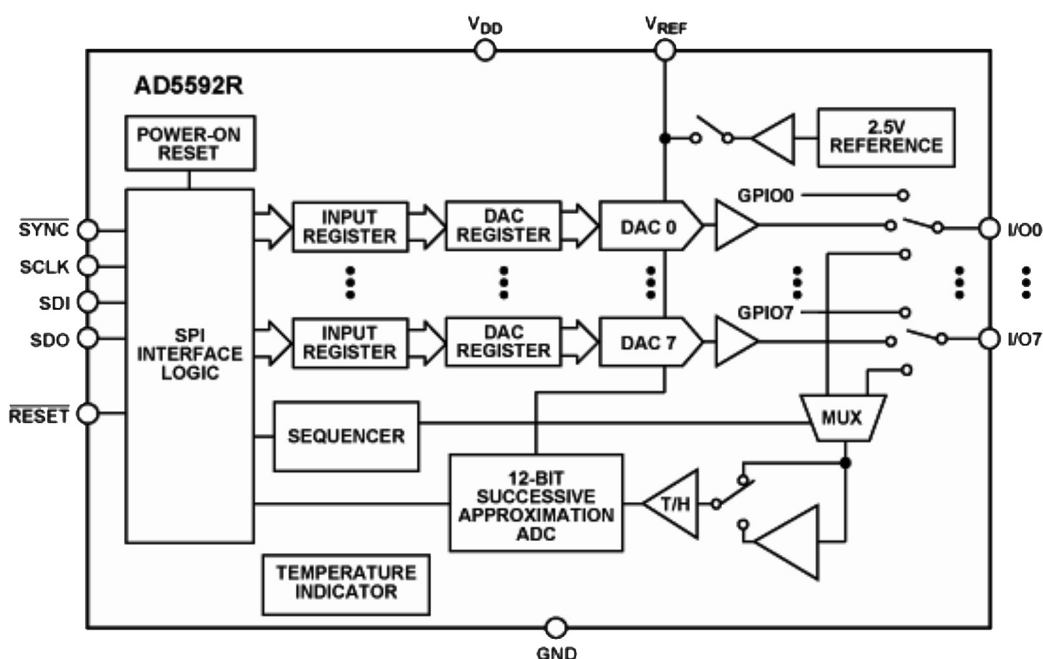
поставка электронных компонентов

контрактное производство

тел.: +375 17 290 0082
факс: +375 17 290 0084
e-mail: info@horntrade.net

УНП 190491237

АНАЛОГО-ЦИФРОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ (АЦП)



Восьмиканальные, 12-разрядные конфигурируемые АЦП/ЦАП с интегрированным источником опорного напряжения

Компоненты AD5592R, AD5592R-1 и AD5593R имеют по восемь выводов, которые могут быть независимо сконфигурированы как выходы цифро-аналогового преобразователя (ЦАП), входы аналого-цифрового преобразователя (АЦП), цифровые выходы или цифровые входы. Выводами, сконфигурированными как аналоговые выходы, управляют 12-разрядные ЦАП с диапазоном выходных напряжений 0 В до VREF или от 0 В до $2 \times VREF$. Выводы, сконфигурированные как аналоговые входы, подключаются к 12-разрядному АЦП с быстродействием 400 kSPS через аналоговый мультиплексор. Диапазон входных напряжений АЦП составляет от 0 В до VREF или от 0 В до $2 \times VREF$. Выводы также можно сконфигурировать как универсальные цифровые входы или выходы (general-purpose input/output, GPIO). Состояние выводов GPIO может устанавливаться или считываться через регистры данных при помощи последовательного пери-

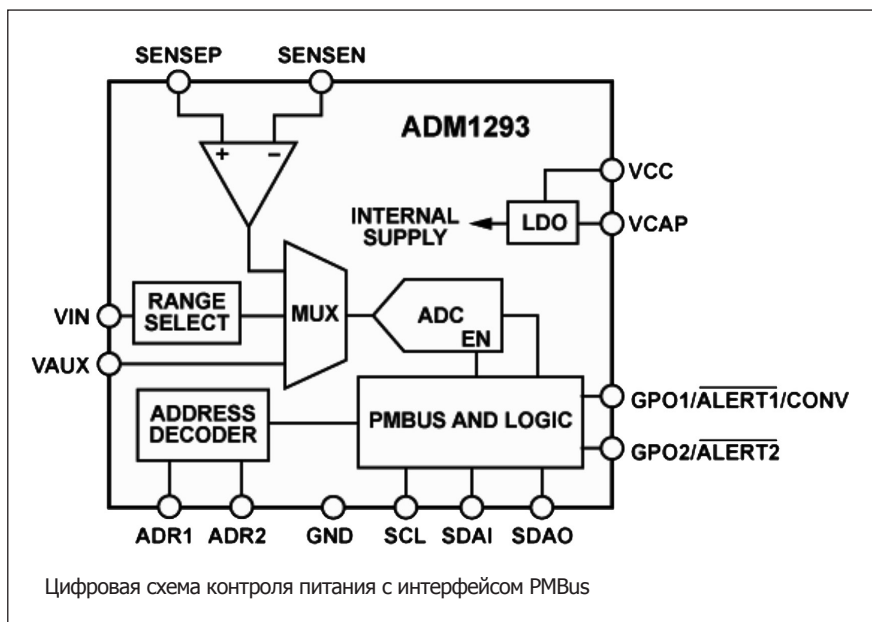
ферийного интерфейса (serial peripheral interface, SPI) в AD5592R/R-1 или интерфейса I2C в AD5593R. Компоненты имеют интегрированный источник опорного напряжения 2,5 В с дрейфом 25 ppm/°C, который по умолчанию отключен. Интегрированный датчик температуры измеряет температуру кристалла, которая считывается в ходе последовательности чтения АЦП. AD5592R имеет вход асинхронного сброса, AD5592-1 имеет отдельный вход напряжения питания внутренних логических схем, а AD5593R имеет оба типа входов. AD559x работают с однополярным напряжением питания в диапазоне от 2,7 В до 5,5 В, потребляя 1,6 мА при 5 В, 1,1 мА при 3 В и 3,5 мкА в режиме пониженного энергопотребления. Компоненты выпускаются в 16-выводных корпусах LFCSP и TSSOP, а также корпусе WLCSP с 16 шариковыми контактами, рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до +105°C.

УСИЛИТЕЛИ И КОМПАРАТОРЫ

Прецизионный операционный усилитель с низким напряжением смещения, широкой полосой и низким шумом. Операционный усилитель ADA4077-1 обладает максимальным напряжением смещения 25/50 мкВ и максимальным дрейфом 0,25/0,55 мкВ/°C (градации В/А), максимальным входным током смещения 1 нА, шириной полосы 3,9 МГц, скоростью нарастания 1,2 В/мкс и шумом 7 нВ/√Гц, а его выходы сохраняют стабильность при емкостных нагрузках более 1000 пФ без применения внешней компенсации. Эта комбинация характеристик

делает данный усилитель идеальным выбором для аналогового преобразования сигналов датчиков, входных интерфейсов в системах управления технологическими процессами, портативных измерительных приборов и прецизионных фильтров. ADA4077-1 работает с напряжениями питания в диапазоне от ±2,5 В до ±18 В, потребляя ток 400 мкА. Компонент имеет рабочий температурный диапазон от -40°C до +125°C (рейтинг MSL1 для наиболее жестких требований окружающей среды) и выпускается в 8-выводных корпусах SOIC и MSOP.

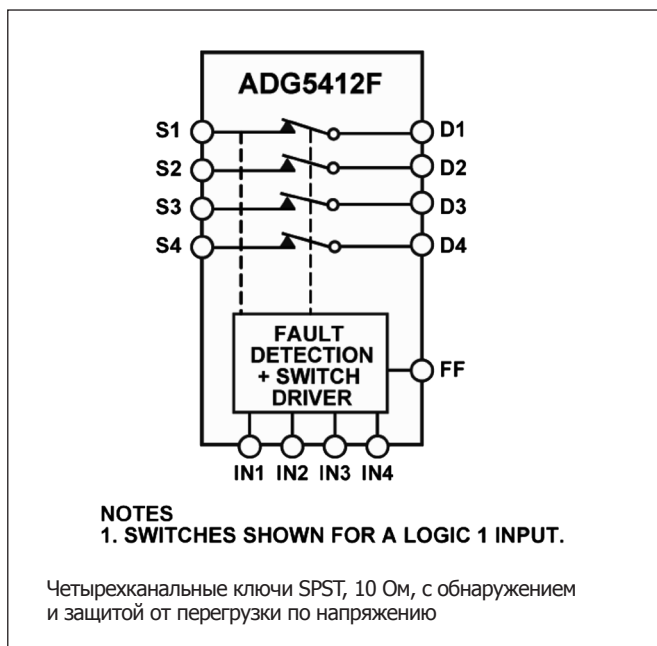
УПРАВЛЕНИЕ ПИТАНИЕМ И ТЕПЛОВОМ РЕЖИМОМ



ADM1293 и ADM1294 – это обладающие повышенной точностью интегрированные цифровые схемы контроля питания, использующие 12-разрядный аналого-цифровой преобразователь (АЦП) для измерения тока, напряжения и мощности. АЦП выполняет оцифровку входных напряжений

образователя. Интегрированный шунтирующий стабилизатор позволяет ему работать в широком диапазоне напряжений. ADM1293/ ADM1294 выпускаются в 16-выводном корпусе LFCSP и 14-выводном корпусе TSSOP, рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до $+105^{\circ}\text{C}$.

КЛЮЧИ И МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ



Микросхемы ADG5412F, ADG5412BF, ADG5413F и ADG5413BF содержат по четыре однополюсных ключа на четыре направления (single-pole/single-throw, SPST) с независимым управлением. Компоненты блокируют прохождение сигналов с

уровнями до $+55\text{ В}$ или -55 В относительно напряжения земли как при подаваемом на них питании, так и в его отсутствие. Они имеют функцию обнаружения перегрузки по напряжению и содержат цифровой выход, сигнал на котором сигнализирует о рабочем состоянии ключей. Все четыре ключа в ADG5412F/ BF включаются подачей на вход управления логической единицы. В ADG5413F/ BF два ключа включаются, а два других ключа выключаются подачей логической единицы. Каждый из ключей одинаково хорошо проводит в обоих направлениях во включенном (замкнутом) состоянии и поддерживает работу с сигналами в диапазоне, ограниченном напряжениями питания. Цифровые входы совместимы с 3-вольтовой логикой во всем рабочем диапазоне напряжений питания. Когда на компонент не подаются напряжения питания, ключи остаются в отключенном (разомкнутом) состоянии, а входы имеют высокий импеданс. В нормальных рабочих условиях при выходе аналогового входного сигнала на любом из выводов S_x за границы VDD или VSS на величину порогового напряжения (VT) ключ отключается. ADG5412BF/13BF также обеспечивают защиту по выводам D_x . ADG541x работают с однополярным напряжением питания в диапазоне от 8 В до 44 В или биполярным напряжением питания в диапазоне от $\pm 5\text{ В}$ до $\pm 22\text{ В}$, потребляя $1,2\text{ мА}$ в условиях перегрузки по напряжению и $0,9\text{ мА}$ в нормальном режиме. Компоненты выпускаются в 16-выводном корпусе TSSOP, рабочий температурный диапазон составляет от -40°C до $+125^{\circ}\text{C}$.

Альфачип ЛТД



тел./факс: +375 172 510 353; + 375 172 071 264; + 375 172 042 722;
 моб.: +375 296 559 005;
 e-mail: v.yatseiko@bek.by

Соединители и кабельная продукция для оборонно-промышленного комплекса	Провода	Кабельные сборки	Плоские шлейфы	Крепежные элементы	Термоусадочные трубки	Гофрированные трубки	Экранирующие оплетки	D-sub разъем (Micro, Nano)	Миниаторные цилиндрические	ВЧ разъемы	Разъемы MIL-DTL-38999	Байонетные разъемы MIL-C-26482	Силовые и сигнальные разъемы MIL-DTL-5015	Кожуки для цилиндрических	Разъемы для ВОЛС	Защищенные разъемы RJ45, USB	Слаботочные разъемы MIL-DTL-55116	Фильтры	Соединители MIL-STD-1760	Кожуки	Кнопки, переключатели	Реле	Мехплатные соединители	Инструменты	Герметичные разъемы
Amphenol		*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*	
Axon' Cable	*	*	*	*			*	*	*		*	*	*				*	*	*				*	*	
Deutsch									*	*	*	*	*	*	*		*	*	*				*	*	
C&K Components								*												*				*	
Glenair	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				*	*	
Essentra Components				*																*			*		
Molex	*	*					*		*	*					*			*	*	*		*		*	
TE Connectivity	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
NICOMATIC		*	*					*		*			*				*		*				*	*	
Raychem	*		*		*		*											*							
Schlemmer						*																			
Souriau							*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
ITT CANNON								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
Samtec	*							*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*			*	*	
SCHURTER				*													*	*			*	*	*		
Marquardt															*			*			*	*	*		
Harting		*		*											*		*	*	*	*	*	*	*	*	

Электронные компоненты для оборонно-промышленного комплекса	Дискретные активные компоненты	Аналоговые микросхемы	АЦП / ЦАП	Управление электропитанием	DSP	Микроконтроллеры	Микропроцессоры	ПЛИС	Компоненты для беспроводных решений	Интерфейсы	Синхронизация	Память	Компоненты для датчиков	Передача данных	Дисплеи и мониторы	ASIC	Системы на кристалле	Встраиваемые системы	Резисторы	Конденсаторы	Индуктивность	Оптические компоненты	Трансформаторы
Actel								*								*	*						
Analog Devices		*	*	*	*	*	*		*	*	*		*	*									
Axiomtek															*			*					
AVX											*								*	*	*	*	
Bourns	*																		*		*	*	*
Cirrus Logic		*	*		*					*	*		*				*						
Coilcraft																					*	*	*
Cypress Semiconductor						*	*		*		*	*	*										
Diodes	*	*		*							*	*	*				*	*				*	
D3CI		*	*	*	*	*	*			*	*	*	*				*	*				*	
E2V		*	*			*	*	*		*	*	*										*	
EPCOS										*		*	*						*	*		*	
Freescall Semiconductor		*		*	*	*	*		*			*	*										
Finisar																						*	
GSI Technology												*										*	
Gigalight																						*	
Halo Electronics				*									*								*	*	*
Infineon Technologies	*			*		*	*					*	*									*	
International Rectifier	*			*																		*	
Intersil		*		*						*	*		*	*									
Maxim Integrated		*		*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*							
Microsemi	*	*					*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	*					
Microtips															*			*					
Murata				*							*	*	*	*					*	*	*	*	
NXP	*	*	*	*		*	*		*	*	*	*	*	*	*	*							
ON Semiconductor	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*							
STMicroelectronics	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*							
Texas Instruments	*	*	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*							
Vishay						*	*	*	*			*	*	*	*	*			*	*	*	*	
Xilinx						*	*	*	*			*	*	*	*	*							

НАИМЕНОВАНИЕ ТОВАРА	ЦЕНА	НАЗВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ	АДРЕС, ТЕЛЕФОН
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ			
Индукционные лампы Saturn 40, 80, 120, 150, 290, 300W. В комплекте электронный балласт	80-380 у.е.	ООО «ФЭК»	г. Минск. Тел./ф.: 200-34-23, тел.: 200-04-96. E-mail: lighting@fek.by
Индукционные лампы Smart Dragon 40, 80, 120, 150, 200, 300W.	80-380 у.е.		
Дроссели, ЭПРА, ИЗУ, пусковые конденсаторы, патроны и ламподержатели для люминесцентных ламп	Договор	ООО «Альфалидер групп»	г. Минск. Тел./ф.: 391-02-22, тел.: 391-03-33. www.alider.by
Мощные светодиоды (EMITTER, STAR), сборки и модули мощных светодиодов, линзы ARLIGHT	Договор	ООО «СветЛед решения»	г. Минск. Тел./ф.: 214-73-27, 214-73-55. E-mail: info@belaist.by www.belaist.by
Управление светом: RGB-контроллеры, усилители, диммеры и декодеры			
Источники тока AC/DC для мощных светодиодов (350/700/100-1400 мА) мощностью от 1W до 100W ARLIGHT			
Источники тока DC/DC для мощных светодиодов (вход 12-24V) ARLIGHT			
Источники напряжения AC/DC (5-12-24-48V/ от 5 до 300W) в металлическом кожухе, пластиковом, герметичном корпусе ARLIGHT, HAITAIK			
Светодиодные ленты, линейки открытые и герметичные, ленты бокового свечения, светодиоды выводные ARLIGHT			
Светодиодные лампы E27, E14, GU 5.3, GU 10 и др.			
Светодиодные светильники, прожектора, алюминиевый профиль для светодиодных изделий			
КВАРЦЕВЫЕ РЕЗОНАТОРЫ, ГЕНЕРАТОРЫ, ФИЛЬТРЫ, ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИЕ ИЗДЕЛИЯ			
Любые кварцевые резонаторы, генераторы, фильтры (отечественные и импортные)	от 0,10 у.е.	УП «Алнар»	г. Минск. Тел./ф.: 209-69-97, тел. (029) 644-44-09. E-mail: alnar@alnar.net www.alnar.net
Кварцевые резонаторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	от 0,10 у.е.		
Кварцевые генераторы Jauch под установку в отверстия и SMD-монтаж	от 0,50 у.е.		
Термокомпенсированные кварцевые генераторы	от 2,20 у.е.		
Резонаторы и фильтры на ПАВ			
Пьезокерамические резонаторы, фильтры, звонки, сирены	от 0,04 у.е.		
СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ			
Большой выбор электронных компонентов со склада и под заказ	Договор	ЧТУП «Чип электроникс»	г. Минск. Тел./ф.: 269-92-36. E-mail: chipelectronics@mail.ru www.chipelectronics.by
Широчайший выбор электронных компонентов (микросхемы, диоды, тиристоры, конденсаторы, резисторы, разъемы в ассортименте и др.)	Договор	ООО «Альфалидер групп»	г. Минск. Тел./ф.: 391-02-22, тел.: 391-03-33. www.alider.by
Мультиметры, осциллографы, вольтметры, клещи, частотомеры, генераторы отечественные и АК ИП, APPA, GW, LeCroy, Tektronix, Agilent	1-й поставщик	ООО «Приборо-строительная компания»	г. Минск. Тел./ф.: 284-11-18, тел.: 284-11-16. E-mail: 4805@tut.by