

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

4

2023

В номере:

ЦИФРОВОЙ СУВЕРЕНИТЕТ:
цена и ценность технологической
независимости

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ
АППАРАТУРЫ:**
время осваивать Delta Design

ВЕС ВЗЯТ: тензодатчики вокруг нас

КРЕПЧЕ ЗА БАРАНКУ ДЕРЖИСЬ, ИИ:
транспорт без водителя

НОВАЯ ЖИЗНЬ СТАРОГО ТРАНЗИСТОРА:
продолжение темы

YouTube



Telegram



ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ СОЕДИНИТЕЛЕЙ LEMO – СНЦ179 от АО «Завод «Снежеть»



WWW.SNEGET.RU

АО «Завод «Снежеть»
241902, РФ, г. Брянск, Фокинский р-н,
рп. Белые Берега, ул. Транспортная, 26
тел.: +7 (4832) 78-88-33
market@sneget.ru



СНЕЖЕТЬ

Разработка и производство электрических соединителей

Наш стенд на
A 2067
«ExpoElectronica-2023»



Всё для измерений от DC до ТГц

Проектируем измерительные системы

Экспертный подбор и поставка оборудования

Собственный склад и демо-зона

Комплексная автоматизация

Обучение и техподдержка

akmetron.ru

+7 (495) 252-00-96

Реклама



РАЗРАБОТКА / ИСПЫТАНИЯ / ПРОИЗВОДСТВО

РАДИОФИЗИКА



ИСПЫТАНИЯ НА ЭМС

Электромагнитная совместимость
и энергобезопасность



АНТЕННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерения в дальней
и ближней зонах, зоне Френеля



КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Воздействие
климатических факторов



МЕХАНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Воздействие
механических факторов



Здравствуйтесь, уважаемые друзья!

Как мы и обещали, продолжаем цикл статей, посвящённых отечественной САПР электроники Delta Design. В этом выпуске «Современной электроники» читайте статью, посвящённую сравнению отечественной системы цифрового моделирования электронной аппаратуры Delta Design с ближайшими доступными аналогами по функциональности и быстродействию.

Значение ПЛИС для реализации современных супербыстродействующих надёжных электронных устройств переоценить трудно. Рынок ПЛИС крайне заманчив и быстро растёт, но конкурировать на нём с именитыми брендами, такими как Altera или Xilinx, крайне сложно. Тем не менее есть примеры весьма успешных разработок. О ПЛИС, относительно молодой компании Gowin Semiconductor из Китая, мы расскажем в нашей статье.

Пристальный взгляд на незаслуженно забытые отечественные технологии производства силовых полупроводниковых приборов поможет отечественной электронике обрести те самые преимущества импорто-независимости и технологического суверенитета. Об одной из забытых перспективных разработок, вполне конкурентоспособной и в наши дни, читайте в этом журнале.

Заходите на сайт журнала, подписывайтесь на YouTube-канал «Современной электроники», делитесь ссылками на понравившиеся ролики со своими друзьями и коллегами.

Всего вам доброго!

Юрий Широков, главный редактор

Журнал «Современная электроника»
Издаётся с 2004 года

Главный редактор Ю. В. Широков
Заместитель главного редактора А. В. Малыгин
Редакционная коллегия А. Е. Балакирев, В. К. Жданкин,
С. А. Сорокин, Д. А. Кабачник, Р. Х. Хакимов
Вёрстка А. М. Бабийчук
Обложка Д. В. Юсим
Распространение А. Б. Хамидова (info@soel.ru)
Реклама И. Е. Савина (advert@soel.ru)

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»
Генеральный директор К. В. Седов
Адрес учредителя и издателя:
117279, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 108,
пом/ком/эт I/67/тех
Почтовый адрес: 117437, г. Москва,
Профсоюзная ул., 108
Тел.: (495) 232-00-87
info@soel.ru • www.soel.ru

Производственно-практический журнал
Выходит 9 раз в год. Тираж 10 000 экз.
Цена свободная

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-18792 от 28 октября 2004 г.)

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР».
Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19,
бизнес-центр Вэлдан.
Тел./факс: (499) 903-69-52

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут рекламодатели.
Ответственность за содержание статей несут авторы. Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

© СТА-ПРЕСС, 2023

ЧИТАЙТЕ
ЖУРНАЛ



в ЭЛЕКТРОННОЙ ВЕРСИИ
на сайте soel.ru
и
в ПЕЧАТНОЙ ВЕРСИИ
по подписке

СОДЕРЖАНИЕ 4/2023

РЕКЛАМОДАТЕЛИ

EA Elektro-automatik	21
Delta Design	3-я стр. обл.
INWAVE	19
Litemax	51
Raystar	63
SCAIME	45
Адвантех	49
Акметрон	2-я стр. обл.
Доломант	64
Ирбис	5
Компонента	5, 11
КОМПЭЛ	4-я стр. обл., 6, 7
Морион	5
ПАО Радиофизика	1, 4
Промтехпоставка	55
СНЕЖЕТЬ	1-я стр. обл., 4
ЭЛЕКОНД	6, 23

Читайте в «СТА» № 2/2023:

МУХА НЕ ПРОЛЕТИТ:

биометрия, которую не обманешь

ИЗ ПОДНЕБЕСНОЙ – В ПЕКЛО:

китайские ПЛК для ответственных применений

ОТ ВИНТА:

клеммные зажимы – эталон надёжности



Оформляйте подписку на журнал «СТА»
и читайте печатную версию
или электронную версию на www.cta.ru

РЫНОК

4 Новости российского рынка

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

8 Сравнение систем цифрового моделирования электронной аппаратуры

Никита Малышев, Аркадий Поляков

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

12 ПЛИС фирмы Gowin Semiconductor: номенклатура, характеристики, разработка приложений

Павел Редькин

24 Мощный высоковольтный транзистор со статической индукцией КП926А, Б

Юрий Максименко

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

28 Биодентификация по лицу в проекции алгоритма системного анализа и обработки информации Виолы-Джонса

Андрей Кашкаров

32 Адаптивные вычисления и искусственный интеллект для автономных транспортных средств. Часть 1

Билл Вонг, Питер Дженко, Джек Браун (перевод: Александр Малыгин)

38 Тензометрические датчики в системах контроля и безопасности

Антти Эс

54 Источники питания в формате BRICK для ответственных применений

Тигран Гайказьян

КОМПЕТЕНТНОЕ МНЕНИЕ

58 Рынок контрольно-измерительного оборудования в России: работа в условиях жёстких ограничений

Руслан Тюкаев

60 Реализация цифрового и промышленного суверенитета страны: возможности и перспективы

Борис Спиридонов

Новости российского рынка

ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ПАО «Радиофизика» ввело в эксплуатацию трёхкоординатную рамочную антенну для проведения испытаний на ЭМС

Трёхкоординатная рамочная антенна (ТРА) предназначена для проведения испытаний с целью определения магнитной составляющей напряжённости поля промышленных радиопомех (ИРП) сетевого оборудования в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51319-99, ГОСТ Р 51318.15-99, CISPR 16-1:1999 и другими.

Антенна обеспечивает проведение испытаний следующего оборудования:

- светового оборудования, основной функцией которого является создание и/или распределение света, предназначенного для освещения и питающегося от низковольтной электрической сети или от батарей;
- световых частей многофункционального оборудования, одной из основных функций которого является освещение;
- оборудования ультрафиолетового (УФ) и инфракрасного (ИК) излучения;

- рекламного неоновых светового оборудования;
- уличного/прожекторного светового оборудования, предназначенного для наружного использования;
- светового оборудования, применяемого на транспорте (установленного на ковралях и в поездах);
- светового оборудования автотранспортных и автотракторных средств;
- бесперебойных источников питания.

Рабочая частота антенны составляет 0,009...30 МГц; длина испытываемых изделий не должна превышать 1600 мм.

Наряду с испытаниями на ЭМС Испытательный центр ПАО «Радиофизика» обеспечивает проведение климатических и механических испытаний, а также антенных измерений, включая панельные антенны операторов сотовой связи. При проведении испытаний в ПАО «Радиофизика» применяется одна из самых крупных в Европе безэховых экранированных камер, размеры которой составляют 80×32×24 м.



Получить дополнительную информацию о работе Испытательного центра и разместить заказ на услуги можно по электронной почте pgn@radiofizika.com или по телефону +7 (495) 496-93-61.

www.radiofizika.ru

ЭЛЕМЕНТЫ И КОМПОНЕНТЫ

Импортозамещение соединителей LEMO – СНЦ 179 от АО «Завод «Снежить»

АО «Завод «Снежить» – высокотехнологичное предприятие, разработчик и производитель соединителей специального и производственно-технического назначения – представляет новую линейку импортозамещающей продукции – соединители низкочастотные цилиндрические, полные аналоги соединителей LEMO.

В 2022 году АО «Завод «Снежить» приступил к разработке и освоению серийного производства аналогов соединителя приборного «Розетка LEMO EVP.2V.306.SLL» и соединителя «Вилка LEMO FVN.2V.306.SLAK11».

Перечень осваиваемых изделий:

- розетка блочная для объёмного монтажа на провод методом пайки;
- вилка кабельная с переходной цангой для объёмного монтажа на провод методом пайки.

Назначение соединителей: обеспечение коммутации средств термостроения в жёстких условиях среды.

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ
соединителей LEMO – СНЦ179
от АО «Завод «Снежить»



www.sneget.ru

СНЕЖЕТЬ
Разработка и производство электрических соединителей

АО «Завод «Снежить»
241902, РФ, г. Брянск, Фокинский р-н,
д/п. Боевое Поле, ул. Транспортная, 26
тел. +7 (4832) 78-88-33
market@sneget.ru

Возможное применение соединителей:

- термостроения;
- термопреобразователи сопротивления повышенной точности;
- оборудование для нефтегазодобычи;
- оборудование для атомной энергетики.

Особенности (уникальность) продукции

Разрабатываемые соединители позволяют обеспечить работу электрорадиоаппаратуры в условиях, требующих высокого класса герметичности соединителей IP68, возможность работы под давлением жидкости до 30 бар, повышенной температуры среды до +200°C. Прочный экранирован-

ный корпус гарантирует стойкость к агрессивным внешним воздействиям среды и высокую надёжность соединителя.

Таким образом, данная разработка найдёт широкое применение в аппаратуре нового поколения, предназначенной для применения в атомной энергетике и нефтегазовой отрасли.

Приглашаем всех заинтересованных гостей и участников выставки «Экспоэлектроника – 2023» посетить стенд № А9061, зал 15, павильон 3 и познакомиться с продукцией АО «Завод «Снежить».

www.sneget.ru

+7 (4832) 78-88-33

Надёжные разъёмы производства WEIPU

Разъёмы и соединительные элементы являются важной составляющей современной электроники и электрооборудования. Компания WEIPU (производитель надёжных и универсальных соединителей) особенно выделяет в линейке своей продукции разъёмы серий SF и SA. Они наиболее популярны и востребованы в высокотехнологичных областях. Широко применяются в медицинском и измерительном оборудовании. Разъёмы отлично себя зарекомендовали при эксплуатации в самых суровых условиях. Могут использоваться как для передачи данных (обеспечивают высокую скорость передачи в Ethernet-сетях, в том числе HD-SDI-сигнала, 1,5 Гбит), так и для обеспечения питания.

Серию SP производитель позиционирует как защищённые разъёмы для использования вне помещений. Они являются влагозащищёнными, имеют защиту IP68 и отличаются резьбовым соединением. Благодаря рабочим температурам (от -40 до +85°C) разъёмы данной серии популярны в уличном освещении, светодиодном оборудовании и в наружных рекламных конструкциях.



Производитель также отдельно отмечает специализированную серию с металлическим корпусом WF. Она представляет собой 3 разных решения с одинаковыми вставками, контактами, электрическими характеристиками, но с разными соеди-

нениями и степенями защиты IP. Разделение внутри серии происходит следующим образом.

- Серия WF: класс защиты IP55-67; соединение – резьбовое. Очень прочный коннектор. Назначение – помещение/улица, суровые климатические условия.
- Серия WY: водонепроницаемый разъём; класс защиты IP55-67, соединение – байонетное (быстрая фиксация и анти-вибрация). Надёжный разъём. Назначение – помещение/улица, суровые климатические условия.
- Серия WS: бюджетный соединитель; без IP-рейтинга; соединение – резьбовое. Назначение – внутри помещений, не является водонепроницаемым.

www.komponenta.ru
+7 (495) 150-21-50

Рубидиевый генератор RFS-M102 от АО «Морион»

АО «Морион» (Санкт-Петербург), ведущее предприятие России и один из мировых лидеров в области разработки и серийного производства приборов кварцевой стабилизации и селекции частоты, успешно завершило глубокую модернизацию и возобновляет серийный выпуск малогабаритного рубидиевого генератора RFS-M102. Результатом обновления конструкции стало добавление опционального рабочего температурного диапазона устройства с более низкой температурой (до -55...80°C) и появление варианта исполнения с улучшенными фазовыми шумами с гарантированным значением -140 дБн/Гц при отстройке 1 кГц и со значением девиации Аллана (СКДО) не более $2 \cdot 10^{-11}$ при времени усреднения 1 с. Обработка сигналов атомного датчика реализована при помощи уникальных цифровых алгоритмов собственной разработки.



Форм-фактор и метрологические характеристики генератора соответствуют импортным аналогам производства Microchip (бывш. Microsemi, США), Spectratime (Швейцария), SpaceOn (КНР) и других мировых производителей, а по ряду параметров превосходят их. Серийных российских аналогов не имеет. Это достигается благодаря оригинальной конструкции генератора, в которой сочетаются малые габариты корпуса (51×51×25,4 мм) и маломощный газоразрядный спектральный источник, что позволяет достичь высоких показателей надёжности и добротности

атомного резонанса. Генератор воспроизводит высокостабильный сигнал 10 МГц с погрешностью $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ всего за 15 минут, а захват частоты происходит не более чем через 5 минут после подачи питания (12 В, 20 Вт (макс.) при 25°C). Долговременная нестабильность частоты – до $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ /год.

Помимо возможности цифровой подстройки частоты и иного взаимодействия с внешней электроникой через встроенный интерфейс UART, в RFS-M102 также имеется вход и выход 1PPS, что позволяет легко осуществлять внешнюю синхронизацию, например, по сигналам GPS/ГЛОНАСС. Есть также возможность изменения входа 1PPS на вход аналогового управления (заводская установка).

Более подробная информация представлена на сайте АО «Морион». За детальной информацией всех заинтересованных просим обращаться по телефону: +7 (812) 332-50-36.

www.morion.com.ru

DC/DC-преобразователи «ММП-ИРБИС»

Компания выпустила линейку одноканальных и двухканальных DC/DC-преобразователей серии ТМ в популярном малогабаритном корпусе 30×20 мм. Цель разработки – помочь потребителям источников питания выполнить программу импортозамещения без переработки печатных плат своих изделий. Высоконадёжные DC/DC-преобразователи серии ТМ заменяют многие популярные швейцарские, европейские и американские марки. В данной линейке разработано более



250 типонаименований мощностью от 3 до 15 Вт. Модули имеют входные напряжения 9...36 В, 18...75 В, 75...150 В, функцио-



нальность дистанционного выключения, защиты от перегрузки по току, короткого замыкания по выходу.

www.mmp-irbis.ru
+7 (495) 927-10-16

АО «Элеконд» производит малогабаритные конденсаторы с двойным электрическим слоем (суперконденсаторы) общепромышленного назначения K58-26

Заменяемые зарубежные аналоги: серия СКФ (Феникс), серия VEC (VinaTech), серия HV (Eaton), серия VSCS (Vitzrocell), серия VCAP (Maxwell), серия SCC (AVX).

Основные характеристики:

- зарядно-разрядные токи до 50 А;
- низкое значение сопротивления до 15 мОм;
- низкие токи утечки до 1 мкА;
- срок службы 25 лет;
- наработка 500 000 циклов.

Суперконденсаторы K58-26 предназначены:

- для кратковременного обеспечения резервного питания аварийного освещения, различной аппаратуры при провалах напряжения или отключении основного источника питания;

Уном, В	Сном, Ф	Габаритные размеры	Рабочая температура
2,7	1; 3; 5; 10; 15; 25; 50; 100	От 8×13 мм до 20×40 мм	От -50°С до +65°С

- при совместном использовании с различными аккумуляторными батареями суперконденсаторы компенсируют провалы напряжения на АКБ при разрядке большими токами, обеспечивая стабильную работу аппаратуры и увеличивая срок службы аккумулятора;
 - для обеспечения мощного импульсного питания аппаратуры;
 - для штатного завершения работы устройства при возникновении сбоев основного электропитания.
- Особенности суперконденсаторов K58-26:
- способны зарядиться от разряженного источника и обеспечить требуемый уровень выдаваемой мощности;
 - позволяют экономить пространство в технике и снизить её массу;
 - необслуживаемость, невосприимчивость к уровню заряда, отсутствие эф-

фекта памяти, отсутствие химических реакций;



- являются быстроперезаряжаемыми накопителями электрической энергии.

www.elecond.ru

elecond.supercapacitor@elcudm.ru

+7 (34147) 4-25-01

t.me/elecond_supercapacitor

NSP-1600/3200 от MEAN WELL – новые надёжные ИП по лучшей стоимости

Компания MEAN WELL разработала две новые серии мощных управляемых источников питания – NSP-1600 и NSP-3200 с высотой 1U и выходной мощностью 1600 и 3200 Вт. Эти ИП имеют аналоговое управление выходными параметрами с помощью внешнего напряжения (0...5 В), компенсацию падения напряжения на проводах, возможность дистанционного включения/выключения и два сигнала тревоги: «DC OK» и «перегрев». Гарантийный срок на новую продукцию составляет 5 лет.

Данные источники питания аналогичны сериям RSP-1600, RSP-3000 и DPU-3200, но имеют меньшую стоимость за счёт исключения нескольких функций, которые в некоторых применениях являются лишними. В частности, новые источники питания нельзя подключать параллельно для увеличения общей выходной мощности. У них только одно значение напряжения Standby (12 В) и отсутствует опциональная возможность заказать модель с управлением по цифровому протоколу (PMBus/CANBus). Расшифровка наименования представлена на рисунке.

Эти серии предназначены для устройств и систем промышленной автоматизации, питания мощного технологического и испытательного оборудования, устройств лазерной обработки материалов.



NSP - 1600 - 48	Выходное напряжение (1600 Вт: 12 В/24 В/36 В/48 В; 3200 Вт: 24 В/48 В)
	Выходная мощность (1600:1600 Вт; 3200:3200 Вт)
	Наименование серии

Расшифровка наименований ИП серий NSP-1600 и NSP-3200

Особенности:

- выходная мощность 1600/3200 Вт;
- дополнительное выходное напряжение Standby 12 В;
- высокая эффективность (93% тип.);
- ККМ (PFC);
- регулировка выходного напряжения (40...125%) внешним напряжением (0...5 В);
- компенсация падения напряжения на проводах;
- дистанционное включение/выключение;
- сигнал «DC OK»;
- сигнал «перегрев»;
- температурный диапазон -20...70°С;
- высота 1U;

- гарантия 5 лет.

Применение:

- промышленное технологическое оборудование;
- промышленная автоматизация;
- испытательные приборы;
- лазерное оборудование.

Приобрести новый источник питания MEAN WELL NSP-1600/3200 в количестве от 1 штуки также можно на сайте торговой площадки КОМПЭЛ – ДКО «Электронщик».

www.compel.ru

mск@compel.ru

+7 (495) 995-0901

Сравнение систем цифрового моделирования электронной аппаратуры

Никита Малышев, Аркадий Поляков

Это вторая статья из анонсированной нами серии статей по работе с отечественной системой цифрового моделирования, в которой она сравнивается с системами-аналогами по функциональности и быстродействию.



Предисловие

Уважаемые читатели, коллеги. Это вторая статья из серии статей по работе с отечественной системой цифрового моделирования, в которой сравнивается её работа с системами-аналогами.

Введение

Под системами цифрового моделирования (СЦМОД) в статье подразумеваются системы проектирования, реализующие стандартные языки описания аппаратуры VHDL и Verilog/SystemVerilog [1]. Они являются важной частью систем автоматизации проектирования интегральных схем (СБИС) и программируемых интегральных схем (ПЛИС) [2]. Основная масса СЦМОД создана фирмами США. Разработка таких систем является весьма сложной задачей. Например, трудоёмкость создания САПР ПЛИС Vivado, одной из компонентов которой является СЦМОД Xsim, оценивается в 1000 человеко-лет, а стоимость разработки САПР в 200 миллионов долларов [3]. Созданный российской компанией ЭРЕМЕКС САПР Delta Design [2, 4] с включённой в неё СЦМОД Simtera [5, 6] относится к первым отечественным ласточкам в области импортозамещения в данной области.

Сравнение систем цифрового моделирования

Сравнение характеристик СЦМОД в некотором смысле подобно поиску ответа на вопросы типа «кто сильнее – кит или слон?». Но всё же оно позволяет дать определённые рекомендации пользователям, определить тенденции развития и показать плюсы и минусы конкретных продуктов. Конечно, возникает вопрос: «А судьи кто?» В своё время один из авторов данной статьи работал в Силиконовой долине США в фирме SEVA, основателями кото-

рой были председатель комитета по разработке языка VHDL Ларри Саундерс (Larry Saunders) и один из первых авторов пособия по языку Verilog Ятин Триведи (Yatin Trivedi). Ясно, что столь авторитетным представителям фирмы – разработчика СЦМОД и САПР доверяли и присылали новые версии своих систем для тестирования и сравнения с конкурентами. Не имея таких возможностей, авторы были вынуждены из зарубежных систем моделирования использовать только их не подсанкционные и бесплатные версии. Пробные (evaluation) версии HDL-симуляторов, как и открытые типа IcarusVerilog, Verilator, GHDL, Tina и др. [1, 7], а также онлайн-симуляторы, в статье не рассматриваются.

Критические оценки систем можно разделить на **качественные**: простота освоения и использования, наличие поддержки пользователей, в том числе онлайн. И **количественные**: требования к компьютеру и ОС, время действия лицензии, объём скачиваемого установочного файла, число поддерживаемых языков проектирования, доступность версии ПО под различные ОС, скорость моделирования и компиляции, полнота соответствия стандартам языков моделирова-

ния, количество библиотек и IP-core, включая поддержку стандарта VITAL, наличие и текстового, и графического способа описания модели, виды дополнительных сервисов типа конверторы графика-текст и наоборот. А также: графический способ задания временных диаграмм входных сигналов, графическое описание автоматов, системы оценки полноты покрытий кода, профилировщики и др.

Что касается качественных критериев – то они важны в первую очередь при использовании СЦМОД в учебных целях. Это понятие включает устойчивость системы к ошибкам пользователей и сбоям компьютеров, развитую, полную и точную диагностику ошибок и простоту их исправления.

В табл. 1 представлены САПР, в которых реализованы СЦМОД, ОС и минимальные требования к параметрам компьютеров. В табл. 2 представлены поддерживаемые СЦМОД версии HDL.

Что касается скорости компиляции Verilog-кода, то сравнительный анализ на группе тестов IVLTest (Icarus Verilog) в сравнении с ModelSim Pro 2020 приведён на рис. 1. Среднее время разбора и компиляции в Simtera – 695 мс, в Modelsim Pro 2020 – 841 мс.

Таблица 1. Сравнительный анализ САПР, доступных для использования

СЦМОД*	Разработчик	САПР	Срок лицензии	Мин. ОЗУ, Гб	Объём скачиваемого файла, Гб
Active-HDL Student edition v.13	Aldec	Нет привязки / в составе САПР ПЛИС	Не ограничен / 1 год (в составе САПР ПЛИС)	4	1
Modelsim	Mentor Graphics (Siemens)	Нет привязки / в составе САПР ПЛИС	Не ограничен / 1 год (в составе САПР ПЛИС)	4	1
Xilinx Simulator	Xilinx (AMD)	Vivado	Не ограничен	8	8
Delta Design Simtera	Eremex	Нет привязки / в составе САПР Delta Design	Бесплатно / 60 дней	8	0,4

Таблица 2. Поддерживаемые СЦМОД версии HDL

СЦМОД*	Поддерживаемые версии HDL	Библиотеки ПЛИС	Время запуска системы, секунды *	Скорость компиляции Verilog-проектов, относительные единицы	Скорость моделирования Verilog-проектов, относительные единицы
Active-HDL Student edition v.13	VHDL 1987, 1993 Verilog 1995, 2005 SystemVerilog 2009, 2017	Xilinx, Intel и др	15	1	0,2
Modelsim Microsemi 10.2	VHDL 1987–2008 Verilog 2001 SystemVerilog 2005-2012	Microsemi	15	1	1
Xilinx Simulator (XSIM)	VHDL 1987–2003 Verilog 2001	Xilinx	30	1	1
Delta Design Simtera	VHDL 1987–2008 Verilog 2001 SystemVerilog 2005	Миландр, Intel, Xilinx	30	1	0,0002

* В качестве инструментальной машины при сравнении СЦМОД был использован компьютер с процессором Intel Pentium G4400 с тактовой частотой 3,30 ГГц, оперативной памятью 8 ГБ, 64-разрядной операционной системой Windows 10.

Для тестирования скорости работы симулятора известно несколько наборов (benchmarks), рекомендуемых для СЦМОД [4], но мы использовали свои. Обосновано это практическими целями.

В качестве тестовых задач были использованы Verilog-модели версии синтезательной поведенческой модели простого АЛУ-микросхемы 74181 (ИП4). Модель содержит 240 строк HDL-кода. Тестбенч – 102 строки. Для возможности измерения времени моделирования секундомером в тестбенче организован цикл из 1 млн повторений выполнения трёх операций в АЛУ. На XSIM и Modelsim время прогона теста примерно одинаковое – 30 секунд, на Active-HDL оно было в 5 раз больше и равно 150 секундам. У Simtera при 100 повторениях было 15 секунд, т.е. система моделирования работает на несколько порядков медленнее. Тестирование проводилось на версии Delta Design Simtera от декабря 2022. В данной версии отсутствует разбиение независимых Verilog-процессов на отдельные потоки. Если посмотреть на часть запускаемого теста (листинг теста доступен в электронной версии статьи на сайте журнала), она

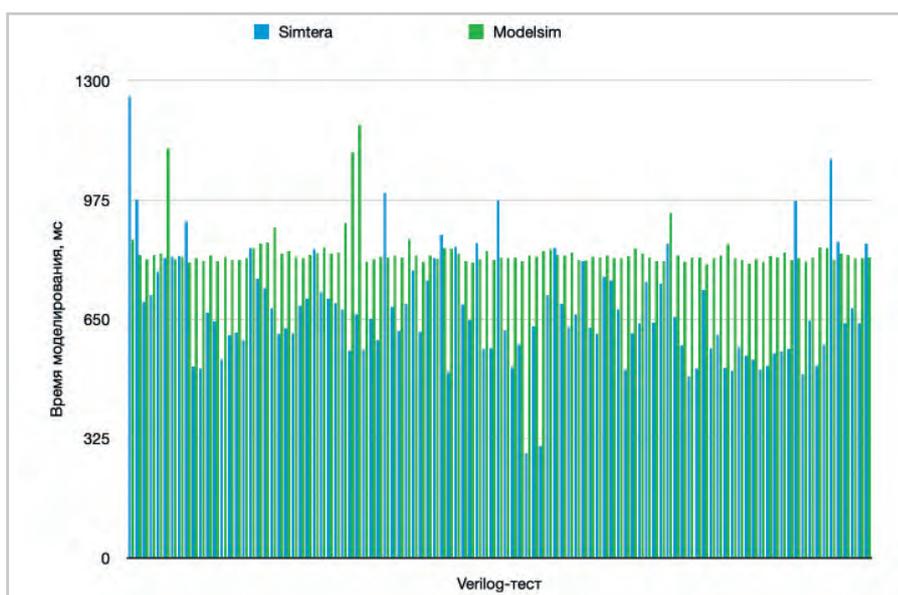


Рис. 1. Время компиляции Verilog-проектов в Simtera и Modelsim

состоит из 69 блоков assign, которые могут обрабатываться параллельно, что значительно ускорит работу системы. Данный функционал в настоящее время в разработке, об успехах ускорения работы моделирования сообщим в отдельной статье по завершении работ.

В табл. 3 представлены некоторые дополнительные параметры HDL-симуляторов, связанные с графиче-

скими средствами, оценкой полноты покрытия кода тестами и методическим обеспечением.

С точки зрения тестирования и работы с VHDL-проектами в Simtera дела обстоят следующим образом: сравнение производилось с ModelSim – Altera 10.1 и Aldec Active-HDL 8.2 Expert Edition. Быстродействие проверялось на тесте, симулирующем запуск про-

Таблица 3. Дополнительные параметры HDL-симуляторов, связанные с графическими средствами, оценкой полноты покрытия кода тестами и методическим обеспечением

СЦМОД	Графическое (схмотехническое) описание модели	Графическое описание автоматов	Статистика покрытия тестом кода	Графическое описание временных диаграмм входных сигналов	Обеспеченность русскоязычными методическими материалами
Active-HDL Student Edition V.13	Есть, в модели – до 30 блоков	Есть	Нет	Есть	> 10
Modelsim ME 10.2	Нет	Нет	Нет	Нет	> 10
Vivado XSIM	Есть	Есть	Нет	Есть	> 10
DeltaDesignSimtera v.3.5	Есть	Нет	Нет	Нет	< 10

Таблица 4. Результаты тестирования быстродействия

	Машина 1*, с	Машина 2*, с
Delta Design Simtera	287	385
Active HDL 8.2 Expert Edition	35	47
Отставание в быстродействии	8,2	8,15
	Машина 1*, с	Машина 2*, с
Delta Design Simtera	287	385
ModelSim-Altera 10.1	675	905
Превосходство в быстродействии	2,35	2,35

*Машина 1: Intel Core i7-2600K 3.4 GHz, RAM 16 GB, Windows 7 Ultimate x64
 Машина 2: Intel Core i7-2630QM 2.00 GHz, RAM 6 GB, Windows 7 Ultimate x64

граммы мигания светодиодами в ОС FX-RTOS на модели микроконтроллера PIC32.

Результаты тестирования быстродействия приведены в табл. 4.

В ходе проверки выяснилось, что Aldec уступает в поддержке, реализованной в Simtera части стандарта. Характерные тесты, демонстрирующие этот факт, можно скачать и посмотреть на странице ЭРЕМЕКС со сравнительными данными [8]. Необходимо отметить, что в настоящий момент VHDL-язык не развивается в Simtera, так как прерогатива отдана на поддержку Verilog в части поведенческого моделирования и синтеза. Так, например, структурная несинтезабельная VHDL модель усечённой версии микроЭВМ MC51 (Intel 8051) [9]. Модель была сгенерирована учебной системой цифрового моделирования DEEDS [10] из графического (блок-диаграммного) представления и содержит три раздела: модели компонентов – 11 400 строк,

модель MC51 – 2500 строк и тестбенч – 550 строк. На этой модели оценивалась и скорость компиляции. Компиляция быстрее всего идёт на ModelSim и Active-HDL, немного медленнее на XSIM. На Simtera компиляция проходила на порядок дольше.

Выводы

Участвующие в сравнении продукты предлагают свои подходы к проектированию и моделированию цифровой аппаратуры. Авторы статьи, равно как и читатели, имеют свой опыт работы с ними. Хочется отметить, что Simtera представляется единственным импортнонезависимым перспективным отечественным продуктом. В системе присутствуют инструменты по работе в схематехническом виде, присутствует поддержка конструкций Verilog/SystemVerilog, VHDL, позволяющая проводить сравнительный анализ по работе с продуктами конкурентов на рынке. В системе есть и недостатки,

сопутствующие развивающемуся продукту, – а именно, невысокая скорость работы симулятора, связанная в первую очередь с временным отсутствием multi-thread симуляции.

Разработчики САПР Delta Design Simtera будут весьма признательны всем читателям, которые смогут прислать им самопроверяющиеся тесты.

Напоминаем также, что открыто бета-тестирование Delta Design Simtera. Получить версию системы можно, отправив письмо на адрес info@eremex.ru, а также в Telegram-сообществе.

Литература

1. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_HDL_simulators.
2. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_EDA_companies.
3. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Xilinx_Vivado.
4. URL: <https://www.eremex.ru/>.
5. Малышев Н. Цифровое моделирование цифровых и цифро-аналоговых узлов в системе Delta Design Simtera // Современная электроника. 2021. № 1. С. 60–61.
6. Поляков А.К., Малышев Н.М. Библиотеки HDL-тестов для систем моделирования цифровой аппаратуры. Отечественная САПР проектирования микроэлектроники (часть 1) // Современная электроника. 2023. № 3.
7. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_EDA_software.
8. URL: <https://www.eremex.ru/knowledge-base/articles/sravnenie-simtera/>.
9. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_8051.
10. URL: <https://www.digitalelectronicsdeeds.com/deeds.html>.



НОВОСТИ МИРА

Huawei пришлось заменить в своих устройствах около 13 000 деталей из-за санкций США

Американские санкции больно ударили по Huawei: компании пришлось не только разрабатывать собственную операционную систему HarmonyOS (от Android китайскую компанию попросту отрезали), но и искать для своих устройств новые компоненты. В плане аппаратной части была проделана огромная работа, о ней рассказал генеральный директор и основатель Huawei Рен Чжэнфэй (Ren Zhengfei).

Оказалось, что из-за санкций Huawei пришлось заменить около 13 000 частей и компонентов в своих устройствах. Тут имеются



в виду не только телефоны, но и ноутбуки, планшеты, серверы и т.д. В основном зарубежные компоненты были заменены китайскими. Также компании пришлось перепроектировать 4000 печатных плат для своих продуктов. С тех пор (США ввели санкции в отношении Huawei в 2019 году, когда администрация Дональда Трампа обвинила её

в угрозе национальной безопасности) производство печатных плат, по словам Рена Чжэнфэй, стабилизировалось.

Ограничения со стороны США подстегнули Huawei больше инвестировать в НИОКР. В прошлом году компания потратила на это 23,8 млрд долларов.

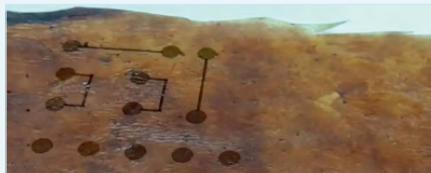
[industry-hunter.com](https://www.industry-hunter.com)

НОВОСТИ МИРА

Из «чайного гриба» создали лёгкие, гибкие и прочные печатные платы для электроники

В будущем лёгкие, гибкие, но прочные печатные платы для компактной носимой электроники, вероятно, можно будет печатать на высушенных остатках культур, широко известных во всём мире как «комбуча», а на постсоветском пространстве как «чайный гриб». Учёные опробовали методику, позволяющую использовать этот симбиоз дрожжевого гриба и бактерий для создания электронных компонентов.

Для выращивания чайного или маньчжурского гриба достаточно взять всего лишь банку чая, сахар и культуру SCOBY, представляющую собой симбиоз бактерий и дрожжей. Исследователи давно считали «чайный гриб» многообещающим биоматериалом. Ранее высушенный «гриб» пробовали использовать в качестве заменителя кожи, создавали новые виды устойчивых «живых материалов», которые, возможно, однажды будут использоваться в качестве биосенсоров. Новое исследование показало, что «маньчжурский гриб» можно использовать и в электронике.



По словам профессора Университета Западной Англии в Бристоле Эндрю Адамацки (Andrew Adamatzky), одного из авторов нового исследования, высушенный «чайный гриб» можно интегрировать в умные носимые устройства, что позволит расширить функциональность одежды и гаджетов. Предусмотрено объединение живой и неживой биологической материи. Ещё в 2021 году Адамацки выступил соавтором ряда исследований, посвящённых свойствам «гриба». Теперь он и его коллеги продемонстрировали возможность создания печатных плат на высушенных пластинах из этого материала.

Команда использовала SCOBY для выращивания тонких биоплёнок, состоящих из волокон целлюлозы, после чего высушивала их на пластиковых или бумажных пластинах при комнатной температуре. В результате получался устойчивый материал, сохранявший прочность при помещении в воду на несколь-

ко дней, а один из тестовых образцов пережил даже помещение в духовой шкаф при 200°C, хотя от открытого огня материал загорается.

Адамацки и его коллеги смогли печатать на высушенной плёнке из «чайного гриба» с помощью струйного принтера дорожки из токопроводящих полимеров, заодно опробовав альтернативный метод 3D-печати комбинацией полиэстера и меди. К биологическим печатным платам удалось даже прикрепить небольшие LED-элементы, продолжавшие работать даже после того, как основу неоднократно сгибали и растягивали.

По словам учёных, в отличие от живого «гриба», с которым приходилось работать прежде, сухой материал сам не проводит электричество и вполне может использоваться в качестве основы для печатных плат. Более того, он намного более гибкий, лёгкий и дешёвый, чем керамические и пластиковые альтернативы, и может использоваться для создания носимых датчиков сердечного ритма, биосенсоров и во многих других сферах. В дальнейшем рассматривается печать рабочих систем, способных распознавать механические, оптические и, возможно, химические воздействия.

3dnews.ru



RAYSTAR
OLED Display Provider

ЖК-дисплеи

повышенной яркости

серия 4.3" IPS TFT

С ЕМКОСТНЫМ СЕНСОРНЫМ ЭКРАНОМ PCAP

ЯРКОСТЬ 1100 cd/m²

RFF430X-AWH-DNG



-30°C +80°C

ЯРКОСТЬ 900 cd/m²

RFF430X-AWH-DNN



БЕЗ СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ

На правах рекламы



Komponenta АО «Компонента» — официальный дистрибутор Raystar в России

 8 495 150 2 150

 www.komponenta.ru

 info@komponenta.ru

ПЛИС фирмы Gowin Semiconductor: номенклатура, характеристики, разработка приложений

Павел Редькин (ppr1@yandex.ru)

Предлагаемая статья содержит сведения справочно-информационного характера по программируемым логическим интегральным схемам (ПЛИС), производимым китайской фирмой GOWIN Semiconductor Corp. Помимо обзора всей номенклатуры ПЛИС GOWIN с указанием основных характеристик и особенностей каждого их семейства, в первой части статьи содержится информация о базовых характеристиках и параметрах каждой серии ПЛИС внутри этих семейств и каждой линейки ПЛИС внутри этих серий, представленная в табличной форме. Статья предназначена для разработчиков электронной аппаратуры на ПЛИС и студентов специальностей, связанных с цифровой электроникой.

Часть 1. Номенклатура производимых устройств

Введение

В настоящее время в мире насчитывается около десятка крупнейших производителей программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), крупнейшие из которых: Xilinx, Intel (Altera), Lattice Semiconductor, Actel, Atmel. Наряду с перечисленными «китами» программируемой логики разработкой и производством ПЛИС успешно занимается сравнительно молодая китайская компания GOWIN.

Основанная в 2014 году корпорация GOWIN Semiconductor Corp [1] со штаб-квартирой в Китае, отделениями в Корее, США и Тайване осуществляет разработку и производство ПЛИС на своих производственных площадях. Номенклатура производимой компанией продукции включает широкий ассортимент, состоящий из нескольких семейств программируемых логических устройств, инструментального программного обеспечения для проектирования электронной аппаратуры на базе своих ПЛИС, ядер интеллектуальной собственности (IP-ядер), эталонных образцов и наборов для разработки. Корпорация GOWIN декларирует своё стремление обслуживать клиентов на потребительском, промышленном, коммуникационном, медицинском и автомобильном рынках по всему миру.

Важной особенностью продукции GOWIN является её низкая стоимость –

ПЛИС от GOWIN в разы дешевле аналогичных по параметрам устройств от других вышеперечисленных производителей.

В настоящее время вся продукция ПЛИС от GOWIN представлена тремя семействами: LittleBee, Arora и Arora V. Каждое из семейств включает несколько серий ПЛИС, как показано в табл. 1.

Каждая из серий ПЛИС в каждом семействе включает линейку из одного или более устройств. В рамках первой части предлагаемой статьи приведена краткая обобщённая характеристика ПЛИС каждого из семейств. Вся информация по всем доступным устройствам, включая руководства пользователя и рекомендации по применению каждой серии ПЛИС GOWIN, представлена для бесплатной загрузки на сайте www.gowinsemi.com. Для доступа к ней необходимо зарегистрироваться на указанном сайте.

1. Семейство ПЛИС LittleBee

Семейство продуктов GOWIN LittleBee предлагает энергонезависимые ПЛИС типа FPGA с логической матрицей на основе Flash-памяти, с малым количеством логических ресурсов (до 9К ячеек LUT4), с малым и средним количеством пользовательских линий ввода-вывода (I/O) (от 25 до 276), несколькими поддерживаемыми интерфейсами, реализованными в ПЛИС в виде аппаратных ядер (MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, USB 2.0, Ethernet, HDMI, MIPI I3C), встроенной

оперативной памятью, дополнительной пользовательской Flash-памятью, встроенными модулями аппаратных умножителей, цифровых сигнальных процессоров (DSP), модулями PLL, защитой логической матрицы от считывания.

В семействе также имеются устройства, оптимизированные для приложений с низким энергопотреблением.

Часть устройств из семейства LittleBee имеют встроенные аппаратные процессорные ядра ARM Cortex-M, Synopsys ARC, а также так называемые ядра защиты Security Core и аппаратные ядра Bluetooth LE, то есть являются не «чистыми» ПЛИС, а так называемыми системами на кристалле (SoC), объединяющими в своём составе программируемую логику и процессорное ядро, выполняющее пользовательскую программу из встроенной памяти. Процессорное ядро и программируемая логика могут взаимодействовать как друг с другом, так и с внешними устройствами через набор внутренних шин, внешних интерфейсов и через линии GPIO.

Доступная в настоящее время номенклатура серий семейства GOWIN LittleBee представлена в табл. 2–8. Данные взяты с сайта GOWIN Semiconductor Corp [1].

Типичные характеристики ПЛИС семейства LittleBee следующие:

- техпроцесс по нормам 55 нм;
- исполнение в широкой линейке малогабаритных корпусов (около сорока типоразмеров): от CS30 размерами 2,3×2,4 мм до LQ176 размерами 20×20 мм;
- встроенная Flash-память, используемая в устройстве в качестве памяти хранения конфигурации, а также в качестве пользовательской памяти;
- гибкая система программирования, позволяющая использовать для программирования (загрузки конфигурации) следующие режимы и интерфейсы: JTAG, MSPI, SSPI, I²C

Таблица 1. Номенклатура производимых ПЛИС GOWIN с разбивкой по семействам и сериям

Семейство	Серия	Плотность (количество LUT на кристалле)	Дополнительные особенности устройства
LittleBee (Матрица FPGA на основе Flash)	GW1N	1К, 2К, 4К, 9К	–
	GW1N-A	1К, 2К, 4К	Для автомобильных приложений
	GW1NZ	1К	Ультранизкое энергопотребление
	GW1NS	4К	Встроенное аппаратное процессорное ядро MCU Cortex-M3
	GW1NR	1К, 2К, 4К, 9К	Встроенная память PSRAM
	GW1NSR	4К	Встроенное аппаратное процессорное ядро MCU Cortex-M3 + встроенная память PSRAM
	GW1NSE	4К	Встроенное аппаратное процессорное ядро MCU Cortex-M3 + защита матрицы FPGA
	GW1NSER	4К	Встроенное аппаратное процессорное ядро MCU Cortex-M3 + защита матрицы FPGA + встроенная память PSRAM
Arora (Матрица FPGA на основе SRAM)	GW2A	20К, 55К	–
	GW2A-A	20К	Для автомобильных приложений
	GW2AN	10К, 20К, 55К	Встроенная память Flash
	GW2AR	20К	Встроенная память SDRAM
	GW2ANR	20К	Встроенная память Flash + встроенная память SDRAM
AroraV (Матрица FPGA на основе SRAM)	GW5A	23К, 138К	Поддержка DDR3 + встроенный АЦП
	GW5AT	23К, 138К	Встроенные высокоскоростные приёмопередатчики + поддержка PCI + поддержка DDR3 + встроенный АЦП

Таблица 2. ПЛИС GOWIN серии GW1N

Устройство	GW1N-1	GW1N-1P5	GW1N-2	GW1N-4	GW1N-9	GW1N-1S
Количество ячеек LUT4	1152	1584	2304	4608	8640	1152
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	864	1584	2016	3456	6480	864
Теневая память SRAM, бит	0	12 672	18 432	0	17 280	0
Блочная память SRAM (BSRAM), бит	72К	72К	72К	180К	468К	72К
Количество блоков BSRAM	4	4	4	10	26	4
Пользовательская память Flash, бит	96К	96К	96К	256К	608К	96К
Количество умножителей 18×18	0	0	0	16	20	0
Количество PLL	1	1	1	2	2	1
Количество банков линий I/O	4	6	6	4	4	3
Максимальное количество линий I/O	120	125	125	218	276	44
Напряжение питания ядра у низковольтного устройства (LV), В	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Напряжение питания ядра у обычного устройства (UV), В	1,8–3,3	1,8–3,3	1,8–3,3	2,5–3,3	2,5–3,3	–

(ведомый), CPU, SERIAL, AUTOBOT, DUALBOOT;
 ● поддержка интерфейсов в виде аппаратных ядер MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, HDMI, USB 2.0, Ethernet, MIPI I³C;

● наличие встроенной защиты, позволяющей осуществить шифрование битового потока конфигурации и защиты конфигурации от чтения;
 ● наличие интегрированной памяти PSRAM;

● наличие аппаратных процессорных ядер ARM Cortex-M3 или Synopsys ARC;
 ● наличие аппаратного малопотребляющего приёмопередатчика Bluetooth;
 ● поддержка защиты асинхронных приложений на основе PUF;

Таблица 3. ПЛИС GOWIN серии GW1NR

Устройство	GW1NR-1	GW1NR-2	GW1NR-4	GW1NR-9
Количество ячеек LUT4	1152	2304	4608	8640
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	864	2304	3456	6480
Теневая память SRAM, бит	0	0	0	17 280
Блочная память SRAM (BSRAM), бит	72K	72K	180K	468K
Количество блоков BSRAM	4	4	10	26
Пользовательская память Flash, бит	96K	96K	256K	608K
Память SDR SDRAM, бит	–	–	64M	64M
Встроенная память PSRAM, бит	–	32–64M	32–64M	64–128M
Встроенная память NOR FLASH, бит	4M	4M	–	–
Количество умножителей 18×18	0	0	16	20
Количество PLL	1	1	2	2
Количество банков линий I/O	4	7	4	4
Максимальное количество линий I/O	120	126	218	276
Напряжение питания ядра у низковольтного устройства (LV), В	1,2	1,2	1,2	1,2
Напряжение питания ядра у обычного устройства (UV), В	–	1,8/2,5/3,3	2,5/3,3	–

Таблица 4. ПЛИС GOWIN серии GW1NS

Устройство	GW1NS-4	GW1NS-4C
Количество ячеек LUT4	4608	4608
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	3456	3456
Память B-SRAM, бит	180K	180K
Количество блоков B-SRAM	10	10
Количество умножителей 18×18	16	16
Память S-SRAM, бит	–	–
Пользовательская память Flash, бит	256K	256K
Количество PLL	2	2
Количество OSC	1, точность +/-5%	1, точность +/-5%
Аппаратное процессорное ядро	–	Cortex-M3
Количество банков линий I/O	4	4
Максимальное количество линий I/O	106	106
Напряжение питания ядра, В	1,2	1,2

Таблица 5. ПЛИС GOWIN серии GW1NSE

Устройство	GW1NSE-4C
Количество ячеек LUT4	4608
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	3456
Память B-SRAM, бит	180K
Количество блоков B-SRAM	10
Количество умножителей 18×18	16
Память S-SRAM, бит	–
Пользовательская память Flash, бит	256K
Количество PLL	2
Количество OSC	1, точность +/-5%
Аппаратное процессорное ядро	Cortex-M3
Количество банков линий I/O	3
Максимальное количество линий I/O	106
Напряжение питания ядра, В	1,2

- наличие встроенного генератора синхросигнала OSC;
- рабочий температурный диапазон от 0 до +85°C (коммерческое исполнение), от –40 до +100°C (промышленное исполнение);
- наличие сертификации AEC-100Q для автомобильных приложений. Типичные характеристики встроенной блочной памяти BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee [2]:
- максимальное значение частоты синхросигнала 190 МГц;
- организация данных от 1 до 36 разрядов;
- поддерживаемые BSRAM операционные режимы: однопортовое ОЗУ (SinglePort), двухпортовое ОЗУ

Таблица 6. ПЛИС GOWIN серии GW1NRF

Устройство	GW1NRF-LV4B
Количество ячеек LUT4	4606
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	3456
Теневая память SRAM SSRAM, бит	0
Блочная память SRAM BSRAM, бит	180K
Количество блоков BSRAM	10
Пользовательская память Flash, бит	256K
Количество умножителей 18×18	16
Количество PLL	2
Количество банков линий I/O	4
Максимальное количество линий I/O	25
Напряжение питания матрицы FPGA у низковольтного устройства (LV), В	1,2
Напряжение питания матрицы FPGA у обычного устройства (UV), В	1,8/2,5/3,3
Приёмопередатчик Bluetooth 5.0 LE RF	Есть
Аппаратное процессорное ядро 32-bit ARC Processor	Есть
Память процессора ROM, бит	136K
Память процессора OTP, бит	128K
Память процессора IRAM/DRAM, бит	48K/28K
Ядро защиты Security Core	Есть
Система управления электропитанием	Есть
Стабилизатор питающего напряжения DCDC StepUp / Down Regulator	Есть

Таблица 7. ПЛИС GOWIN серии GW1NZ

Устройство	GW1NZ-1
Количество ячеек LUT4	1152
Количество регистров	864
Теневая память SRAM, бит	4K
Блочная память SRAM, бит	72K
Количество PLL	1
Пользовательская память Flash, бит	64K
Максимальное количество линий I/O	48
Напряжение питания ядра у низковольтного устройства (LV), В	1,2
Напряжение питания ядра у ультранизковольтного устройства (ZV), В	0,9

Таблица 8. ПЛИС GOWIN серии GW1NSR

Устройство	GW1NSR-4	GW1NSR-4C
Количество ячеек LUT4	4608	4608
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	3456	3456
Блочная память SRAM (B-SRAM), бит	180K	180K
Количество блоков BSRAM	10	10
Количество умножителей 18×18	16	16
Пользовательская память Flash, бит	256K	256K
Память HyperRAM, бит	–	64M
Память PSRAM, бит	64M	64M
Память NOR FLASH, бит	–	32M
Количество PLL	2	2
Количество OSC	1, точность +/-5%	1, точность +/-5%
Аппаратное процессорное ядро	–	Cortex-M3
Количество банков линий I/O	4	4
Максимальное количество линий I/O	106	106
Напряжение питания ядра, В	1,2	1,2

(DualPort), полудвухпортовое ОЗУ (SemiDualPort), ПЗУ (ROM);

- поддержка бита паритета;
- поддержка функции коррекции ошибок.

Типичные характеристики встроенной пользовательской Flash-памяти ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee [2]:

- 10 000 циклов записи-стирания;
- время хранения данных при температуре +85°C – 10 лет;
- 32-разрядная организация данных (слово);
- время записи слова данных ≤ 16 мкс;
- время стирания страницы данных (64 слова) ≤ 120 мс;
- максимальное значение частоты синхросигнала 40 МГц.

Типичные характеристики встроенного модуля DSP ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee [2]:

- поддержка аппаратного умножения в режимах 8×8, 18×18, 36×36;
- 54-разрядный аккумулятор;
- возможность каскадирования умножителей;
- встроенные конвейерные регистры и обходные регистры;
- адаптивная фильтрация с помощью обратной связи по сигналу;
- встроенный переключатель потока.

Все линии ввода-вывода общего назначения (GPIO) внутри ПЛИС серии GW1N семейства LittleBee жёстко относятся к банку ввода-вывода с одним из внутренних опорных напряжений: +3,3 В, +2,5 В, +1,8 В. Таким образом, возможно подключение к ПЛИС различных внешних устройств с рабочими логическими уровнями,

Таблица 9. Типичные значения внутренних задержек ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee

Имя параметра	Описание параметра	Исполнение ПЛИС C7/I6		Исполнение ПЛИС C6/I5		Исполнение ПЛИС C5/I4		Единица измерения
		Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	
t _{LUT4_CFU}	Задержка ячейки LUT4	0,412	0,594	0,556	0,802	0,695	1,002	нс
t _{SR_CFU}	Задержка со входа установки/ сброса регистра до выхода регистра	0,648	1,268	0,875	1,712	1,094	2,14	нс
t _{CO_CFU}	Задержка со входа синхросигнала регистра до выхода регистра	0,247	0,34	0,333	0,458	0,417	0,573	нс

Таблица 10. Типичные значения задержек BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee

Имя параметра	Описание параметра	Исполнение ПЛИС C7/I6		Исполнение ПЛИС C6/I5		Исполнение ПЛИС C5/I4		Единица измерения
		Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	
t _{COAD_BSRAM}	Время чтения адреса/данных относительно синхросигнала	2,564	2,564	3,460	3,460	4,325	4,325	нс
t _{COOR_BSRAM}	Время появления данных на выходе регистра относительно синхросигнала	0,613	0,613	0,827	0,827	1,034	1,034	нс

Таблица 11а. Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях IO ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee

Описание параметра	Исполнение ПЛИС C7/I6	Исполнение ПЛИС C6/I5	Исполнение ПЛИС C5/I4	Единица измерения
	Типичное значение	Типичное значение	Типичное значение	
Задержка сигнала HCLK в дереве сигналов	0,8	1	1,2	нс
Задержка сигнала PCLK в дереве сигналов (GCLK0~5)	2	2,2	2,5	нс
Задержка сигнала PCLK в дереве сигналов (GCLK6~7)	2,2	2,5	2,8	нс
Задержка «ножка ПЛИС-LUT-ножка ПЛИС» (Pin-LUT-Pin)	4	4,2	4,5	нс

Таблица 11б. Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях IO ПЛИС Intel (Altera) семейства MAX10

Символ	Описание параметра	Исполнение ПЛИС -C7, -I7	Исполнение ПЛИС -C8	Единица измерения
		Типичное значение	Типичное значение	
Tsu	Задержка установки глобального синхросигнала	0,750	0,808	нс
Th	Задержка удержания глобального синхросигнала	1,180	1,215	нс
Tco	Задержка прохождения глобального синхросигнала до выхода	5,131	5,575	нс
Trpd	Задержка «ножка ПЛИС-LUT-ножка ПЛИС» (Pin-LUT-Pin)	4,907	5,467	нс

Таблица 12. Типичные значения параметров PLL ПЛИС GOWIN серии GW1N семейства LittleBee

Имя параметра	Описание параметра	Исполнение ПЛИС C7/I6		Исполнение ПЛИС C6/I5		Исполнение ПЛИС C5/I4		Единица измерения
		Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	
CLKIN	Входная частота PLL	3	400	3	400	3	320	МГц
CLKOUT	Выходная частота PLL	3,125	500	3,125	500	2,5	400	МГц

Таблица 13. ПЛИС GOWIN серии GW2A

Устройство	GW2A-18	GW2A-55
Количество ячеек LUT4	20 736	54 720
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	15 552	41 040
Теневая память SRAM SSRAM, бит	41 472	109 440
Блочная память SRAM (BSRAM), бит	828K	2520K
Количество блоков BSRAM	46	140
Количество умножителей 18×18	48	40
Количество PLL	4	6
Количество банков линий I/O	8	8
Максимальное количество линий I/O	384	608
Напряжение питания ядра, В	1,0	1,0

Таблица 14. ПЛИС GOWIN серии GW2AN

Устройство	GW2AN-9X	GW2AN-18X	GW2AN-55
Количество ячеек LUT4	10 368	20 736	54 720
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	10 368	15 552	41 040
Теневая память SSRAM, бит	41 472	41 472	109 440
Блочная память BSRAM, бит	540K	540K	2520K
Количество блоков BSRAM	30	30	140
Память NOR Flash, бит	16M	16M	32M
Количество PLL	2	2	6
Количество входов глобального синхросигнала GlobalClock	8	8	–
Количество входов высокоскоростного синхросигнала HighSpeedClock	8	8	–
Скорость обмена через LVDS, Мбит/с	1250	1250	–
Скорость обмена через MIPI, Мбит/с	1200	1200	–
Количество банков линий I/O	9	9	8
Максимальное количество линий I/O	389	389	608
Напряжение питания ядра у ультранизковольтного устройства (LV), В	1,0	1,0	1,0
Напряжение питания ядра у низковольтного устройства (EV), В	1,2	1,2	–
Напряжение питания ядра у обычного устройства (UV), В	2,5/3,3	2,5/3,3	–

поддерживаемыми соответствующим банком IO ПЛИС. В качестве максимального тока нагрузки для каждого выхода GPIO ПЛИС может быть задано одно из значений: 4 мА, 8 мА, 16 мА, 24 мА. Линии GPIO ПЛИС поддерживают следующие стандарты ввода-вывода: LVCMOS33/25/18/15/12; LVTTTL33, SSTL33/25/18 I, SSTL33/25/18 II, SSTL15; HSTL18 I, HSTL18 II, HSTL15 I; PCI, LVDS25, RSDS, LVDS25E, BLVDSEMLVDSE, LVPECLE, RSDSE. Для каждой линии GPIO в ПЛИС могут быть включены внутренние резисторы подтяжки к питанию, к общему проводу и режим открытого коллектора.

Помимо входов синхросигнала PCLK, используемых в ПЛИС семейства LittleBee в качестве источников глобального синхросигнала (GCLK),

в ПЛИС также имеются входы высокоскоростного синхросигнала HCLK с меньшими по сравнению с PCLK внутренними задержками распространения, предназначенные для синхронизации критичных к задержкам узлов и интерфейсов ПЛИС.

Типичные значения внутренних задержек ПЛИС GOWIN серии GW1N приведены в табл. 9 [2].

Типичные значения задержек BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW1N приведены в табл. 10 [2].

Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях I/O ПЛИС GOWIN серии GW1N приведены в табл. 11а [2]. Для сравнения в табл. 11б приведены типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях I/O ПЛИС Intel (Altera) популярной серии MAX 10 [3].

Типичные значения параметров PLL ПЛИС GOWIN серии GW1N приведены в табл. 12 [2].

Как можно видеть из вышеприведенной информации, ПЛИС семейства LittleBee по своим ресурсам подходят для разработки приложений малой и средней сложности.

2. Семейство ПЛИС Arora

Семейство продуктов GOWIN Arora предлагает энергонезависимые ПЛИС типа FPGA с логической матрицей на основе SRAM, со средним количеством логических ресурсов (до 55К ячеек LUT4), со средним и большим количеством пользовательских линий I/O (от 66 до 608), несколькими поддерживаемыми интерфейсами, реализованными в виде аппаратных ядер (MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, HDMI, USB 2.0, PCI,

Таблица 15. ПЛИС GOWIN серии GW2AR

Устройство	GW2AR-18
Количество ячеек LUT4	20 736
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	15 552
Теневая память SSRAM, бит	41 472
Блочная память BSRAM, бит	828K
Количество блоков BSRAM	46
Память PSRAM, бит	64M
Память SDR/DDR SDRAM, бит	64M / 128M
Количество умножителей 18×18	48
Количество PLL	4
Количество банков линий I/O	8
Максимальное количество линий I/O	384
Напряжение питания ядра, В	1,0

Таблица 16. ПЛИС GOWIN серии GW2ANR

Устройство	GW2ANR-18
Количество ячеек LUT4	20 736
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	15 552
Теневая память SSRAM, бит	41 472
Блочная память BSRAM, бит	828K
Количество блоков BSRAM	46
Память NOR FLASH, бит	32M
Память SDR SDRAM, бит	64M
Количество умножителей 18×18	48
Количество PLL	4
Количество банков линий I/O	8
Максимальное количество линий I/O	384
Напряжение питания ядра, В	1,0

Таблица 17. ПЛИС GOWIN серии GW2A-A

Устройство	GW2A-LV18 A6	
Количество ячеек LUT4	20 736	
Количество ячеек Flip-Flop (FF)	15 552	
Блочная память SRAM, бит	828K	
Пользовательская память Flash, бит	-	
Количество умножителей 18×18	48	
Количество PLL	4	
Количество банков линий I/O	8	
Напряжение питания ядра, В	1,0	
Исполнение в корпусе	QFN88	BG256
Количество линий I/O	66	207

Ethernet, DDR3, HyperRAM, PSRAM), встроенной оперативной памятью, встроенными модулями аппаратных умножителей, встроенными DSP и PLL, встроенной дополнительной пользовательской Flash-памятью.

Доступная в настоящее время номенклатура серий семейства GOWIN Arora представлена в табл. 13–17. Данные взяты с сайта GOWIN Semiconductor Corp [1].

Типичные характеристики ПЛИС семейства Arora:

- техпроцесс по нормам 55 нм;
- исполнение в широкой линейке (около двадцати типоразмеров) корпусов: от QFN88 размерами 10×10 мм до PG1156 размерами 35×35 мм;
- встроенная Flash-память, используемая в устройстве в качестве пользовательской памяти;
- гибкая система программирования, позволяющая использовать для программирования (загрузки конфигурации) следующие режимы и интерфейсы: JTAG, MSPI, SSPI, SERIAL, CPU;
- поддержка программирования памяти SPI Flash, реализованной в виде IP-ядра, через интерфейсы JTAG и SSPI;
- поддержка включаемой специальным битом защиты шифрованием файла конфигурации;
- поддержка интерфейсов в виде аппаратных ядер MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, HDMI, USB 2.0, PCI, Ethernet, DDR3, HyperRAM, PSRAM;
- рабочий температурный диапазон от 0 до +85°C (коммерческое исполнение), от -40 до +100°C (промышленное исполнение).

В семействе GOWIN Arora одна и та же ПЛИС может иметь различные значения напряжения питания ядра, на что указывает суффикс в обозначении ПЛИС: ультранизковольтное устройство (LV), низковольтное устройство (EV), обычное устройство (UV).

Типичные характеристики встроенной блочной памяти BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW2A семейства Arora [4]:

- максимальное значение частоты синхросигнала 380 МГц;
- организация данных от 1 до 36 разрядов;
- поддерживаемые операционные режимы: однопортовое ОЗУ (SinglePort), двухпортовое ОЗУ (DualPort), полудвухпортовое ОЗУ (SemiDualPort), ПЗУ (ROM);
- поддержка бита паритета;

Таблица 18. Типичные значения внутренних задержек ПЛИС GOWIN серии GW2A семейства Arora

Имя параметра	Описание параметра	Мин. значение	Макс. значение	Единица измерения
t _{LUT4_CFU_}	Задержка ячейки LUT4	–	0,337	нс
t _{SR_CFU_}	Задержка со входа установки/сброса регистра до выхода регистра	–	0,93	нс
t _{COCFU_}	Задержка со входа синхросигнала регистра до выхода регистра	–	0,38	нс

Таблица 19. Типичные значения задержек BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW2A семейства Arora

Имя параметра	Описание параметра	Мин. значение	Макс. значение	Единица измерения
t _{COAD_BSRAM}	Время чтения адреса/данных относительно синхросигнала	–	2,55	нс
t _{COOR_BSRAM}	Время появления данных на выходе регистра относительно синхросигнала	–	0,28	нс

Таблица 20. Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях IO ПЛИС GOWIN серии GW2A семейства Arora

Описание параметра	Исполнение ПЛИС -8		Исполнение ПЛИС -7		Единица измерения
	Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	
Задержка «ножка ПЛИС-LUT-ножка ПЛИС» (Pin-LUT-Pin)	–	3,83	–	4,59	нс
Задержка сигнала HCLK в дереве сигналов	–	0,82	–	0,98	нс
Задержка сигнала GCLK в дереве сигналов	–	1,77	–	2,12	нс

МИКРОВОЛНОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

MWA-400

анализатор спектра и сигналов

Сделано в России



Контрольно-измерительное оборудование

INWAVE.RU
+7 (495) 137-5335



- Диапазон рабочих частот
8 кГц - 40 ГГц
- • Минимальная полоса разрешения
0.1 Гц
- • • Полоса анализа спектра реального времени и записи
800 МГц
- • • • Чувствительность при 25 °С
-155 дБм/Гц
- • • • • Интерфейс вывода данных
100 Гбит/с Ethernet

INWAVE

Реклама

Таблица 21. Типичные значения параметров PLL ПЛИС GOWIN серии GW2A семейства Arora

Имя параметра	Описание параметра	Исполнение ПЛИС -9/-8/-7		Исполнение ПЛИС -6		Единица измерения
		Мин. значение	Макс. значение	Мин. значение	Макс. значение	
CLKIN	Входная частота PLL	3	500	3	400	МГц
CLKOUT	Выходная частота PLL	3,90625	625	3,125	500	МГц

Таблица 22. ПЛИС GOWIN серии GW5A

Устройство	GW5A-25	GW5A-138
Количество ячеек LUT4	23 040	138 240
Количество регистров	23 040	138 240
Теневая память SSRAM, Кбит	180	1080
Блочная память BSRAM, Кбит	1008	6120
Количество блоков BSRAM	56	340
Количество DSP	28	298
Количество PLL	6	12
Количество глобальных входов синхросигнала	32	32
Количество HCLK	16	24
Поддержка PCIe 2.0	–	–
Скорость обмена через LVDS, Гбит/с	1,25	1,25
Скорость обмена с DDR3, Мбит/с	1066	1333
Аппаратное ядро MIPI DPHY	2,5G 4 полосы данных 1 полоса синхросигнала	2,5G 8 полос данных 2 полосы синхросигнала
Количество модулей АЦП	1	2
Количество банков линий I/O	9	6
Максимальное количество линий I/O	236	376
Напряжение питания ядра, В	0,9/1,0	0,9/1,0

- поддержка функции коррекции ошибок.

Все линии ввода-вывода общего назначения (GPIO) внутри ПЛИС серии GW2A семейства Arora жёстко относятся к банку ввода-вывода I/O с одним из внутренних опорных напряжений: +3,3 В, +2,5 В, +1,8 В, +1,5 В, +1,2 В. Таким образом, возможно подключение к ПЛИС различных внешних устройств с рабочими логическими уровнями, поддерживаемыми соответствующим банком GPIO ПЛИС. В качестве максимального тока нагрузки для выхода GPIO ПЛИС может быть задано одно из значений: 4 мА, 8 мА, 16 мА, 24 мА. Линии GPIO ПЛИС поддерживают следующие стандарты ввода-вывода: LVCMOS33/25/18/15/12; LVTTTL33, SSTL33/25/18 I, II, SSTL15HSTL18 I, II, HSTL15 I; PCI, LVDS25, RSDS, LVDS25SE, BLVDSE, MLVDSE, LVPECLE, RSDSE. Для каждой линии GPIO в ПЛИС

могут быть включены внутренние резисторы подтяжки к питанию, к общему проводу и режим открытого коллектора.

Помимо входов синхросигнала PCLK, используемых в ПЛИС семейства Arora в качестве источников глобального синхросигнала (GCLK), в ПЛИС также имеются входы высокоскоростного синхросигнала HCLK с меньшими по сравнению с PCLK внутренними задержками распространения, предназначенные для синхронизации критичных к задержкам узлов и интерфейсов ПЛИС.

Типичные значения внутренних задержек ПЛИС GOWIN серии GW2A приведены в табл. 18 [4].

Типичные значения задержек BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW2A приведены в табл. 19 [4].

Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях I/O

ПЛИС GOWIN серии GW2A приведены в табл. 20 [4].

Типичные значения параметров PLL ПЛИС GOWIN серии GW2A приведены в табл. 21 [4].

Как можно видеть из вышеприведенной информации, ПЛИС семейства Arora по своим ресурсам подходят для разработки приложений средней сложности.

3. Семейство ПЛИС Arora V

Семейство продуктов GOWIN Arora V предлагает энергонезависимые ПЛИС типа FPGA с логической матрицей на основе SRAM, с большим количеством логических ресурсов (до 138К ячеек LUT4), с большим количеством пользовательских линий I/O (от 236 до 376), несколькими поддерживаемыми высокоскоростными интерфейсами, реализованными в виде аппаратных IP-ядер (MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, HDMI, USB 2.0, PCI, Ethernet, DDR3,

Таблица 23. ПЛИС GOWIN серии GW5AT

Устройство	GW5AT-60	GW5AT-138
Количество ячеек LUT4	57 600	138 240
Количество регистров	57 600	138 240
Теневая память SSRAM, Кбит	450	1080
Блочная память BSRAM, Кбит	2322	6120
Количество блоков BSRAM	129	340
Количество DSP	120	298
Количество PLL	10	12
Количество глобальных входов синхросигнала	32	32
Количество HCLK	20	24
Количество приёмопередатчиков	4	8
Скорость обмена приёмопередатчиков	270 Мбит/с ... 12,5 Гбит/с	270 Мбит/с ... 12,5 Гбит/с
Поддержка PCIe 2.1	1, x1, x2, x4	1, x1, x2, x4, x8
Скорость обмена через LVDS, Гбит/с	1,25	1,25
Скорость обмена с DDR3, Мбит/с	1333	1333
Аппаратное ядро MIPI DPHY	2,5G 8 полос данных 2 полосы синхросигнала	2,5G 8 полос данных 2 полосы синхросигнала
Количество модулей АЦП	1	2
Количество банков линий I/O	5	6
Максимальное количество линий I/O	250	376
Напряжение питания ядра, В	0,9/1,0	0,9/1,0

До 30 кВт двунаправленной энергии в небольших приборах

Новые источники питания EA-PSB с наивысшей удельной мощностью на рынке



Elektro-Automatik

- 2 в 1: программируемый источник питания и электронная нагрузка в одном приборе
- Двунаправленная мощность с автодиапазонным выходом
- Полностью цифровой контроль и управление (U, I, P, R)
- КПД до 96%
- Опциональное герметичное водяное охлаждение
- Установленные интерфейсы (аналоговый, LAN, USB)
- Слот Anybus для установки дополнительных интерфейсов
- Моделирование (батареи, PV, FC), встроенный генератор функций
- Мощность 1,5; 3; 5; 10; 15 и 30 кВт, ширина 19", высота от 2U до 4U

PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



HyperRAM, PSRAM), встроенной оперативной памятью, встроенными модулями аппаратных умножителей, встроенными DSP и PLL, встроенными модулями АЦП.

Доступная в настоящее время номенклатура серий семейства GOWIN AroraV представлена в табл. 22, 23. Данные взяты с сайта GOWIN Semiconductor Corp [1].

Типичные характеристики ПЛИС семейства Arora V:

- исполнение в корпусе FPG676A размерами 27×27 мм;
- гибкая система программирования, позволяющая использовать для программирования интерфейсы JTAG, MSPI, SSPI, CPU, SERIAL;
- поддержка одновременно нескольких источников загрузки конфигурации;
- поддержка высокоскоростных интерфейсов в виде аппаратных IP-ядер: MIPI CSI-2, MIPI DSI, LVDS, HDMI, USB 2.0, PCI, Ethernet, DDR3, HyperRAM, PSRAM;
- рабочий температурный диапазон от 0 до +85°C (коммерческое исполнение), -40 до +100°C (промышленное исполнение) до -40 до +105°C (автомобильное исполнение).

Типичные характеристики встроенной блочной памяти BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW5A семейства Arora V [5]:

- максимальное значение частоты синхросигнала 380 МГц;
- организация данных до 76 разрядов;
- поддерживаемые операционные режимы: однопортовое ОЗУ (SinglePort), двухпортовое ОЗУ (DualPort), полудвухпортовое ОЗУ (SemiDualPort), ПЗУ (ROM);
- поддержка бита паритета;
- поддержка функции коррекции ошибок.

Все линии ввода-вывода общего назначения (GPIO) внутри ПЛИС серии GW5A семейства Arora V могут относиться к банку ввода-вывода I/O с одним из внутренних опорных напряжений: +3,3 В, +2,5 В, +1,8 В, +1,5 В, +1,35 В, +1,2 В, +1 В. Таким образом, возможно подключение к ПЛИС различных внешних устройств с рабочими логическими уровнями, поддерживаемыми соответствующим банком GPIO ПЛИС. В качестве максимального тока нагрузки для выхода GPIO ПЛИС может быть задано одно из значений: 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 24 мА.

Линии GPIO ПЛИС поддерживают следующие стандарты ввода-вывода: LVCMOS, PCI, LVTTTL, SSTL, HSTL, LVDS, Mini_LVDS, RSDS, PPDS, BLVDS. Для каждой линии GPIO в ПЛИС могут быть включены внутренние резисторы подтяжки к питанию, к общему проводу и режим открытого коллектора. Логика линий GPIO ПЛИС может функционировать в базовом режиме, режиме SDR, режиме DDR.

Помимо многочисленных входов синхросигнала PCLK (32 входа), используемых в ПЛИС семейства Arora V в качестве источников глобального синхросигнала (GCLK), в ПЛИС также имеются многочисленные входы высокоскоростного синхросигнала HCLK (от 16 до 24 входов) с меньшими по сравнению с PCLK внутренними задержками распространения, предназначенные для синхронизации критичных к задержкам узлов и интерфейсов ПЛИС.

Типичные характеристики встроенного модуля DSP ПЛИС GOWIN серии GW5A семейства Arora V [5]:

- поддержка аппаратного умножения в режимах 12×12, 27×36, 27×18;
- 48-разрядный аккумулятор;
- возможность каскадирования DSP;
- встроенные конвейерные регистры и обходные регистры;
- предварительные операции сложения в функциях фильтрации;
- встроенная петля обратной связи и переключатель потока.

Типичные характеристики встроенного высокоскоростного интерфейса SERDES ПЛИС GOWIN GW5A (GW5AT-138) семейства Arora V [5]:

- операции со скоростями 270 Мбит/с ... 12,5 Гбит/с;
- извлечение синхросигнала из данных (CDR);
- выделенные каналы RX и TX;
- интегрированный 8/10-разрядный кодер/декодер;
- аппаратное ядро PCIe2.0 с количеством полос: x1, x2, x4, x8.

Типичные характеристики встроенного аппаратного ядра MIPI D-PHYRX ПЛИС GOWIN серии GW5A (GW5AT-138) семейства Arora V [5]:

- скорость до 20 Гбит/с D-PHYRX аппаратного PHY;
- 8 полос данных + 2 полосы синхросигнала;
- скорость до 2,5 Гбит/с на полосу;
- IP-ядра уровня связи MIPI DSI и MIPI CSI-2 RX.

Типичные характеристики встроенного аппаратного ядра MIPI D-PHY RX/TX ПЛИС GOWIN серии GW5A (GW5AT-25) семейства Arora V [5]:

- 4 полосы данных + 1 полоса синхросигнала;
- скорость до 2,5 Гбит/с на полосу (RX/TX);
- IP-ядра уровня связи MIPI DSI и MIPI CSI-2 RX.

Типичные характеристики интерфейса внешней памяти DRAM ПЛИС GOWIN серии GW5A семейства Arora V [5]:

- поддержка различных типов памяти: DDR2, DDR3, PSRAM, HyperRAM, RPC;
- скорость обмена 1333 Мбит/с (GW5A(T)-138) или 1066 Мбит/с (GW5A-25).

Типичные характеристики встроенного модуля АЦП ПЛИС GOWIN серии GW5A семейства Arora V [5]:

- отношение сигнал/шум 60 дБ;
- полоса пропускания сигналов 1 кГц;
- гибкая архитектура входов с X-канальной передискретизацией;
- не требуется внешний источник опорного напряжения.

Типичные значения внутренних задержек ПЛИС GOWIN серии GW5A на момент выхода этой статьи производитель не представил.

Типичные значения задержек BSRAM ПЛИС GOWIN серии GW5A на момент выхода этой статьи производитель не представил.

Типичные значения задержек синхросигналов и сигналов в линиях I/O ПЛИС GOWIN серии GW5A на момент выхода этой статьи производитель не представил.

Типичные значения параметров PLL ПЛИС GOWIN серии GW5A на момент выхода этой статьи производитель не представил.

Как можно видеть из вышеприведенной информации, ПЛИС семейства Arora V по своим ресурсам подходят для разработки приложений большой сложности.

Литература

1. URL: <https://www.gowinsemi.com>.
2. GW1N series of FPGA Products Data Sheet. DS100-2.9E, 09/29/2022.
3. Intel MAX 10 FPGA Device Datasheet. M10-DATASHEET. 2017.06.16.
4. GW2A series of FPGA Products Data Sheet. DS102-2.4E, 09/15/2022.
5. Arora V series of FPGA Products Data Sheet. DS981-1.0E, 09/26/2022.



НОВОСТИ МИРА

Законопроекты о цифровом рубле приняты в первом чтении

Госдума приняла в первом чтении поправки в законодательство, в том числе изменения в Гражданский кодекс РФ, в связи с внедрением цифрового рубля.

Напомним, в соответствии с поправками за Банком России закрепляется статус оператора платформы цифрового рубля, а также функции по организации и обеспечению её бесперебойного функционирования. Устанавливается ответственность Центробанка за сохранность цифровых рублей и правильность учёта информации об операциях с цифровыми рублями.

В свою очередь, поправки в Гражданский кодекс относят цифровые рубли к безналичным денежным средствам, регулируют вопросы, связанные с заключением и расторжением договора цифрового счёта и осуществлением операций по нему, включая особенности списания цифровых рублей с такого счёта. Кроме того, уточняется, что платежи на территории Российской Федерации осуществляются в том числе путём расчётов цифровыми рублями.



Главу 45 Гражданского кодекса Российской Федерации предлагается дополнить положениями о цифровом счёте (кошельке) и о новом виде договора – договоре цифрового счёта (кошелька), а также о порядке и особенностях его заключения, расторжения, совершения по нему операций, наследования и другими новеллами.

В феврале Центробанк сообщал, что с 1 апреля 13 банков начнут пилотный проект реальных операций с цифровым рублём для физических лиц, а именно: переводы и оплату товаров и услуг. «Пилот» будет идти на реальных операциях и реальных клиентах, но с ограниченным количеством операций.

industry-hunter.com

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКОНД

оксидно-электролитические алюминиевые конденсаторы
 K50-15, K50-17, K50-27, K50-29, K50-37, K50-68, K50-77, K50-80, K50-81, K50-83, K50-84, K50-85, K50-86, K50-87, K50-88, K50-89, K50-90, K50-91, K50-92, K50-93, K50-94, K50-95(чип), K50-96, K50-97(чип), K50-98, K50-99, K50-100, K50-101(чип), K50-102, K50-103, K50-104, K50-105, K50-106

объемно-пористые танталовые конденсаторы
 K52-1, K52-1M, K52-1BM, K52-1Б, K52-9, K52-11, K52-17, K52-18, K52-19, K52-20, K52-21, K52-24, K52-26(чип), K52-27(чип), K52-28, K52-29, K52-30

оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы
 K53-1А, K53-7, K53-65(чип), K53-66, K53-68(чип), K53-69(чип), K53-71(чип), K53-72(чип), K53-74(чип), K53-77(чип), K53-78(чип), K53-79(чип), K53-80(чип), K53-82

ионисторы (суперконденсаторы)
 K58-26, K58-27, K58-28, K58-29, K58-30, K58-31

накопители электрической энергии на основе модульной сборки суперконденсаторов
 МИК, МИЧ, ИТИ, НЭЭ

КОНДЕНСАТОРЫ
разработка и производство

Россия, 427968, Удмуртская Республика, г. Сарапул, ул. Калинина, 3
Тел.: (34147) 2-99-53, 2-99-89, 2-99-77, факс: (34147) 4-32-48, 4-27-53
e-mail: elecond-market@elcudm.ru, www.elecond.ru

Реклама

МОЩНЫЙ ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ ТРАНЗИСТОР СО СТАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИЕЙ КП926А, Б

Юрий Максименко (violamaksimenko@yandex.ru)

В этой статье представлены характеристики транзистор со статической индукцией КП926, разработанного ещё во времена СССР, но до сих пор вполне конкурентоспособного по технологическим характеристикам и себестоимости, а в некоторых применениях даже превосходящего современные силовые полупроводниковые приборы.

Транзистор со статической индукцией КП926 был разработан в 1990 году, но до сих пор его основные параметры не были представлены в литературе, хотя он был первым высоковольтным транзистором данного класса, способным работать как в полевом, так и в биполярном режиме. Транзистор предназначен для использования в источниках вторичного электропитания с бестрансформаторным входом, устройствах электропривода постоянного и переменного тока, регуляторах, стабилизаторах, усилителях мощности и другой радиоэлектронной аппаратуре. Сегодня автором данной статьи предложены конструктивно-технологические доработки транзистора КП926, которые обеспечивают снижение эффективной ёмкости затвора более чем в 30 раз, снижение сопротивления канала почти на три порядка, позволяют в несколько раз повысить максимально допустимое рабочее напряжение и коэффициент усиления, обеспечить выход годных по кристаллу, соизмеримый с биполярным транзистором.

Представляет интерес сравнение параметров транзистора КП926 разработки 1990 года с параметрами транзистора после конструктивных доработок.



Рис. 1. Внешний вид транзистора серии КП926

Разработанный в 1990 году высоковольтный транзистор со статической индукцией (СИТ) КП926 с развитой металлизацией затвора был первым прибором, способным работать как в полевом, так и в биполярном режиме. Транзистор n-канального типа с вертикальной структурой канала изготавливается по планарно-эпитаксиальной технологии с использованием метода самосовмещения областей истока и затвора [1]. Конструктивно он выполнен в металлокерамическом корпусе КТ-9 (рис. 1). Транзистор произвёл целую революцию в преобразовательной технике. Он имел супернизкое сопротивление канала в открытом состоянии (в корпусе КТ-9 менее 22 мОм) и высокое быстродействие (способен был работать на частоте до 1 МГц).

Активная область транзистора КП926 состоит из параллельно соединённых элементарных транзисторных ячеек с суммарной протяжённостью канала 127,5 см и девяти периферийных делительных колец для обеспечения высоких пробивных напряжений стока. Затвор формируется диффузией примеси p-типа на глубину 4,8 мкм и выполнен в виде ячеистой структуры, охватывающей n⁺-области истоков (длина каждой

области составляет 250 мкм). Управление транзистором при запираании осуществляется перекрытием проводящего канала областью пространственного заряда обратно-смещённого p-n-перехода затвор-исток и изменением высоты потенциального барьера полем затвора и стока, открывание – закачкой тока в затвор.

Основные электрические параметры транзистора КП926А, Б приведены в табл. 1.

Максимально допустимые электрические параметры приведены в табл. 2.

На рис. 2 приведены выходные вольтамперные характеристики для двух режимов работы: полевого и биполярного. На рис. 3 представлена зависимость $R_{си\ отк}$ от тока затвора при различных значениях тока стока, на рис. 4 – зависимость $R_{си\ отк}$ от температуры на корпусе, а на рис. 5 и 6 – соответственно зависимость ёмкостей затвор-исток и затвор-сток от прикладываемых напряжений [2].

Полевой транзистор КП926 со статической индукцией, разработанный в 1990 году, и сегодня обладает рядом преимуществ по сравнению с наиболее распространёнными транзисторами IGBT:

- гораздо меньшее сопротивление в открытом состоянии, так как на пути протекания тока нет ни одного p-n-перехода (у IGBT их три);
- большая плотность тока в канале и, соответственно, больший коэффициент усиления;
- более высокое быстродействие, так как выключается через затвор;

Таблица 1. Основные электрические параметры транзистора КП926

Тип транзистора КП926	Полевой режим								Биполярный режим			
	$I_{з\ ут}$, mA		$I_{с\ ут}$, mA		$U_{зи\ отс}$, В		$R_{си\ отк}$, Ом		S , A/B	β^*	μ^*	$R_{си\ отк}$, Ом
	тип	не >	тип	не >	тип	не <	тип	не >	тип	не <	тип	не >
А	0,1	1,0	0,1	1,0	-10	-15	0,25	0,5	3,0	30	45	0,02
Б	0,1	1,0	0,1	1,0	-10	-15	0,25	0,5	2,0	30	45	0,02

Условные обозначения: $I_{з\ ут}$ – ток утечки затвор-исток; $I_{с\ ут}$ – ток утечки затвор-сток; $U_{зи\ отс}$ – напряжение отсечки; $R_{си\ отк}$ – сопротивление в открытом состоянии; S – крутизна характеристики; β^* – коэффициент усиления по току; μ^* – коэффициент усиления по напряжению.

• более высокая перегрузочная способность, так как имеет отрицательную температурную зависимость тока стока от температуры (рис. 4).

По сравнению с появившимися за рубежом полевыми транзисторами, выполненными на SiC, он также имеет ряд существенных преимуществ:

- более высокое быстродействие (из-за более высокой подвижности основных носителей тока);
- более простое управление.

Кроме того, технология изготовления транзистора КП926, освоенная в серийном производстве, намного проще, чем технология производства транзисторов IGBT и, особенно, транзисторов на SiC, так как SiC по твёрдости соизмерим с алмазом [3].

Сегодня конструкция кристалла КП926 доработана [4], что позволило уменьшить эффективную ёмкость затвора на порядок, а современное корпусирование кристалла позволит уменьшить сопротивление прибора до 2...3 мОм.

В работе [5] предложена принципиально новая конструкция КП926, которая основана на использовании Trench технологии [6] и базовой технологии создания СИТ [1]. Данная конструкция позволяет снизить эффективную ёмкость более чем в 30 раз, обеспечить сопротивление канала в открытом состоянии менее 1 мОм (в современном корпусе) и увеличить коэффициент усиления по току в 2 раза.

Во всех конструкциях КП926 можно вместо p⁺-истока сформировать изотипный гетеропереход, что позволит повысить в канале плотность основных носителей на три порядка [7]. Это позволит работать транзисто-

Таблица 2. Максимально допустимые электрические параметры транзистора КП926

Параметр	Тип транзистора КП926	
	А	Б
$U_{си макс}$, В	450	400
$U_{зс макс}$, В	475	420
$U_{зи макс}$, В	-25	-20
$I_{с макс}$, А	16,5	16,5
$I_{с им макс}$, А	30	30
$I_{пр з им макс}$, А	2	2
$I_{пр з им макс}$, А	4	4
$P_{ макс}$, Вт	50	50

- $U_{си макс}$ – максимально допустимое напряжение сток-исток;
- $U_{зс макс}$ – максимально допустимое напряжение затвор-сток;
- $U_{зи макс}$ – максимально допустимое напряжение затвор-исток;
- $I_{с макс}$ – максимально допустимый ток стока;
- $I_{пр з макс}$ – максимально допустимый прямой ток затвора;
- $I_{пр з им макс}$ – максимально допустимый прямой ток затвора импульсный;
- $P_{ макс}$ – максимальная мощность при температуре корпуса от -60 до +25°C.

ру только в полевом режиме и иметь при этом сопротивление канала менее 0,01 мОм. Такая высокая плотность в канале основных носителей позволит увеличить толщину эпитаксиальной структуры и тем самым увеличить рабочее напряжение в несколько раз без особого ущерба сопротивлению и быстродействию. Ожидается, что тран-

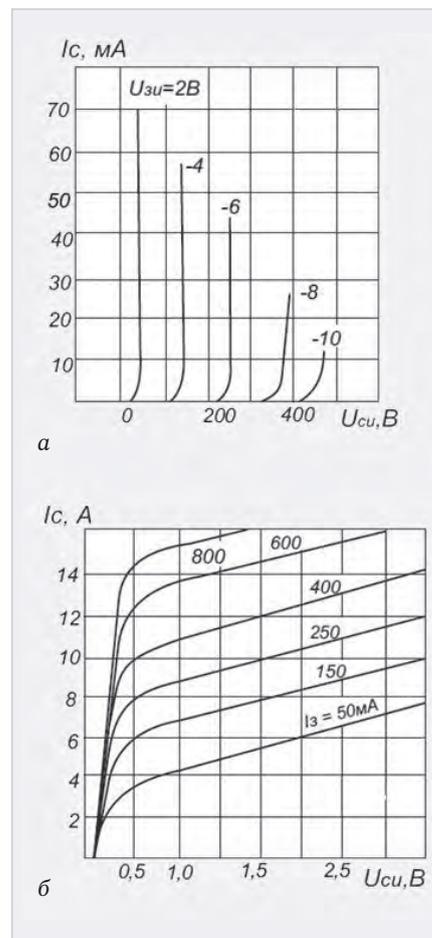


Рис. 2. Вольтамперные характеристики транзисторов КП926А, Б для полевого (а) и биполярного (б) режима работы

зистор КП926 с такими доработками будет способен работать на частотах до 10 МГц и по основным параметрам значительно превосходить транзисторы на SiC и GaN. Также его достоинством перед транзисторами на SiC и GaN будет то, что кристалл изготавливается по довольно простой, хоро-

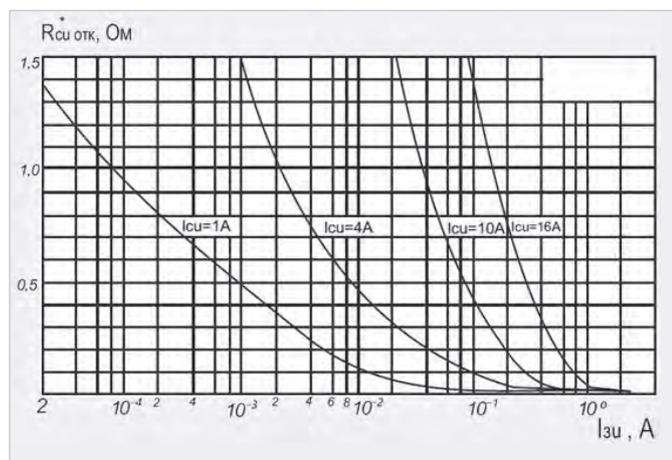


Рис. 3. Зависимость сопротивления канала транзисторов КП926А, Б от тока затвора при различных значениях тока стока

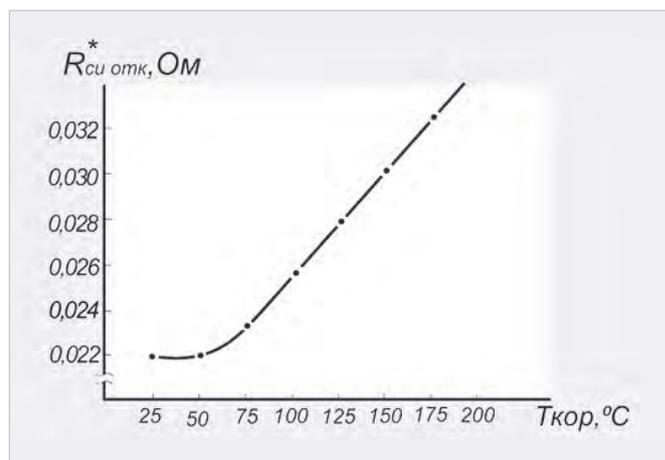


Рис. 4. Зависимость сопротивления канала в открытом состоянии в режиме $I_c = 10$ А и $I_{зу} = 1$ А от температуры на корпусе



Рис. 5. Зависимость ёмкости затвор-исток от напряжения затвор-исток транзисторов КП926А, Б

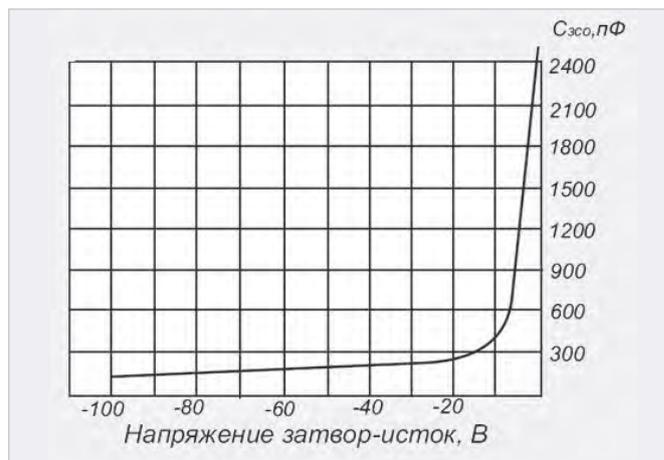


Рис. 6. Зависимость ёмкости затвор-сток от напряжения затвор-сток транзисторов КП926А, Б

шо отработанной в серийном производстве технологии.

Литература

1. Максименко Ю.Н., Корнилова С.Н., Жуковский Н.М. Авторское свидетельство № 1215546 СССР, МКИ НОИ 21/18. Способ изготовления полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом и вертикальным каналом: № 3052227 : заявл. 22.06.1982 : зарег. в Госреестре изобретений СССР 01.11.1985.

2. Агафонов С.М., Бономорский О.И., Макаров В.А. и др. Исследование вольфарадных характеристик транзисторных структур с электростатической // Сб. науч. трудов № 76. М.: Моск. энерг. ин-т, 1985. С. 111–113.
3. Войтович В.Е., Гордеев А.И. Эскизы контуров силовой электроники середины текущего века // Современная электроника. 2015. № 5.
4. Максименко Ю.Н. Транзистор со статической индукцией КП926 с повышенным быстродействием // Электронная техника. Сер. 2. Полупроводниковые приборы. 2022. № 3.

5. Максименко Ю.Н. Мощный высоковольтный идеальный полупроводниковый ключ // СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии. 2022. Вып. 4. С. 165–166.
6. Колпаков А. Технология построения силовых модулей IGBT-NPT, Trench, SPT... Что дальше? // Силовая электроника. 2006. № 3.
7. Максименко Ю.Н. Мощные полупроводниковые приборы со статической индукцией: монография. Новосибирск: PVN, 2022. 214 с.



НОВОСТИ МИРА

Разработан транзистор, который имитирует работу синапсов человеческого мозга

Учёные французского исследовательского центра CEA-Leti EA-Leti разработали транзистор, который имитирует работу синапсов человеческого мозга, – инновация, которая, возможно, является наиболее близкой к имитации того, как работают нейроны мозга. Этот транзистор имеет много общего с человеческими синапсами: принцип работы, сверхнизкое энергопотребление и аналогичный уровень миниатюризации. Он открывает дверь в будущее с более мощными схемами, которые будут соответствовать потребностям искусственного интеллекта.

Транзистор, представленный ЦЭА-Лети, является аналоговым. Другими словами, вместо двух возможных состояний, открытого и закрытого, у него около 50 возможных состояний. Это позволяет ему воспроизводить работу синапсов. Синапсы действуют как связь между нейронами головного мозга, которые активируются, когда их синапсы зафиксировали определённое количество электрических импуль-

сов. Такое поведение может имитировать транзистор с несколькими десятками состояний.

Потребление энергии, равное синапсу

Ещё одно сходство между этим новым транзистором и синапсом заключается в том, что оба являются ионными. Транзистор использует ту же электрохимическую реакцию, что и в синапсе. В случае транзистора его канал состоит из оксида титана, по которому текут ионы лития. В зависимости от их количества они модулируют электронную проводимость канала.

Эта биотехнологическая функция позволяет транзистору устанавливать новые рекорды энергоэффективности: транзистор потребляет 1 фемтоджоуль на квадратный микрон, столько же, сколько синапс. Его энергопотребление до 100 раз меньше, чем у других компонентов, таких как резистивная память, которые в настоящее время используются для тех же приложений.

200-мм пластины и совместимость с CMOS

Этот новый транзисторный слой является ультратонким (толщиной 200 нм) и прочным (более 100 000 циклов). При интеграции в нейроморфную схему он добил-

ся отличных результатов во время эталонного теста распознавания изображений MNIST. CEA-Leti разработала транзистор с расчётом на массовое производство: он изготавливается на 200-мм пластинах с использованием технологий, совместимых с КМОП.

«Все эти элементы оснащают, но мы находимся только на первых этапах процесса оценки. Мы должны продолжать доводить транзистор до зрелости и обеспечивать всестороннюю оценку его долговечности и надёжности», – объясняет Сами Оукасси из CEA-Leti.

Ориентация на глубокие нейронные сети

Как только транзистор будет полностью оценен и подтверждён, его низкое энергопотребление позволит интегрировать его в нейроморфные схемы. Эти схемы предназначены для распознавания изображений и голоса. На этапах обучения эти схемы используются интенсивно, и любая экономия с точки зрения энергопотребления особенно ценна в этот момент. CEA-Leti подала три патентные заявки на защиту этой многообещающей технологии.

russianelectronics.ru

НОВОСТИ МИРА

В Минцифры заявили о новом способе стимулировать развитие отечественного ПО

Заместитель министра цифрового развития связи и массовых коммуникаций Максим Паршин сообщил о планах Минцифры по новым формам поддержки российских компаний – разработчиков программного обеспечения (ПО), сообщила ИТ-ассоциация «Руссофт».



– Мы планируем сконцентрировать внимание на привлечении негосударственных инвестиций в ИТ. В частности, через реализацию механизма «рынок в обмен на инвестиции», когда компания берёт ответственность за развитие продукта, а государство обеспечивает на него гарантированный спрос. Также планируется работа с инвестиционными фондами, которые заинтересованы в финансовых вложениях в цифровые технологии, – заявил Паршин на заседании комитета «Руссофт» по взаимодействию с органами государственной власти.

Он добавил, что в настоящее время министерству необходимо «настроить регуляторику», и Минцифры ждёт поддержки «Руссофт» в работе над этим вопросом.

Максим Паршин подтвердил готовность министерства оказывать поддержку экспорту ПО и услуг по его разработке, говорится в сообщении.

«Рынок в обмен на инвестиции»

Ранее Паршин рассказывал, что механизм «рынок в обмен на инвестиции» предусматривает заключение соглашений между разработчиками и правительством. В рамках соглашения разработчик должен будет взять на себя обязательства по развитию собственного продукта под требования промышленных заказчиков.

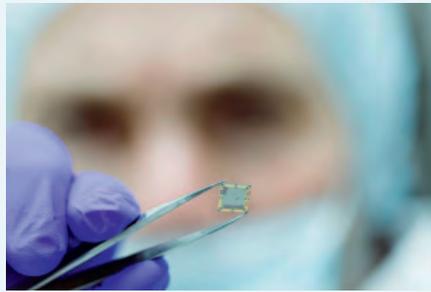
В соглашении должен быть закреплён функционал разрабатываемого ПО и определённый график его разработки. Минцифры и Центр компетенций по импортозамещению в сфере ИКТ (ЦКИТ) при этом готовы выступить арбитром в случае возможных сложностей.

Правительство, в свою очередь, в рамках соглашения возьмёт на себя обязательство по предоставлению определённых преференций по доступу на рынок.

industry-hunter.com

Представлен чип для квантовых компьютеров, работающий при температуре ниже, чем в открытом космосе

Нью-йоркский стартап SEEQC, который занимается квантовыми компьютерами, заявил о создании цифрового чипа, который может работать при температурах ниже, чем в открытом космосе, поэтому его можно использовать с квантовыми процессорами, которые часто находятся в криогенных камерах.



Квантовые компьютеры, основанные на квантовой физике, смогут однажды выполнять вычисления в миллионы раз быстрее, чем самый мощный суперкомпьютер сегодня. Одна из сложностей заключается в том, что квантовые процессоры с квантовыми битами, или кубитами, часто необходимо хранить при очень низких температурах, близких к нулю по Кельвину, или $-273,15$ по Цельсию. С другой стороны, классические компьютеры работают при обычных температурах.

Сегодня провода соединяют квантовый процессор в морозильной камере с классическими компьютерами при комнатной температуре, но изменение температуры может замедлить скорость и вызвать другие проблемы. Таким же образом SEEQC построила свой квантовый компьютер и теперь пытается модифицировать его с помощью своих новых чипов.

– Если вы пытаетесь построить центр обработки данных, если это ваша цель, то недостаточно взять такие ранние проекты прототипов и попытаться масштабировать их методом грубой силы, – сказал Джон Леви, соучредитель и генеральный директор SEEQC.

Первый чип, представленный на этой неделе, находится непосредственно под кван-

товым процессором, управляет кубитами и считывает результаты. По крайней мере, два других чипа, которые всё ещё находятся в стадии разработки, будут находиться в чуть более тёплой части криогенной камеры. Они могут дополнительно обрабатывать информацию, необходимую для квантовых вычислений.

По словам Леви, эта технология может упростить создание более мощных квантовых компьютеров, поскольку каждая криогенная камера сможет поддерживать большее количество кубитов. Современные сверхпроводящие квантовые компьютеры имеют сотни кубитов, но, по некоторым оценкам, для создания квантового компьютера для запуска полезных алгоритмов могут потребоваться тысячи или даже миллион кубитов.

По словам Леви, цифровые чипы SEEQC производятся на заводе SEEQC в Элмсфорде с использованием кремниевых пластин, но без использования транзисторов.

industry-hunter.com

Россия может начать производство процессоров с дружественными странами уже в этом году

Президент ассоциации отечественных разработчиков программного обеспечения «Руссофт» Валентин Макаров в Telegram-канале подтвердил, что Россия сможет запустить в течение полугода-года производство процессоров по итогам переговоров с дружественными странами.

Для создания производства процессоров необходимо вести переговоры с «дружественными странами», где есть необходимые технологии и производственные мощности, договариваться с ними о совместных проектах, делить вместе с ними стадии разработки и производства продукта. В течение полугода-года у нас есть возможность запустить этот процесс и добиться первых результатов. А одновременно с этим учиться у наших партнёров, как производить процессоры, перенимать их опыт, готовить свои кадры, наращивать компетенции и технологии для строительства собственных фабрик.

К таким странам относят Малайзию, Китай, Индию и, возможно, Южную Корею, добавил Валентин Макаров, отметив, что к каждой из стран нужно искать свои подходы.

Он напомнил, что в России разрабатываются собственные 18-нм процессоры, однако после начала специальной военной операции поставки процессоров с Тайваня прекратились.

ixbt.com

Биоидентификация по лицу в проекции алгоритма системного анализа и обработки информации Виолы-Джонса

Андрей Кашкаров (ak35@yandex.ru)

В статье рассматриваются попытки деанонимизации лиц на основе анализа цифровых данных видеоизображений алгоритма Виолы-Джонса, а также методы, применяемые активистами, ратующими за неприкосновенность частной жизни.

Деанонимизация сегодня

Не всем нравится, что каждый их шаг могут фиксировать с помощью видеокамер и анализировать. Однако в нашем современном мире с большой турбулентностью подобные тенденции – логичный процесс. Когда-то фермеры на Среднем Западе США бастовали против расширения сети железных дорог. Извозчики на лошадях, запряжённых пролетками, двуколками, каретами, чувствовали угрозу в первых автомобилях. В обозримом прошлом, да и теперь словесным нападкам подвергаются ГМО-продукты. Новое всегда вызывает настороженность. В социуме неизбежно возникают группы по интересам, поддерживающие и протестующие против инноваций, когда видят в них – в соответствии со своим местом в социуме и мировоззрением – угрозу личной безопасности. Очень важно видеть и, главное, соблюдать «рамки» использования средств видео- (и иного) контроля в общественных местах. Именно это правовое «поведение» даёт некоторую гарантию и ещё больше надежды на то, что, с одной стороны, защита правопорядка, анонсированная на пользу в первую очередь гражданам, будет лучше организована, а с другой стороны, интересы людей не будут нарушены в правовом поле.

Одним из способов контроля ситуации в общественных местах, осуществляющегося в режиме реального времени с фиксацией записи в цифровом виде, является видеонаблюдение. Считается, что, чем больше видеокамер установлено, чем большая «зона покрытия» обеспе-

чена, тем больший контроль можно осуществить дистанционно и тем быстрее оперативно реагировать на «вызовы времени». Такова одна из важных, пусть и косвенных, причин в обосновании прошедшей реформы МВД со значительным сокращением аттестованных сотрудников. Поэтому количество установленных в России видеокамер – в общественных местах, в подъездах, на дорогах – огромно и продолжает расти. Но кто сказал, что системы анализа данных могут определять только лица? Идентифицировать человека можно многими способами. Созданы алгоритмы, учитывающие одежду, походку, биометрическую информацию, а в перспективе системы контроля и безопасности дистанционно будут определять частоту сердечных сокращений и комплексно анализировать все данные, минимизируя ошибки в определении конкретного человека по его видеоизображению и другим «внешним» данным. Поэтому видеокамеры – лишь элемент системы с высокой интеграцией, впрочем, элемент очень важный, ибо от качества «картинки», способности функционировать в условиях непогоды (туман, осадки), загрязнения (ветер, способствующий пыли) и в условиях ограниченной освещённости зависит результативность всей системы.

Далеко не каждый человек, кто противится «контролю со стороны», в какой бы форме он ни осуществлялся, – правонарушитель. Вообще непримиримых борцов с условной «системой» много, а гарантией безопасности для окружающих является их действие

в правовом поле. На этой зыбкой почве можно существовать и взаимодействовать. «Я не люблю, когда мне лезут в душу, особенно – когда в неё плюют», – пел Владимир Высоцкий. Существует право на перемещение, личную жизнь и пр., закреплённое в основном законе страны. При этом защита персональных данных, мягко говоря, несовершенна. Отчего же обо мне собирают информацию без моего согласия, недоумевает законопослушный гражданин, желающий – это его право – оставаться анонимным или неузнанным хотя бы на улице. Оставим за рамками статьи обсуждение мотивации – кому и зачем это надо – и рассмотрим часто встречающиеся (типичные) методы, применяемые «для защиты от камер», а также методы усовершенствования систем видеонаблюдения для купирования подобных методов.

Принцип системы анализа видеоизображений

В 2001 году Полом Виолой и Майклом Джонсом представлен алгоритм, позволяющий обнаруживать объекты на изображениях в реальном времени. Метод и до сего дня является основополагающим в этой сфере, но неоднократно усовершенствован. Алгоритм основан на четырёх принципах получения и обработки данных.

- Используются изображения в интегральном представлении, что позволяет быстро вычислять необходимые объекты.
- Используются признаки Хаара, с помощью которых происходит поиск нужного объекта (в данном контексте – лица и его черт).
- Используется бустинг (от англ. boost – улучшение, усиление) для выбора наиболее подходящих признаков для искомого объекта на данной части изображения.

Все признаки поступают на вход классификатора, который даёт результат «верно» либо «ложь».

- Используются каскады признаков для быстрого отбрасывания окон, где не найдено лицо.

Видеокамера – только «первый» элемент в системе видеоконтроля и поиска. От видеокамеры зависит в основном оптическое качество изображения, в остальном действует система искусственного интеллекта на сервере, постоянно обучаемая и совершенствуемая. К примеру, метро Москвы и Санкт-Петербурга, оснащённые значительным количеством видеокамер наблюдения, считаются наиболее безопасными в мире. Такие системы связаны в реальном времени с пополняемой (корректируемой) базой данных лиц, находящихся в розыске, что, несомненно, в комплексе с другими организационными мероприятиями помогает раскрывать совершённые преступления. Однако как и с какой эффективностью это происходит – предмет другой статьи. Для результативной работы таких систем необходима безупречная связь с облачным (серверным) хранилищем баз данных. Её нарушение приведёт к сбою системы. Здесь достаточно сказать, что алгоритмическое развитие Виола-Джонсовых детекторов для решения прикладных задач распознавания изображений совершенствуется постоянно.

Небезупречные методы

Из методов за анонимизацию и «борьбы против камер» известны следующие. С помощью библиотеки OpenCV и скриптов на Java и Processing подбирались варианты причёсок и макияжа, затрудняющие работу алгоритмов распознавания лиц. Ещё 6–8 лет назад это могло помочь, теперь, в условиях усовершенствованного ПО, контрастные линии и пятна, создающие «ложные цели», не обманывают алгоритмы.

Макияж

Парик и даже самый экстравагантный макияж на манер параллельных чёрных и белых полос, укрупнённого размера «пикселей» – квадратов и прямоугольников, нанесённый на лицо спортивного болельщика рисунок, традиционная этническая раскраска африканских племен, которым было под силу обмануть камеры видеонаблюдения десять лет назад, давно не работает. Современные системы видеоконтроля распознают даже лица, на которые была нанесена боевая индей-

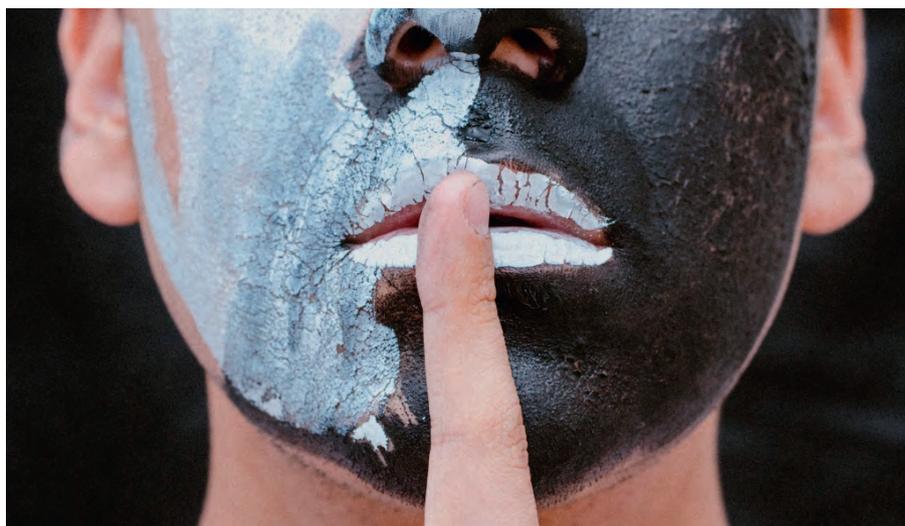


Рис. 1. Пример раскраски лица с помощью средства для неэлектронного сканирования отпечатков пальцев

ская раскраска, а также те, что наполовину закрыты маской.

На рис. 1 представлен пример раскраски лица с помощью средства для неэлектронного сканирования отпечатков пальцев – специальной пасты.

Итак, чередование широких чёрных и белых полос, визуально «ломающих» изображение, что мешает корректному определению его размеров, чёлка, закрывающая глаза, и выдающиеся надбровные дуги, узор, нанесённый на скулы, – не помогут. Макияж привлекает внимание и требует времени для его нанесения. Смена имиджа могла обмануть камеры наружного наблюдения, а этим арсенал правоохранителей отнюдь не исчерпывался.

Маски

Активисты неприкосновенности частной жизни выбирают маски с принтами, балаклавы и даже ортопедические маски для лица. Предполагалось, что при сравнении окраски вокруг глаз на «лицах» в системах, использующих метод Виолы-Джонса, цветная накладка с узором сбивает с толку систему. В итоге программа «думает», что вы – это не вы, а кто-то другой. Маска с рисунком типа «хамелеон в городских джунглях», созданная на стыке высоких технологий и искусства с помощью принта человеческой головы, креативна, она удобна, но недостаточна из-за условно широких разрезов для области глаз и рта. Пример представлен на рис. 2.

По той же причине недостаточно балаклавы, условно закрывающей половину лица, даже если на «маске» нанесён рисунок в виде пиксельного



Рис. 2. Иллюстрация маски с принтом

принта лица министра внутренних дел ФРГ (2011–2013) Ганса-Петера Фридриха. Известный политик, занимавший министерский пост в Германии не только в области внутренних дел, запомнился немцам своей обоснованной позицией как сторонник ужесточения контроля над пользователями Интернета. Для результативности «необнаружения» лицо должно быть скрыто полностью. Кроме того, в некоторых странах предметы одежды, скрывающие лицо, находились вне закона до начала пандемии коронавируса.

Специальная одежда

Специальные элементы одежды с высокой отражающей способностью изначально придумали для известных людей как защиту от папарацци. Такой материал изначально содержал тысячи сферических кусочков стекла, отражающих значительную часть видимого светового спектра при фотографировании объекта со вспышкой. В результате на фотографиях видна яркая одежда, а разглядеть, кто в ней, – нельзя. Модифицированная идея, возможно, даст защиту от видеокамер. Как пример материала – светоотражающий бли-



Рис. 3. Рукавицы со светоотражающим эффектом

стер для безопасности в условиях дорожного движения. На рис. 3 представлены рукавицы со светоотражающим эффектом.

Десять лет назад перспективным шагом в деанонимизации считалась одежда с изображением лиц известных людей. Ввиду усовершенствованных алгоритмов аналитической обработки информации в цифровом виде, сегодня, в 23-м году XXI века, при условии, что видеокamerой считана картинка лица, оба рассмотренных метода неэффективны.

Плащи, накидки, надвинутые на голову капюшоны, в том числе сделанные из материала, не пропускающего тепловое излучение, помогут защититься от видеокamer. Так можно частично укрыться даже от инфракрасных камер, но столь плотно «укрытый» человек в общественных местах привлекает к себе значительное внимание. Такой метод хорош или при разовом использовании, или в то время, когда все пользуются им. Ведь и раскрытый зонт защищает от видеокamer, особенно в движущейся массе на улице (все с зонтами – «сплошное покрытие»), но человек, скрывающийся под зонтом в безоблачную погоду (кроме случаев защиты от солнечного удара), подозрителен априори. К нему, возможно, подойдут сотрудники охраны правопорядка для уточнения данных.

Да, относительно надёжный способ скрыть лицо – сочетание капюшона и больших очков. Лыжная маска, обмотанный вокруг головы шарф или даже пакет с дырками для глаз защищают от популярных систем видеоаналитики. С той же эффективностью они привлекают внимание других людей, особенно охранников и полиции.

Очки

Современные видеокamеры работают не только в видимом человеческо-



Рис. 4. «Пятно засветки» на изображении, полученном со старой видеокamеры

му глазу спектре, но и в инфракрасном диапазоне. Они почти универсальны в условиях ограниченного освещения – в закрытых помещениях или тёмных переулках. Вот почему традиционные очки, покрытые светоотражающим материалом и даже оснащённые инфракрасными излучателями, миниатюрными светодиодами и элементами питания, – не панацея в игре за скрытность. То же касается «светового камуфляжа». Эффект для маскировки лиц и «обхода камер» предполагался на основе того, что «ослепить» камеру видеонаблюдения можно включёнными «вокруг лица» инфракрасными светодиодами (ИК-светодиоды). Экспериментаторы монтировали светодиоды по периметру головы, капюшона, и некоторых результатов удалось достигнуть, но только там и тогда, когда применяли старые видеокamеры, формирующие монохромное изображение. На «картинке» вместо лица человека было «засвеченное пятно».

Таким образом, результативность метода зависит от того, какое оборудование экспериментатор намерен «обойти». В современных видеокameraх, применяемых в системах безопасности, предусмотрена функция HLC (High light compensation – компенсация яркой засветки). Технически и упрощённо происходит так: в автоматическом режиме «сканирования» рабочей зоны перед объективом отслеживается точка яркой засветки и делается повторный кадр с игнорированием данных от ячеек матрицы в том же месте.

Если речь идёт о видеокameraх условно старого образца 10-летней давности, шансы обмануть их есть. В некритичных местах, обзоре при-

домовой территории, на дорогах второстепенного значения, в некоторых ТСЖ используют условно старое оборудование, экономя на его замене. Но в критичной инфраструктуре, в том числе в метро, за сменой оборудования следят ответственно, и там условный способ бесполезен. Кроме того, в некоторых случаях ИК-светодиоды, вмонтированные в очки или расположенные вокруг лица (воротник, капюшон, шапка), не только не скрывают лицо, но и подсвечивают его, обеспечивая более чёткую картинку. Ибо для «засветки лица», чего добивается условный экспериментатор, необходимо смотреть прямо в объектив камеры, а это нечасто случается.

Одна из условных разновидностей метода «засветки» видеокamеры направленным точно на объектив лучом портативного электронного квантового генератора – таково технически точное название «лазерной указки» – и вовсе бесполезно. Светить «лазерным лучом» надо прямо в камеру, но для этого нужно чётко попасть в объектив. Кроме того, современные видеокamеры, с учётом сказанного выше и для защиты от простых методов влияния, оснащены системой цветных фильтров перед объективом, поэтому ни «лазерный луч», ни принудительная ИК-подсветка вокруг лица объекта им не помеха.

Массивные очки с затемнёнными стёклами и специально подобранным паттерном негативно воздействуют на нейросеть, распознающую лица. К примеру, в 2015 году выпущены очки Privacy Visor с системой линз, отражающих, преломляющих и поглощающих свет. Такая технология не позволяет камере сфокусировать-

ся, «размывает» область вокруг глаз, формируя электронное изображение намного ярче оригинала, по сути, превращая его в «пятно засветки» в области лица – см. рис. 4.

Были проведены эксперименты – их результаты есть в открытом доступе, – уточнившие выводы: система успешно анализирует в цифровом виде изображение – определяет человека в солнцезащитных очках, но некорректно – с ошибками идентифицирует обладателя «новой модели». Однако за семь прошедших лет алгоритмы опознавания видеоизображений преодолели и этот «защитный» механизм любителей анонимности.

Что в перспективе

Как известно, на каждое действие найдётся противодействие. В наше время, чтобы надёжно «спрятаться» от систем видеонаблюдения, скрытия одного лишь лица недостаточно. Приверженцы персональной конспирации работают над созданием специальных съёмных элементов одежды с интегрированными экранирующими материалами и мембранами. На одежду нашивается специальный капюшон, маскирующий лицо и не пропускающий тепло. На картинке от «тепловых радаров» объект будет похож на всадника без головы.

Можно ли остаться невидимым при применении тепловизора?

Тепловизор, как электронное устройство, преобразующее сканированный температурный фон в визуальную картинку на дисплее, применяют в том числе охотники в составе индивидуального устройства наблюдения или как элемент интегрированной электронной системы наблюдения. Отдельные виды специализированных устройств могут видеть даже сквозь стены толщиной 1-2 кирпича. Устройства могут работать в разных режимах – контроль общего фона (слабый ИК-сигнал) и узконаправленный (мощный). Когда охотник сканирует участок природы в режиме поиска животного, используется общий режим. Когда объект уже определён, переходят в режим узконаправленного сканирования для определения характеристик. Как разновидность поискового электронного устройства, тепловизоры эффективны для охотников на расстоянии до 1 км на местности. Что касается защиты от обнаружения при обла-



Рис. 5. Изображение костюмов Гилли

чении в костюм Гилли, то многое зависит от характеристик тепловизора, массы спрятавшегося человека, расстояния до него и, главное, его деятельности: при отсутствии физических движений и поиске в «общем» поисковом режиме современного тепловизора с расстояния 1 км вы почти невидимы.

Однако при использовании любого теплоизоляционного материала человек, «играющий в прятки», сталкивается с тем, что в местах соприкосновения защитного костюма с телом появляется пот – тепловой след. Материал так или иначе будет впитывать от тела тепло и влагу, и тогда человек имеет меньше шансов остаться незамеченным тепловизором на нейтральном тепловом фоне. Отсюда важно как качество тепловизора, так и качество маскировочного костюма-халата, а также время, проводимое в нём.

Один из вариантов уйти от тепловизора – плащ-накидка из строительного материала – утеплителя с односторонним фольгированным покрытием. Эффект даёт и теплоизоляционная плёнка, которую используют спасатели («космическая плёнка»). Плёнка скрывает «спрятавшегося» 1-2 минуты, затем в тепловизор, сканирующий на расстоянии, становятся видны бесформенные пятна – тепловые следы от живого тела.

Ещё один относительно доступный способ – костюм Гилли; на сленге его называют костюм кикиморы или «леший». Но, как мы знаем, одна и та же местность в разное время года имеет своеобразные цветовые характеристики – вид поздней осени в средней полосе России с голыми ветками лиственного леса на фоне серо-

коричневой почвы будет отличаться от насыщенной июльской «зелёнки». Чтобы скрыться на местности с преобладанием соответствующего ландшафта и красочных тонов, подбирают костюм Гилли под цветовой тон времени года и местности. Назовём его условно – маскировочный халат, что по назначению вполне подходит.

На рис. 5 представлено изображение костюмов Гилли.

В представленном «костюме», помимо основы из хлопка, прилегающей к телу человека или нижнему белью, хорошо видна маскировочная мишура, закреплённая к основному материалу. «Мишура» скрывает тепло, излучаемое живым существом, от «электронного глаза» тепловизора, реагирующего на тепловой фон посредством сканирования отражённых лучей инфракрасного спектра. Так как с основой маскировочного халата соприкасаются только «внутренние» элементы «мишуры», «внешние» сохраняют условную нейтральность по температуре. Таким образом, «мишура» маскирует тепловой фон человека, и чем она насыщеннее и гуще, тем лучше качество маскировки. Для создания эффекта невидимки для тепловизора «лохмотья» костюма должны быть «роскошными», а не жидкой имитацией, как в некоторых дешёвых вариантах производства КНР.

Литература

1. Кашкаров А.П. Системы видеонаблюдения. Практикум. Ростов н/Д: Феникс, 2014. 123 с.
2. Кашкаров А.П. Видеокамеры и видеорегистраторы – для каждого дома и автомобиля. М.: ДМК Пресс, 2014. 118 с.



Адаптивные вычисления и искусственный интеллект для автономных транспортных средств. Часть 1

Билл Вонг, Питер Дженко, Джек Браун
Перевод: Александр Малыгин

Технологии, применяемые в создании беспилотных транспортных средств, продолжают развиваться. Несмотря на некоторые камни преткновения, автомобильные гиганты и лидеры бигтех-индустрии значительно продвигаются в достижении всё новых и новых степеней автономизации. Сегодня мы наблюдаем за появлением уникальных системных архитектур и программных инструментов для поддержки этого ресурсоёмкого направления. То, как искусственный интеллект наделяется контролем над всем транспортным средством, взаимодействуя при этом с периферийными устройствами и обмениваясь данными с облачными хранилищами, уже выведено на высочайший уровень. При этом границы между разработкой аппаратного и программного обеспечения становятся всё тоньше. Эта статья содержит обзор ключевых достижений по внедрению современных технологий помощи водителю. В первой части рассмотрено, какие факторы поспособствовали ускорению прогресса в этой области.

На пути к полной автономности

Для случайного наблюдателя, не знакомого с нюансами и сложностью ИИ и автомобильных технологий, «сумеречная зона» между сегодняшней реализацией технологии ADAS (интеллектуальная система помощи водителю) уровня 2 SAE и завтрашним полностью автономным транспортным сред-

ством может показаться озадачивающей. Тем не менее промышленность в целом и инженеры-конструкторы во всём мире действительно заняты тем, чтобы довести технологию до конца. В последние годы автомобильная индустрия начала выходить за рамки решений ADAS первого поколения и переходит к тому, что обычно называют L2+ или условной автономией. Эти

автомобили выходят за рамки базового адаптивного круиз-контроля, удержания полосы движения и автоматического экстренного торможения, чтобы начать процесс выхода из зависимости от водителя (хотя и очень незначительной).

Возможности объёмного восприятия, обеспечиваемые зрением, основанном на глубоком обучении, позволяют транспортным средствам справляться с ситуациями, когда полосы расходятся или сливаются, и безопасно менять полосу движения. Системы на кристаллах (SoC) и FPGA, ориентированные на ИИ, обрабатывают глубокие нейронные сети (DNN), а также данные датчиков камер снаружи автомобиля и внутри.

Во внутреннем пространстве автомобиля быстро развиваются такие функции, как мониторинг пассажиров и визуализация салона. Фактически автомобили с интеллектуальной системой помощи из кабины и расширенной визуализацией окружающей среды уже превосходят сегодняшние предложения L2 ADAS по производительности, функциональности и безопасности дорожного движения (рис. 1). Это всё ещё далеко от самых высоких уровней автономности SAE J3016 (табл. 1), но представляет собой значительный скачок в возможностях по сравнению с тем, что было несколькими годами ранее.

Помимо наделяния салона возможностями искусственного интеллекта, алгоритмы на основе глубокого обучения используют обработку изображений для выполнения сложных функций в городских условиях и суровых погодных условиях. Набор передовых технологий DNN позволяет автомобилю воспринимать широкий спектр объектов и дорожных ситуаций.

Все эти и другие интеллектуальные возможности, конечно же, основаны на различных алгоритмах, которые представлены во всех формах и разме-



Рис. 1. Схема интеграции ADAS с датчиками и процессорами, обеспечивающими условную автономию (L2+) в автомобиле

Таблица 1. Сводка уровней автономии автомобиля по SAE

Уровень 0: Без автономизации	Система не контролирует транспортное средство, но может выдавать предупреждения
Уровень 1: Помощь водителю	Водитель должен быть готов взять на себя управление в любой момент. Автоматизированная система может включать в себя такие функции, как адаптивный круиз-контроль (ACC), помощь при парковке с автоматическим рулевым управлением и помощь в удержании полосы движения (LKA) Type II в любой комбинации
Level 2: Частичная автономизация	Водитель обязан обнаруживать объекты и события и реагировать, если автоматизированная система не реагирует должным образом. Автоматизированная система выполняет ускорение, торможение и рулевое управление и может отключаться сразу же после того, как водитель берёт на себя управление
Level 3: Условная автономизация	В известных ограниченных средах (например, на автострадах) водитель может безопасно отвлечь внимание от задач вождения, но должен быть готов реагировать, если будет предупреждён о вмешательстве
Level 4: Высокая автономизация	Автоматизированная система может управлять транспортным средством во всех условиях, кроме нескольких, таких как суровая погода. Водитель должен включать автоматизированную систему только тогда, когда это безопасно. Когда она активирована, внимание водителя не требуется
Level 5: Полная автономизация	Помимо установки пункта назначения и запуска системы, никакого вмешательства человека не требуется. Автоматическая система может проехать в любое место, где разрешено движение

Таблица 2. Наиболее распространённые категории алгоритмов, используемых в автомобильных приложениях

АЛГОРИТМЫ В ADAS И БЕСПИЛОТНЫХ СИСТЕМАХ РЕГРЕССИИ
РЕГРЕССИЯ
<p>ОСНОВНЫЕ ТИПЫ: байесовский подход, нейронная сеть и лес решений.</p> <ul style="list-style-type: none"> Используется для прогнозирования событий на основе повторения в среде. Формирует статистическую модель связи между изображением и положением конкретного объекта на нём. Анализ зависит от количества независимых переменных, типа зависимых переменных и формы линии регрессии
РАСПОЗНАВАНИЕ ОБРАЗОВ
<p>ОСНОВНЫЕ ТИПЫ: поддержка векторных машин с гистограммой ориентированных градиентов (HOG), анализом главных компонент (PCA), байесовским правилом принятия решений и К-ближайшим соседом (KNN).</p> <ul style="list-style-type: none"> Используется для сокращения и классификации данных. Данные датчика фильтруются путём обнаружения краёв объекта. Сегменты линий и дуги применяются для размещения всех краёв объекта. Сегменты и дуги рекомбинируются до тех пор, пока признаки не будут соответствовать известному объекту
КЛАСТЕРИЗАЦИЯ
<p>ОСНОВНЫЕ ТИПЫ: К-средние и многоклассовые нейронные сети</p> <ul style="list-style-type: none"> Используется для прогнозирования событий на основе повторения в среде. Формирует статистическую модель связи между изображением и положением конкретного объекта на нём. Анализ зависит от количества независимых переменных, типа зависимых переменных и формы линии регрессии
МАТРИЦА РЕШЕНИЙ
<p>ОСНОВНЫЕ ТИПЫ: Gradient Boosting (GDM) и AdaBoosting</p> <ul style="list-style-type: none"> Определяет действия автомобиля, т.е. повернуть направо, повернуть налево, затормозить и ускориться. Анализирует и оценивает эффективность взаимосвязей между наборами данных и их информацией. Действие зависит от классификации, распознавания и предсказания необходимого следующего движения. Прогнозы нескольких моделей решений синтезируются для создания окончательного прогноза состояния и минимизации ошибки

рах в приложениях ADAS. Непрерывный рендеринг, классификация и прогнозирование изменений во всём, что окружает автомобиль, требуют алгоритмов для выполнения основных задач регрессионного анализа, распознавания образов, кластерного анализа и принятия решений (табл. 2).

Процессоры автомобильного уровня для высокоавтоматизированных транспортных средств должны запускать различные алгоритмы нейронных сетей на нескольких вычислительных машинах. Эти процессоры также должны поддерживать быстро меняющиеся алгоритмы ИИ и обеспечивать гибкость конвейеров данных для уменьшения задержки ИИ.

Устранение препятствий в обработке данных

Важно отметить, что самые ранние разработки ADAS имели дискретную архитектуру со скромной вычислительной мощностью и ограниченным набором датчиков. В результате боль-

шинство систем L2 ADAS обеспечивают не последовательное обнаружение транспортных средств и ограниченную способность оставаться в полосе движения на извилистых или холмистых дорогах. Даже адаптивные системы круиз-контроля не полностью оправдали ожидания потребителей. Ограничения более ранних конструкций ADAS приводили к частым отключениям системы, требующим от водителя резкого взятия на себя управления. В современных конструкциях всё чаще используются радары и LiDAR (хотя они всё ещё находятся в зачаточном состоянии), оба из которых генерируют огромные объёмы данных, что ещё больше увеличивает требования к обработке сенсорных модулей. Неизбежно, что высокоинтегрированные чипы будут играть важную роль в обработке сложных сенсорных данных, поступающих от различных датчиков, таких как датчики изображения, радары, лидары, ультразвуковые и другие. Они должны обрабатывать все эти

данные с гораздо большей скоростью и эффективностью обработки, чем большинство современных готовых чипов искусственного интеллекта.

По сути, это создало возрастающую проблему, требующую более быстрых и эффективных архитектур для обработки показаний не одного, а многих типов датчиков. Рассмотрим в качестве примера подсистему обнаружения объектов, состоящую только из камер, которая должна выполнять до шести различных алгоритмов. Затем появляются четыре различных алгоритма для перехода от 2D-изображения к 3D-изображению. Добавьте к этому 12 камер, создающих полный 360-градусный полусферический обзор автомобиля и его окружения, и вы легко увидите проблемы, стоящие перед отраслью, в одной лишь обработке данных.

От путаницы к слиянию

Хотя ADAS и полноценные беспилотные проекты завтрашнего дня имеют параллели, у них, как правило, разные



Рис. 2. Возможность агрегации, предварительной обработки и распределения данных (DAPD) улучшает обработку ИИ за счёт объединения данных датчиков и подготовки их к обработке модулями производительности

пути разработки и группы разработчиков, занятых проектированием необходимых наборов датчиков, процессорами и проектными архитектурами.

Возьмём случай нескольких сенсорных модальностей – интеллектуального зрения, радара и лидара – и слияния датчиков, что позволит совершить гигантский скачок от помощи вождения Уровня 2 к высокоавтоматизированному Уровню 4. Настоящие беспилотные проекты подобным образом могут иметь 30 (и, вероятно, больше) датчиков во всех модальностях для восприятия окружающей среды. Более глубокое погружение в функции обработки и архитектуры, необходимые для по-настоящему автономных транспортных средств, даёт представление о том, чем сейчас заняты разработчики: агрегированием данных, их предварительной обработкой и способами эффективного обмена ими (DAPD), а также ускорением вычислений (рис. 2).

Показательным примером являются чипы XA Zynq UltraScale+ MPSoC 7EV и 11EG от Xilinx. Эти 16-нм чипы, сертифицированные ASIL-C, предназначены для приложений L2+ ADAS и L4 AV, объединяют программируемую логику, а также 64-битный четырёхъядерный процессор Arm Cortex-A53 и двухъядерную систему обработки на базе Arm Cortex-R5. 504 000 логических ячеек и 1728 сегментов DSP в 7EV и более 650 000 логических ячеек и 2928 сегментов DSP в 11 EV поднимают программируемость на новый уровень в области автомобильных приложений. Другие автомобильные устройства в портфеле XA (2EG, 3EG, 4EV и 5EV) предлагают полный набор опций, отвечающих любым потребностям современных автомобильных приложений.

Устройство XA 7EV содержит блок видекодека для кодирования и декодирования H.264/H.265, а устройство XA 11EG – 32 приёмопередатчика 12,5 Гбит/с и четыре блока PCIe Gen3x16 (рис. 3). Благодаря этим высокоинтегрированным чипам автомобильные разработчики начали всерьёз рассматривать возможность контролируемого самостоятельного передвижения транспортного средства на шоссе от въезда до съезда с него.

Помимо обеспечения простого движения, появились и такие заметные возможности, как смена полосы движения, разделение полосы движения и планирование пути. Здесь задача алгоритмов ИИ состоит в том, чтобы помочь транспортным средствам понять, где находятся другие транспортные средства, прочесть разметку полосы движения, обнаружить пешеходов и велосипедистов, различать типы световых индикаторов и их цвета, распознавать дорожные знаки и понимать сложные сцены.

GPU, SoC и FPGA

В мире технологий автоматизированного вождения отчётливо проявляются две современные тенденции проектирования. Прежде всего, это рост вычислительной мощности для поддержки более сложных алгоритмов ИИ. Неудивительно, что современные разработчики автомобильных систем полагаются на высокоинтегрированные микросхемы для управления сложными программными приложениями, обработки данных в реальном времени и обеспечения функциональной безопасности.

На более высоком уровне есть мощные SoC и MPSoC, которые включа-

ют ядра графического процессора и предлагают колоссальные показатели терафлопс. Эти графические процессоры интегрированы с большими моделями ИИ для большей производительности, меньшей задержки и более высокого разрешения. Кроме того, существуют тесно интегрированные специализированные микросхемы ASIC для обработки всех данных с датчиков транспортных средств и удовлетворения уникальных требований к обработке. На нижнем уровне есть чипы ИИ, которые запускают крошечные модели машинного обучения, но они часто содержат компромиссы в отношении точности.

Где-то между ними находятся FPGA, которые выполняют вывод без пакетной обработки, чтобы обеспечить низкую детерминированную задержку и более высокую пропускную способность. С другой стороны, мощные графические процессоры, выполняющие выводы на основе глубокого обучения, требуют, чтобы пакеты параллельных данных массово проходили через множественные данные с одной инструкцией (SIMD) для выполнения большего количества вычислений и меньшего количества выборок. Это, однако, делает регистровые файлы большими. Кроме того, в отличие от ASIC, которые укреплены в наборе инструкций, FPGA позволяют разработчикам применять проприетарные наборы инструкций на платформе с эффективными вычислениями и даже позволяют инженерам настраивать их так, чтобы пробовать новые вещи.

Также стоит упомянуть, что ПЛИС, как и графические процессоры, использовались для ускорения ИИ в средах центров обработки данных. Таким

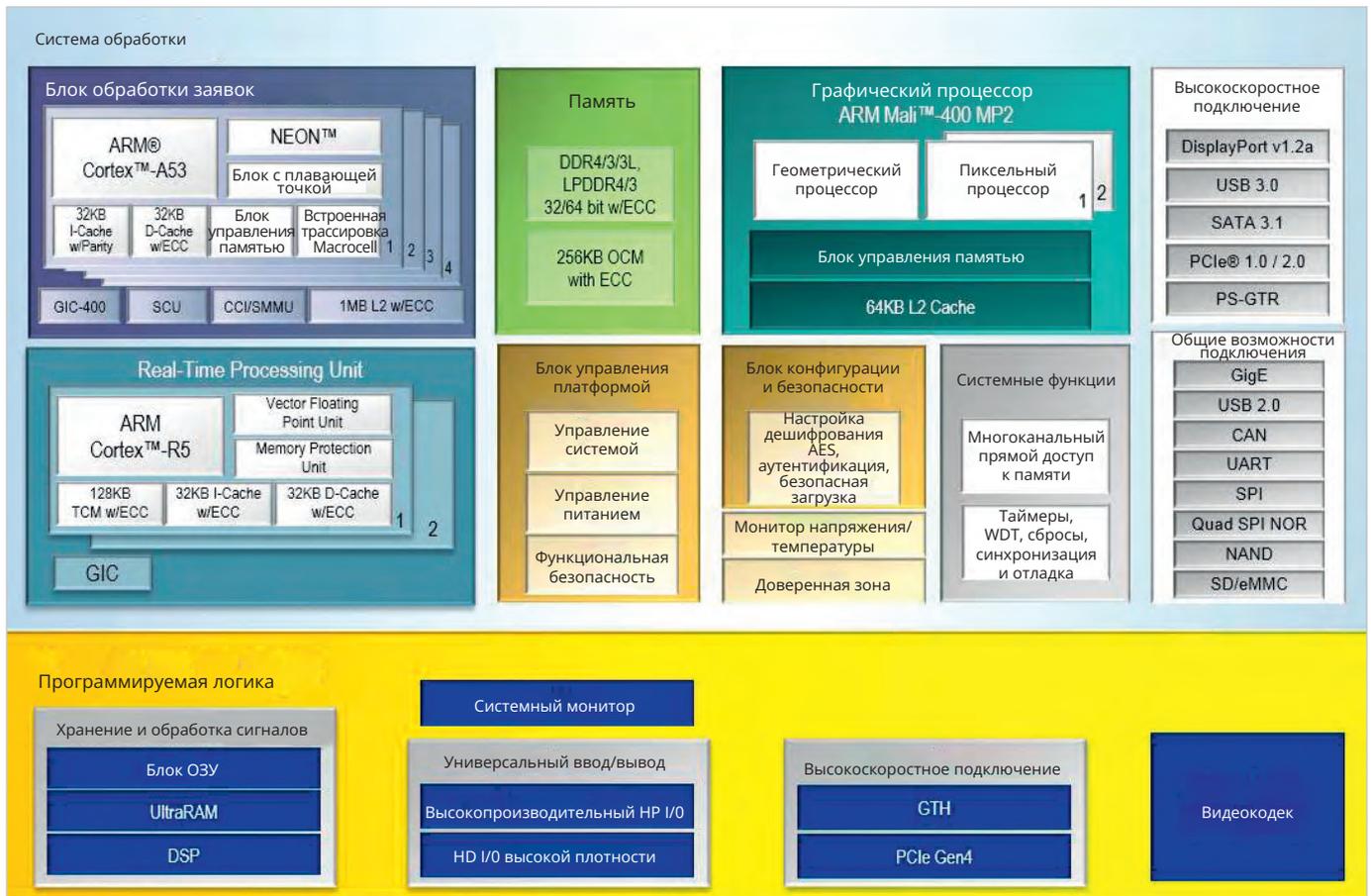


Рис. 3. Платформа XA Zynq UltraScale+ MPSoC 7EV предлагает различные механизмы обработки для поддержки таких функций, как объединение датчиков, ускорение вычислений ИИ и функциональная безопасность

образом, для проектов L2+ ADAS и AV, их DSP и параллельные архитектуры делают FPGA хорошо подходящими для ускорения нейронных сетей.

Применение нейронных процессоров будет иметь решающее значение в повышении качества изображения для систем, особенно в условиях низкой освещённости. Здесь ПЛИС с поддержкой ИИ могут выполнять множество сложных задач по захвату и обработке видео без замены аппаратного обеспечения камер.

Возьмём, к примеру, готовую к производству функцию автоматизированной парковки Baidu (AVP), которая является частью бортовой вычислительной платформы компании для автономного вождения. Система AVP, входящая в состав вычислительного блока Baidu Apollo Computing Unit (ACU), использует Xilinx XA Zynq UltraScale+ MPSoC для объединения датчиков и обработки ИИ для пяти камер и 12 ультразвуковых радаров. Baidu утверждает, что её проект Apollo – первая в мире открытая платформа для беспилотного транспорта.

Вторая заметная тенденция связана с объединением модульного обо-

рудования с открытой программной архитектурой просто потому, что традиционные модели вычислений с фиксированной комбинацией оборудования и программного обеспечения подходят к концу своего существования. Таким образом, в то время как SoC встраивают в чип алгоритмы ИИ для таких задач, как обработка изображений, FPGA позволяют OEM-производителям автомобилей и поставщикам высшего уровня обновлять и настраивать требования к обработке для новых алгоритмов ИИ.

Решения для камер на основе FPGA являются тому примером: они позволяют разработчикам добавлять новые алгоритмы искусственного интеллекта спустя месяцы и годы после установки камеры в транспортном средстве. Это показывает, как открытая платформа может облегчить индивидуальную интеграцию новых программных алгоритмов с течением времени, что является разумным способом обеспечения будущего этих решений.

Переломный момент

Учитывая крайне ориентированный на потребителя характер автомобиль-

ной промышленности, очевидно, что внедрение технологий ради технологий не приведёт к мгновенному созданию полностью автономного транспортного средства. Тем не менее более пристальный взгляд на путь развития этого направления показывает, что автомобильная промышленность в целом чётко взяла курс на создание и внедрение беспилотных решений.

На системном уровне также становится очевидным, что процессоры общего назначения, графические процессоры, готовые микросхемы искусственного интеллекта и тому подобное – это не то, что нужно в высокоспециализированном мире беспилотных проектов. Некоторые производители микросхем уже предоставляют специализированные решения для ADAS и беспилотных проектов с полным стеком аппаратного и программного обеспечения, а также комплектами для разработки программного обеспечения.

Хотя вышеназванные и другие недавние достижения в области проектирования автономных транспортных средств можно рассматривать как побочные, они тем не менее значительны. На самом деле, возможно,

мы находимся в переломном моменте, который мы снова и снова наблюдали в других технологических областях: не сегодня так завтра ситуация в отрасли может резко и существенно измениться.

Центры обработки данных

В то время как современные автомобили по-прежнему требуют, чтобы водитель контролировал подавляющее большинство процессов вождения, усовершенствованные системы помощи водителю (ADAS) с каждым новым модельным рядом расширяют свои возможности. Пройдёт некоторое время, прежде чем большинство автомобилей на дорогах будут представлять собой автономные транспортные средства (AV) SAE уровня 5. Однако технологии, необходимые для этого, быстро развиваются. Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение (МО) уже направляют транспортные средства по их маршрутам на автомобильных испытательных полигонах, действуя в опасных условиях с возрастающей точностью и сохраняя «воспоминания» для извлечения уроков из каждой поездки. Но со всем волнением, которое крутится вокруг бортовых беспилотных технологий, вы должны задаться вопросом... что всё это значит для центров обработки данных?

Цифровая пробка

Объём данных, генерируемых несколькими камерами, радарными модулями системы LiDAR, системами мониторинга в салоне, GPS и другими типами датчиков, может быть огромным даже для самой лучшей электронной системы автомобиля. Объём данных, генерируемых сегодняшними тестовыми автомобилями ADAS, исчисляется триллионами байтов в день. Несмотря на то что обработка на борту является одним из самых больших препятствий, которые необходимо преодолеть, центрам обработки данных также предстоит тяжёлая работа, чтобы подготовиться к тому, что грядёт.

Транспортные средства ADAS часто называют центрами обработки данных на колёсах с множеством различных сенсорных подсистем. Данные, собранные транспортными средствами ADAS, будут передаваться другим транспортным средствам ADAS посредством облачной сетевой среды. Огромные объёмы данных будут собираться для анализа и регулярно

обновляться через облако. Данные также будут передаваться для универсального использования всей инфраструктурой транспортного средства ко всему (V2X), в то время как другие данные будут совместно использоваться непосредственно между транспортными средствами в пределах досягаемости с использованием связи между транспортным средством и транспортным средством (V2V).

Было подсчитано, что в течение обычного дня вождения по городу будет собираться до 4 Тбайт данных, а для роботов-такси – в три раза больше, поскольку они работают непрерывно. Надлежащее управление данными имеет важное значение для создания безопасной дорожной сети, управляемой ADAS, что потребует новой категории центров обработки данных, предназначенных для надёжной обработки и передачи огромных объёмов потоковых данных. Большая часть обработки, необходимой для выполнения наиболее важных ответов системы в реальном времени, будет выполняться непосредственно в центральных модулях обработки транспортного средства, но огромные массивы данных по-прежнему будут передаваться за пределы транспортного средства. Но куда? В последние годы различные коммуникационные гиганты объединились с автопроизводителями, чтобы ответить на этот вопрос. На данный момент идея состоит в том, чтобы переосмыслить текущую сетевую топологию развёртывания центров обработки данных в глобальном масштабе, чтобы лучше поддерживать IoT в целом и, в частности, подключённые автомобили, поскольку они будут одними из крупнейших генераторов данных.

Переосмысление дата-центров

Современные центры обработки данных изначально разрабатывались для удовлетворения потребностей потребителей и предприятий. Поддержка миллионов 2-тонных колесных IoT-устройств не входила в планы. Конечно, они могут обеспечить доступ к облаку и Интернету, но не в соответствии с требованиями к передаче данных, которые прогнозируются для транспортных средств, оснащённых ADAS, и будущих AV. Добавьте ожидаемый взрыв специализированных AV, доставляющих всё, от посылок до пиццы, и станет ясно, насколько велика потребность. По сути, это означает создание совершен-

но новой категории центров обработки данных для беспилотных транспортных средств и V2X в целом.

Обработка данных и сетевые потребности автомобиля, оснащённого ADAS, огромны и уникальны, и требуют доступа к данным с малой задержкой и широкой полосой пропускания для минимизации времени передачи данных даже с тоннами бортовой или «периферийной» обработки. AV потребуются чрезвычайно быстрый доступ к данным для параллельных потоков видео, радара 4D-изображения, лидара, ультразвука и обработки слияния датчиков. В бортовой компьютерной системе автомобиля данные будут использоваться в сочетании с алгоритмами искусственного интеллекта и машинного обучения для принятия решений за доли секунды ю возможно, быстрее и с большей точностью, чем водитель-человек, чтобы обеспечить правильный и безопасный отклик системы.

Скорость обработки данных может быть не столь критична для резервного копирования данных и обновления программного обеспечения, но требуется доступ к нескольким протоколам (таким как NFS, SMB, FTP и HTTP). Из-за больших объёмов обрабатываемых и хранимых данных соединения центра обработки данных (DCI) должны быть более надёжными, чем обычно требуется для приложений «общего назначения».

Беспилотники также должны адаптироваться к постоянно меняющимся условиям. С помощью ИИ они будут преобразовывать данные датчиков в данные управления транспортным средством, но им также потребуется информация об окружающей среде. Это неотъемлемая часть всего переосмысления топологии центра обработки данных. Адекватное покрытие может быть частично обеспечено за счёт более гибких вычислительных центров AV и IoT, а не крупных традиционных центров обработки данных. Эти небольшие, сильно распределённые центры обработки данных могут эффективно справляться с влиянием расстояния до центра обработки данных, приводящим обычно к задержкам, в дополнение к снижению вычислительной нагрузки на все узлы. С точки зрения форм-фактора традиционные громоздкие конструкции (вспомните большие металлические ящики на крышах, вдоль межштатных автомагистралей и тому подобное) не будут играть большой

роли в этих распределённых центрах обработки данных, если вообще будут.

Стандарт ANSI/TIA-942, созданный в 2005 году Американским национальным институтом стандартов (ANSI) и Ассоциацией телекоммуникационных компаний (TIA), содержит рекомендации по размещению, архитектуре, безопасности и телекоммуникационным требованиям новых центров обработки данных. Центры обработки данных, поддерживающие транспортные средства завтрашнего дня, будут предъявлять повышенные требования по многим из тех же параметров. Они должны поддерживать архитектуры высокой плотности, обеспечивающие повышение скорости обработки и производительности, снижение нагрева и низкие требования к свободному пространству.

Ускорение динамических рабочих нагрузок

Независимо от того, насколько изменилась топология мировых центров обработки данных, сегодняшние группы центров обработки данных уже борются с растущей нагрузкой и потребностью в большей скорости из-за систем IoT и ADAS, которые уже передают данные в облако.

Линейка ускорителей Xilinx Alveo – одно из известных решений для ускорения центров обработки данных (рис. 4). Являясь первым в отрасли комплексным сетевым адаптером SmartNIC, предлагающим совмещение функций сети, хранения и ускорения вычислений на единой платформе, Alveo удовлетворяет постоянно меняющиеся потребности масштабирования облачных центров обработки данных для поддержки интенсивных рабочих нагрузок, создаваемых беспилотниками, таких как предварительное ускорение и разгрузка вычислений ядра ЦП. Эти модульные ускорители уже используются в качестве вычислительных механизмов обработки данных в традиционных центрах обработки данных, обеспечивая значительное увеличение скорости обработки данных по сравнению с традиционными ЦП, особенно для машинного обучения, транскодирования видео, поиска в базе данных и аналитических функций. Унифицированная программная платформа Xilinx Vitis также упрощает сквозное ускорение динамических рабочих нагрузок благодаря интегрированной среде разработки для программирования, профилирования и отладки ускоренных

приложений с мощными предметно-ориентированными библиотеками.

В отличие от вычислительных машин с фиксированными функциями, модульные ускорители легко адаптируются к меняющимся условиям эксплуатации и требованиям, как это обычно бывает с транспортными средствами ADAS. Они позволяют операторам центров обработки данных вносить программные и операционные изменения, невозможные для других механизмов обработки интегральных схем (ИС), включая ASIC и даже графические процессоры.

Ускорители Alveo основаны на 16-нм кремниевой ИС Zynq UltraScale+ компании Xilinx. Alveo U25, Alveo U50, Alveo U200, Alveo U250 и Alveo U280 представляют собой интегрированные программируемые ПЛИС, совместимые со всеми стандартами Ethernet и сертифицированные в соответствии с требованиями к оборудованию FCC, UL, CE и RoHS. Поставляемые с инструментом разработки приложений, ускорители обеспечивают прямой доступ к облаку, чтобы упростить разработку новых алгоритмов ADAS, значительно увеличить пропускную способность машинного обучения в реальном времени и ускорить обработку данных камер автомобиля.

Большой портфель решений Alveo также отвечает растущим потребностям в ускорении в современных центрах обработки данных. Например, Alveo U25 повышает скорость работы облачных приложений благодаря возможностям обхода ядра с малой задержкой. Данные высоко синхронизируются с помощью встроенного тактового генератора Stratum 3. Alveo U25 оснащён 6 Гбайт оперативной памяти DDR4 и имеет размеры всего 6,60 × 2,54 дюйма (167,65 × 64,4 мм). Когда скорость сети важна, но энергопотребление вызывает беспокойство, Alveo U50, совместимый с PCIe Gen4 и оснащённый сетевым интерфейсом 100-GbE с 8 Гбайт памяти HBM2, пропускной способностью 316 Гбит/с HBM2 и 872 000 таблиц поиска (LUT), может потреблять не более 75 Вт.

Когда требуется больше внутренней памяти, подойдут Alveo U200 и U250, которые могут похвастаться пропускной способностью памяти в 77 Гбайт/с и ёмкостью 64 Гбайт для обработки больших объёмов данных, генерируемых камерами автомобиля ADAS, LiDAR и радарными системами. Alveo U200 имеет пропускную способность внутренней памяти SRAM 31 Тбайт/с с 892 000 LUT, в то время как плата-ускоритель Alveo



Рис. 4. Ускорители Xilinx Alveo Data Center представляют собой компактные сетевые адаптеры SmartNIC, которые ускоряют динамические рабочие нагрузки, адаптируясь к постоянной оптимизации алгоритмов быстрее, чем акселераторы с фиксированными функциями

U250 имеет внутреннюю пропускную способность SRAM 38 Тбайт/с с 1 341 000 LUT для большого количества оцифрованных изображений камеры.

Для разработчиков центров обработки данных, которым нужны высокоскоростные решения под ресурсоёмкие приложения, Alveo U280 предлагает 8 Гбайт памяти HBM2 с пропускной способностью 460 Гбайт/с, ёмкость 32 Гбайт с пропускной способностью 38 Гбайт/с и два PCIe Gen4 x8 интерфейса для расширенных межсерверных соединений.

Готовимся к очередному скачку

По мере развития беспилотных технологий и перехода к более высоким уровням автономного вождения по стандарту SAE всё больше центров обработки данных будет проектироваться для удовлетворения самых разных потребностей. Будучи разработанными для поддержки достижений в области машинного обучения, автономных транспортных средств и Интернета вещей в целом, они будут обладать ёмкостью хранения и вычислительной мощностью, превосходящими сегодняшние требования.

Большая часть этой мощности и пропускной способности будет сосредоточена в вычислительных ресурсах сети, развёрнутой повсюду, от густонаселённых районов до окраин, для получения и обработки данных от миллионов подключённых автомобилей. Это – в сочетании с полным набором интеллектуальных сенсорных систем и сквозным адаптивным ускорением вычислений – может заставить нас перейти к беспилотному будущему раньше, чем мы ожидали.



Тензометрические датчики в системах контроля и безопасности

Антти Эс

Несмотря на то что вызовы времени и конъюнктура политической ситуации заставляет особое внимание уделять импортозамещению, поставки импортных комплектующих, в том числе весоизмерительных датчиков и электронных интеррогаторов для отечественных разработок, продолжают. В статье раскрываются особенности и перспективы датчиков балочного типа, сжатия и растяжения фирмы Scaime для контроля параметров в условиях деформации и перемещения веса, что актуально во многих областях производства и в быту.

Неподогреваемые производители и особенности импортозамещения

Изделия французско-китайской фирмы Scaime обеспечивают качество производства, технологии и эксплуатационные характеристики датчиков и контроллеров на уровне HBM и CAS. Это высокий конкурентный уровень. Компания численностью в сотню человек, входящая в топ крупных холдингов, работает на отечественном рынке давно и успешно. Подробнее об этом можно прочитать в статье [8]. В производственной линейке продукции Scaime у разработчиков РЭА особый интерес вызывают электронные датчики растяжения, сжатия и балочного типа, о них и будем говорить далее. К слову, в поле реализации продукции только по этому сег-

менту (типу) датчиков на российских просторах конкурируют 63 компании. Среди них заметно выделяется Scaime по положительным отзывам, но также и по относительно малому предложению ассортимента. Из всего пула компаний представлены порядка 10 российских производителей (или с отечественным участием), остальные – конкуренты. В этой ситуации продвижение конкурентной продукции на рынке является важным экономическим и профессиональным фактором. Отдельно уточним, что единственным «минусом», впрочем, связанным с санкционной политикой, можно считать то, что после 2017 года не обновлялись свидетельства об утверждении типа средств измерений – метрологический сертификат Росстандарта. Это видно в документации, представленной в каталогах и на сайте производителя

[1], [2], [4]–[6]. Вместе с тем нам удалось получить экспертное мнение бренд-менеджера технического отдела компании «Прософт» Александра Константинова о метрологических сертификатах на продукцию. Эксперт, имеющий опыт работы по профессиональной позиции в компании с 2008 года, засвидетельствовал, что линейка оборудования Scaime периодически обновляется, а качество продукции остаётся на неизменно высоком уровне, так что о падении качественных свойств продукции ввиду «старых» метрологических сертификатов речи не идет. Наоборот, развиваются такие перспективные направления, как электронные контроллеры весовых датчиков в части улучшения функционала и оптимизации взвешивания упаковки, определения положения тары, изменения её ёмкости – наполняемости, а также ведутся работы по разработке и усовершенствованию модельного ряда тензодатчиков для определения растяжения и сжатия. А. Константинов, профессиональные статьи которого также есть в редакционном портфеле и на портале СТА, кроме прочего, в интервью заметил: «В целом, поставки оборудования компании SCAIME сохраняются, но сертификаты средства измерения на весовые датчики компании Scaime нами не обновлялись. Среда на рынке реализации продукции очень конкурентная. Многие заказчики работают с отечественными производителями (к примеру, Тензо-М), но и тензометрический мост – не самое сложное оборудование с точки зрения производства. Изделия фирмы Scaime нередко можно встретить в производственных линиях для пищевых производств, оборудования из Европы, которое до сих пор является основным в России. Также Scaime серийно поставляется в сельскохозяйственной технике CLAAS».

Минувшей осенью один датчик растяжения Scaime обнаружен в приводе системы забора сельскохозяйственных культур комбайна Ростсельмаш ДОН 1500Б 2006 года выпуска, представленном на рис. 1.

Надо заметить, что оборудование из Европы в прежние годы переме-



Рис. 1. Датчик растяжения Scaime в комбайне Ростсельмаш ДОН 1500Б

шалось в Россию модулями и блоками, с монтажом на местах под контролем специалистов и представителей фирм-поставщиков. Это и «плюс», и «минус» для современной ситуации. С одной стороны, зарубежные поставщики значительно сократили поставки запчастей в Россию, а с другой стороны, они не намерены полностью отказаться от поставок ввиду выгоды щекотливого свойства: гораздо лучше держать контрагента «на привязи», в зависимости, чем полностью лишиться рынка сбыта оборудования и дать возможность развития собственного производства. С третьей стороны – они намерены и далее торговать с нами технологиями, которых (условно сопоставимых по качеству) своих в России пока, за небольшим исключением, нет. Эти обстоятельства, с одной стороны, способствуют развитию импортозамещения в России, а с другой – кое-как поддерживают работу импортных производственных линий в стране. При этом надо отметить, что во всех сферах подавляющее большинство производственных линий является импортным.

Компания также разрабатывает и производит электронные датчики для прикладного медицинского применения: датчики силы для инъекционных или питательных насосов, датчики силы для диализного оборудования, датчики силы для маммографических аппаратов, весоизмерительные ячейки для медицинских диагностических систем, датчики нагрузки для инкубаторов и больничных коек или систем для перемещения пациентов. Особенно интересна разработка шприцевого насоса с контролем параметров введения препаратов пациентам, представленная в [8].

Особые среды и аспекты защиты оборудования

Во многих сферах производственной деятельности, не исключая Агропром, аккумулятивное и сбор данных в электронном цифровом формате организован по оптическому каналу с использованием устройств модельного ряда MDX от Scaimе. В технологии оптоволоконных измерений, в антивандалном корпусе из нержавеющей стали с классом защиты IP66 – это условно новое слово электронной техники. К примеру, модули MDX400T в герметичном корпусе для сбора данных по оптическому каналу устойчиво работают в агрессивных средах, в условиях рисков деформации и вибрации,



Рис. 2. Опыт автора и «дробина» образца 2005 г.

с повышенной влажностью и нетипичным составом воздуха, а контроллер модификации D ещё совершенней.

Нетипичный состав воздуха человек может почувствовать собственным обонянием, однако возможности электронных устройств в этом деле значительно больше и шире, именно поэтому их и называют «устройства-помощники». Они способны определять, анализировать и структурировать в цифровом виде не только состав солёной воды или воздуха, но и иные запахи. Подобные датчики давно применяют в анализаторах спектра алкогольных паров (бытовой вариант – алкотестеры) и в других случаях, однако особая и не описанная ранее сфера приложения идей – по опыту автора – в определении запахов в пивоваренном производстве, где в качестве сырья используется солод, а продукты его «распада» и обработки именуют как «жмых», или, на профессиональном жаргоне, «дробина». Дробина, как отходы производства, является востребованным удобрением для агропромышленного комплекса, а также применяется в охотничьих хозяйствах – для биотехники и прикормки диких животных (это лакомство для кабанов и медведей используют охотники в засадах). На рис. 2 представлен вид «дробины» с «удивительным» запахом, который может привлечь всех кабанов мира.

Пояснение в этой части приведено неслучайно. Если удерживающие устройства и конструкции почти не применяют в сосудах или бункерах со

статической нагрузкой, когда горизонтальные силы, передаваемые на тензодатчики, невелики, то в условиях динамической нагрузки (например, сброса в контейнер нескольких тонн отработанного сырья) конвейеров или резервуаров, оснащённых мощными мешалками, на тензодатчики могут передаваться горизонтальные силы: поэтому рекомендуется использовать удерживающие устройства. К примеру, оборудованием, к которому необходимы удерживающие устройства, являются смесители высокой мощности, диспергирующие, эмульгирующие или гомогенизирующие жидкости, пасты, порошки или твёрдые вещества. Смесители большой ёмкости работают на высокой скорости, создавая сильные вибрации и колебания. Поэтому для их устойчивости рекомендуются ограничивающие стабилизирующие устройства. Это же касается защитных мер для купирования ударной (не вибрационной), а также ветровой и сейсмической нагрузки. На пивоваренном производстве, чему мы были свидетелями, установлены ёмкости большого объёма, в которые производится массовый сброс отработанного сырья, при этом предъявляются требования к устойчивости и надёжности конструкции. Поскольку стабилизирующее устройство является условием нормальной работы системы, оно обычно состоит из тяги, допускающей вертикальное перемещение и предотвращающей любое горизонтальное перемещение. На рис. 3 представлен схематичный вид резервуара с иллюстрацией сил внешнего воздействия.

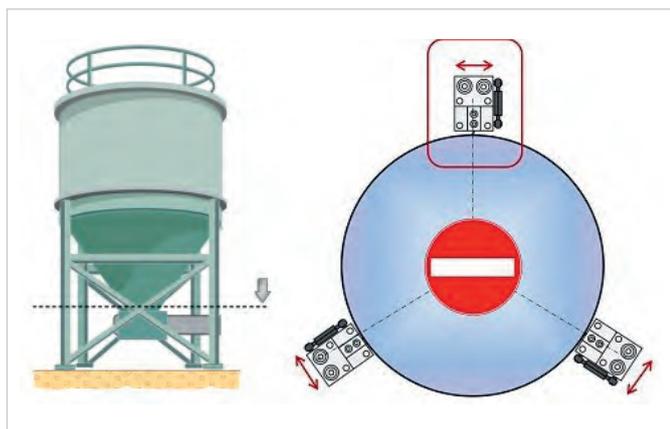


Рис. 3. Схематичный вид резервуара с иллюстрацией сил внешнего воздействия



Рис. 4. Вид резервуара для сброса отработанного сырья пивоваренного производства – дробины. Завод ОАО «Пивоваренная компания «Балтика», 2020 г.



Рис. 5. Универсальный весовой контроллер eNod4 от Scaime

На изображении слева показаны силы давления сверху, иллюстрация справа показывает возможные точки установки датчиков для контроля состояния резервуара – против его расширения в стороны. Поэтому интересны монтажные комплекты, штанги и тяги – стабилизирующие устройства, устраняющие значительные боковые силы воздействия. Потому что когда резервуар расширяется и сжимается, посредством внешней силы возрастает фронтальная или боковая нагрузка на опоры и датчики, в частности, и на присоединенный трубопровод, в то время как резервуар должен быть условно подвижен, ибо жёсткие и неподвижные соединения, в том числе подводки трубопроводов, приводят к ошибкам взвешивания. На рис. 4 представлен вид резервуара для сброса отработанного сырья пивоваренного производства – дробины. Представлен авторский опыт обслуживания системы весового контроля по заказу ОАО «Пивоваренная компания «Балтика».

Весовое измерительное оборудование и опорные стойки резервуара оснащены соответственно датчиками и стабилизирующими устройствами, разработанными в Scaime. Компания Scaime накопила большой опыт в разработке весового оборудования, сертифицированного по АТЕХ и IECEx, в том числе для взвешивания в агрессивных и взрывоопасных средах. Широкий диапазон температур среды, в которых применяются весовые контроллеры и датчики, в зависимости от типа устройств имеет значения от -60 до +70°C, что позволяет применять их в нетипичных условиях, в том числе в Арктике.

Следующее уточнение касается надёжности коммуникационных линий. К примеру, в промышленном устройстве сбора данных по оптическому каналу MDX400T(D) применены коннекторы M12 повышенной надёжности для электрических и типа ODC оптических сигналов. Интерфейс связи по шине CANopen позволяет подключать его к системам промышленной автоматизации. Устройство сбора данных MDX400T-X совместимо со всеми типами датчиков SCAIME (и не только), предназначенных для измерения давления, температуры, усилий, смещения, ускорения, и не требует дополнительного оборудования. Высокочувствительные и надёжные в эксплуатации оптические датчики на основе волоконной решётки Брэгга FBG (Fiber Bragg Grating) с физической длиной всего несколько миллиметров применяются по технологии FBG в измерениях физических величин. Весовой контроллер MDX400T-X с датчиками, имеющими микроструктуру FBG (ядро – сердцевина одномодового оптоволокна), описан в [8] и каталогах [2], [5].

Современные интеррогаторы

Решения с применением оптических датчиков в Scaime этим не ограничиваются. На протяжении длительного времени особое место в производственной линейке занимают электронные контролёры обработки с АЦП, специализированные микропроцессорные системы и модули для универсального крепления в шкафы и на DIN. Пример тому – устройства опроса датчиков и сбора данных (интеррогаторы), контроллеры eNod4 с различными модификациями прошивок – для решения различных типовых задач. Базовые конфигурации контроллера (см. рис. 5) регулярно изменяются, а это говорит о заинтересованном отслеживании развития потребности рынка РЭА со стороны инженеров и менеджеров компании – для соответствия актуальным запросам разработчиков и производителей систем современной электроники.

Электронные контроллеры серии eNOD4 – весьма интересный для разработчиков продукт, ещё более уникальный, нежели базовые датчики веса, и при этом универсальный. Мы не будем возвращаться к нему, рассматривая подробно в следующих публикациях. Область их применения очень широка – от вендинговых аппаратов (о чём «СЭ» писала в № 2, 2023) до устройств в системе управления процессами розлива и фасовки. В этом ключе функциональность весовых контроллеров подтверждается обеспечением полного однокомпонентного цикла фасовки/розылива (жидких сред) и одновременным контролем нескольких наполняющих клапанов (настраиваемая последовательность работы клапа-

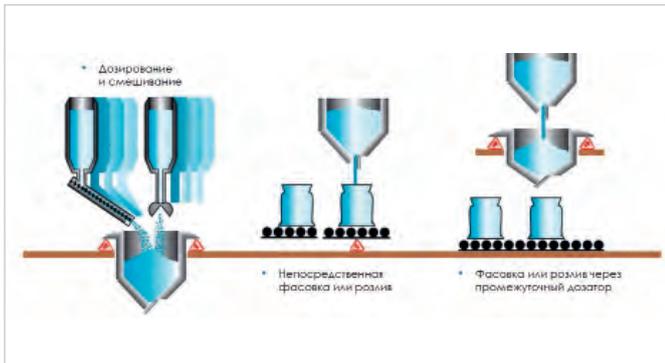


Рис. 6. Схематическая иллюстрация функционала весоизмерительных электронных контроллеров eNOD-4D на производстве

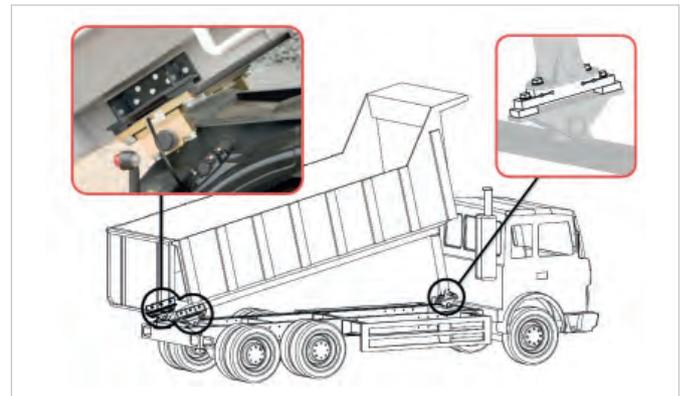


Рис. 7. Рекомендуемые места установки датчиков для контроля загрузки грузового автомобиля

нов (CF, CF-FF, HF-CF-FF, FF-CF-FF)). Они доказали свою надёжность в динамическом режиме работы «Dynamic» functioning mode для точного дозирования веществ и жидкостей без стабилизации веса и с автоматическим контролем тары. На рис. 6 представлено схематическое изображение описываемого функционала, реализуемого с помощью eNOD-4D.

Конструкции весоизмерительных датчиков и современные контроллеры типа eNOD обеспечивают качественный, корректный метрологический процесс (измерения и их обработка) безынерционно, то есть оперативно в течение нескольких секунд, а некоторые типы датчиков – долей секунд. В прикладном смысле это очень важно, поскольку с помощью означенного оборудования измерения можно проводить и анализировать буквально «на лету», что и используется в условиях промышленного производства широкого спектра. Поэтому продукция Scaime в сегменте датчиков изменения состояния не теряет, а приобретает востребованности. Примеры использования продукции фирмы хорошо показаны в статье [8], где, в частности, речь идёт о важном и перспективном направлении, используемом в том числе в военпроме. Это замеры состояния корпуса (деформации) морских и воздушных судов, в том числе в режиме эксплуатации, под воздействием внешних факторов и в других характерных случаях.

Далее рассмотрим обзор датчиков сжатия и растяжения в прикладных целях и перспективы их применения.

Датчики сжатия и растяжения в автомобилестроении

В прикладных целях датчики сжатия, растяжения применяют и в гру-

зовом автомобилестроении. Надо заметить, что кузова грузовых автомобилей отечественного и белорусского производства (к примеру, МАЗ, КамАЗ и др.) грузоподъемностью 3–20 т пока не оснащаются этим типом датчиков. Почему – вопрос надо адресовать автопрому, в то время как автомобили аналогичного класса грузоподъемности фирм Man, Volvo и др. с середины 90-х гг. XX века уже имели это оборудование, позволяющее контролировать не визуальную наполняемость и вес груза в кузове (как водитель в России), а динамические характеристики деформации, наклона и вибрации, особенно это актуально при сбросе груза (к примеру, «дробины» – см. выше) из кузова, когда база грузового автомобиля (его шасси, рама) испытывает колоссальные нагрузки. Обратите внимание на иллюстрацию (рис. 7), где показаны рекомендуемые точки установки тензодатчиков растяжения.

Опять же примеры неслучайны. Если знать и контролировать существенные нагрузки на раму грузового автомобиля при наполнении кузова и особенно при его опорожнении, особенно в условиях нелинейных почв и не на твердом грунте, под уклоном, в карьерах и др., то можно распределять нагрузку на кузов более эффективно и безопасно, а главное – облегчить шасси автомобиля. В российском автопроме традиционно возобладала привычка «на всякий случай» увеличивать шасси, что приводит к неоправданному увеличению массы грузового автомобиля отечественного производства и расходу металлов. Примерно та же проблема технологий, напоминающих анахронизм эпохи, видна на российских железных дорогах в части грузового товарооборота и логистики. Далее расскажем о том, как контролируется до сих пор в 2023 году

целостность и вес грузового железнодорожного вагона, цистерны с массой 63 тонны. Контроль во время маршрута осуществляется неоднократно, в «парках» отстоя составов перед следующим участком пути, а также сотрудниками ведомственной охраны ЖДТ, которых подражают на охрану грузовых составов и их сопровождение. Для цели контроля у сотрудника ведомственной охраны ЖДТ есть с собой специальная «палка» – измерительный инструмент из плоской доски, вырезанный «лесенкой» (примерно, если шахматную доску по диагонали разрезать и по клеточкам). Эту зубчатую конструкцию сотрудник-контролёр подсовывает под пружину колёсной пары грузового вагона (цистерны) до того участка, пока палка влезает между пружиной и рамой колёсной пары, – определяют наполняемость цистерны. Разумеется, примерно. Одно деление (клеточка) равняется примерно 5 тоннам веса. Соответственно маркированная «доска» с клеточками полностью (до отказа) влезает в означенное место, если цистерна пуста, а при наполненной цистерне «тестовая доска» едва влезает между пружиной и рамой колесной пары на один «квадратик-клеточку». Надо полагать, что тут фирма Scaime могла бы помочь линейкой своих датчиков и весоизмерительных контроллеров.

На рис. 8 представлен автомобиль МАЗ без системы автоматического контроля нагрузки на шасси и кузов (авторский опыт).

В то время как ту же задачу с применением технологий Scaime (и не только) уместно решать с дополнительной пользой. Зная распределение сил и нагрузок, факторов внешнего воздействия и давления на конструкцию, кузов грузового автомобиля можно сделать легче, что приведёт также



Рис. 8. Грузовой автомобиль МАЗ, сбрасывающий «дробину» в поля

к улучшению всех эксплуатационных характеристик грузового автомобиля. Примерно тем же путем можно следовать в области производственного авиа- и кораблестроения. Для изучения проблематики и совершенствования готовых конструкций подходят весовые датчики и контроллеры, перспективы которых мы рассматриваем. Для справедливости надо сказать, что некоторые (крайне мало) весовые датчики применяются в автомобилях повышенной грузоподъемности 450 тонн типа «Белаз» модели 75710 разработки 2013 года, а также в военной промышленности. Однако в российских традициях это пока единичные или частные случаи. У нас до сих пор имеется «зияющее» и, по сути, неоправданное разграничение классификаций и требований, предъявляемых к продукции военпрома и бытового («народного хозяйства») назначения, в то время как в странах с преобладанием высоких технологий производства такого разделения нет; любой грузовой автомобиль одинаково комфортен и надёжен как для армии, так и для агропромышленного комплекса или частного владения. То же касается системы комплексного определения критичных нагрузок в движении, в том числе в полете и плавании, а также взвешивания самолётов и вертолётов (система VPН-3Z) в процессе технического обслуживания. Эта разработка с тремя независимыми каналами взвешивания позволяет отслеживать смещение центра тяжести летательного аппарата для контроля его нахождения в пределах лётной годности. В перспективе развития и совершенствования этой системы её ориентация на беспилотные средства передвижения и летательные аппараты.

Датчики сжатия и растяжения для кораблей, самолётов, вертолётов и БПЛА

Пример системы контроля целостности корпуса судна с мониторингом в реальном времени описан в [8]. История применения датчиков сжатия и растяжения в военпроме мировых держав известна с 2004 года (действующий авианосец с атомной установкой «Шарль де Голль», Франция). С тех пор на кораблях, танкерах, транспортных средствах сжиженного природного газа (СПГ), ледоколах и контейнеровозах устанавливают системы, решения к которым предложены Scaime. На рис. 9 представлена схема размещения оптических датчиков на корпусе танкера [8].

Система не только контролирует целостность корпуса, но и следит за утечками сжиженного газа, обнаруживаемыми по изменению температуры ёмкости. Аналогичным образом осуществляется мониторинг утечек в наземных газовых хранилищах. Датчики растяжения и сжатия применяются в военных разработках в местах дислокации ракет подземного (шахтного – не только в России) базирования, но и для ракетных комплексов, в том числе межконтинентальных баллистических ракет на автомобильном грузовом шасси и скрытым базированием в усиленных железнодорожных вагонах-рефрижераторного типа (вида) в составе БЖРК – боевого железнодорожного ракетного комплекса. Последние БЖРК в России были расформированы в начале «нулевых», однако и сегодня обсуждаются вопросы и перспективы по восстановлению этого типа «ядерного щита» [3]. Эти системы и операторские станции отвечают строгим стандартам в плане безопасности, надёжности и функционального оснащения. Концепция взры-



Рис. 9. Иллюстрация размещения оптических датчиков на корпусе танкера

возащищённых операторских станций серии VisuNet RM обеспечивает удобный способ обмена информацией между оборудованием во взрывоопасной производственной зоне и аппаратурой, установленной в диспетчерской. Комплекс включает в себя удалённый монитор (операторскую станцию) или панельный ПК (в качестве узла сети) в сочетании с дополнительными интерфейсными компонентами. Кроме военной перспективы устройства подходят для применения в химической, фармацевтической, нефтегазовой и пищевой отраслях. Серия VisuNet имеет конструктивные особенности, гарантирующие высокую степень взрывозащиты, в частности, залитый компаундом предохранитель и внутренние полости корпуса, заполненные кварцевыми стеклянными шариками. Технология Ethernet позволяет располагать операторские панели во взрывоопасной зоне на расстоянии до 2 км от рабочей станции, находящейся в безопасной зоне. Серия имеет сертификацию по АТЕХ II 2G, II 2D EEx qe [ib] ПС Т4, IEC II 2G, II 2D и разрешение Ростехнадзора. Корпуса из нержавеющей или кислотоустойчивой стали с различными вариантами крепления. Диапазон рабочих температур от –20 до +50°С [7].

Поэтому обеспечение средствами современной электроники летательных аппаратов, судов, «бороздящих» просторы водных акваторий, в том числе подводного флота, ТС, автомобилей грузового типа, особенно с большой грузоподъемностью, является задачей отечественных разработчиков (автопром) будущего; для этого производителями РЭА и современной электроники, в том числе от Scaime, представлены достаточные возможности. Датчики, преобразователи, весовые контроллеры и индикаторы состояния наряду с опытными рекомен-



Рис. 10. Внешний вид весоизмерительных датчиков сжатия Scaime TC F

Таблица 1. Зависимость пределов допускаемой погрешности измерений от веса нагрузки датчиков R10X

Нагрузка, кг	Пределы допускаемой погрешности (трре), кг
От 0 до 50 включ.	± 0,35
Св. 50 до 200 включ.	± 0,7
Св. 200	± 1,05

дациями по их применению нужны для построения полноценной системы измерения и взаимодействия со сторонними управляющими системами.

Весоизмерительные тензодатчики различного назначения

Тензодатчики веса, силы и преобразователей для измерений обеспечивают измерение в пределах 200 грамм – 5000 тонн, а силы – 0,1–5000 Ньютон. Таковы особенности их калибровки. Тензодатчики могут функционировать в широком диапазоне температур, с классом точности С2–С6, со степенью защиты разных моделей от IP54 до IP68, и могут располагаться во взрывоопасных средах. S-образные датчики производятся из никелированной и нержавеющей стали. Условно простые и удобные в установке, они предназначены в основном для взвешивания ёмкостей и в натяжных системах для взвешивания. Могут применяться во взрывоопасных средах и для измерения веса резервуаров, вагонов, автотранспорта, усилий в подъёмных механизмах, прокатных станах; нагрузок в опорных стенах; тяги авиадвигателей, испытаний кузовов автомобилей, плоскостей и фюзеляжа самолетов. Приборы сертифицированы по международным метрологическим стандартам OIML, NTEP, ATEX, FM.

Весоизмерительный датчик преобразует упругую деформацию, возникающую под действием силы тяжести взвешиваемого объекта в нормированный электрический сигнал. Представленный на рис. 10 весоизмерительный датчик сжатия Scaime TC F класса 28.01 выпускается с 2012 года по настоящее время.

Датчик состоит из упругого элемента и тензорезисторов на клеевой основе, соединённых по мостовой электрической схеме. Среди разработчиков популярны два семейства датчиков R10X и CB50X, отличающиеся монтажными элементами

Таблица 2. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале

Максимальное число поверочных интервалов nmax	1000
Максимальная нагрузка, Emax, т	1; 2,5; 5; 10; 15; 30; 50; 100
Минимальный поверочный интервал vmin, кг	Emax /2500
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	Emax /2000

Таблица 3. Габаритные размеры и масса датчиков R10X

Максимальная нагрузка (Emax), т	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
1; 2,5; 5; 10; 15	82	82	44	1,5
30; 50	126	126	54	4,0
100	164	164	80	10

встройки в весы, габаритными размерами и массой. Модификации датчиков отличаются максимальной нагрузкой, пределами допускаемой погрешности. Обозначение датчиков Scaime TC F XY, где TC F – обозначение типа, определяется так: X – обозначение семейства; Y – обозначение максимальной нагрузки (Emax) в тоннах.

Датчики сжатия семейства R10X

Некоторые технические характеристики датчиков семейства R10X (каталожные сведения).

- Доля от пределов допускаемой погрешности весов 0,7 рLC
- Составляющая погрешности, связанная со сходимостью и ползучестью: за 30 мин, кг, не более 0,7 трре, за время между 20-й и 30-й минутами, кг, не более 0,15 трре
- Номинальный относительный выходной сигнал 2 мВ/В
- Обозначение по влажности СН
- Напряжение питания, диапазон 1...15 В

- Вероятность безотказной работы (за 2000 ч): 0,9
- Класс точности D по ГОСТ Р 8.726-2010
- Значение входного сопротивления датчиков 760±20 Ом
- Значение выходного сопротивления датчиков 700±10 Ом
- Предел допустимой нагрузки Emin: 200 (150 для 50 т) % от Emax
- Предельные значения температуры: –30...40°С

В табл. 1 представлена зависимость пределов допускаемой погрешности измерений от веса нагрузки датчиков R10X.

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале приведены в табл. 2.

Габаритные размеры и масса датчиков приведены в табл. 3.

Датчики сжатия семейства CB50X

Датчики семейства CB50X имеют класс точности С по ГОСТ Р 8.726-2010. Пределы допускаемых погрешностей датчиков

Таблица 4. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков семейства CB50X

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	4000
Максимальная нагрузка, E_{max} , т	5, 10, 20, 30, 40, 60
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 10\ 000$
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 8000$

Таблица 5. Габаритные размеры и масса датчиков CB50X

Максимальная нагрузка (E_{max}), т	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
5, 10, 20, 30, 40, 60	88,9	88,9	130	4

Таблица 6. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков растяжения

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	3000
Максимальная нагрузка, E_{max} , кг	500, 1000, 2000, 5000, 7500
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 10\ 000$
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 6000$

Таблица 7. Габаритные размеры и масса датчиков растяжения Scaime

Максимальная нагрузка (E_{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
500	63	32	70	1,0
1000, 2000	80	32	87	1,5
5000	107	45	110	2,9
7500	129	60	130	7,5

семейства CB50X аналогичны датчикам R10X. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале приведены в табл. 4.

Значение входного сопротивления датчиков 815 ± 20 Ом. Предельные значения температуры в диапазоне $-10 \dots +40^\circ\text{C}$. Значение выходного сопротивления датчиков и предел допустимой нагрузки для датчиков R10X и CB50X не отличаются. Габаритные размеры и масса датчиков CB50X приведены в табл. 5.

Проверка осуществляется в соответствии с приложением В «Методика проверки» ГОСТ Р 8.726-2010. Основные средства проверки: рабочие эталоны 1-го разряда по ГОСТ Р 8.663-2009 с пределами допускаемых значений доверительных границ относительной погрешности 0,01%.

Весоизмерительные датчики растяжения

Принцип действия датчиков основан на преобразовании упругой деформации дат-

чика, возникающей под действием силы тяжести взвешиваемого груза, в электрический сигнал. Примером тому тензодатчик растяжения из нержавеющей стали Scaime MTRD – MTPC для веса до 50 т (см. рис. 11) и аналогичного типа.

Датчик MTRD обеспечивает уровень защиты IP65, датчик MTRS уровень защиты IP67. Комбинированная ошибка для обоих типов составляет $\pm 0,15\%$. Каждый тензодатчик шунтирован, соединяется с весовым контроллером многожильным медным кабелем в экранирующей оплётке, чтобы исключить влияние электрических и э-помех, а при монтажных или регламентных работах с габаритным оборудованием предотвратить отрицательное воздействие сварочного тока через тензодатчик. Датчик состоит из упругого элемента и тензорезисторов на клеевой основе, соединённых по мостовой электрической схеме. Модификации датчиков отличаются максимальной

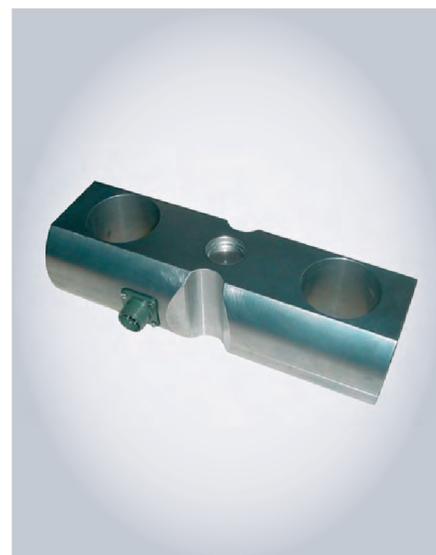


Рис. 11. Тензодатчик растяжения из нержавеющей стали Scaime MTRD – MTPC для контроля веса до 50 т

нагрузкой, пределами допускаемой погрешности, габаритными размерами и массой. Принятое обозначение датчиков в Scaime TC C ZA30X Y, где TC C – обозначение типа, ZA30X – обозначение семейства, а Y – обозначение максимальной нагрузки (E_{max}), тонн.

Некоторые технические характеристики весоизмерительных датчиков растяжения Scaime.

- Доля от пределов допускаемой погрешности весов 0,7 pLC
- Составляющая погрешности, связанная с сходимостью и ползучестью: за 30 мин., кг, не более 0,7 mре, за время между 20-й и 30-й минутами, кг, не более 0,15 mре
- Номинальный относительный выходной сигнал 2 мВ/В
- Обозначение по влажности CH
- Напряжение питания, диапазон 1...15 В
- Вероятность безотказной работы (за 2000 ч): 0,9
- Класс точности С по ГОСТ Р 8.726-2010
- Значение входного сопротивления датчиков 385 ± 20 Ом
- Значение выходного сопротивления датчиков 350 ± 10 Ом
- Предел допустимой нагрузки E_{min} : 150% от E_{max}
- Предельные значения температуры: $-10 \dots +40^\circ\text{C}$

Пределы допускаемых погрешностей датчиков аналогичны указанным в табл. 1 (выше). Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале приведены в табл. 6.



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР



Новые технологии надёжности

Волоконно-оптические измерительные системы



OBBSW-100 — датчики для контроля напряжённо-деформированного состояния объектов

OBLG — экстензометры с измерительной базой до 1,5 м для любых поверхностей

OBDI — датчики для измерения структурной деформации или относительного смещения

OBVI — инклинометры для высокоточных измерений угла наклона

Преимущества перед электрической системой

- Нечувствительность к электромагнитным помехам
- Устойчивость к коррозии
- Взрывобезопасные системы (применение светового сигнала вместо электрического)
- Использование до 15 датчиков в одной измерительной линии суммарной длиной до 4 км





Рис. 12. S-образные датчики растяжения Scaime TC ZA-30X (сверху) и ZFA (снизу)

Габаритные размеры и масса датчиков растяжения Scaime приведены в табл. 7.

Особый форм-фактор у датчиков растяжения Scaime ZA30X и ZFA представлен на рис. 12.

Знак утверждения типа наносится фотохимическим способом на маркировочную табличку, расположенную на датчике, и типографским способом на титульный лист паспорта. Основные средства поверки и принцип её осуществляются так же, как для весоизмерительных датчиков растяжения Scaime производства КНР.

Весоизмерительные ячейки

Кроме того, в линейке выпускаемого оборудования особое место занимают весоизмерительные ячейки, предназначенные для взвешивания или измерения больших нагрузок на погружно-разгрузочном оборудовании. Вместимость вариативна и может ограничиваться значениями в 5, 10, 20, 30, 50 тонн. Это устройство на базе срезного стержня, для эксплуатации в резервуарных, путевых и платформенных весах. Измерительный элемент представляет собой пружину напряжения среза из нержавеющей стали, на которой расположены расширительные измерительные полоски (DMS). DMS находятся под углом 45° к продоль-

Таблица 8. Некоторые параметры весоизмерительных ячеек SIWAREX R

Весоизмерительные ячейки SIWAREX R, серия SB	
Возможные области применения	Резервуарные весы, ленточные, подвесные путевые весы и платформенные весы
Конструктивное исполнение	Срезной стержень
Ном. нагрузка / макс. нагрузка Emax	0,5/1/2/5 т
Класс точности по OIML R60	C3
Макс. цена деления nLC	3000
Мин. цена деления Vmin	Emax./10 000
Мин. диапазон применения Rmin(LC)	30%
Комбинированная погрешность Fcomb	≤ ± 0,02% Cn
Переменность Fv	≤ ± 0,01% Cn
Возврат нулевого сигнала	≤ ± 0,0167% Cn1)
Погрешность ползучести Fcr	
30 min	≤ ± 0,0245% Cn1)
20...30 min	≤ ± 0,0053% Cn1)
Температурный коэффициент	
Нулевой сигнал ТКo	≤ ± 0,007% Cn/5 K
Показатель ТКс	≤ ± 0,0045% Cn/5 K
Минимальная предварительная нагрузка Emin	≥ 0% Emax.
Макс. рабочая нагрузка Lu	150% Emax.
Разрушающая нагрузка Ld	300% Emax.
Макс. поперечная нагрузка Liq	100% Emax.
Номинальный измерительный путь hn при Emax	≤ 0,5 мм
Напряжение питания Usr (эталонное значение)	10 В
Напряжение питания (диапазон)	5...18 В
Номинальный показатель Cn	2 мВ/В
Допуск показателя Dc	± 1%
Допуск нулевого сигнала Do	≤ ± 1,0% Cn
Входное сопротивление Re	350 Ω ± 3,5 Ω
Выходное сопротивление Ra	350 Ω ± 3,5 Ω
Сопротивление изоляции Ris	≥ 5000 MΩ
Номинальный диапазон температур Btn	-10...+40°C
Диапазон рабочих температур Btu	-40...+80°C
Диапазон температур хранения Bts	-40...+90°C
Материалы чувствительного элемента (DIN)	Нержавеющая сталь, заводской номер 1.4542
Степень защиты по DIN EN 60 529; IEC 60 529	IP66/IP68
Рекомендуемый момент затяжки крепёжных винтов	110 Нм (0,5–2 т) 540 Нм (5 т)
SC-калибровка током	Стандарт
EEEx(i)-сертификация (на выбор)	II 2 G EEx ib IIC T6/T4 II 3 G EEx nA / nL IIC T6/T4 II 1D / 2D / 3D T 70°C
Кабельная разводка	
Принцип действия	Цвет
EXC +	зелёный
EXC -	чёрный
SIG +	белый
SIG -	красный

ной оси сбоку на пружинном элементе и, таким образом, работают на срез. За счёт воздействия нагрузки в измерительном направлении пружинное тело и связанные с ним DMS эластично деформируются. При этом вырабаты-

вается измерительное напряжение, пропорциональное нагрузке. У разных производителей такие датчики отличаются. Для сведения параметры весоизмерительных ячеек SIWAREX R представлены в табл. 8.



«СТА-ПРЕСС» МЕДИАПОРТАЛ

ТОВАРИЩ!
БИЗНЕС РОСТ ЗАМЕДЛИЛ?

РАНО ВПАДАТЬ В СТУПОР!

НУЖНО КРИЧАТЬ О СЕБЕ НЕМЕДЛЯ,

А МЫ

ОБЕСПЕЧИМ РУПОР!



Используй все возможности продвижения,
которые мы создали для тебя



Журналы

Уважаемые издания - качественная аудитория, готовая улышать вас!



YouTube-канал

Это ваша возможность интересно рассказать о себе



Сайты

Это ваши новости, оперативно доставленные по адресу



Конференции

Здесь нет случайных людей - вы заведёте новые контакты и расскажете о себе специалистам!



Дизайн-студия

Наши дизайнеры и верстальщики сделают для вас эффективную рекламу, баннер, ролик

СТА

СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

+7 (917) 517-46-18 / advert@soel.ru / cta.ru / soel.ru

Не стесняйся, присоединяйся!

Таблица 9. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков AQ

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	3000
Максимальная нагрузка, E_{max} , кг	5, 10, 15, 20, 35
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 10\ 000$
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 6000$

Таблица 10. Габаритные размеры и масса датчиков AQ

Максимальная нагрузка (E_{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
5, 10, 15, 20	130	25	22	0,145
35	130	40	22	0,240

Таблица 11. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков AG

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	3000		
Максимальная нагрузка, E_{max} , кг	5	10, 15, 20, 30, 50, 75, 100	
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 5000$	$E_{max} / 10\ 000$	
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 6000$		

Таблица 12. Габаритные размеры и масса датчиков AG

Максимальная нагрузка (E_{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
5, 10, 15, 20, 30, 50, 75, 100	150	25	40	0,2



Рис. 13. Весоизмерительный тензодатчик Scaime AG18 C6 SH 18e F балочного типа

Датчики весоизмерительные балочные Scaime

Датчики весоизмерительные балочные Scaime предназначены для измерений и преобразования воздействующей на датчик силы тяжести – упругой деформации под воздействием взвешиваемого груза в электрический ток. Как и датчик растяжения и сжатия, балочный имеет в основе упругий элемент –

тензорезисторы на клеевой основе, соединённые по мостовой электрической схеме. Линейка датчиков состоит из семейств AQ, AG, AH, AP, AB, F60X, SK30A, SK30X, отличающихся монтажными элементами встройки датчика в весы, габаритными размерами и массой. Также модификации датчиков отличаются максимальной нагрузкой, пределами допускаемой погрешности. Обозначение датчиков Scaime C XY, где C – обозначение типа, X – обозначение семейства, Y – обозначение максимальной нагрузки (E_{max}), кг.

Некоторые технические характеристики весоизмерительных датчиков балочного типа Scaime

- Доля от пределов допускаемой погрешности весов 0,7 pLC
- Составляющая погрешности, связанная со сходимостью и ползучестью: за 30 мин., кг, не более 0,7 mре, за

время между 20-й и 30-й минутами, кг, не более 0,15 mре

- Номинальный относительный выходной сигнал 2 мВ/В
- Обозначение по влажности SH
- Напряжение питания, диапазон 1–15 В
- Вероятность безотказной работы (за 2000 ч): 0,9
- Класс точности С по ГОСТ Р 8.726-2010
- Значение входного сопротивления датчиков 410 ± 20 Ом
- Значение выходного сопротивления датчиков 350 ± 10 Ом
- Предел допустимой нагрузки E_{min} : 150% от E_{max}
- Предельные значения температуры: $-10 \dots +40^\circ\text{C}$

Пределы допускаемых погрешностей датчиков балочного типа такие же, как указаны в табл. 1 (выше).

Датчики семейства AQ

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков AQ приведены в табл. 9.

Габаритные размеры и масса датчиков AQ приведены в табл. 10.

Датчики AG

Этот тип датчиков отличается от рассмотренных выше (AQ) незначительно – только сведениями, представленными в табл. 11 и 12, – соответственно незначительны отличия в поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков и их габаритах.

Габаритные размеры и масса датчиков AG приведены в табл. 12.

Типичный пример балочного весоизмерительного датчика AG18 C6 SH 18e F от Scaime представлен на рис. 13.

Датчики AH

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале AH приведены в табл. 13.

Остальные технические характеристики, как в описании для всех датчиков балочного типа фирмы Scaime. Габаритные размеры представлены в табл. 14.

Датчики AP

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минималь-

ном поверочном интервале семейства AP приведены в табл. 15.

Габаритные размеры представлены в табл. 16.

Датчики АВ

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале АВ приведены в табл. 17. Остальные характеристики (кроме массогабаритных), как у всех датчиков балочного типа Scaime.

Габаритные размеры и масса датчиков семейства АВ приведены в табл. 18.

Датчики F60X

Датчики F60X имеют те же характеристики (выше), кроме предназначения по влажности – СН и параметра входного сопротивления датчиков 410 ± 20 Ом. Предельные значения температуры в диапазоне $-30 \dots +40^\circ\text{C}$. Остальное как у всех датчиков балочного типа от Scaime. Внешний вид тензодатчика балочного типа Scaime F60X20 С6 СН10е представлен на рис. 14.

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале семейства АВ приведены в табл. 19.

Таблица 13. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков АН

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	3000
Максимальная нагрузка, E_{max} , кг	38,1; 50; 100; 200
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 10\ 000$
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 6000$

Таблица 14. Габаритные размеры датчиков типа АН

Максимальная нагрузка (E_{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
38,1; 50; 100; 200	150	38	40	0,2

Таблица 15. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков AP

Максимальное число поверочных интервалов n_{max}	3000
Максимальная нагрузка, E_{max} , кг	75, 100, 150, 200, 300, 500, 635
Минимальный поверочный интервал v_{min} , кг	$E_{max} / 10\ 000$
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	$E_{max} / 6000$



IF/RF & Microwave Design
advantex
WWW.ADVANTEX.RU

РАЗРАБОТАНО
И ПРОИЗВЕДЕНО
В РОССИИ



**ШИРОКОПОЛОСНЫЕ
СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТ**
с непрерывным шагом до 21 ГГц
и контрольно-измерительные приборы

ЭЛЕКТРОННЫЙ
КАТАЛОГ



+7(495) 721-4774 • info@advantex.ru
Москва, ул. Красноказарменная, д.13, стр. 1

Реклама

Таблица 16. Габаритные размеры датчиков AP

Максимальная нагрузка (E _{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
75, 100, 150, 200, 300, 500, 635	190	60	47	1,55

Таблица 17. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков AB

Максимальное число поверочных интервалов n _{max}	3000							
Максимальная нагрузка, E _{max} , кг	65	90	130	185	230	310	375	625
Минимальный поверочный интервал v _{min} , г	5	7,5	10	15	20	25	30	50
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	E _{max} /6000							

Таблица 18. Габаритные размеры датчиков семейства AB

Максимальная нагрузка (E _{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
65, 90, 130, 185, 230, 310, 375, 625	191	76	75	2,1

Таблица 19. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков F60X

Максимальное число поверочных интервалов n _{max}	1500	3000
Максимальная нагрузка, E _{max} , кг	6,6	10, 20, 50, 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000
Минимальный поверочный интервал v _{min} , г	E _{max} /4400	E _{max} /10 000
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	E _{max} /3000	E _{max} /6000

Таблица 20. Габаритные размеры и масса датчиков типа F60X

Максимальная нагрузка (E _{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
6,6; 10; 20; 50; 100; 200; 300	120	27,5	20	0,45
500; 1000; 2000	127	38	32	0,9
5000	167	53	43	2,0



Рис. 14. Тензодатчик балочного типа Scaime F60X20 C6 CH10e

Габаритные размеры и масса датчиков приведены в табл. 20.

Датчики SK30A

Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале семейства SK30A приведены в табл. 21.

Входное сопротивление датчиков 385±20 Ом. Предельные значения температуры в диапазоне -10...+40°C. Остальное, как у всех датчиков балочного типа от Scaime. Габаритные размеры и масса датчиков приведены в табл. 22.

Датчики SK30X

Отличительные особенности связаны с поверочными особенностями и массогабаритным форм-фактором. Обозначение класса по влажности – CH. Остальные параметры, как у датчиков SK30A. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале семейства SK30X приведены в табл. 23.

Габаритные размеры и масса датчиков SK30X приведены в табл. 24.

Широкий ассортимент датчиков SCAIME представлен для одноточечной нагрузки – результат многолетнего партнерства с ведущими производителями платформенных весов. Одноточечные датчики точно измеряют вес нагрузки независимо от положения на платформе и разработаны специально для применения в весоизмерительных системах с одним датчиком – в ювелирных, лабораторных, торговых, почтовых и других платформенных весах. Среди этого класса разработчики выбирают одноточечные датчики BEF-F 3 в алюминиевом исполнении и для номинальной нагрузки 3 кг. Датчик веса AVX 15 C3 CH 15e TR сделан из нержавеющей стали, номинальная нагрузка 15 кг, класс точности C3. Датчик весоизмерительный PE 2000 в алюминии-

евом корпусе для нагрузки до 2 кг – надёжный аналог популярного тензодатчика SPL. Консольный одноточечный тензодатчик Scaime AG18 C6 SH 18e F для измерения веса до 18 кг представлен на рис. 13 (выше).

Конкуренцию для рассмотренных датчиков в соответствующих семействах и условиях предназначения составляют весоизмерительные датчики сжатия RC3 разработки Flintec GmbH (Германия) модельного ряда 740 DMET фирмы UTILCELL (Испания) и др. К слову, ЗАО «Весоизмерительная компания Тензо-М» (п. Красково, Россия) – действующий партнёр Scaime, имеет собственный модифицированный ряд изделий – более 20 позиций.

Перспективы применения датчиков растяжения и сжатия

Весоизмерительные датчики сжатия, растяжения и балочного типа фирмы Scaime в соответствии с предназначением и техническими характеристиками обеспечивают решение таких насущных задач, как взвешивание автомобилей, силосов и ёмкостей, в том числе в динамично изменяющихся условиях непрерывного перемешивания, и дозирование, контроль и сортировку фракций по весу. В части наполнения и упаковки обеспечивают точное ленточное взвешивание, измерение уровня экстензометрами, гигиеническое и асептическое взвешивание (фармация), а также взвешивание в опасных зонах и условиях. Найденные опытным путем в сельскохозяйственной уборочной технике – комбайнах, резервуарах пивоваренных производств и даже в шлюзах Сайменского канала, а также Волховской ГЭС-6 (Ленинградская область, Волховская ГЭС имени В.И. Ленина), фактически подтверждают широкое распространение рассмотренных типов датчиков силы, измеряющих нагрузку, задействованных почти во всех сферах нашей жизни. В бытовых условиях они вполне могут помочь даже готовящейся стать мамой представительнице прекрасной половины человечества ежеминутно (или по желанию) контролировать свой растущий вес. В промышленных условиях давно применяются контроль нагрузки на погруженные якоря и при транспортировке (буксировке) судов и даже лесосплаве по рекам – датчики деформации закреплены на погружённых в воду цепях,

Таблица 21. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков SK30A

Максимальное число поверочных интервалов nmax	3000
Максимальная нагрузка, Emax, кг	500, 1000, 2000
Минимальный поверочный интервал vmin, кг	Emax /10 000
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	Emax /6000



ВАШ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОПУТЧИК!

Полосковые дисплеи для транспорта

- ЖК-дисплеи серии SPANPIXEL™ с яркостью до 3000 кд/м²
- Размеры по диагонали от 6,2 до 65"
- Разрешение до 4K2K
- Угол обзора 178° (во всех плоскостях)
- Диапазон рабочих температур (некоторых моделей) –30...+85°C
- Возможна разработка под заказ
- Ресурс до 100 000 часов



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА
 (495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU



Таблица 22. Габаритные размеры и масса датчиков SK30A

Максимальная нагрузка (E _{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
500, 1000, 2000	132	31,5	31	1,0

Таблица 23. Сведения о поверочных интервалах, максимальной нагрузке и минимальном поверочном интервале датчиков SK30X

Максимальное число поверочных интервалов n _{max}	3000		
Максимальная нагрузка, E _{max} , кг	300	500, 1000, 2000, 3000, 5000	
Минимальный поверочный интервал v _{min} , кг	E _{max} / 12 000	E _{max} / 10 000	
Невозврат выходного сигнала при возврате к минимальной нагрузке, DR, кг	E _{max} / 6000		

Таблица 24. Габаритные размеры и масса датчиков SK30X

Максимальная нагрузка (E _{max}), кг	Габаритные размеры, не более, мм			Масса, кг, не более
	Длина	Ширина	Высота	
300, 500, 1000, 2000	132	31,5	31	1,0
3000, 5000	172	42	40	1,75

анкерный мониторинг морских буёв. Контроль шлюзовых ворот на дамбах, шлюзах и гидроэлектростанциях – давно освоенная специализация применения рассматриваемого сегмента датчиков. Они актуальны также в военной технике, датчики сжатия и растяжения востребованы в том числе в оборудовании «судного дня». Финляндия арендует 19,6 км российской части Сайменского канала (из 57,3 км общей протяжённости) и прилегающую территорию до 2063 года. На втором шлюзе «Брусничное» датчики от Scaime закреплены на воротах.

Преимущества и возможности применения оптоволоконных измерительных систем широко используют разработчики в устройствах мониторинга нагрузки во время фаз заполнения/опорожнения/открытия/закрытия

любого назначения, в том числе при мониторинге и эксплуатации рыбных ферм – в необслуживаемых, труднодоступных местах. Благодаря функционалу весоизмерительного оборудования, где Scaime представлена выдающимися дистрибьюторами оборудования для АСУ ТП и встраиваемых систем, реализуется возможность монтажа десятков датчиков на одну линию, когда слабое затухание сигнала в оптоволокне удаётся обеспечить технически. Благодаря этому действуют объекты сложной конфигурации с большой – до нескольких километров – линией коммуникации. При разработках нового оборудования существенную пользу приносит инструментарий, представленный в [6] и [9].

Высокая надёжность и большой срок службы при наработке до отказа (более

20 лет), хорошая сопротивляемость циклическим нагрузкам и устойчивость датчиков к значительным деформациям (до 10 000 мкм/м) снижали к ним неизбывный и продолжающийся интерес. Поэтому предложенный обзор не может охватить все возможные примеры и перспективы, но он показывает наглядно – каковы они. Как говорится, «имеющий глаза да увидит», а накапливающий вес и силу растяжения – да проконтролирует их.

Литература

1. Каталог продукции Scaime. URL: <https://testsol.ru/catalog/eto-i-kip/scaime/>.
2. Каталог оборудования. URL: <https://scaime.com/all-test-and-measurement-products>.
3. Кашкаров А.П. Ядерный щит России. М.: Солон-Пресс, 2016. 124 с.
4. Портал измерительного оборудования. URL: <https://all-pribors.ru/opisanie/49508-12-scaime-tc-f-52469>.
5. Техническая документация фирмы «SCAIME Sas», Франция. URL: <https://scaime.com/weighing-knowledge-center>.
6. Технический портал компании «ПроСофт». URL: <https://tp.prosoft.ru/>.
7. Человеко-машинный интерфейс для взрывоопасных зон при помощи платформы VisuNet компании Pepperl+Fuchs. URL: <https://controlengrussia.com/nocatogory/vebinar-prosoft-povzryvozashchishchennomu-oborudovaniju/>.
8. Широков Ю. SCAIME – эксперт по взвешиванию // СТА. 2021. № 1. URL: <https://www.cta.ru/articles/otrasli/kontrolno-izmeritelnye-sistemy/138157/>.
9. Полезная документация на сайте компании «ПроСофт» (доступ после регистрации). URL: <https://tp.prosoft.ru/docs/shared/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB/%D0%90%D0%A1%D0%A3%D0%A2%D0%9F%20%D0%B8%20%D0%92%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D0%B5%D0%BC%D1%8B%D0%B5%20%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%8B/SCAIME>.

НОВОСТИ МИРА

В ядро Linux отказались принимать патч для процессора Baikal от российских разработчиков. Причина выглядит весьма странной

Представитель некоммерческой организации Linux Kernel Organization и мейнтейнер сетевой подсистемы ядра Linux Якуб Кичиньский отка-

злся принимать в основную ветку исправления от российской компании «Байкал Электроникс».

Причиной этого стало некое «неудобство», связанное с компанией, причём формулировка была весьма размыта.

– Нам некомфортно принимать патчи от вашей организации или связанные с производственным ею оборудованием, – сообщил Кичиньский в переписке.

Также он потребовал от «Байкал Электроникс» прекратить активность в сообществе Linux.

Отметим, что в 2022 году именно «Байкал Электроникс» стала первой отечественной компанией, патчи которой включили в основную ветку ядра Linux.

Следует отметить, что многие отечественные ОС построены как раз на Linux.

ixbt.com

НОВОСТИ МИРА

КАМАЗ заключил крупнейший контракт на поставку электробусов в Москву

Ведущий российский производитель грузовых автомобилей КамАЗ и ГУП «Мосгортранс» заключили двухлетний контракт на поставку и последующее сервисное обслуживание 1000 электробусов.

Согласно условиям контракта, поставка электробусов «КамАЗ» предусмотрена с апреля 2023 года по декабрь 2024-го. Ежемесячно на маршруты Москвы будет выходить по 50 новых машин. Общая сумма сделки – 63,3 млрд рублей. Это самый большой контракт на поставку такого транспорта в Европе.



КамАЗ располагает большим опытом в сфере разработки и выпуска такой высокотехнологичной продукции, как электробус. Уже пятый год в столице России успешно эксплуатируется этот инновационный транспорт. Мы рады, что наш продукт, созданный по сложнейшему техзаданию заказчика, прошедший испытание временем и крупнейшим мегаполисом, позволяет улучшить инфраструктуру столицы России, решить важные вопросы экологической повестки. Заключение очередного контракта, крупнейшего в истории поставок электробусов, – это значимое для нас событие, подтверждающее высокий потенциал компании и надёжность как поставщика инновационной пассажирской техники, – прокомментировал директор по пассажирскому транспорту ПАО «КамАЗ» Самат Саттаров.

В 2022 году КамАЗ оперативно реализовал мероприятия по импортозамещению и поиску альтернативных поставщиков компонентов. Поэтому последствия санкционного давления, с которым в новых условиях столкнулись российские промышленные предприятия, не повлияли на возможности компании в производстве электробусов и другой пассажирской автотехники. КамАЗ продолжает поставлять современный комфортабельный транспорт в российские регионы, содействуя укреплению технологического суверенитета России и решению приоритетных для страны задач.

– По поручению мэра Москвы Сергея Собянина мы развиваем экологически чистый городской транспорт, который не загрязняет окружающую среду и повышает комфорт поездок. В 2022 году открыли крупнейший в Европе электробусный парк «Красная Пахра» в ТиНАО. Электробусы впервые поехали в Новой Москве. Ещё восемь электробусных маршрутов запустили в разных частях столицы, ими воспользовались уже более 6,7 млн пассажиров. В этом году продолжим развивать зарядную инфраструктуру, откроем новый электробусный парк в Митино, – рассказал заместитель мэра Москвы по вопросам транспорта Максим Ликсутов.

Первые электробусы КамАЗ-6282 появились в Москве в сентябре 2018 года, тогда российский производитель по заказу ГУП «Мосгортранс» освоил серийное производство этой высокотехнологичной продукции. Сейчас компания будет поставлять новую, санкционноточивую комплектацию электробуса, что исключает потенциальные проблемы с техническим обслуживанием и отсутствием запчастей и расходных материалов. В числе отличительных особенностей улучшенной версии электробуса КамАЗ-6282 – увеличенная ёмкость батареи, которая обеспечивает запас хода до 90 км, 100% электрическая климатическая система.

По данным департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры Москвы, ежедневно на московские маршруты выходит 1055 электробусов. В 2022 году в столице установили 34 ультрабыстрые зарядные станции с системой динамического распределения заряда на более чем 200 зарядных постов. В 2023 году в городе продолжают развивать инновационный городской транспорт: установят около 200 ультрабыстрых зарядных станций и запустят около 30 электробусных маршрутов.

rostec.ru

Российские учёные нашли новый материал для спинтроники

Учёные МФТИ в партнерстве с коллегами из МГУ впервые обнаружили уникальные свойства феррита кобальта, которые позволяют использовать его для создания электроники нового поколения — устройств высокочастотной связи на основе терагерцового излучения. Результаты исследования опубликованы в журнале *Materials Today* (if 26.9).

Высокочастотное терагерцовое излучение – перспективное направление развития систем связи. Объёмы передаваемой

за единицу времени информации напрямую определяются частотой связи. К примеру, технология 6G позволит передавать данные с частотой до 100 ГГц. Со временем человечеству необходимы будут устройства, способные функционировать и при более высоких частотах. Для решения этой задачи нужны материалы соответствующего класса, способные сгенерировать и принять такие излучения и входить с ними в резонанс.

Группа учёных из МФТИ и МГУ в партнёрстве с Университетом МИСиС и НИЦ «Курчатовский институт» обнаружила способность феррита кобальта в охлаждённом состоянии вступать в резонанс с высокочастотным излучением. Оказалось, что материал может резонансно поглощать частоты до 350 ГГц без приложения внешнего магнитного поля, а значит, не требует использования сверхпроводящих магнитов, подачи большого тока и очень низких температур.

«Экспериментально столь высокие частоты ферромагнитного резонанса наблюдались впервые в мире. Это уникальный и очень интересный результат. И, если по секрету, это не предел, – немного меня условия роста феррита кобальта, можно добиться частоты почти в полтора раза выше. Но эти новые результаты пока ещё в процессе обработки», – отметила Людмила Алябьева, старший научный сотрудник лаборатории терагерцовой спектроскопии МФТИ, где проводилось непосредственное наблюдение резонансов в феррите кобальта.

Синтез феррита кобальта прост, но новую, обнаруженную исследователями, интересную физику феррита кобальта ранее никто не знал. Математическая сложность уравнений, которые необходимо решить для описания физики магнитных материалов, напрямую зависит от количества магнитных подрешёток – и здесь феррит кобальта оказался проще родственных соединений. Авторы провели расчёты и выяснили, что токи для ферритмагнетиков будут на несколько порядков выше, чем у антиферромагнетиков. Также учёным удалось экспериментально доказать наличие резонансных частот в материале, причём резонанс именно электронный, то есть связанный с магнитной подсистемой.

Таким образом, открылась возможность создать генераторы и детекторы терагерцового излучения для промышленного использования. Помимо феррита кобальта, учёные предложили класс материалов, которые также могут использоваться в терагерцовой спинтронике.

russianelectronics.ru

Источники питания в формате BRICK для ответственных применений

Тигран Гайказьян (gt@ptkgroup.ru)

В статье рассматриваются технические характеристики и особенности применения DC/DC-преобразователей в формате Brick от компании SmartPower. Они имеют высокую выходную мощность и предназначены для промышленных, транспортных и других ответственных применений. Изделия отличает высокий КПД, продолжительное время работы на отказ, при этом конструктивное исполнение соответствует общепринятым промышленным стандартам и соответствует мировым производителям.

Введение

В отраслях оборонного комплекса предъявляются высокие требования к качеству электропитания основных узлов схемы. Разработчики, в первую очередь, хотят использовать источники питания с высокой эффективностью и удельной плотностью, широким диапазоном входных напряжений и полным набором выходных напряжений. При этом затруднения могут возникнуть при разработке системы электропитания в целом, при использовании фильтров для подавления помех, гальванической изоляции выходных каскадов напряжений и так далее. Решением

проблемы может стать выбор компонентов для построения системы электропитания на базе продукции одного производителя, обладающего богатым набором изделий, которые работают в синергии.

Компания SmartPower разрабатывает и производит широкую гамму вторичных источников питания, силовую электронику и преобразовательное оборудование. Компетенция в этой области позволяет компании создавать конкурентоспособные продукты для инфраструктурных решений по разработке и тестированию систем силовой электроники, таких как модульные источни-

ки питания постоянного и переменного тока, системы питания для транспорта, медицины и других промышленных применений. Помимо промышленных источников питания, SmartPower представляет ряд высоконадёжных решений, отвечающих строгим требованиям для использования в ответственных применениях. Высококласный штат инженеров позволяет профессионально подходить к выбору изделий для вашего применения. Высокие стандарты производства и качества элементной базы повышают уровень отказоустойчивости и эффективности изделий.

Области применения продукции SmartPower

- Гражданская авиация и космическая промышленность
- Железнодорожный транспорт и инфраструктура
- Атомная, тепловая и гидроэнергетика
- Газовый и нефтедобывающий сектор
- Автомобильная промышленность
- Телекоммуникационный сектор
- Судостроительная отрасль
- Оборонно-промышленный комплекс

Большим преимуществом источников питания SmartPower является соответствие характеристикам мировых производителей (см. табл. 1). Серия DD7A является полным аналогом источников питания Vicor серий Maxi, Mini и Micro. Обладая мощностью от 40 до 600 Вт и полным набором входных напряжений в диапазонах 2:1 и 4:1, а также широким рядом выходных напряжений от 3,3 В до 48 В, серия DD7A полностью удовлетворяет требованиям разработчиков электронных устройств в изделиях для ответственных применений.

DC/DC-преобразователи в формате Brick

Высоконадёжные DC/DC-преобразователи SmartPower для ответственных применений представлены в стандартных корпусах Full-Brick, Half-Brick, Quarter-Brick (см. рис. 1). Преобразователи от SmartPower обе-

Таблица 1. Соответствие SmartPower характеристикам мировых производителей

Бренд	Изолированные ИП		Неизолированные ИП	Фильтры ЭМС	Линейные регуляторы
	AC/DC	DC/DC			
Gaia converter	✓	✓			
Infineon (IR)		✓		✓	✓
Microsemi		✓			
Vicor	✓	✓	✓	✓	
VPT		✓	✓	✓	
SynQor	✓	✓	✓	✓	



Рис. 1. Источники питания SmartPower серии DD3A

**ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ФОРМАТА BRICK
ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ**

Соответствие
характеристикам
зарубежных производителей
высоконадёжных источников
питания Vicor, SynQor, VPT, Interpoint,
Traco Power и др.

Диапазоны входных напряжений

2:1 и 4:1

Диапазон выходных напряжений

3.3 В – 48 В

Мощность нагрузки

до **600 Вт**

КПД

до **93%**



**ПРОМТЕХ
КОМПЛЕКТ**

Представитель компании Smartpower
в Российской Федерации
АО «ПРОМТЕХКОМПЛЕКТ»
143441, Россия, Моск. обл.,
г.о. Красногорск, д. Путилково,
69 км МКАД, Бизнес-парк «Гринвуд», стр. 9
тел.: +7 (495) 721-85-00;
факс: +7 (495) 721-86-00
smartpower@ptkgroup.ru
www.ptkgroup.ru

спечивают высокий КПД преобразования во всём диапазоне выходной мощности благодаря применению современных технологий, таких как: фиксированная частота переключения, синхронное выпрямление, защита от внешних шумов и электромагнитных помех. В преобразователях постоянного тока используются передовые технологии обработки и управления энергией, компоновки для повышения производительности, гибкости, надёжности и экономической эффективности компонентов питания. Каждый модуль представляет собой шестигранный металлический корпус, защищённый от агрессивных сред. На диаграмме представлена широта линейки преобразователей в формате Brick с входными диапазонами 2:1 и 4:1.

DC/DC-преобразователи в формате Brick (рис. 2) перекрывают практически все диапазоны входных напряжений с мощностью от 50 до 300 Вт в диапазоне 2:1 (18–36 В и 100–200 В) и от 40 до 600 Вт в диапазоне 4:1 (9–36 В, 18–75 В, 40–180 В и 180–425 В).

Основные характеристики источников питания SmartPower в корпусах типа Brick:

- максимальная мощность до 600 Вт;
- диапазоны входных напряжений: 2:1–4:1;
- соответствие стандарту DOSA (опционально – иные типы исполнения);
- эффективность до 93%;
- температурный диапазон: –55... +100°C;
- стандартные корпуса от 1/16 до Full Brick;
- использование керамических конденсаторов для повышения надёжности;
- возможность параллельной работы преобразователей;
- широкий выбор выходных напряжений 3,3–48 В.

Рассмотрим популярный источник питания DD7A202-24N5M-HB (рис. 3) постоянного тока мощностью 200 Вт в корпусе Half-Brick (57,9×55,9×12,7 мм) с входным напряжением 18–40 В (50 В @ 100 мс), рядом выходных напряжений (3,3, 5, 8, 12, 15, 24, 28, 36, 48 В). Конструктивно и по расположению выводов он полностью соответствует источнику питания от компании Vicor – V24B5M200BL.

Основные параметры источника питания DD7A202-24N5M-HB представлены в таблице (табл. 2).

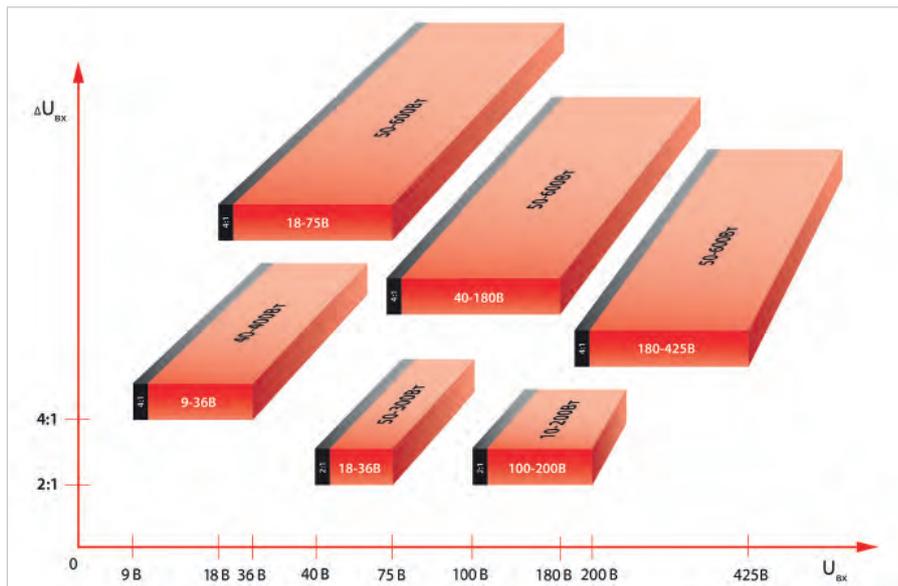


Рис. 2. Диаграмма. Линейка источников питания компании SmartPower в формате Brick



Рис. 3. Источник питания серии DD7A202-24N5M-HB

DD7A202-24N5M-HB может применяться в системах электропитания РЛС, различных бортовых системах, таких как источник питания основных узлов изделий, в системах автоматизации и в других устройствах.

В табл. 3 предоставлено руководство по составлению номера заказа (part number guide).

Температурный класс **Н** отличается от **Т** более низкой температурой хранения –40 ~ +125°C против –40 ~ +100°C. Класс **М** способен храниться при –55 ~ +125°C. Например, рас-

Таблица 2. Основные параметры источника питания DD7A202-24N5M-HB

Параметр	Мин.	Типичное	Макс.	Ед. измерения	Заметки
Выходное напряжение (Output voltage)	4,95	5	5,05	В	100% нагрузки, 25°C
Эффективность (Efficiency)	87,5	89,3		%	Номинальное напряжение, 100% нагрузки, 25°C
Пулсации (Ripple and noise)		87	130	мВ	Пик-пик, номинальное напряжение, 100% нагрузки, 20 МГц полоса пропускания
Защита от перенапряжения (OVP)	6,07	6,3	6,57	В	25°C
Рассеивание тепла (Power dissipation)		5,1	5,6	Вт	Без нагрузки
Регулирование при нагрузке (Load regulation)		±0,1	±0,4	%	Номинальное напряжение
Ток нагрузки (load current)	0		30	А	
Ограничение тока (current limit)	40,8	41	54,5	А	Выходное напряжение 95% от номинала
Ток короткого замыкания (Short circuit current)	28	41	62	А	Выходное напряжение < 250 мВ

Таблица 3. Руководство для заказа

Бренд	Тип	Серия	Мощность, Вт	Входное напряжение, В	Количество выходов	Выходное напряжение, В	Рабочая температура, °С	Корпус
D	D	7A	202	24	N	5	M	НВ
SmartPower	D: DC/DC A: AC/DC F: Filter P: PFC S: Socket	Конструктивное исполнение	501 = 50 Вт 751 = 75 Вт 102 = 100 Вт 152 = 150 Вт 202 = 200 Вт 252 = 250 Вт 302 = 300 Вт 402 = 400 Вт 502 = 500 Вт 602 = 600 Вт	18 = 9–36 24 = 18–36(40) 48 = 18–75 110 = 40–180 150 = 100–200 300 = 180–425	N = одиночный U = двойной T = тройной	3,3 5 8 12 15 24 28 36 48	T: –40 ~ +100°C H: –40 ~ +100°C M: –55 ~ +100°C	H = half-brick Q = quarter brick F = full-brick B = фланец

смотренный нами источник питания DD7A202-24N5M-НВ является преобразователем постоянного тока (DD), серии (7 A), мощностью 200 Вт (202), с диапазоном входного напряжения 18...40 В (24), одним (N) выходным напряжением 5 В (5) с температурным диапазоном от –55 до +100°С

(M) и в корпусе half-brick (H) с фланцевым креплением (B).

Преимущества SmartPower:

- наличие замен популярных и известных брендов;
- широкий спектр номенклатуры изделий;

- российское представительство. Доступны образцы продукции и техническое сопровождение проектов;
- комфортные финансовые условия;
- возможность реализации собственных проектов.



НОВОСТИ МИРА

Чипы держатся за российский рынок

Поставки в Россию процессоров современных топологий, несмотря на санкции и ограничения, в 2022 году почти не снизились. Однако у разных производителей динамика сильно отличалась. Так, поставки процессоров AMD упали вдвое, а Intel – выросли на 9%. На них пришлось 90% поставок, и участники рынка считают, что полностью заместить американские чипы аналогами не получится. При этом таможенная стоимость всех ввозимых в РФ микросхем, включая процессоры, удвоилась при снижении физических поставок на 19%. Из-за повышения цены компонентов стоимость конечного оборудования, в том числе отечественной сборки, по словам экспертов, уже поднялась на 6%.

В 2022 году в Россию поступило около 782 тыс. процессоров Intel, что на 9% больше результата 2021 года, рассказал “Ъ” собеседник на рынке электроники, ссылаясь на данные Федеральной таможенной службы (ФТС). Поставки другого американского производителя AMD, по его информации, упали вдвое, до 143 тыс. штук. Объем поставок «прочих» фирм увеличился в 2,5 раза, до 102 тыс. Какие это бренды, собеседник “Ъ” не уточнил, отметив лишь, что среди них есть китайские и корейские.

Общее число поставляемых в страну чипов с техпроцессом от 32 нм и ниже в 2022

году сократилось на 0,7%, до 1,03 млн. В ФТС “Ъ” сказали, что публикация статистики возобновлена лишь частично и «другая информация не предоставляется».

После начала военных действий на Украине иностранные производители процессоров начали ограничивать поставки в РФ, в том числе Intel, AMD и другие. Отказалась от работы с Россией и тайваньская TSMC, ключевой партнёр отечественных дизайн-центров. Позже Минпромторг опубликовал список товаров для параллельного импорта, куда вошла в том числе продукция Intel.

По словам другого источника “Ъ” на рынке электроники, также знакомого с данными ФТС, общий объем поставок всех микросхем (включая процессоры) в Россию в 2022 году снизился на 19%, до 511 т. При этом, отмечает собеседник, таможенная стоимость продукции выросла почти в два раза, до \$2,1 млрд (157 млрд руб.). По его данным, лидером в количестве поставок остаётся Intel (184 т компонентов, снижение на 7%). Также в пятёрку лидеров вошли американский Analog Devises, Texas Instruments, AMD (и принадлежащий ему Xilinx), швейцарский STMicroelectronics.

Руководитель департамента управления проектами Delta Computers Максим Терещенко объясняет высокую долю компонентов Intel тем, что их значительная часть печатается на собственных заводах компании, где «нет такой очере-

ди», как на TSMC, где производится AMD: «В результате Intel наращивает поставки по всему миру».

Источник “Ъ” на рынке электроники говорит, что в результате подорожания компонентов конечная стоимость собираемого в РФ оборудования, в котором используются иностранные чипы, увеличилась на 6%.

Но сейчас, подчёркивает собеседник “Ъ”, каналы параллельного импорта наладились, и Intel и AMD ещё долго будут оставаться на верхних строчках по объёму поставок микросхем в РФ, поскольку в основном всё востребованное в стране оборудование работает на архитектуре Intel x86, считает исполнительный директор ассоциации разработчиков и производителей электроники (АРПЭ) Иван Покровский: «Другие производители процессоров увеличивают доли, но рост от низкой базы несущественно влияет на доминирующее положение лидеров».

В сравнении с Intel и AMD остальные поставщики «выглядят карликами», согласен акционер «СМИ Холдинга» («Суверенная мобильная инициатива», отечественный производитель мобильных устройств) Александр Калинин. По его словам, другие процессоры в основном используются не в вычислительной технике, а в маршрутизаторах и другом связанном оборудовании.

kommersant.ru

Рынок контрольно-измерительного оборудования в России: работа в условиях жёстких ограничений

Руслан Тюкаев (АКМЕТРОН)

Компания «АКМЕТРОН» на рынке контрольно-измерительного оборудования с 2012 года. Команда состоит из инженеров, получивших образование в ведущих технических вузах России. В штате компании кандидаты технических наук, разработчики СВЧ-приборов и программного обеспечения (C#, MatLab, Python, C++). Квалификация сотрудников «АКМЕТРОН» позволяет решать самые сложные измерительные задачи и проектировать системы в сфере радиолокации, квантовых вычислений, радиофотоники, навигации, телекома (сети LTE-4G, 5G, 6G). В портфеле компании свыше 20 российских и мировых производителей КИП, что позволяет нивелировать риски поставок оборудования в условиях санкций. За годы работы АО «АКМЕТРОН» реализовано более 2000 проектов для крупных промышленных концернов, предприятий авиационно-космической и энергетической отраслей, ОПК, метрологических центров, научно-исследовательских и учебных лабораторий.

Мы провели интервью с Русланом Тюкаевым, директором направления контрольно-измерительного оборудования АО «АКМЕТРОН».

– Здравствуйте, Руслан. За последний год в России произошли серьёзные изменения, многие рынки оказались в условиях мощного санкционного прессинга. Скажите, насколько сильно это коснулось рынка контрольно-измерительного оборудования?

– Добрый день. Безусловно, санкции очень сильно ударили по рынку измерительного оборудования, разделив его на «до» и «после». По оценкам экспертов, рынок контрольно-измерительного оборудования в России оценивался в 300–400 млн долларов, с тенденцией к росту на 3–4% ежегодно. Основными производителями были вендоры из США, Европы и Японии – на них приходилось более 80% поставок, в остав-

шие входили производители других стран, в том числе РФ (рис. 1).

Все ключевые западные вендоры имели в России свои представительства, сервисные центры и полноценную поддержку, включая решение вопросов гарантии и метрологического обеспечения единства измерений, что в нашей сфере имеет огромное значение. Фактически это была идеальная картина мира, в которой поставка высокотехнологичных дорогостоящих приборов не вызывала практически никаких сложностей.

– И вот наступил февраль 2022 года?

– Да, после всем известных событий крупнейшие производители, а это в основном американские и европейские вендоры, ушли с российского рынка, закрыли свои представительства и сервисные центры. В глобальном масштабе для них это не такие существенные потери, так как российский рынок составляет всего 1–1,5% от мирового. В нашей же стране это привело к значительному дефициту, поскольку процесс импортозамещения в сфере высокоточного измерительного оборудования не налажен должным образом.

– Насколько кардинален уход с рынка, например, таких вендоров, как Keysight, Rohde&Schwartz, Tektronix, поставлявших Hi-End приборы? Какие аналоги сейчас имеются на рынке?

– Официально эти вендоры ушли из России, и трудно сказать, как будут

дальше развиваться события. Всё будет зависеть от политической повестки. На данный момент аналогов наиболее высокотехнологичному высокочастотному оборудованию этих вендоров практически нет. Поэтому поставки осуществляются, но только по сложным схемам параллельного импорта, что влечёт за собой множество проблем, включая увеличение времени и стоимости практически вдвое, отсутствие сервисной поддержки и локальной гарантии, к тому же всегда есть вероятность отмены заказа и потери денег. И это очень, очень большие риски. Хорошо, если у поставщика есть складской «задел», и необходимый прибор есть на складе, но по «тяжёлым» позициям такая ситуация – редкость. Все складские запасы были разобраны весной 2022 года. У приборов попроще аналоги, конечно, есть. Общий совет сейчас – при формировании потребности опираться на задачу и не закладывать функционал впрок, как делали раньше. Большинство задач закрываются доступными аналогами, в том числе и отечественного производства. Прибегать к параллельному импорту стоит лишь в исключительных случаях, когда задачу решает только конкретный прибор, и без него совершенно нельзя обойтись.

– Вы имеете в виду аналоги из так называемых «дружественных» стран?

– В том числе. Безусловно, для азиатских и тихоокеанских вендоров открылось «окно» возможностей, тем не менее на наш рынок многие из них выходят очень осторожно. Крупных игроков мирового масштаба пугает угроза вторичных санкций, ведь отчасти их бизнес ориентирован на европейские и американские рынки. Особенность таких поставок в том, что компании официально не зарегистрированы в РФ, в цепочке поставок появляется дополнительное логистическое звено в «нейтральной» стране. Соответственно имеем дополнительные временные и финансовые издержки, несопоставимые, конечно, с аналогичными при параллельном импорте, но всё же они есть. Производители настаивают на создании новых торговых марок для сокрытия оригинального бренда,



Рис. 1. Рынок контрольно-измерительного оборудования в России

т.е. приборы заново нужно вносить в госреестр, а это дорогостоящая и длительная процедура, которая в среднем занимает около года. Ещё одна проблема – отсутствие сервисных центров в РФ. Вроде по глобальной гарантии такие приборы можно вывезти на ремонт в страну, куда он формально поставлялся, но на чьи плечи должна ложиться такая дорогостоящая процедура – непонятно. Даже в случае, когда поставщик возьмёт на себя обязательства по отправке неисправного прибора, возникает вопрос – а разрешат ли вывоз высокотехнологичного оборудования из страны?

Другая категория вендоров – в основном это развивающиеся азиатские и тихоокеанские бренды – считают российский рынок крайне перспективным. Да, они создают свои представительства в России, дают локальную гарантию, у них гибкое ценообразование. Но, к сожалению, такие вендоры производят нишевые приборы общего назначения, не позволяющие решать высокотехнологичные измерительные задачи. Безусловно, у таких производителей амбициозные планы по части производства приборов высшего уровня. Но это вопрос будущего, а задачи закрывать нужно сейчас.

– А что относительно российских производителей? У них сейчас пре-красный момент для развития.

– Да, конечно, для российских производителей открылись перспективы. Но и здесь не без проблем. Как правило, приходится говорить о частичной локализации производства в России, порядка 30–80%. К тому же имеется ряд особенностей: ограниченный продуктовый ряд (например, компания производит только анализаторы цепей или только анализаторы спектра, но не имеет в портфеле оборудования для решения комплексных задач). Зависимость от импортных компонентов, длительный период вывода продукта на рынок, ограниченные производственные мощности и неготовность к массовому производству, значительное отставание по программным приложениям – важные факторы, определяющие низкую скорость развития отечественных брендов. Но за последний год мы видим подвижки в положительном направлении: многие бывшие сотрудники западных брендов перешли в отечественные компании. Их опыт и знания реальных потребностей заказчиков позволили существенно ускорить процесс замещения. В свою очередь, наша компания, имея в портфеле большое количество произво-

дителей, проектирует комплексные системы, где сочетаются решения отечественных и, например, китайских производителей. Так, мы собрали и успешно запустили систему на базе ВАЦ «Планар» с модулями расширения частоты из Поднебесной. В результате имеем систему векторного анализатора цепей, перекрывающую диапазон до 170 ГГц. И это не предел.

– Резюмируя, как сейчас, по прошествии года, выглядит российский рынок измерительного оборудования?

– В данный момент азиатские вендоры, по нашим оценкам, уже заняли более трети рынка с явной тенденцией к росту. При этом, вопреки нашим ожиданиям, доля поставок по параллельному импорту достаточно высока и сопоставима с долей азиатских вендоров. Это связано в первую очередь с тем, что заказчики не понимают всю сложность работы по ПИ, не видят рисков. До сих пор бытует мнение, что всё как раньше, только дороже. Масла в огонь подливают недобросовестные поставщики, которые утверждают, что никаких проблем нет, тем самым вводя заказчиков в заблуждение.

С меньшей скоростью развивается российское производство, отечественные приборы на данный момент могут решить порядка 10–15% измерительных задач. И остаётся огромная проблема в виде «незакрытого спроса» – около четверти рынка. Это высокотехнологичные задачи, решаемые дорогостоящим оборудованием, или сложные системы, камеры, где запуск решений производится под авторским контролем производителя: так называемый «шеф-монтаж». Такие задачи пока не закрыты (рис. 2).

– Как бы Вы рекомендовали сейчас действовать при заказе оборудования, чтобы максимально избежать рисков и решить при этом высокотехнологичные задачи?

– Как я уже говорил, главное сейчас – отталкиваться от актуальных задач и формировать спецификацию, избегая по возможности параллельного импорта.

Также сейчас необходимо крайне ответственно подходить к выбору поставщика оборудования. За последний год появились «серые» компании-однодневки, обещающие беспрепятственную поставку любого прибора, которые получают аванс, после чего просто испаряются. Если кто-то вам обещает лёгкую и быструю поставку импортного оборудования – это ложь. В данный момент



Рис. 2. Структура российского рынка контрольно-измерительного оборудования

любая поставка из-за границы сопряжена с множеством проблем.

Требуйте подтверждения опыта поставок аналогичного оборудования, проверьте финансовую устойчивость компании, обращайтесь в склад, имеются ли демо-зона и специалисты, разбирающиеся в оборудовании. Эти вопросы сейчас первостепенны. У нас было несколько случаев, когда к нам приходили заказчики после таких сомнительных поставок от сторонних компаний и говорили: «Нам поставили прибор, но он не работает, потому что там нет опций, которые нам нужны». И такое сейчас сплошь и рядом. Поэтому нужны только проверенные поставщики с многолетним опытом работы и подтверждённой репутацией на рынке.

Следующий важный момент при заказе оборудования – закладывайте дополнительное время на поставку, поскольку изначальный срок может увеличиться по не зависящим от поставщика причинам.

И ещё один немаловажный момент – фиксировать все риски в контракте. Поскольку сейчас произойти может всё что угодно, санкции до сих пор не признаны форс-мажором, поэтому необходимо все возможные риски, включая отмену поставки по не зависящим от сторон причинам, оговорить и прописать заранее. Это в интересах и заказчика, и поставщика. Вот, наверное, самые главные моменты, на которые стоит обратить пристальное внимание.

– Руслан, благодарю за беседу, за Вашу экспертную оценку рынка и рекомендации для наших читателей. Надеемся, они помогут избежать «подводных камней» при заказе оборудования.

– Спасибо и Вам за это интервью, в котором подняли такие острые темы. Надеюсь, что мои ответы будут полезны читателям и помогут быстрее адаптироваться к новым правилам игры.



Реализация цифрового и промышленного суверенитета страны: возможности и перспективы

Борис Спиридонов

К числу первых чётких сигналов от правительства на построение цифрового суверенитета можно отнести действия по созданию отечественного дистрибутива Linux ещё в 2010 году. Безусловно, модули специального назначения для работы с криптографией и «Software Security» объективно нуждаются в тщательной перепроверке и постоянной поддержке со стороны доверенных отечественных разработчиков. Вместо затрат на создание целого дистрибутива ресурсы можно было бы сконцентрировать на пакетах специального назначения и улучшении уже имеющегося в свободном доступе программного обеспечения. Такой подход обеспечил бы больше пользы для человечества в целом без потерь для нашей страны.

В своё время формат Open Source, как явление, получил распространение и вышел за рамки инициативы энтузиастов именно как средство предотвращения чьей-либо монополии. Но такой подход к созданию цифрового продукта лишает представителей правящих элит контроля над сущностями, что не отражает их интересы. По этой причине Open Source, как таковой, сможет занять лидирующие позиции, лишь когда к пользователям придёт осознание тупиковости попыток развивать технологии, основанные на проприетарных решениях.

Задание вектора реализации важных стратегических инициатив через удовлетворение личных интересов представителей правящих элит мы сейчас можем видеть в секторе программных инструментов для всех областей наукоёмкой деятельности. Это ситуация, когда вполне разумный постулат о сокращении параллельных разработок в пользу повторного использования превращён в план по повышению прибыльности частных закрытых коммерческих продуктов. Да, это продукты дружественных России корпораций, но это всё ещё закрытые продукты частных корпораций.

Многие критиковали Open Source-продукты за найденные в них уязвимости и закладки, но никто при этом не высказывал благодарность за открытый доступ к содержимому продукта, позволяющий всё это обнаружить.

Что содержат в себе проприетарные продукты, мы не можем даже узнать. Невозможно их изучать, модернизировать или адаптировать.

Не так давно можно было наблюдать истории со многими ресурсами в сети, когда прошла не первая, но очередная по счёту волна агитации за использование отечественных аналогов по размещению видео- и другого контента. Мои опасения связаны с действиями по продуцированию количественных копий в ущерб качественным переходам.

Уже сейчас Россия обладает достаточным научно-техническим потенциалом, чтобы развивать существующие, открытые и доступные всем решения и концепции, обеспечивающие превосходство такого уровня, когда применение распространённых сейчас методов цифрового насилия будет математически невозможно.

Я говорю о развитии и применении в широкой практике технологий, не имеющих возможностей к захвату или отключению без получения критического ущерба самим агрессором. При таком подходе у всех партнёров просто не останется другого выбора, как сотрудничать в векторе совместного развития.

Такой подход позволяет не расходовать ресурсы на копирование или переименование, как это было во время предыдущих волн обострения мировой конкуренции. Мы остаёмся

открытыми миру, избегая последствий самоизоляции, и не рискуем впасть в зависимость от кого-либо. Цифровой суверенитет каждого из партнёров в такой ситуации обеспечивается самим продуктом и является его неотъемлемой частью, не требуя дополнительных механизмов и затрат.

Цена, которую за это придётся платить, – это необходимость самостоятельно содержать собственные производящие мощности. Но цена владения единицами хранения цифровой информации и вычислительной мощности продолжает ежегодно снижаться. Так что в долгосрочной перспективе такая стратегия будет становиться только выгоднее.

Таким образом, я уверен, что применение децентрализованных распределённых продуктов с открытым исходным кодом и свободной лицензией в сочетании с уже имеющимися у России интеллектуальными ресурсами может обеспечить цифровой суверенитет не только самой России, но и всех её партнёров, готовых к такому открытому сотрудничеству.

Неравномерность технического уровня реальных производств, особенно за пределами Московского региона. Значимость, масштабы проблемы и пути решения

Много говорят о дефиците технических кадров во всех секторах. Это очевидные последствия событий 90-х годов прошлого столетия, которые настигли нас с вполне прогнозируемой отсрочкой. Поэтому такую ситуацию нельзя назвать неожиданной или удивительной.

В этой связи меня беспокоит смещение фокуса государства с фундаментальной науки к прикладной. Прикладная наука вполне резонно является интересом крупного бизнеса, и в таком смещении можно усмотреть лоббирование личных интересов правящих элит. Фундаментальная

же наука может успешно развиваться только под зонтиком государственной поддержки.

Заявленный кадровый голод на деле никак не выражается в состоянии рынка труда. Несмотря на уже достигнутые объективные результаты по снижению финансовой нагрузки на бизнес, роста оплаты труда и условий для технических специалистов реального сектора экономики не произошло. Работодатели по-прежнему пытаются закрывать вакансии на условиях пятилетней давности. Это несёт риски дальнейшего оттока опытных специалистов из своих отраслей и роста разочарования от неоправданных ожиданий у молодых.

Такая динамика неизбежно заканчивается схлопыванием целых областей знаний, что способно привести к волнообразному срыву проектов по обеспечению суверенитета страны.

Сектор чистого ИТ уже достиг предела насыщения, и внутренняя конкуренция вынуждает специалистов искать возможности в смежных областях, в том числе и в современной информационноёмкой промышленности, где им сильно не хватает инженерных навыков и знаний, что приводит к применению неуместных решений, а порой и просто профанации.

На роботизацию в неявном виде часто возлагаются задачи всех предыдущих пропущенных этапов цикла развития предприятия. Это связано с физической невозможностью выполнить качественную роботизацию без проведения предварительной механизации и автоматизации предприятия, формализации и алгоритмизации бизнес-процессов. Такой проект всегда будет идти с превышением бюджетов и сроков, а часто просто обречён на провал. Ситуация эта тем критичнее, чем выше бюджет таких проектов.

По структуре поступающих от заказчиков запросов можно очень чётко отследить, на каком уровне развития производства находится каждый из них. Очень часто, получая запрос формально на роботизацию, дигитализацию и Smart Factory, фактически приходится иметь дело с запросом не на роботизацию, а на автоматизацию полного хаоса или ручного управления без какого-либо намёка на бизнес-процессы. А критерии заказчика по оценке предлагаемых вариантов решения находятся на уровне перехода к механизации. Такие маркеры всегда одно-

значно говорят об уровне зрелости бизнеса в организации заказчика.

Административные вопросы часто связаны с датами создания предприятия. Решение этих задач всегда лежит в плоскости людей, а не машин. И грамотные подходы к этому вопросу являются темой для отдельного обсуждения.

Техническая часть ситуации вполне предсказуемая и коррелирует с географическим положением предприятия относительно промышленных и финансовых центров страны. Чем дальше предприятие расположено от индустриальных центров, тем ниже его технический уровень, но кривая этого снижения нелинейна. Высококвалифицированный труд за пределами мегаполиса оплачивается так же или даже ниже, чем низкоквалифицированный внутри мегаполиса. Сопутствующие факторы, такие как материально-техническое обеспечение условия труда и качество жизни, только усугубляют положение дел. Физическая нехватка кадров очень заметна. Сам по себе дефицит кадров был достаточным фактором для проявления интереса со стороны заказчиков ещё до последней волны эпидемии. А после неё встало в число ключевых факторов принятие решения о роботизации. Требования по надёжности, отказоустойчивости, взаимозаменяемости, самодиагностике и удалённой настройке на самом деле вполне обоснованы в условиях нашей объективной реальности.

Мы с коллегами всегда стараемся максимально открыто донести до заказчика наше видение его ситуации и те точки, в которых мы можем оказать ему помощь, а с чем ему следует разобраться самому.

Например, многие запросы приходится отправлять на доработку из-за банального отсутствия у заказчика необходимых исходных данных.

Нередки ситуации, когда запрос к нам становится отправной точкой для появления на предприятии планов цехов или архивов с технической документацией на существующее оборудование. А заказчик рассчитывал на ускоренное развёртывание нового роботизированного комплекса переработки продукции в середине своей производственной цепочки, внедрение автоматического контроля качества, сбор и хранение агрегированных данных в режиме реального времени с выходом на их предиктивную ана-

литику, при этом сохраняя уверенное желание получить готовый комплекс индивидуальной разработки, учитывающий все его пожелания по цене даже не стандартного изделия, а просто по цене основных компонентов.

Ещё существуют упорные ожидания, что специалист сразу в нескольких технических областях со знанием минимум двух человеческих языков и ещё нескольких языков программирования согласится вместо уровня комфорта, предоставляемого в классическом ИТ, работать в неблагоприятных, а зачастую и просто вредных условиях труда без дополнительных компенсаций.

Доля добавленной стоимости и объём разовых работ, лежащих на себестоимость единицы изделия при создании уникальной разработки или сильной кастомизации типового изделия под нестандартные требования заказчика, тоже очень высоки.

Все эти затраты неизбежно ложатся на плечи заказчика.

Вместе с тем в последнее время всё чаще приходят запросы на поставку довольно стандартного варианта изделия с согласием подстроиться под необходимые для этого условия. Такое положение дел можно встретить при работе с совсем новыми предприятиями, образованными недавно. У них ещё нет объёмов накопленной устаревающей материально-технической базы, в которую вложены ресурсы, и нет необходимости учитывать обратную совместимость с ней. А молодой персонал ещё не сформировал установившийся уклад и не приобрёл инертность.

Предприятия крупного бизнеса, как правило, сильно зарегулированы и имеют достаточно собственных специалистов, что обеспечивает более проработанные запросы с их стороны. Но и требования у них тоже выше.

Отсутствие альтернатив выбывшей продукции иностранных вендоров в промышленной автоматизации. Китай нам поможет?

Хотя для компьютеров на архитектуре PC у нас есть минимальный жизненно необходимый объём независимых инструментов, в секторе мобильных устройств все мы в явном виде зависим от проприетарных решений частных корпораций. К чему такая зависимость приводит, все уже убедились во второй половине 2022 года.

Ситуация в секторе промышленных компьютеров и автоматики известна куда меньшему кругу людей. Это область узких специалистов. Но ситуация там хорошо описывается предыдущим примером.

На сегодняшний момент у России есть отечественные решения, позволяющие обеспечить стабильную работу действительно критически важных промышленных объектов. Но они таковы, что применение их в задачах с ограничениями на бюджет, сроки и необходимое для их работы обеспечение уже невозможно по экономическим соображениям.

Отечественные решения для совершенно не критичных вопросов автоматики тоже существуют, хотя и реализованы на импортной компонентной базе. Но их надёжность, стабильность и другие технические параметры не позволяют их применять в большинстве задач, связанных с реальными промышленными запросами. Нельзя утверждать, что между этими двумя полюсами абсолютная пропасть, но дефицит пригодных продуктов критически острый. В некоторых аспектах мы столкнулись с невозможностью сколь-нибудь оперативного перехода на доступные варианты альтернатив.

Постоянный узкий фокус на применении эффективных в краткосрочной перспективе решений приводит к сильной связанности всех созданных в такой парадигме наработок с конкретными вендорами. Сильная зависимость от конкретных вендоров или даже моделей компонентов является неизбежным следствием оптимизации расходной части при разработке конечного изделия.

Для избежания такой ситуации необходимо накладывать на разработку дополнительные требования по применению только открытых и общепринятых стандартов и технологий. При этом чем более узок и специфичен профиль выбывших компонентов, тем острее стоит вопрос замещения.

Например, ситуация с современными электропневматическими компонентами, применяемыми в робототехнике, стоит настолько остро, что у дружественных партнёров аналогов к выбывшим компонентам просто нет. И на сегодняшний день единственный возможный вариант – это параллельный импорт.

Таким образом, этот вопрос требует серьёзного внимания. Мы не сможем

решить задачи технического перевооружения для обеспечения суверенитета страны без закрытия этого разрыва.

Азия вообще, и Китай в частности, – это общности людей с ментальностью иной по отношению к русской. Иными словами, Китай не упустит своей выгоды в сложившейся ситуации, в этом у меня сомнений нет. Но подход, заключающийся в смене одной зависимости на другую, в моём понимании не является решением вопроса. Это только отсрочка вполне очевидного исхода.

Выход я вижу не в расходовании ресурсов на создание всего и вся в границах той или иной территории, а в реализации таких технических решений, монополизация которых кем-либо была бы математически невозможна. Ни одному из партнёров нет нужды опасаться закладок другого партнёра, когда наличие таких закладок ударит по всем партнёрам разом и с одинаковой силой.

Человечество уже достаточно развилось, чтобы любая общность плотно зависела от последствий собственных действий сама по себе, без участия других. Остаётся только принять этот факт и научиться жить в этом новом мире.

Я глубоко убеждён, что для системного решения вопроса суверенитета всех партнёров с сохранением возможности к обмену знаниям и опытом, а значит, развития, Hardware тоже может и должен быть Open Source.

Реальная доступность мер поддержки и осведомлённость о них предпринимателей. Действия (бездействие) государства по поддержке рынка: верной ли дорогой пытаются вести нас чиновники?

Если для начала реальных действий нам понадобился переход к мобилизационной экономике, значит, ситуация была действительно критической, и дальнейшее применение прежнего подхода только усугубило бы положение.

Сейчас можно совершить реальные положительные действия, а не говорить о светлом будущем когда-то потом. Многие механизмы уже были созданы при предыдущих волнах обострения, но заработали они именно сейчас.

Я вижу причину в изменении подходов к практике их применения. Общий вектор сместился от формального исполнения предписаний к дости-

жению конечного целевого результата. От концентрации на взыскании к стимуляции социально поощряемых действий. Основой для метрик становятся результаты реальных действий, а не риторика. Именно такие подходы генерируют больший результат в долгосрочной перспективе. И это то, чего, на мой взгляд, не хватало в применении уже имеющихся механизмов на предыдущих итерациях.

Всё это хорошо видно по изменению подхода к предоставлению государственных услуг, когда изменения происходят не равномерно, а скачкообразно при каждой новой волне обострения мировой конкуренции. Сейчас начали происходить именно качественные изменения. Мы движемся от подхода принуждения к подходу поощрения.

Рост числа штрафов и сборов приводит только к росту затрат на их получение. Уже давно выведен порог в 10% на суммарный объём поборов, которые бизнес готов нести. Превышение такого порога экономически оправдывает применение механизмов избегания, а всё экономически оправданное будет совершаться: такова природа человека.

Сокращение налога на добавленную стоимость сейчас – это именно тот реальный сигнал, который и нужен был бизнесу для смещения фокуса к современному наукоёмкому сегменту экономики. Любые призывы, требования или обещания чего-то когда-то потом будут пустыми словами без последствий. Только реальные действия могут породить стабильный и долгосрочный результат.

Сохранение такого вектора сигналов от правительства к бизнесу неизбежно обеспечит развитие экономики, производящей реальные продукты, без которых любые, даже самые развитые сервисы не будут иметь никакого действительного эффекта.

У крупного бизнеса, как правило, достаточно и материальных, и административных ресурсов для решения своих вопросов. А корни основных проблем таких структур находятся внутри корпоративного контура и во многом обусловлены издержками пирамидальной иерархической структуры современной корпоративной модели.

Малый бизнес без активной поддержки государства будет расти слишком медленно для долговременного обеспечения питающей среды конкурентоспособности России в условиях нарастающей мировой конкуренции.

Поэтому я очень радостно приветствую применение возможностей цифровой эпохи и проактивного подхода к реализации государственных сервисов.

Необходима автоматизация работы государственной системы, автоматическое применение вычетов и льгот для конкретного предпринимателя по его предварительному акцепту, а не масштабирование сайтов с их переименованием в площадки, сервисы и платформы. Долгое время бизнес нуждался в движении государства именно в этом направлении. И живых результатов этого движения всё ещё критически не хватает.

Реальная рабочая неделя предпринимателя в малом бизнесе около 60 часов. У человека может физически отсутствовать возможность ознакомиться со всеми возможностями, предоставляемыми существующими сервисами и платформами. Время пассивного подхода, когда государство ограничивается только предоставлением возможности, а остальное – задача и ответственность предпринимателя, безвозвратно прошло.

Настоящая конкуренция на рынке достигла такого уровня, что у малого

и среднего бизнеса просто не остаётся ресурсов для самостоятельного отслеживания потенциальных возможностей, предоставляемых со стороны государства.

Нас всех раздражают информационные рассылки настолько, что автоматика по защите от них уже стала вопросом цифровой гигиены. Наличие такой автоматике – это уже стандарт де-факто, без которого цифровой продукт не воспринимается как серьёзный. Мы воспринимаем проактивную автоматике, которая сама выявляет и маркирует нежелательный контент, как норму. А ситуация, когда государственные сервисы сами фильтруют предоставляемые для предпринимателя возможности, принимают уже доступные варианты и предлагают чёткие планы с оценкой затрат для возможных к применению вариантов, всё ещё воспринимается как научная фантастика.

Разумеется, первичная настройка и предоставление акцептов в таком подходе неизбежны. Контроль и свободное волеизъявление человека не могут быть нарушены. Но однократные вложения времени на первичную настройку – это разовые затраты, а не постоянные издержки.

Государственным сервисам для начала движения к проактивному подходу понадобился переход к мобилизационной экономике. Это очень позитивный сдвиг, но система в целом всё ещё остаётся пассивной к гражданину, хотя в современном постиндустриальном мире именно гражданин является источником ресурсов для государства.

В этом процессе очень важно применение открытых, свободных и децентрализованных инструментов, чтобы исключить лоббирование частных интересов тех или иных элит. В противном случае эта итерация рискует повторить судьбу предыдущих.

В качестве примера можно взять реализацию цифрового документооборота. Криптографические подписи не должны быть завязаны на дополнительное программное обеспечение, тем более проприетарное.

Хотя формально декларируется отсутствие монополии, но на практике у нас нет даже трёх конкурирующих между собой инструментов для этой задачи. А поддержка платформ и операционных систем имеет тенденцию к сужению. ©



OLED-дисплей Raystar



Специсполнение по ТЗ заказчика



Прозрачные модели





АВТОМОБИЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА • СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ • ИЗМЕРИТЕЛИ МОЩНОСТИ • БЫТОВАЯ ТЕХНИКА • МЕДИЦИНСКИЕ ПРИБОРЫ

Характеристики

- Яркость экрана до 150 кд/м² обеспечивает считывание изображения при ярком солнечном свете
- Высокая контрастность 10 000:1
- Широкий угол обзора до ±175°
- Цвет свечения: жёлтый, зелёный, красный, белый, синий
- Формат изображения:
122×32, 128×64, 240×64, 256×64 и 96×64 точки

- Низкая потребляемая мощность 10 мА (схемы управления – токовые)
- Светоэмиссионная схема: не требуется система подсветки
- Короткое время отклика: 10 мкс при температуре +25°C
- Широкий диапазон рабочих температур от –40 до +80°C
- Малая толщина модуля дисплея, небольшой вес
- Срок службы: 50 000 ч для белого и синего цвета; 100 000 ч для жёлтого, зелёного, красного цветов



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

(495) 232-2522 • INFO@PROCHIP.RU • WWW.PROCHIP.RU





ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

2023

100% РОССИЙСКАЯ КОМПАНИЯ



ЗАКАЗНЫЕ РАЗРАБОТКИ

Разработка электронного оборудования по ТЗ заказчика в кратчайшие сроки

- Модификация КД существующего изделия
- Разработка спецвычислителя на базе СОМ-модуля
- Конфигурирование модульного корпусированного изделия
- Сборка магистрально-модульной системы по спецификации заказчика
- Разработка изделия с нуля



КОНТРАКТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

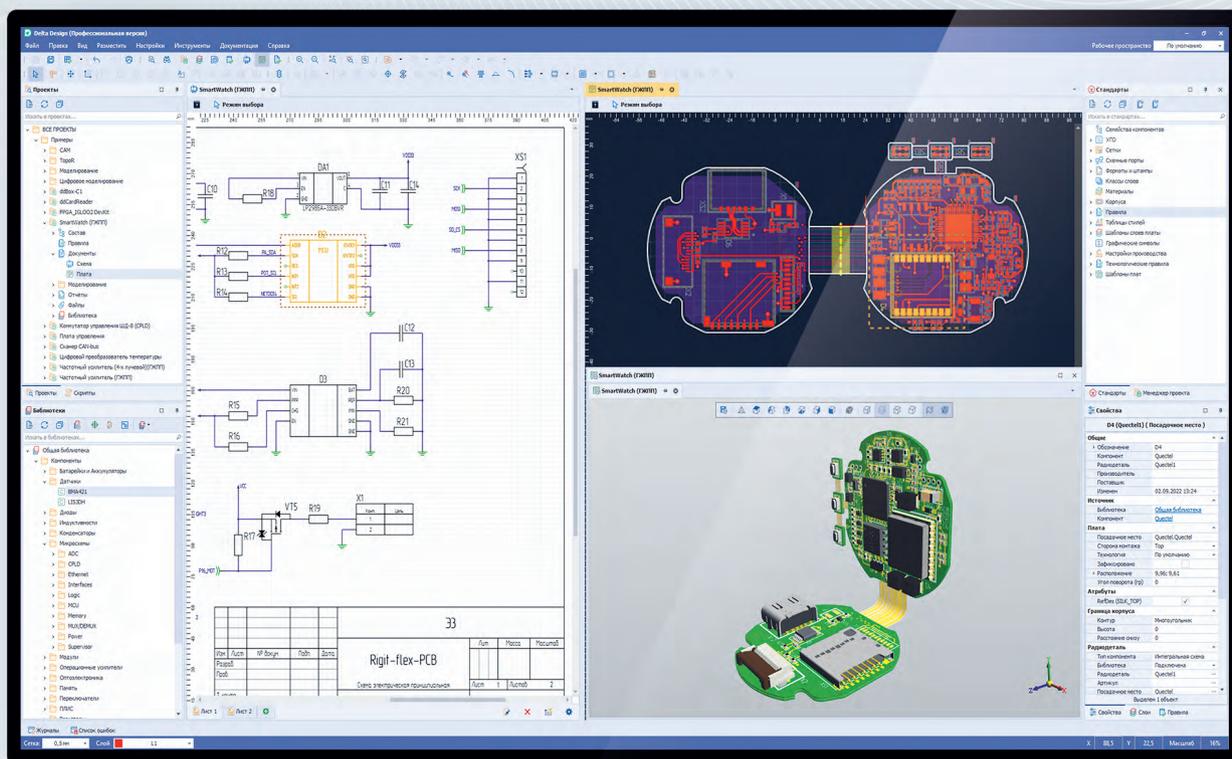
Контрактная сборка электроники уровней: модуль / узел / блок / шкаф / комплекс

- ОКР и технологические консультации
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Комплектование производства отечественными и импортными компонентами и материалами
- Поддержание складских запасов РЭК и материалов, контролирование жизненного цикла комплектующих
- Серийное плановое производство
- Тестирование и испытания изделий
- Гарантийный и постгарантийный сервис



DeltaDesign 3.7

Новая версия российской САПР электроники



Импорт проектов
из САПР Altium Designer



Расширены возможности
интеграции с PLM - системами



Обновлены редактор плат Right PCB, топологический трассировщик TopoR,
механизм импорта/экспорта DXF и экспорта Gerber - файлов

Чтобы получить консультацию по новой версии и внедрить САПР Delta Design
на вашем предприятии, обратитесь к специалистам Эремекс

