

1'2021

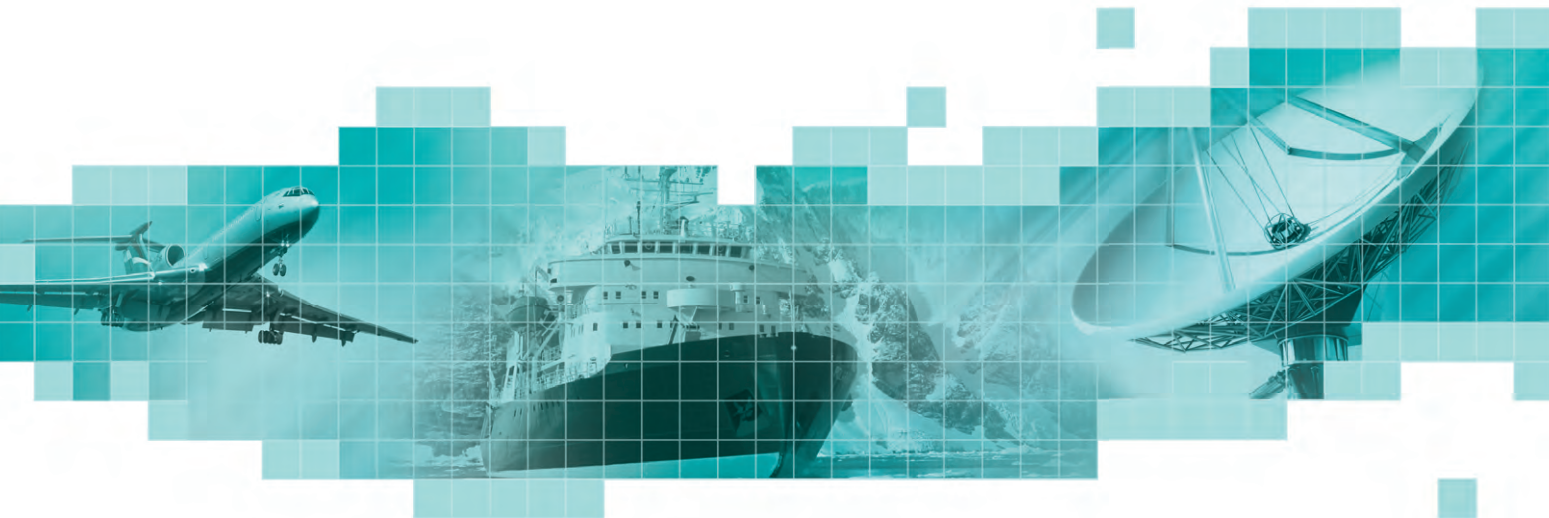
ЭЛЕКТРОННАЯ  
ВЕРСИЯ НА САЙТЕ**СТА**СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.CTA.RU

**SENSORIK 4.0:**

второе дыхание канбана

**ЗОНА ПОКРЫТИЯ:**надёжный Wi-Fi для промышленной  
автоматизации**ЗНАКОМЫЕ ВСЁ ВЕНЫ:**PLUSOpenVein Toolkit упрощает  
биоидентификацию**ИюТ НА ЖЕЛЕЗНОЙ  
ДОРОГЕ:**автоматизация подвижного состава  
в партнёрстве с nVent SCHROFF**ОТ PLC ДО PAC:**развитие вычислительных  
платформ для Интернета вещей



## CompactPCI ■ Компьютеры специального назначения

Блочные корпуса с различными механическими характеристиками, в том числе с ударопрочностью до **25g**

Эффективное электромагнитное экранирование

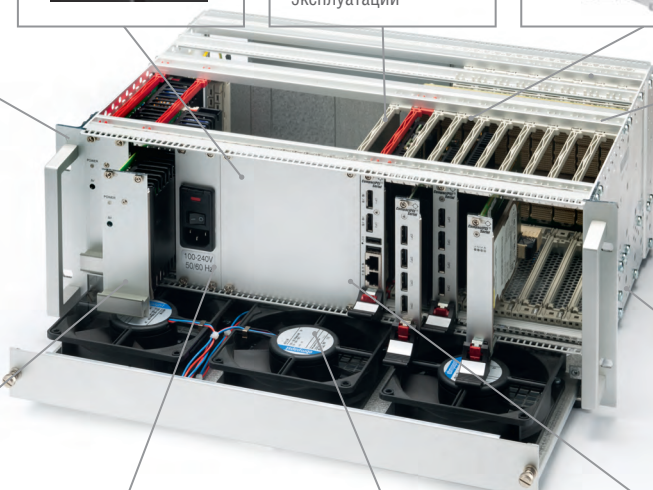
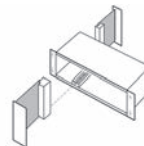


Процессорные модули PICMG 2.0, 2.16, 2.30; CPCL-S.0 (Serial) на различных процессорных платформах AMD и Intel для работы в жёстких условиях эксплуатации

Кросс-платы и модули расширения PICMG 2.0, 2.16, 2.30, CPCL-S.0 (Serial)



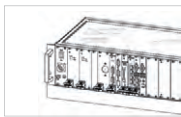
Подключение модулей тыльного ввода-вывода



Источники питания одинарные или резервированные: встраиваемые или в виде сменных блоков



Панели ввода с клеммами заземления и разъёмами питания разных типов



Вентиляторы с возможностью «горячей» замены. Система охлаждения, в том числе с кондуктивным отводом тепла



Лицевые панели универсальные и заказные для вставных блоков

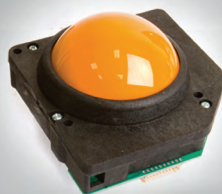


Различные габариты и варианты компоновки





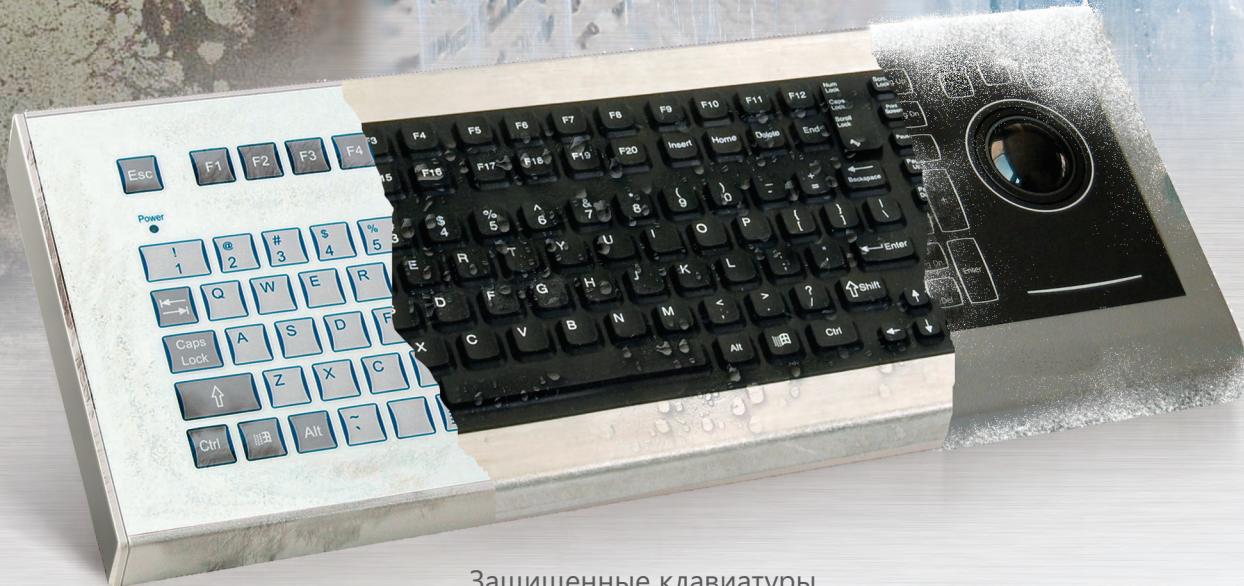
Водонепроницаемые  
мыши



Механические  
и лазерные трекболы



Промышленные  
тачпады



Защищенные клавиатуры

## УСТРОЙСТВА ВВОДА ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ



- Множество вариантов исполнения и установки
- Различные варианты интерфейсов, в том числе беспроводных
- Степень защиты до IP68
- Устройства, соответствующие IEC 60945
- Опциональная регулируемая подсветка
- Возможность кастомизации

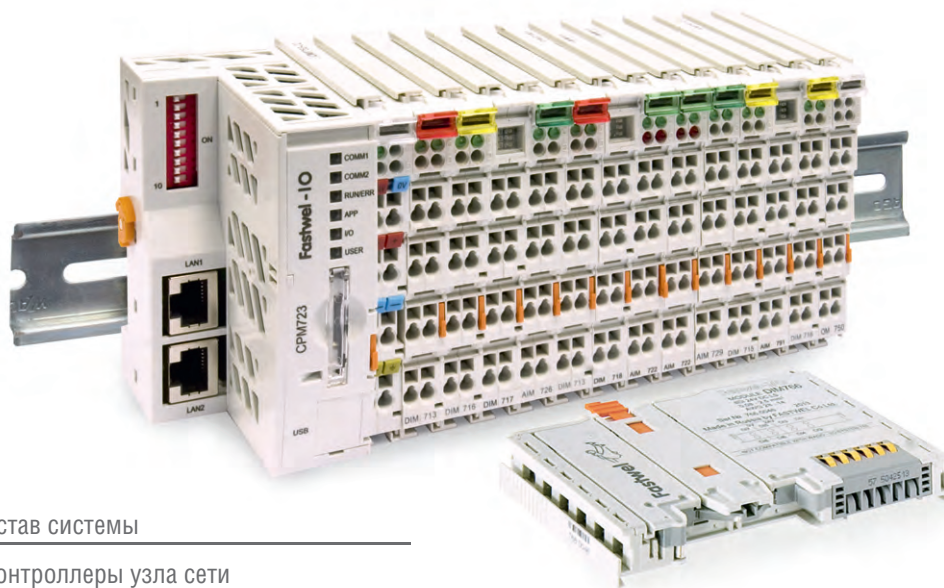


# Распределённая система ввода-вывода **FASTWEL I/O**

МОРСКОЙ РЕГИСТР  
ПОЖАРНЫЙ СЕРТИФИКАТ  
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ  
РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

-40...+85°C

95%



## Состав системы

- Контроллеры узла сети
- Модули:
  - дискретного ввода-вывода
  - аналогового ввода-вывода
  - измерения температуры
  - сетевых интерфейсов

## Модульный программируемый контроллер

- Процессоры 500/600 МГц
- Встроенный и внешний флэш-накопители объёмом до 32 Гбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CODESYS
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода-вывода с контролем целостности цепей



CPM711

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



CPM712

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485



CPM713

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet



CPM723

- Протоколы передачи данных Modbus TCP/RTU
- Сетевой интерфейс 2xEthernet





Производственно-практический журнал  
«Современные технологии автоматизации»

Главный редактор С.А. Сорокин

Зам. главного редактора Л.И. Турок  
Редакционная коллегия А.П. Гапоненко,  
А.В. Головастов,  
В.К. Жданкин,  
К.В. Кругляк,  
В.М. Половинкин,  
Д.П. Швецов,  
В.А. Яковлев

Дизайн и вёрстка А.Ю. Хортова  
Служба рекламы И.Е. Савина  
E-mail: savina@soel.ru

Учредитель и издатель ООО «СТА-ПРЕСС»  
Генеральный директор К.В. Седов  
Адрес учредителя, издателя и редакции:  
Российская Федерация, 117437, Москва,  
ул. Профсоюзная, дом 108, эт. техн., пом. № 1, ком. 67

Служба распространения А.Б. Хамидова  
E-mail: info@cta.ru  
Почтовый адрес: 119313, Москва, а/я 26  
Телефон: (495) 234-0635  
Факс: (495) 232-1653  
Web-сайт: www.cta.ru  
E-mail: info@cta.ru

Выходит 4 раза в год  
Журнал издаётся с 1996 года  
№ 1'2021 (98)  
Тираж 10 000 экземпляров

Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати  
Свидетельство о регистрации № 015020 от 25.06.1996  
Подписные индексы по каталогу «Урал-Пресс» – 72419, 81872  
ISSN 0206-975X

Свободная цена

Отпечатано: ООО «МЕДИАКОЛОР»  
Адрес: Москва, Сигнальный проезд, 19, бизнес-центр Вэлдан  
Тел.: +7 (499) 903-6952

Перепечатка материалов допускается  
только с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы  
несут рекламодатели.

Материалы, переданные редакции,  
не рецензируются и не возвращаются.

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Мнение редакции не обязательно  
совпадает с мнением авторов.

Все упомянутые в публикациях журнала  
наименования продукции и товарные знаки являются  
собственностью соответствующих владельцев.

©СТА-ПРЕСС, 2021

Фото для первой страницы обложки  
©zorazhuang | istockphoto



## Уважаемые друзья!

«Истина не тускнеет от повторения», – так говаривал знаменитый Ходжа Насреддин. Вот и мы в который уже раз повторяем: безопасность в нашем мире важна как никогда. Открывает номер «СТА» 1/2021 статья о платформе распознавания вен на основе анализа рисунка кровеносных сосудов пальцев и рук человека. Программный пакет распознавания вен PLUSOpenVein Toolkit включает в себя доступный набор биометрических данных и комплекс инструментов для обработки изображений, позволяющих успешно использовать данную платформу для реализации надёжной биометрической идентификации и обеспечения соответствующего метода доступа.

В обзорах, публикуемых в этом номере «СТА», представлены защищённые ноутбуки компаний Dugabook и Panasonic, а также средства человеко-машинного интерфейса. Рассматриваемые компьютеры, по сути, – защищённые мобильные вычислительные комплексы для широкого спектра ответственных применений в полевых условиях. Приведённые в статье результаты эксплуатационных испытаний обоих ноутбуков помогут читателям сделать оптимальный для своих задач выбор. В прошлом номере «СТА» была напечатана первая часть статьи о промышленных устройствах ввода для экстремальных условий эксплуатации. Сейчас в продолжение темы мы публикуем статью об особенностях защищённых моделей клавиатур, мышей, трекболов и джойстиков для промышленного применения.

Решение любых задач промышленной автоматизации сейчас вряд ли возможно без сетевых технологий, в том числе беспроводных. Мы расскажем о том, как с помощью Wi-Fi-сетей реализованы промышленные проекты по контролю загрузки песка и щебня, отслеживанию процесса заправки резервуаров ГСМ. Статья проиллюстрирует создание комплексной зоны покрытия производственного цеха. Специализированные решения компании nVent SCHROFF пригодятся для модернизации и цифровизации железнодорожной инфраструктуры с использованием технологий беспроводной связи 5G и промышленного Интернета вещей. Они помогут компактно разместить электронное оборудование на подвижном составе железных дорог, обеспечив комплексную защиту электроники от неблагоприятных воздействий.

Эволюция контрольно-измерительных систем – наиболее яркий пример торжества концепции Индустрии 4.0. Компания Pepperl+Fuchs развивает собственное направление по созданию умных решений, названное Sensorik 4.0. Прочитав статью, вы узнаете не только о применении испытанных временем принципов канбана в современной автоматизации, но и о том, как повысить эффективность и качество, казалось бы, доведенных до совершенства производственных процессов благодаря технологии цифровых двойников. Для решения задач автоматизации зачастую необходимы точные и надёжные датчики усилия, веса, момента, деформации, перемещения, ускорения. И здесь на помощь приходит компания SCAIME. Её продукция находит применение в производстве продуктов питания и напитков, в горнодобывающей промышленности, в обработке металлов и минералов, в химической промышленности, в утилизации отходов, а также в таких сложных и ответственных сферах, как аэрокосмический и фармацевтический секторы. Тему мер и весов продолжают статьи, посвящённые методикам определения эффективных значений напряжений и токов, а также измерения температур термодатчиками различных типов на примере устройств компании Dataforth.

PLC или PAC: какие аппаратные платформы станут наиболее востребованными завтра в сфере промышленного Интернета вещей? Какой промышленный контроллер необходим для построения систем противоаварийной защиты, чтобы не допустить возникновения нештатной ситуации? Как защитить устройства Интернета вещей, подключённые к облачным сервисам? Как обеспечить конфиденциальность и физическую безопасность? Ищите ответы на эти вопросы в материалах журнала.

Всего вам доброго!

*Сорокин*

С. Сорокин



Скачайте материалы:  
[tp.prosoft.ru/cta-1-2021](http://tp.prosoft.ru/cta-1-2021)

# СОДЕРЖАНИЕ 1/2021

## ОБЗОР

### ТЕХНОЛОГИИ

#### 6 Платформа распознавания вен с открытым исходным кодом. Часть 1

Дмитрий Швецов

Доступный инструментальный распознавания рисунка сосудистого русла вен является одним из основных требований для применения в промышленности и проведения исследований. В настоящее время наиболее полный инструментальный распознавания вен конечностей содержит программный пакет PLUSOpenVein Toolkit.

## ОБЗОР

### ПРОМЫШЛЕННЫЕ СЕТИ

#### 10 Как правильно выбрать антенну для промышленных Wi-Fi-задач?

Сергей Воробьёв

В статье приводится обзор основных типов промышленных Wi-Fi-антенн. Рассматриваются также примеры применения беспроводных технологий для контроля загрузки песка и щебня, отслеживания процесса заправки резервуаров ГСМ, создания комплексной зоны покрытия производственного цеха.



## ОБЗОР

### АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

#### 16 Универсальные защищённые ноутбуки Durabook Z141 и Panasonic CF-31

Дмитрий Кабачник

В статье приводится подробный обзор двух защищённых ноутбуков от мировых лидеров – компаний Durabook и Panasonic. Оба компьютера позиционируются производителем как защищённые мобильные вычислительные комплексы для широкого спектра полевых задач, в том числе и ответственных применений. Особый упор в статье сделан на результаты эксплуатационных испытаний обоих ноутбуков.



#### 24 На все случаи жизни: промышленные устройства ввода для экстремальных условий. Часть 2

Юрий Широков

Средства вычислительной техники всё чаще используются в сферах человеческой деятельности, где невозможно применение незащищённых устройств, а значит, потребность в специально разработанных для функционирования в жёстких условиях приборах растёт. Ужесточаются и предъявляемые к ним требования. В продолжении статьи о защищённых устройствах ввода мы проиллюстрируем это на примере нескольких моделей клавиатур, мышей, трекболов и джойстиков для промышленного применения.

## РАЗРАБОТКИ

### КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

#### 30 Решения Sensorik 4.0 меняют подход к автоматизации

Юрий Широков

Для практической реализации концепции Индустрии 4.0 требуется обкатка множества технических и технологических решений. Компания Pepperl+Fuchs развивает направление, названное Sensorik 4.0. Эта инициатива по созданию умных решений для автоматизации уже приносит свои плоды. В статье рассказывается о двух новых проектах компании.



#### 36 SCAIME – эксперт по взвешиванию

Юрий Широков

Датчики для измерения различных физических величин являются основой промышленных систем автоматизации, и то, насколько они надёжны и точны, определяет качество функционирования всей системы. Датчики усилия, веса, момента, деформации, перемещения, ускорения компании SCAIME применяются практически во всех отраслях. В статье приведён краткий обзор продуктов компании и сфер их применения.



## РАЗРАБОТКИ

### ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

#### 42 Модернизация подвижного состава железных дорог в партнёрстве с SCHROFF

Виктор Гарсия

В статье рассматриваются специализированные решения компании nVent SCHROFF для компактного размещения электронного оборудования на подвижном составе железных дорог в свете масштабной модернизации и цифровизации железнодорожной инфраструктуры с использованием технологий беспроводной связи 5G и промышленного Интернета вещей – IIoT. Отмечена ведущая роль модульных конструкций с высоким уровнем экранирования электромагнитных полей в обеспечении электромагнитной совместимости оборудования.



## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

### 48 Программируемые логические контроллеры серии Regul R500S для построения систем ПАЗ

Никита Якубов

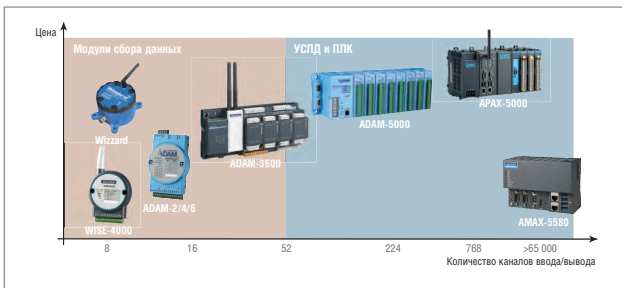
В некоторых отраслях промышленности крайне важно обеспечить надёжную защиту персонала, технологического оборудования и окружающей среды в случае возникновения на управляемом объекте нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии. В этих сферах при автоматизации технологических процессов недостаточно штатных средств распределённой системы управления. Помимо этого, должна быть построена независимая система противоаварийной автоматической защиты – ПАЗ. К системам ПАЗ и к контроллерам, на базе которых они построены, российскими и международными стандартами предъявляются очень высокие требования. В статье описана линейка контроллеров Regul R500S производства отечественной компании «ПроСофт-Системы», имеющая сертификат SIL 3 для построения систем ПАЗ.



### 56 Промышленный контроллер: от элементарных «строительных кирпичиков» до «мозга» систем автоматизации

Юлия Гарсия

Прогресс в развитии микроэлектроники повлиял и на развитие программируемых логических контроллеров, превратив их из средств автоматизации узкоспециального назначения в многофункциональные устройства, адаптированные для сферы промышленного Интернета вещей. Примером таких многофункциональных устройств могут служить PAC-контроллеры компании Advantech.

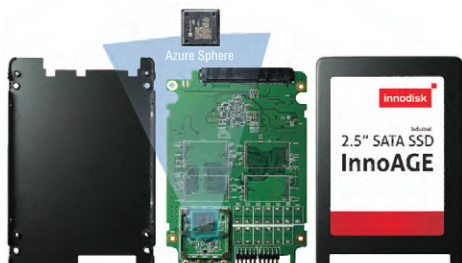


## АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ФЛЭШ-ПАМЯТЬ

### 62 InnoAGE SSD – инновационный подход Innodisk к Интернету вещей

Анна Клекот

Каждый год к Интернету вещей подключаются миллиарды новых устройств, поэтому защитить устройства теперь важнее, чем когда-либо. InnoAGE SSD с поддержкой Azure Sphere поможет обеспечить безопасность данных и инфраструктуры, а также конфиденциальность и физическую безопасность. Это комплексное решение для устройств Интернета вещей создано на основе многолетнего опыта в области аппаратного и программного обеспечения, а также облачных технологий компаний Innodisk и Microsoft.

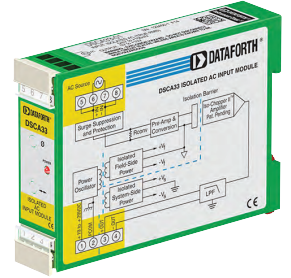


## В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

### 66 Измерение эффективных значений напряжений и токов

Юрий Широков

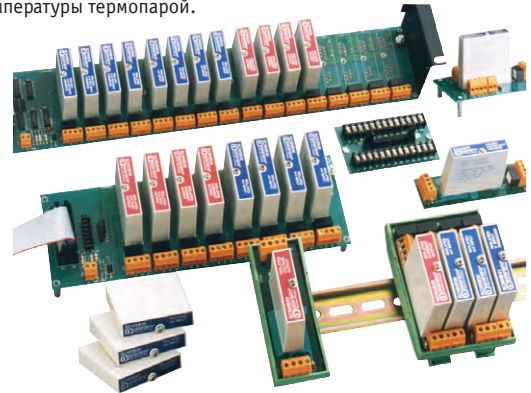
Измерение эффективных значений напряжений и токов, особенно с высокой точностью, в некоторых случаях может оказаться нетривиальной задачей. В статье приведены теоретические сведения, поясняющие тонкости таких измерений, а также описаны промышленные измерительные модули компании Dataforth.



### 72 Измерение температуры терпарой

Юрий Широков

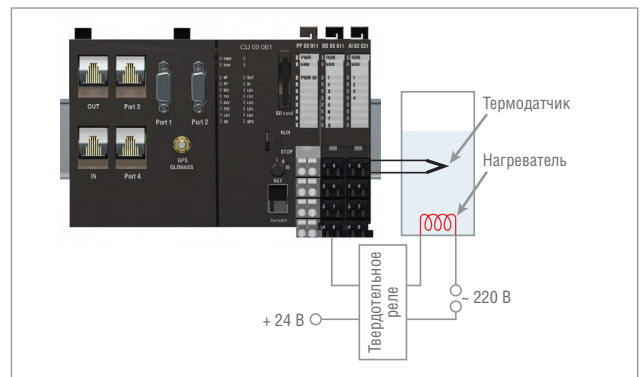
В статье рассматриваются базовые принципы работы терпары, её преимущества, недостатки и ограничения. На примере устройств компании Dataforth показано, как реализуется точное измерение температуры терпарой.



### 80 Система температурной стабилизации с использованием ПЛК Regul R200

Владимир Краскин, Дмитрий Бакаев

В статье описывается система стабилизации температуры с использованием ПЛК Regul R200, отличающаяся простотой настройки программы управления.



## ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

### 84 Новая реальность с ICONICS: виртуальная конференция «Connect 2020»

Ольга Киселёва

### 87 «День решений Фаствел»: итоги

## ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

### 88

## БУДНИ СИСТЕМОЙ ИНТЕГРАЦИИ

### 94

## НОВОСТИ

### 9, 46, 54, 55, 70, 83



Дмитрий Швецов

# Платформа распознавания вен с открытым исходным кодом

## Часть 1

Доступный инструментарий распознавания рисунка сосудистого русла вен является одним из основных требований для применения в промышленности и проведения исследований. В настоящее время наиболее полный инструментарий распознавания вен конечностей содержит программный пакет PLUSOpenVein Toolkit.

### ВВЕДЕНИЕ

Биометрические характеристики на основе анализа рисунка вен являются новыми признаками, которые имеют преимущества перед другими биометрическими методами. Наиболее широко используются биометрические показатели, сформированные на основе структуры сосудистого русла вен, образованного кровеносными сосудами пальцев и рук человека. Данный метод основан на распознавании вен ладоней и пальцев рук с целью идентификации по биометрическому признаку. Для этого существуют две важные предпосылки: наличие адаптивных инструментов биометрического распознавания и наборов данных для обучения, тестирования, определения биометрических характеристик, а также инструментов для оценки эффективности распознавания. В настоящее время уже есть несколько общедоступных наборов данных рисунков пальцевых и кистевых вен, содержащих более 14 400 изображений для проведения исследований. Такой набор данных является уникальным в своём роде, поскольку изображения имеют высокое разрешение. Кроме того, это первый набор данных, в котором в качестве метаданных содержатся возраст, пол и другие биометрические данные

добровольцев. Изображения были получены с использованием специально разработанного сканера рисунка вен конечностей.

Для реализации полного биометрического распознавания требуются пять основных модулей. Первый необходим для сканирования рисунка вен пальцев или кистей рук и анализа набора данных. Второй нужен для предварительной обработки с целью повышения качества картинки рисунка вен. Третий используется для создания биометрических объектов, где извлекаются векторные биометрические шаблоны, кодирующие соответствующие детали узоров вен из предварительно обработанных изображений. На следующем этапе два шаблона сравниваются друг с другом и рассчитывается качественный показатель результатов сравнения. Последний шаг – оценка эффективности, где генерируются определённые показатели производительности и графики данного алгоритма. Эти результаты являются важной частью в оценке эффективности новых алгоритмов распознавания вен и формировании отчёта о результатах распознавания и его эффективности.

У некоторых опубликованных решений для распознавания рисунка вен ко-

нечностей подходят не все наборы инструментов, а только некоторые, особенно в части извлечения и сравнения признаков. Только в одной общедоступной полнофункциональной библиотеке есть все необходимые инструменты для распознавания вен, она является частью библиотеки BOB, написанной на Python. Даже эта библиотека не содержит более современных схем распознавания вен и полного набора адаптированных алгоритмов. Хотя в Python и особенно в некоторых свободно распространяемых модулях Python присутствуют несколько операций обработки изображений, многие исследователи предпочитают MATLAB вместо других языков программирования для тестирования своих новых алгоритмов. MATLAB предоставляет большое количество готовых стандартных приложений обработки изображений, простых в использовании и отладке. Одним из них является полноценная среда распознавания вен, написанная на MATLAB с открытым исходным кодом, под названием PLUSOpenVein Toolkit. Эта среда включает в себя полный набор инструментов распознавания вен, состоящий из модулей считывания изображений, предварительной обработки, извлечения признаков, сравнения и оценки про-



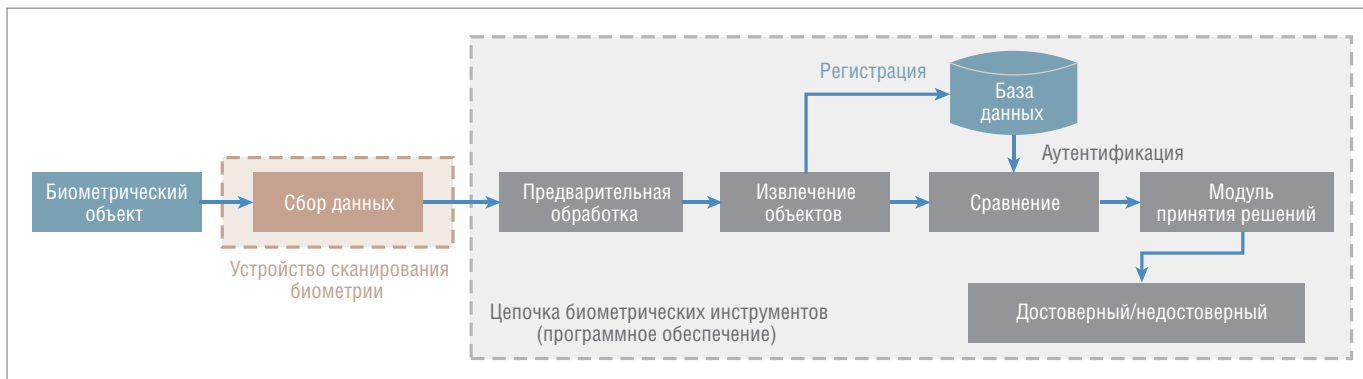


Рис. 1. Структурная схема системы биометрического распознавания рисунка вен

изводительности. Её архитектура позволяет легко интегрировать новые алгоритмы и схемы распознавания рисунка вен, гибко комбинировать различные схемы предварительной обработки и извлечения признаков. Приложение уже имеет 11 алгоритмов для предварительной обработки изображений, а также 13 функций извлечения и сравнения наборов данных вен кистей и пальцев.

### ОБЩАЯ АРХИТЕКТУРА PLUSOPENVEIN TOOLKIT

Общая архитектура системы распознавания вен включает её структуру и основные компоненты. На рис. 1 показана структурная схема типовой системы биометрического распознавания рисунка вен, включая биометрические шаблоны, которые сначала должны быть отсканированы с помощью биометрического устройства сканирования вен, и инструменты их распознавания.

Система распознавания вен PLUSOpenVein Toolkit состоит из модулей программного обеспечения, то есть всех компонентов и инструментов распознавания, как отдельной части, так и всей фигуры. Выполнение различных этапов обработки с помощью PLUSOpenVein Toolkit представлено на рис. 2. Все модули для распознавания вен реализованы на платформе GNU Octave.

### СТРУКТУРА КАТАЛОГОВ

Эта структура включает в себя целый набор инструментов распознавания вен, состоящий из модуля чтения изображений, предварительной обработки, модуля с функцией извлечения векторного изображения, сравнения и оценки производительности. Такая архитектура позволяет легко интегрировать новые схемы распознавания рисунка вен, использовать гибкие сочетания различных способов предварительной обработки в комбинации с наиболее подхо-

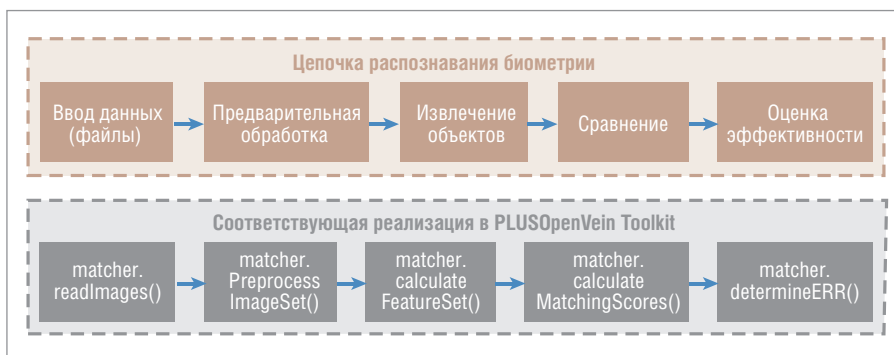


Рис. 2. Реализация различных этапов обработки с помощью PLUSOpenVein Toolkit

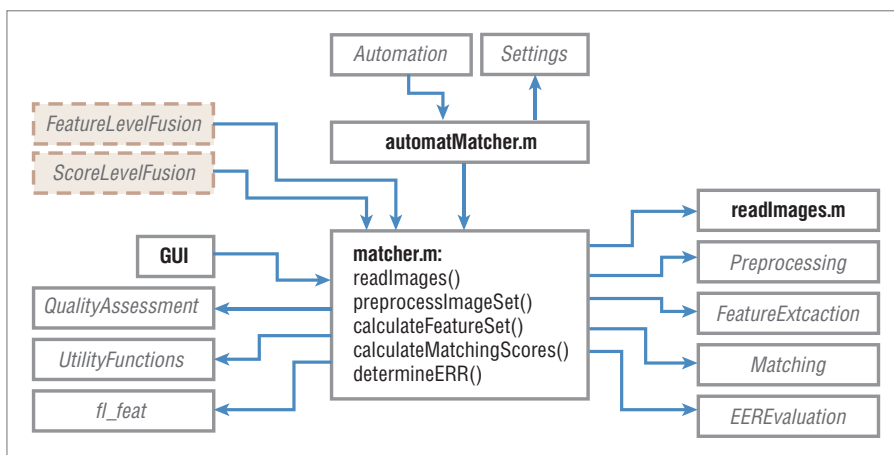


Рис. 3. Структурная схема PLUSOpenVein Toolkit. Файлы MATLAB выделены жирным шрифтом, названия каталогов курсивом

дящими функциями и схемами извлечения. В инструментари уже установлены несколько широко используемых наборов данных рисунков вен, в то же время достаточно легко подключить новые наборы данных. Имеющиеся наборы данных содержат 11 конкретных наборов рисунков вен для предварительной обработки, а также включены 13 методик для их сравнения. Вся структура предоставляется на бесплатной основе для научно-исследовательских и некоммерческих целей.

На рис. 3 показана структурная схема модуля распознавания вен. Основной программный модуль **matcher.m** содержит большую часть логики PLUSOpenVein Toolkit и включает в се-

бя обработку, извлечение признаков и функции сравнения.

На самом деле **matcher.m** является объектом MATLAB, в котором хранятся исходные изображения, извлечённые функции, результаты сравнения. Некоторые модули схем распознавания реализованы непосредственно в **matcher.m**, но большинство схем вызываются как внешние функции, реализованные в отдельных файлах, собранных в следующие подкаталоги:

- *Automation*: несколько скриптов для пакетной обработки с автоматической проверкой настроек файлов и т.п.;
- *EEREvaluation*: функции для определения показателей производительности и графиков;

- *Feature Extraction*: большинство локальных функций извлечения объектов;
- *Feature Level Fusion*: инструменты для выполнения процедуры слияния объектов и оценки полученных результатов слияния;
- *Matching*: различные функции сравнения;
- *Preprocessing*: различные функции предварительной обработки изображений вен;
- *Quality Assessment*: несколько общих метрик для контроля контрастности и качества изображения вен;
- *Score Level Fusion*: инструменты и функции для упрощённого вычисления баллов;
- *Utility Functions*: несколько вспомогательных функций, например, для обработки ini-файлов, плюс индикатор процесса выполнения, построение сплайна ключевых точек и многие другие.

Каждый шаг выполнения программы можно вызвать вручную. Чтобы запустить сразу всю последовательность инструментов распознавания, включая чтение изображения вен, препроцессинг, распаковку, сравнение и определение производительности, необходимо запустить скрипт **automatMatcher ()** с указанием пути к исходным изображениям и файлу настроек. После выполнения всех этапов отображаются результаты и вычисленные значения EER/FMR (ERR – Equal Error Rate, FMR – Fastest Medium Rare).

## ИНТЕГРИРОВАННЫЕ СХЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ВЕН И ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ НАБОРЫ ДАННЫХ

Несколько файлов настроек для поддерживаемых наборов данных находятся в подкаталоге *Settings*. В нём есть пример файла настроек под названием *settingsExample.ini*, в котором перечислены все возможные параметры с краткими комментариями (за исключением параметров сторонних методов предварительной обработки, извлечения функций и сравнения). Помимо биометрической информации, получаемой непосредственно с устройства захвата, данные можно читать из файлов изображений. Обработка файлов изображений (получение всех файлов в каталоге, чтение изображений и сохранение их в массиве ячеек памяти для дальнейшего использования) выполняется в **readImages.m**. Анализ имён файлов

(тема, палец/ладонь и идентификатор образца) основан на регулярных выражениях. Новые наборы данных можно легко обработать путём добавления ещё одного выражения для анализа имени файла в **readImages.m**. Далее проводится предварительная обработка файлов изображений, например, сгруппированных по венам, – сначала индивидуальные методы, а затем и общие. Все схемы предварительной обработки можно комбинировать в любом порядке и не один раз (список методов и параметров указывается в файле настроек). Далее применяются различные методы фильтрации и улучшения изображений вен, среди которых можно отметить следующие: *LeeRegion* – распознавание вен с использованием выравнивания по мелким точкам и извлечённым признакам на основе локальных двоичных образов; *HuangNormalise* – аутентификация по вене на основе выделения базовых линий рисунка вен и их нормализации и компенсация вращения; *Zhang09* и *Zhao09* – улучшение изображения вен на основе комбинации методов группировки по уровню серого и кругового фильтра Габора, *DTFPM* – аутентификация по вене, основанная на сопоставлении устойчивых к деформации характерных точек, и многие другие методы.

По завершении фильтрации изображений проводится их сравнение с существующими шаблонами рисунков вен. Для сравнения используют различные методы, но их можно отнести к методу сравнения двоичных шаблонов и гистограмм. Очень часто для сравнения бинарных шаблонов вен используется подход, предложенный Наото Миура (Naoto Miura) [1]. Этот подход представляет собой простой метод корреляции между входным и эталонным изображением. Изображения вен пальца или ладони не полностью накладывают друг на друга, а только грубо сравнивают. При этом вращение или небольшое смещение сравниваемых изображений впоследствии компенсируются математическими методами. Таким образом вычисляется соотношение сдвига между входным и эталонным изображением, а также смещение в направлении осей *X* и *Y* относительно версии эталонного изображения. Максимальное из этих значений корреляции нормализуется, а затем используется в качестве окончательной оценки сравнения. Выходная оценка – это оценка сходства в диапазоне 0,0...0,5, где 0,5 означает идеальное совпадение. Эта схема сравне-

ния названа методом сравнения Миура. Для сравнения гистограмм в основном используют набор характеристик, заложенных в основу метода LBP (Local Binary Pattern – распознавание вен с использованием выравнивания по мелким точкам и с выделением признаков на основе локальных двоичных образов). Но наряду с этим для сравнения используют и другие методы: измерения расстояний пересечения гистограмм, критерий хи-квадрат, расстояние Бхаттачарьи, расхождение Дженсена–Шеннона, расстояние Колмогорова–Смирнова и расхождение Кульбака–Лейблера. Можно выбрать любой из этих методов вычисления расстояния, если сравниваются не шаблоны, а гистограммы.

## ПРОТОКОЛЫ СРАВНЕНИЯ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА

Чтобы рассчитать частоту ложных совпадений (FMR – False Match Rate) и частоту ложных несовпадений (FNMR – False Non Match Rate), как установлено стандартом ISO/IEC 19795-1, до определения дополнительных показателей производительности, таких как равная частота ошибок (EER), включены несколько различных протоколов. Для сравнения взят за основу протокол FVC (Fingerprint Verification Competition), поскольку он ранее уже использовался для проверки отпечатков пальцев (FVC2004). С его помощью выполняются все возможные достоверные сравнения, то есть каждый образец сравнивается со всеми оставшимися образцами того же биометрического экземпляра пальцев или ладоней. Симметричные сравнения не осуществляются, другими словами, если выполняется сравнение [изображение А – изображение В], то сравнение [изображение В – изображение А] не делается, поскольку большинство биометрических показателей симметричны, и оба сравнения приведут к одинаковому результату. Для удобства проведения сравнения каждый входной файл ладони был преобразован в модель, состоящую из следующих полей: идентификатор пользователя, идентификатор ладони, номер изображения и шаблон ладони. Сравнение проводится следующим образом: входной биометрический слепок преобразуется в модель, описанную ранее, далее из модели берётся шаблон отпечатка и сравнивается со всеми шаблонами отпечатков ладоней из эталонной выборки. В процессе сравнения используется основной

параметр, называемый порогом срабатывания (Threshold). Порог срабатывания – это количество особых точек, которые должны совпасть, чтобы система решила, что рисунки вен идентичны. В результате сравнения система возвращает ответ, который относится к одному из двух классов. Первый класс – рисунки совпадают. Ответ системы: 1. Второй класс – рисунки не совпадают. Ответ системы: 0. Далее ответ системы сравнивается с реальным значением совпадения проверенных отпечатков. В результате конечный ответ может быть четырёх видов:

- True Positive (TP) – система дала ответ, что рисунки вен совпадают, и ладони на самом деле совпадают;
- False Positive (FP) – система дала ответ, что рисунки вен совпадают, но на самом деле они не совпадают. Ошибка первого рода;
- True Negative (TN) – система дала ответ, что рисунки вен не совпадают, и они на самом деле не совпадают;
- False Negative (FN) – система дала ответ, что рисунки вен не совпадают, а на самом деле они совпадают.

Доля ошибок первого рода ( $FAR$  – False Acceptance Rate) определяется по формуле (1). Эти ошибки происходят, когда система определяет незарегистрированного пользователя как зарегистрированного.

Этот тип ошибки критичен для безопасности.

$$FAR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (1)$$

Доля ошибок второго рода ( $FRR$  – False Rejection Rate) рассчитывается по формуле (2). Этот вид ошибок происходит, когда сканер не может распознать зарегистрированного пользователя. Это не критично для безопасности, но создает неудобства, так как нужно проводить вторичную проверку биометрического параметра. Эти две характеристики являются стандартными для биометрических систем.

$$FRR = \frac{FN}{FP + TN} \quad (2)$$

Для оценки качества работы системы в каждом из классов по отдельности введём метрики *Precision* (точность) и *Recall* (полнота). *Precision* (3) можно интерпретировать как долю изображений, названных системой как совпадающие, и при этом действительно совпадающих, а *Recall* (4) показывает, какая доля изображений из тех, которые должны были совпасть, была найдена системой. Именно введение *Precision* не позволяет системе записывать все изображения в один класс, так как в этом случае мы получаем рост уровня False Positive.

*Recall* демонстрирует способность системы обнаруживать данный класс вообще, а *Precision* – способность отличать этот класс от других классов.

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (4)$$

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для проведения исследования в области распознавания вен необходимы две важные вещи: подходящий и доступный набор биометрических данных и реализация цепочки инструментов для распознавания рисунка вен, включая предварительную обработку, извлечение функций, сравнение и оценку производительности, которые представлены в PLUSOpenVein Toolkit. ●

## ЛИТЕРАТУРА

1. Bram Ton, Miura et al. vein extraction methods [Электронный ресурс] // Режим доступа : [https://de.mathworks.com/matlabcentral/file-exchange/35716-miura-et-al-vein-extraction-methods?s\\_tid=srchtitle](https://de.mathworks.com/matlabcentral/file-exchange/35716-miura-et-al-vein-extraction-methods?s_tid=srchtitle).

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### 25 лет стандарту модулей ввода-вывода от WAGO и Beckhoff

В 1995 году на проводимой в Германии выставке мирового масштаба Hannover Messe впервые был представлен инновационный модуль ввода-вывода. Предложенное решение произвело революцию в технологии автоматизации того времени и стало мировым стандартом в области построения систем распределённого ввода-вывода.

Модуль ввода-вывода был первым, объединившим в себе классический клеммный блок, монтируемый на DIN-рельс, с преимуществами технологии полевых шин. Результатом стала модульная и открытая система ввода-вывода для компактной индивидуальной и гибкой технологии управления.

Как основополагающий компонент в технологии автоматизации этот модуль используется в самых разнообразных приложениях во многих секторах.

Принцип модуля ввода-вывода и, как следствие, модульной и гибкой системы автоматизации был разработан двумя расположенными в

Восточной Вестфалии семейными компаниями: WAGO Kontakttechnik из города Минден (Minden) и Beckhoff Automation из города Верл (Verl). В Восточно-Вестфальском экономическом регионе сосредоточено множество инновационных предприятий, которые своими продуктами и услугами прокладывают путь к будущему внедрению технологии Индустрии 4.0. Опыт и компетенции WAGO и Beckhoff превосходно совпали более 25 лет назад: в то время как Beckhoff, специалист по электронике и связи, занимался аппаратными и программными компонентами, WAGO, изобретатель клеммы CAGE CLAMP®, внёс свой вклад в разработку корпусов и технологии соединений. Сегодня WAGO и Beckhoff продвигают на рынке модули ввода-вывода

самостоятельно и продолжают развивать концепцию на основании собственных моделей ведения бизнеса.

Почти все производители средств автоматизации признали преимущества идеи WAGO и Beckhoff и в течение многих лет выводили на рынок аналогичные продукты. Несмотря на высокую конкуренцию, оригинальный модуль ввода-вывода используется многими клиентами в качестве стандартного продукта. Подавляющее большинство типов модулей ввода-вывода с 1995 года всё ещё используются и по-прежнему доступны в качестве стандартных каталожных товаров.

WAGO и Beckhoff зарекомендовали себя как успешные компании в области автоматизации, отчасти благодаря модулю ввода-вывода. Они продолжают осуществлять совместную деятельность, включая участие в Восточно-Вестфальском технологическом кластере под названием “it’s OWL”. Здесь они вместе с другими партнёрами кластера работают над реализацией инновационных проектов в области искусственного интеллекта и других цифровых концепций. ●





Сергей Воробьев

## Как правильно выбрать антенну для промышленных Wi-Fi-задач?

В статье приводится обзор основных типов промышленных Wi-Fi-антенн. Рассматриваются также примеры применения беспроводных технологий для контроля загрузки песка и щебня, отслеживания процесса заправки резервуаров ГСМ, создания комплексной зоны покрытия производственного цеха.

### ВВЕДЕНИЕ

Задачи по организации беспроводного канала передачи данных всё чаще и чаще находят применения во многих областях промышленности. При этом в ряде случаев беспроводной канал — это безальтернативный способ передачи данных. Примером могут служить задачи, связанные с организацией локальной связи для подвижного и мобильного оборудования (рис. 1), где нет возможности использовать проводное соединение.

Для реализации подобных задач именно Wi-Fi становится оптимальным решением, которое позволяет успешно внедрить проект. Это связано с тем, что в портфеле практически каждого производителя, который специализируется

на производстве оборудования для промышленных Ethernet-сетей, есть ряд решений с Wi-Fi.

Сейчас никого не удивит промышленными точками доступа Wi-Fi, клиентами и даже ПЛК, которые имеют встроенную поддержку беспроводных сетей. При этом очевидный плюс — промышленное исполнение данных устройств и поддержка необходимых промышленных протоколов и стандартов.

В итоге, с одной стороны, плюсы очевидны, а в реальности многие разработчики часто стараются избегать беспроводных решений, зачастую мотивируя это слабой защитой беспроводных сетей, имеющих низкую помехоустойчивость и малую дальность. Вопрос обеспечения безопасности

беспроводных сетей Wi-Fi является достаточно объёмным, но сейчас есть много инструментов, которые позволяют существенно повысить безопасность промышленной беспроводной сети.

А вот надёжность соединения, помехоустойчивость и радиус покрытия сети — это вопросы, которые также могут стать причиной отказа от применения беспроводных решений. Однако указанные характеристики можно значительно улучшить с помощью правильно подобранной антенны.

Далее в статье рассмотрим основные типы Wi-Fi-антенн, а также принципы и инструменты для выбора подходящего решения. Будет рассмотрен ряд сценариев применения таких антенн, охватывающих различные сферы применения.

### Типы Wi-Fi-антенн

В промышленных зонах, таких как производственные предприятия, требования к сети передачи данных значительно отличаются от требований в офисной сфере, где сеть Wi-Fi стала обыденным явлением. В зависимости от необходимой зоны покрытия и пропускной способности беспроводного соединения при выборе антенны необходимо учитывать многие факторы, такие как диапазон рабочих температур, уровень влажности, коррозионная стойкость и другие.



Рис. 1. Беспроводная логистика на заводе Mercedes-Benz

Один из первых факторов, на которые стоит обратить внимание при выборе антенны, — частота передачи. На данный момент антенны можно разделить на два класса — это антенны на 2,4 ГГц и 5 ГГц. В зависимости от частоты будет варьироваться скорость и даль-

ность передачи. После этого необходимо определиться с типом антенны. Сейчас существует два основных типа, используемых в беспроводных сетях, — направленные (Directional Antennas, рис. 2 и 3) и круговой направленности (Omni-Directional Antennas, рис. 4),

обычно называемые просто всенаправленными. Направленные антенны работают в одном направлении в пределах определённой области. При этом есть дополнительный вид направленных антенн, которые могут быть направлены на определённый сектор, их ещё назы-

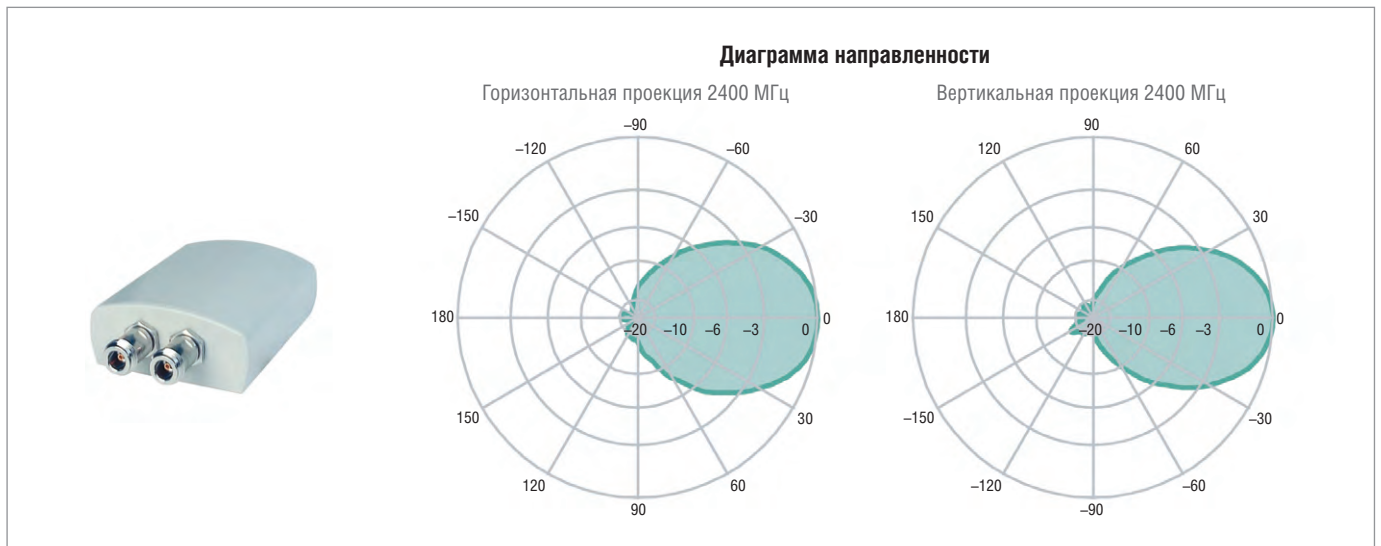


Рис. 2. Направленная Wi-Fi-антенна для соединений типа точка–точка на короткие дистанции (1–5 км)

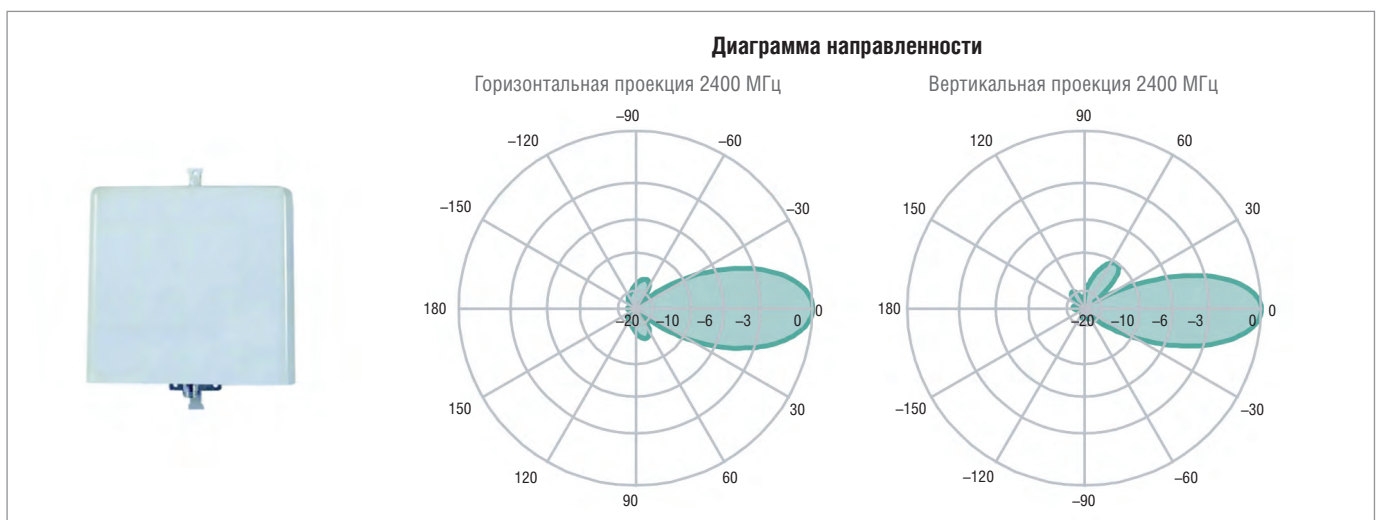


Рис. 3. Направленная Wi-Fi-антенна для соединений типа точка–точка на протяжённые дистанции > 5 км

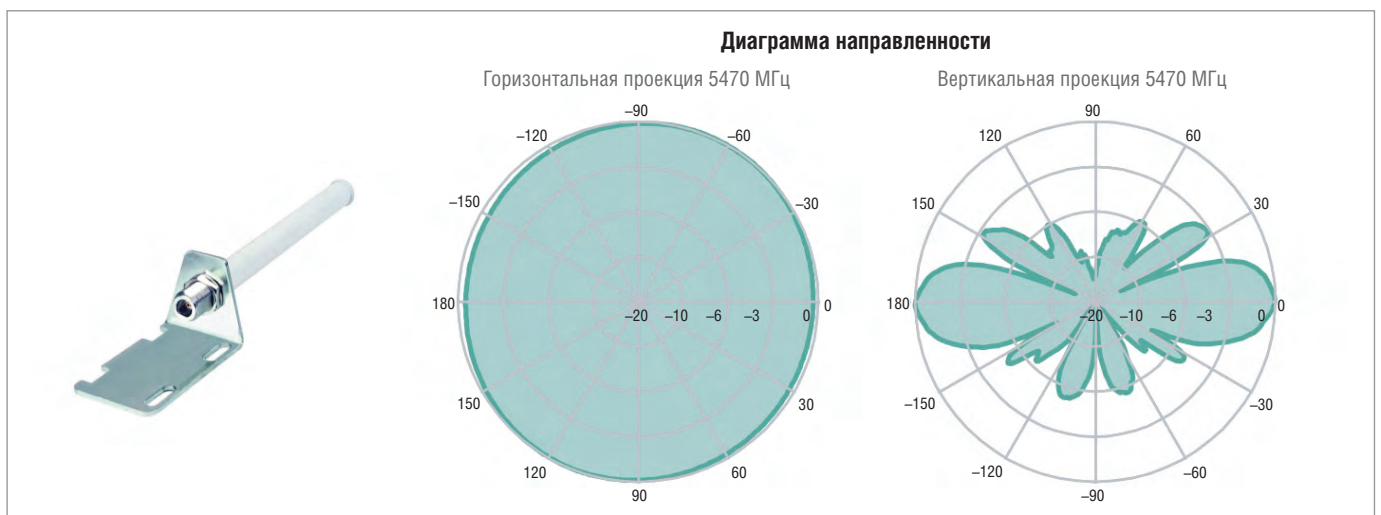


Рис. 4. Всенаправленная Wi-Fi-антенна для создания равномерного кругового покрытия до 200 м

вают секторными (Sector Antennas). Всенаправленные антенны обеспечивают равномерное покрытие во всех направлениях, а диаграмма направленно-

сти выглядит как сфера. Подобные антенны подходят для случаев, когда необходимо создать равномерное покрытие для какой-то определённой зоны.

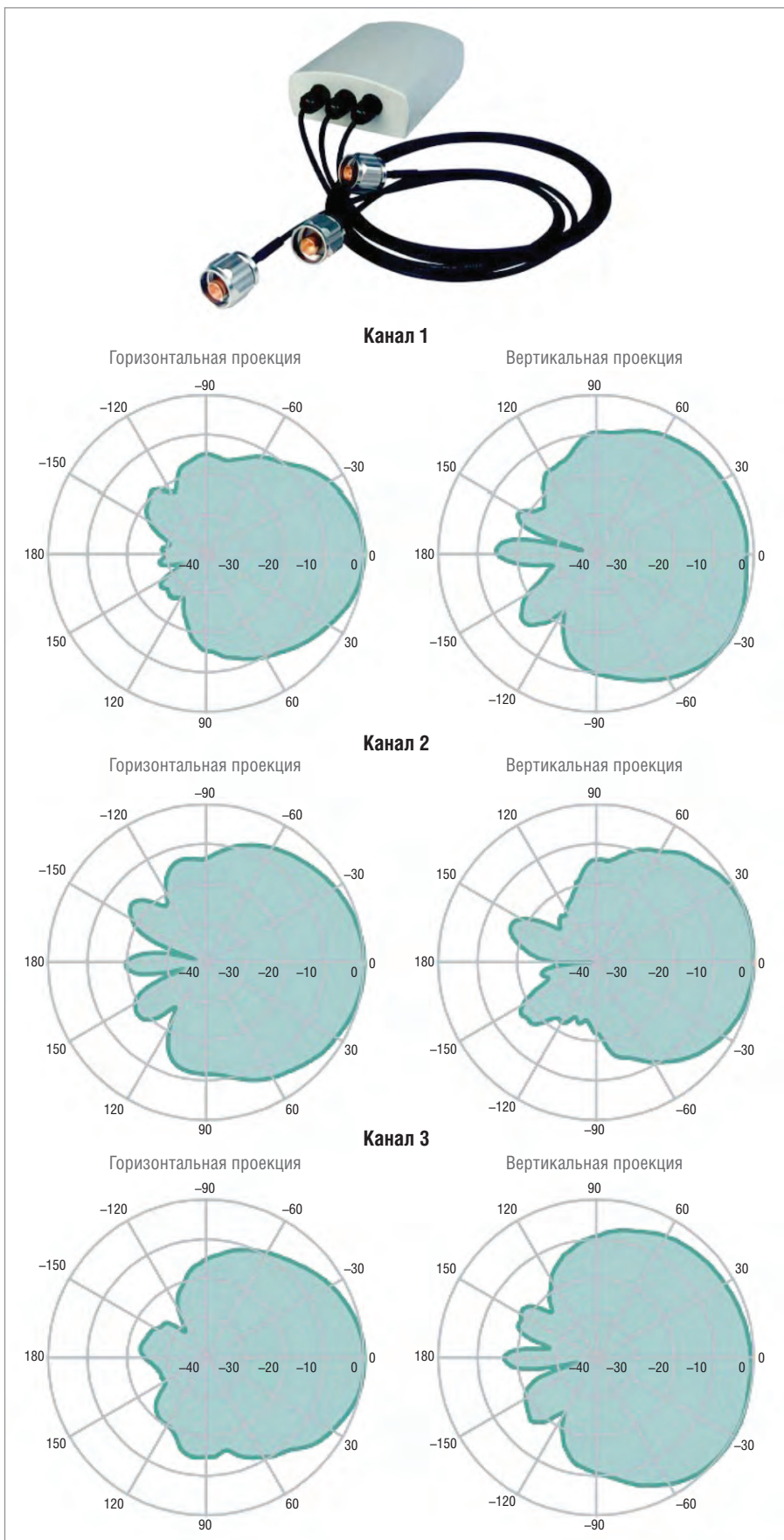


Рис. 5. Диаграммы направленности направленных МiМо-антенн для создания соединений типа точка–точка

В случае если необходимо создать беспроводной канал передачи данных по типу «точка–точка», например между зданиями, наиболее подходящими будут направленные антенны. Но направленные антенны могут иметь различную ширину диаграммы направленности, другими словами, угол приёма/передачи сигнала. Для коротких расстояний лучше применять антенны с более широкой диаграммой направленности. Для длинных расстояний, например, от 1 км и более, предпочтительнее использовать диаграмму с углом 30° или менее.

Также стоит отметить Wi-Fi-антенны с технологией MiMo (Multiple-input and Multiple-output). Антенны MiMo представляют собой единую структуру, содержащую до трёх одинарных антенных элементов внутри. Такие антенны активно используют отражения и задержки при распространении сигнала для объединения более одного потока. Это обеспечивает более высокую скорость передачи данных и лучшее качество связи в шумных средах. Указанная конструкция доступна как для всенаправленных, так и для направленных антенн (рис. 5).

В итоге можно сделать выбор антенны, руководствуясь информацией в табл. 1.

Чтобы максимально упростить выбор антенны, ряд производителей сетевого оборудования предлагает дополнительный инструментарий. Как правило, это руководства, содержащие калькулятор дистанций, который позволяет быстро выбрать антенну, соответствующую определённым требованиям (рис. 6).

Таблица 1  
Выбор Wi-Fi-антенны в зависимости от дистанции

Диапазон частот	Дистанция	Тип антенны
2,4 ГГц	До 200 м	Антенна круговой направленности (Omni Direction Antennas)
	До 1 км	Секторные антенны (Sector antennas)
	До 5 км	Направленные антенны < 30° (Directional Antennas)
5 ГГц	До 300 м	Антенна круговой направленности
	До 3 км	Секторные антенны
	До 15 км	Направленные антенны < 30°

**ПРИМЕРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРИМЕНЕНИЙ**

Рассмотрим примеры применений беспроводных технологий. При выборе антенн основное внимание должно уделяться тем требованиям, выполнение которых необходимо для различных задач. Другими словами, нужно выявить достаточно много нюансов: тип соединения, зона покрытия, тип устройств, тип трафика и т.д., и это только некоторые из основных вопросов, которые необходимо выяснить, чтобы выбрать тип антенны, подходящий для конкретного применения.

**Пример 1. Крупная промышленная производственная зона – контроль зоны загрузки**

Разберём вариант организации связи в достаточно крупной производственной зоне, которая обладает несколькими подвижными устройствами. Пример – линия загрузки песка или щебня. Мобильные загрузчики выполняют свою работу, но для контроля процесса необходима постоянная связь с каждым из них. Классическая реализация связи – это подключение с помощью кабелей с повышенной гибкостью. И, как правило, кабель становится слабым звеном системы. В процессе эксплуатации такой кабель требует дорогостоящего обслуживания и регулярного ремонта.

Один из вариантов решения проблемы – частичная модернизация системы, которая включает замену кабеля на беспроводную сеть. Беспроводная сеть не требует дорогостоящего обслуживания и регулярного ремонта, при этом появляются дополнительные возможности по передаче данных телеметрии и управления.

Однако с учётом специфики предприятия и покрытия необходимой территории необходимо корректно выбрать тип антенн. В данном случае требовалось покрыть зону на расстоянии от 100 м до 1 км (рис. 7). Для решения данной задачи были использованы направленные антенны, объектами для которых служили Wi-Fi-клиенты, расположенные на движущихся устройствах загрузки. Чтобы получить требуемое радиопокрытие для активной области, необходимы две направленные антенны для обеспечения требуемого угла. Эти антенны были установлены в центральной зоне. Кроме того, с учётом требований к пропускной способности со стороны клиентов также были использованы направленные антенны. Выбранные направленные антенны с

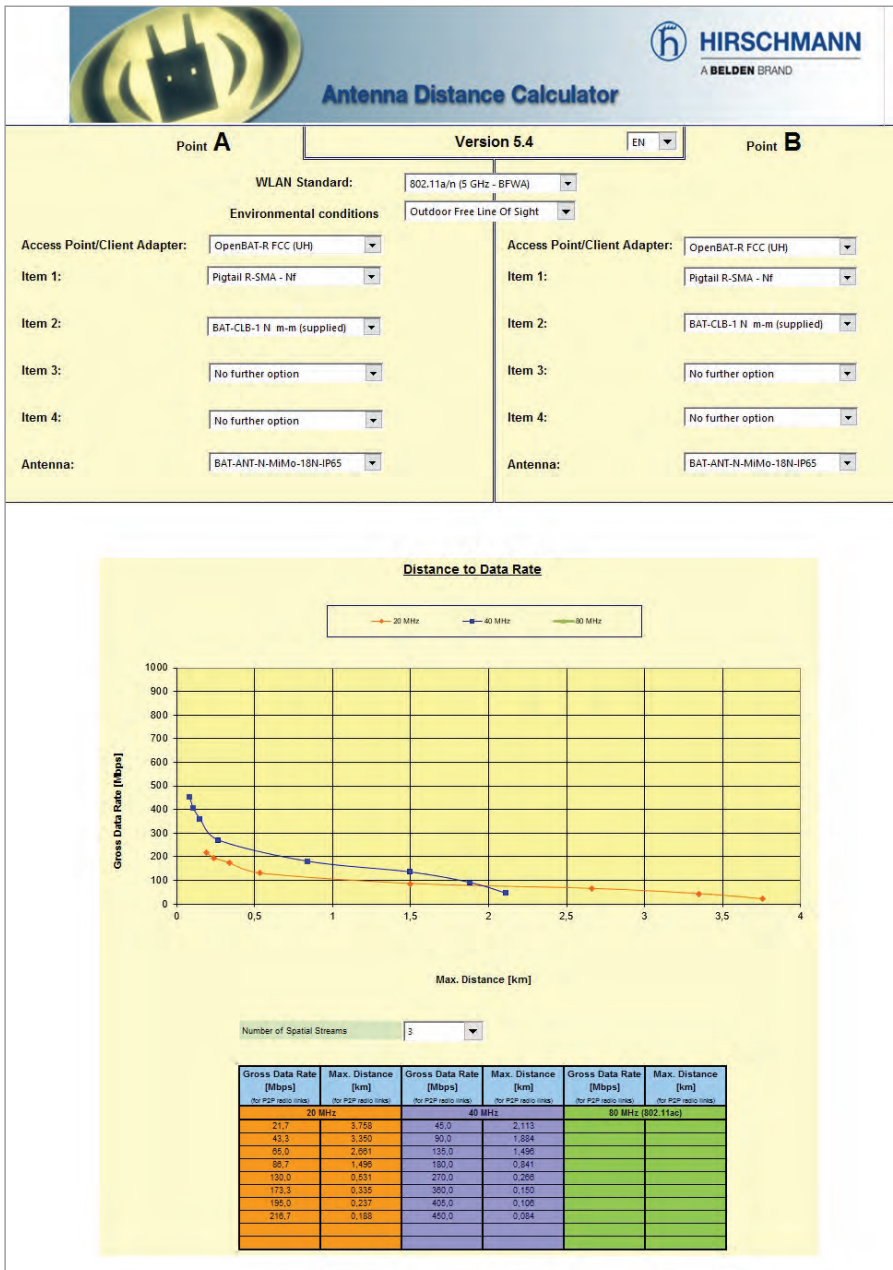


Рис. 6. Инструментарий для расчёта возможной дистанции Wi-Fi-соединения



Рис. 7. Необходимая зона покрытия из центральной точки на расстоянии от 100 м до 1 км



Рис. 8. Область рядом с резервуарами, для которой необходим визуальный контроль и осмотр, включая 40 кв. м над эстакадами

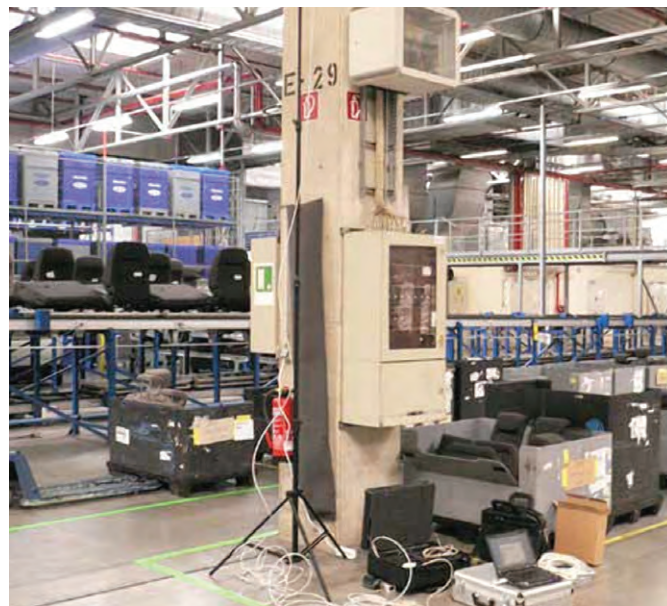


Рис. 9. Мобильное испытательное оборудование для определения качества покрытия беспроводной Wi-Fi-сети

коэффициентом усиления 9 дБи имели ширину диаграммы направленности 60°. Благодаря данному подходу была создана устойчивая беспроводная Wi-Fi-сеть, работающая со скоростью более 12 Мбит/с.

#### Пример 2. Малая промышленная производственная зона — расширение функций SCADA-системы, включая контроль за наливными станциями

Рассмотрим решение локальной задачи на основе применения беспроводной Wi-Fi-сети, например, процесс заправки резервуаров горюче-смазочных материалов (ГСМ). В данном процессе заправка резервуаров должна постоянно контролироваться, при этом для оценки текущего состояния каждой станции, как правило, требуются визуальные осмотры.

При комплексном решении задач контроля необходимо обеспечить не только удалённый контроль, но и комплексную диагностику системы управления, установленной рядом с резервуарами (является опасной зоной EX Zone2). Для этого необходимо совмещать визуальный осмотр и контроль параметров системы управления.

В рамках модернизации было решено создать возле трубопровода, который идёт по каждому резервуару ГСМ, зону беспроводной связи (рис. 8). Для реализации была выбрана всенаправленная Wi-Fi-антенна, которая обеспечила связь требуемую зону покрытия.

В итоге необходимая зона была обеспечена связью. Это позволило персоналу и операторам иметь возможность удалённого контроля систем и отслежи-

вания фактического состояния работы в режиме реального времени при помощи данных, которые они получают от мобильных планшетных ПК. Больше нет необходимости находиться в зоне повышенной опасности (EX Zone2) и близко подходить к блоку управления, установленному рядом с резервуарами.

Антенна, использованная в этом примере, представляет собой всенаправленное полусферическое устройство, оснащённое функцией MiMo, BAT-ANT-N-MiMoDB-5N-IP65 компании Hirschmann (рис. 5). Антенна сочетает в себе высокую чувствительность (приём слабых сигналов от портативных устройств) с надёжным распределением сигналов в нужной области. Это обеспечивает хорошее покрытие и высокую пропускную способность для применения в задачах управления в режиме реального времени.

#### Пример 3. Комплексное покрытие производственного цеха

Для решения данной задачи, как правило, требуется резервированное 100-процентное покрытие всей необходимой зоны завода, а также механизм перехода на резервный путь в случае сбоя одной части сети. Для реализации подобной Wi-Fi-сети необходимо создать так называемую сотовую структуру, когда зона покрытия одной антенны перекрывает зону другой.

Такой подход позволяет покрыть достаточно большую зону, но, чтобы сеть работала под одним ID, необходима реализация так называемого бесшовного роуминга, который позволяет переключать клиента между точками доступа.

В качестве антенн для покрытия всей зоны (400×150 м) были выбраны всенаправленные устройства, которые были установлены над поверхностью опоры на достаточно больших высотах (> 7 м). Это позволило достичь оптимального распределения мощности между областями радиосвязи путём ограничения протяжённости радиочайки.

В данном проекте в общей сложности было установлено семь точек доступа для удовлетворения требованиям 100-процентного резервированного покрытия в здании (рис. 9).

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА WI-FI-СЕТЕЙ

### Экономия издержек

Использование беспроводных сетей для реализации локальных задач (сбор телеметрии, управление, автоматизация, видеонаблюдение, отладка и т.п.) может повысить прибыльность всего процесса. Беспроводные сети позволяют сократить расходы по дополнительной локальной поддержке и уменьшить время, которое нужно для настройки систем. Одним из факторов, который способствует экономии средств, является отсутствие необходимости замены повреждённых соединений (например, кабелей) — такие повреждения приводят систему в целом к отказу.

Выгода от успешно реализованной беспроводной системы позволит сэкономить от 10 до 30% затрат на ремонт и обслуживание.

### Надёжность

Как ни странно, на данном этапе развития беспроводные соединения WLAN



обеспечивают достаточно высокий уровень надёжности даже по сравнению с кабельными сетями. Это обусловлено наличием дополнительных механизмов резервирования, в качестве примера можно привести протокол PRP (протокол параллельного резервирования), который уже сейчас используется в ряде промышленных точек доступа. Протокол позволяет параллельно резервировать канал передачи данных между точками доступа, что приводит к существенному повышению уровня надёжности.

Однако не стоит забывать, что существуют такие задачи, в которых предъявляемые требования (синхронизация времени, задержки и т.п.) исключают передачу данных по беспроводному каналу связи.

#### Безопасность

Вопросы обеспечения безопасности беспроводных Wi-Fi-сетей — одни из самых первых, которые встречаются при рассмотрении возможности их применения. Однако сейчас варианты обеспечения безопасности беспроводных Wi-Fi-сетей очень разнообразны и не сводятся только к защите при помощи протокола WPA2 (пароль). Используя концепцию

“Defense in Depth” для обеспечения полноценной защиты сети, можно реализовать многоуровневую защиту. При этом комплексная организация безопасности беспроводной сети будет включать не только функции защиты (WPA2 — Wireless Protected Access version 2 — набор алгоритмов и протоколов, обеспечивающих защиту данных в беспроводных сетях Wi-Fi; PMF — Protected Management Frames — защищённые фреймы управления; VLAN — Virtual Local Area Network — виртуальные локальные сети; L2- и L3-брандмауэры), но и инструментарий по обнаружению различных угроз и аномалий (WIDS — Wireless Intrusion Detection System, IDS — Intrusion Detection System). Надо отметить, что реализовано это может быть в одном устройстве — точке доступа Wi-Fi. Таким образом, современная промышленная точка доступа — дополнительный мощный инструмент безопасности.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выбор правильной антенны и правильной технологии для передачи данных очень важен при построении беспроводной сети. Фактически каждый

тип антенн служит для решения определённой задачи. Например, всенаправленная антенна обеспечивает равномерную зону покрытия, но дистанция при этом не будет превышать 100–200 м. Аналогично, направленная антенна обеспечит высокую дальность передачи сигнала (> 5 км), но зона покрытия будет достаточно узкой. Также при выборе антенны необходимо учитывать требуемую пропускную способность. Необходимо обратить внимание на коэффициент усиления и частотные характеристики антенны, чтобы даже слабые сигналы принимались без проблем. На сегодняшний день беспроводные технологии передачи данных, такие как Wi-Fi, позволяют передавать даже критически важную информацию, поскольку разнообразие инструментов по созданию резервированных и защищённых соединений позволяет делать это с гарантированной уверенностью в успехе. ●

**Автор — сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

**SYSGO**  
EMBEDDING INNOVATIONS

**PikeOS**  
CERTIFIED HYPERVISOR

**Операционная система реального времени с гипервизором  
для встроенных компьютерных систем, сертифицируемых  
по стандартам функциональной и информационной безопасности**  
[www.avdsys.ru/pikeos](http://www.avdsys.ru/pikeos)



DO-178C



IEC 61508



EN 50128  
EN 50657



ISO 26262



IEC 62304



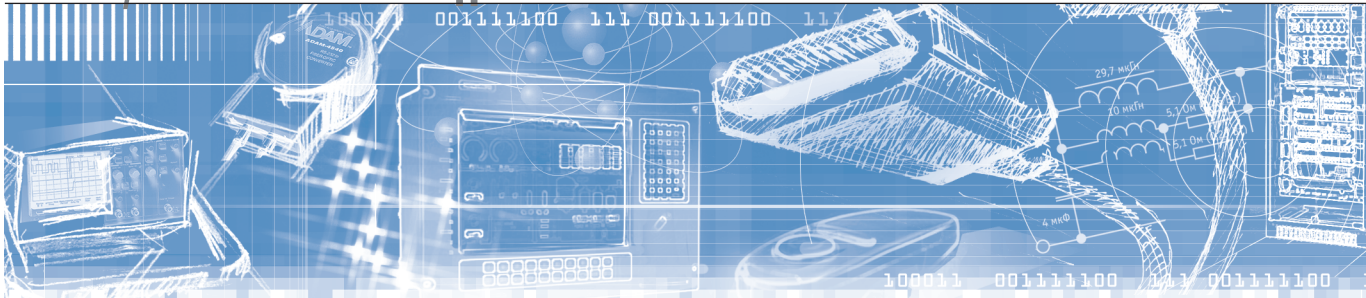
ISO/IEC 15408

**QA SYSTEMS**  
The Software Quality Company

**CANTATA**

**Среда автоматизированного тестирования программного обеспечения  
критически важных для безопасности сертифицируемых  
встроенных компьютерных систем**  
[www.avdsys.ru/test](http://www.avdsys.ru/test)

Дистрибьютор в РФ ООО “АВД Системы” - (916) 194-4271, [avdsys@aha.ru](mailto:avdsys@aha.ru), [www.avdsys.ru](http://www.avdsys.ru)



Дмитрий Кабачник

## Универсальные защищённые ноутбуки Durabook Z14I и Panasonic CF-31

В статье приводится подробный обзор двух защищённых ноутбуков от мировых лидеров – компаний Durabook и Panasonic. Оба компьютера позиционируются производителем как защищённые мобильные вычислительные комплексы для широкого спектра полевых задач, в том числе и ответственных применений. Особый упор в статье сделан на результаты эксплуатационных испытаний обоих ноутбуков.

### ВВЕДЕНИЕ

В последние годы мобильная вычислительная техника всё глубже и глубже внедряется в самые различные сферы жизни, в том числе в промышленное производство и другие сферы. С каждым годом растут производительность и функциональные возможности как самой мобильной техники, так и различных беспроводных технологий. В промышленности всё активнее начинают использоваться IoT-технологии: всё больше контроллеров, систем управления, датчиков и другого промышленного оборудования передают информацию по беспроводным каналам связи.

На некоторых объектах инженеры уже используют в своей работе технологии дополненной реальности, многие из них интегрированы со SCADA-системами. Такие технологии позволяют существенно упростить работу инженеров, которые трудятся в самых суровых условиях. Многие другие специалисты, работающие в поле и суровых промышленных условиях, также используют различное прикладное программное обеспечение для выполнения своих задач. Естественно, что для жёстких условий нужна соответствующая мобильная вычислительная техника, которая, в-первых, обеспечивала бы достойную

производительность, а во-вторых, обладала способностью выдерживать работу в неблагоприятной для классической вычислительной техники среде.

О таких защищённых мобильных устройствах и пойдёт речь в статье. Мы рассмотрим компьютеры двух производителей: **Durabook** (ноутбук **Z14I**, рис. 1) и **Panasonic** (ноутбук **Toughbook CF-31**, рис. 2). Здесь надо сразу отметить, что Durabook – это торговая марка корпорации Twinhead, которая уже более 35 лет занимается производством различной вычислительной техники с самого своего основания в 1984 году, так что опыта ей однозначно не занимать. Twinhead



Рис. 1. Ноутбук Z14I Durabook



Рис. 2. Ноутбук CF-31 Panasonic

выпустила свой первый защищённый ноутбук в 2000 году, а в 2002 году уже вышел на рынок бренд Durabook. На текущий момент эта компания уже обладает внушительным модельным рядом, который покрывает большинство потребностей пользователей, а также имеет офисы и представительства по всему миру. Компания Panasonic также обладает значительным опытом работы на рынке защищённой мобильной техники. Так, например, в 2013 году на Panasonic Toughbook приходилось 66,4% доходов от продаж защищённых высокопрочных ноутбуков в мире (по данным фирмы VDC Research на март 2014 года).

## Предварительный обзор

Начнём с того, что на рынке защищённых ноутбуков также существует определённая внутренняя градация — от полупрофессиональных, так называемых инженерных ноутбуков, предназначенных для работы оператора в цехе, до полноценных мобильных защищённых серверов, которые позволяют разворачивать сеть в любых удалённых локациях. В этой градации мы можем условно расположить защищённые ноутбуки Z14I и CF-31 приблизительно в центре — благодаря своей универсальности они могут использоваться практически везде, где требуется работа в полевых и сложных условиях эксплуатации.

Для рассмотрения возьмём версию mk5 ноутбука CF-31. Надо сразу отметить, что в последней конфигурации ноутбука mk5 используются ещё процессоры Intel 5-го поколения Core i5-5300U, характеристики ЦП показаны в табл. 1.

Таблица 1  
Характеристики ЦП для ноутбука CF-31

Ноутбук	Panasonic CF-31 mk5
Доступные процессоры	Core i5
Модель	5300U
Поколение	5
Ядра/потоки	2/4
Рабочая частота	2,30 ГГц
Частота в режиме турбо	2,90 ГГц
Кэш	3 МБ
Энергопотребление (TDP)	15 Вт
Базовая частота графики	300 МГц
Максимальная частота графики	900 МГц
Поддержка Intel vPro	Да
Поддержка Intel Hyper-Threading	Да
Поддержка Intel SiPP	Да
Поддержка памяти Intel Optane	Нет

Именно эта версия представлена на российском сайте представительства Panasonic Toughbook. У поколения mk5 есть крайне важное преимущество, которое позволяет ему успешно конкурировать и с более современными и производительными ноутбуками других производителей. Речь идёт о поддержке 5-м поколением процессоров Intel операционной системы Windows 7, которая по-прежнему крайне популярна в мире, особенно в промышленных и ответственных применениях. В мире же, согласно исследованиям Net Applications, на Windows 7 продолжают работать более трети компьютеров и ноутбуков. Нельзя упускать из вида и тот факт, что начиная с января 2020 года исчезла возможность перейти с Windows 10 на Windows 7, поэтому к поставке, по сути, осталась доступна только версия Embedded, которая накладывает на пользователя значительные лицензионные ограничения.

Что же касается нового ноутбука Z14I от Durabook, то в нём есть всё необходимое для полноценной эксплуатации в полевых условиях. Его 14-дюймового экрана с разрешением FHD 1920×1080 хватает для работы с любой информацией и приложениями, в том числе и с помощью встроенного multitouch-экрана. Благодаря высокой настраиваемой яркости на экране нет бликов и при ярком солнечном свете. Ноутбук оснащён полноразмерной клавиатурой со светодиодной подсветкой, твердотельным накопителем от 256 ГБ до 1 ТБ, всеми необходимыми портами ввода-вывода и даже опциональным DVD super multi-приводом. У ноутбука также присутствуют и слоты расширения для работы с картами типа PCMCIA и ExpressCard 54. Есть и более привычные слоты для смарт-карты, SIM-карты и microSD. При поставке в ноутбук может быть установлено вплоть до 32 ГБ самой современной оперативной памяти формата DDR4.

Стоит обратить внимание на процессоры, применяемые в компьютерах Durabook. В модели Z14I используются самые современные процессоры компании Intel. В частности, в актуальном модельном ряду используются процессоры семейства Kabylake R 8-го поколения. Сейчас к поставке в ноутбук Z14I на выбор доступны следующие процессоры Intel Core i: i7-8650U, i7-8550U, i5-8350U и i5-8250U. Такая вариативность выгодно отличает Z14I от CF-31, у которого доступна только одна версия процессора. CF-31 mk5

оснащён процессором слегка устаревшего семейства Broadwell Intel Core i5-5300U с тактовой частотой до 2,9 ГГц в турборежиме.

## Внешний вид и дисплей

Оба производителя использовали для создания своих защищённых устройств сверхпрочный сплав на основе магния и алюминия. Составы сплавов производителями не раскрываются, но мы можем предположить, что в целом они имеют схожие свойства. Такой сплав позволяет обеспечить существенную прочность всей конструкции и при этом не увеличивает вес ноутбука до критических значений. Из этого сплава также выполнены некоторые внешние элементы. Интегрированная в корпус ручка для переноски ноутбука сделана из нейлона PA66, покрытого термопластиковой резиновой плёнкой. Вес ноутбука Z14I составляет 3,6 кг и является оптимальным для мобильной техники такого уровня защищённости. Ноутбук CF-31 mk5 весит уже чуть больше своего конкурента — 3,9 кг.

Исследуемые ноутбуки имеют одинаковую степень защиты от пыли и влаги — IP65. Она обеспечивается схожими по исполнению прорезиненными заглушками, которые закрывают внешние слоты расширения и порты ноутбуков (рис. 3). В отличие от полупрофессиональных ноутбуков у них полностью отсутствуют отверстия для вентиляции или любые другие негерметичные отверстия. Компьютеры оснащены полноразмерными клавиатурами и защищёнными сенсорными панелями и клавишами к ним, в этом их дизайн крайне схож.

Оба ноутбука прошли тестирование на падения, удары, вибрации и другие виды негативного воздействия в независимых испытательных лабораториях.

Ноутбук CF-31 тестировался по стандарту MIL-STD-810G, а Z14I — по



Рис. 3. Ноутбук CF-31 с открытыми заглушками

Таблица 2

Технические характеристики ноутбука Z14I

Процессор	Core i7-8650U 1,90 ГГц
	Core i7-8550U 1,80 ГГц
	Core i5-8350U 1,70 ГГц
	Core i5-8250U 1,60 ГГц
ОС	Windows 10 Professional
Графическая платформа	Intel UHD Graphics 620, опция – NVIDIA GeForce GTX 1050 MXM
Оперативная память	2×SODIMM 2490 МГц DDR4 8–32 ГБ
Дисплей	14,0" (1920×1080) FHD, 1000 кд/м <sup>2</sup>
Клавиатура	Влагозащищённая, 88 клавиш, подсветка – опция
Хранение данных	256 ГБ SSD, опция – 512 ГБ / 1 ТБ SSD, Intel OPAL 2.0 SSD – опция
Мультимедиа-отсек	DVD-RW, или 2-я батарея, или 2-й SSD
Карты расширения	1×microSDXC, 1×SIM, 1×SmartCard, 1×ExpressCard 54 или 1×PCMCIA Type II
Диапазон рабочих температур	–20...+60°C
Диапазон температур хранения	–50...+70°C
Влажность	5...95%
Вибрация	В соответствии с MIL-STD-810G
Защита от пыли и влаги	IP65
Удар	26 падений с высоты 1,8 м (MIL-STD-810G, Method 516.6, Procedure IV)
Сертификаты	FCC, DOC+ FCC ID, CE, ANSI/ISA 12.12.01-2000 класс I, дивизион 2
Габаритные размеры	356×280×50 мм
Вес	3,6 кг
Питание	Основная батарея 10,8 В, 7800 мА·ч, 5 мин батарея для «горячей» замены; вторая батарея 10,8 В, 4700 мА·ч
Порты ввода/вывода	2×USB 3.1 Type A, 1×USB 3.1 Type C, 1×USB 2.0 Type A, 2×RJ-45, 1×DB9 RS-232 serial, 1×VGA, 1×HDMI Type A, 2×RS-232, аудиовход/выход, порт для док-станции

Таблица 3

Технические характеристики ноутбука CF-31

Поколение	CF-31 mk5
Процессор	Core i5-5300U 2,30 ГГц
ОС	Windows 7 Professional (EOL), Windows 10 Professional
Графическая платформа	Intel HD Graphics 5500
Оперативная память	2×SODIMM DDR3L 4–16 ГБ
Дисплей	13,1" XGA (1024×768), 1200 кд/м <sup>2</sup>
Клавиатура	Влагозащищённая, 88 клавиш
Хранение данных	HDD 500 ГБ
Мультимедиа-отсек	2-я батарея, DVD multi – опция
Карты расширения	1×SD/SDXC, 1×SmartCard – опция
Диапазон рабочих температур	–20...+60°C
Диапазон температур хранения	–50...+70°C
Влажность	5...95%
Вибрация	В соответствии с MIL-STD-810G
Защита от пыли и влаги	IP65
Удар	Для падений в соответствии с MIL-STD-810G, Method 516.6, Procedure IV
Сертификаты	MIL-STD-810G, MIL-STD-461F, CE
Габаритные размеры	302×73,5×292 мм (без учёта выступающих частей)
Вес	3,9 кг
Питание	Основная батарея 10,65 В, 8550 мА·ч, вторая батарея – опция
Порты ввода/вывода	3×USB 2.0 Type A, 1×USB 3.0 Type A, 1×RJ-45 (2-й RJ-45 – опция), 1×DB9 RS-232, 1×VGA, 1×HDMI Type A, аудиовход/выход, порт для док-станции

MIL-STD-810H. Процедуры для обоих ноутбуков одинаковые, например, для 26-кратного падения с высоты 180 см использовалась методика MIL-STD-810 516.6. Более подробное описание характеристик ноутбуков приведено в табл. 2 и 3. Также ноутбуки проходили испытания по другому стандарту, MIL-STD-461G, который описывает требования к электромагнитной совместимости ноутбуков. Судя по результатам тестов, оба устройства достойно прошли все испытания, установленные военными стандартами, и могут применяться в самых суровых условиях эксплуатации. Отдельным плюсом Z14I является наличие у него сертификата ANSI/ISA 12.12.01-2000 класса I, дивизион 2.

Если говорить о портах ввода-вывода, то они, по сути, стандартны для такого типа техники у обоих рассматриваемых ноутбуков. Тут мы не можем выделить каких-либо преимуществ ни у Z14I, ни у CF-31. Оба устройства оборудованы достаточным количеством USB-портов, как 2.0, так и 3.1 (3.0 у CF-31 mk5). У них присутствуют последовательные порты RS-232 на разъёме D-sub 9, видеовыходы VGA, DP и HDMI. Также у них имеются сетевые порты RJ-45 для коммуникации по Ethernet с другими устройствами (табл. 2 и 3). Из внешних слотов расширения пользователям доступны слоты для PCMCIA и ExpressCard 54 у ноутбука Z14I от Durabook.

Перейдём к дисплеям ноутбуков. У Z14I – полноценный 14-дюймовый экран с разрешением Full HD (1920×1080) со встроенной функцией multitouch (рис. 4). Максимальная яр-



Рис. 4. Дисплей ноутбука Z14I под прямыми солнечными лучами

кость дисплея Durabook Z14I составляет 1000 кд/м<sup>2</sup>, она позволяет работать с ноутбуком даже под прямыми солнечными лучами. Благодаря используемым антибликовым технологиям это не приносит особого неудобства при работе в полевых условиях. CF-31 оснащён дисплеем 13,1" с разрешением всего 1024×768 и заявленной яркостью в 1200 кд/м<sup>2</sup>. Для этого ноутбука функция multitouch уже является опциональной. У обоих устройств яркость дисплея легко настраивается: от минимальной — для экономии времени автономной работы до максимальной — для лучшей видимости при ярком прямом солнечном свете. Уже упомянутый multitouch-дисплей может настраиваться для работы в перчатках, со стилусом или под дождём.

Для питания такого яркого дисплея нужна соответствующая батарея, которая при этом должна иметь адекватные размеры и не весить слишком много, ведь речь идёт пусть и о защищённом, но всё-таки ноутбуке. Ёмкость основной батареи у Z14I составляет 7800 мА·ч (рис. 5), если же этого оказывается недостаточно, то ноутбук можно уком-



Рис. 5. Основная батарея ноутбука Z14I

плектовать и дополнительной батареей на 4700 мА·ч. При этом батареи можно менять и в «горячем» режиме, не выключая компьютер. Такая возможность обеспечивается наличием дополнительной встроенной батареи. Имея дополнительные заряженные батареи, ноутбук можно поддерживать в рабочем состоянии очень долго. CF-31 же комплектуется батареей ёмкостью 8550 мА·ч, которой, по заявлению производителя, должно хватать на 19,5 часов при установленной на минимум яр-

кости дисплея в 60 кд/м<sup>2</sup>. Нужно отметить, что за такую ёмкость батареи приходится расплачиваться большим весом ноутбука CF-31, это +500 г по сравнению с Z14I. При схожих настройках заявленное производителем время работы у Z14I составляет уже 16 ч. Напомним, что у обоих ноутбуков есть возможность использования дополнительной батареи.

### Производительность

Перейдём теперь ко второй основной составляющей любой защищённой техники — производительности. Ведь самая сложная задача при создании защищённой мобильной техники состоит в том, чтобы соблюсти баланс между защищённостью и производительностью, так как любое сверхзащищённое решение может оказаться недостаточно производительным для приложений, которые планировалось на нём использовать. С ноутбуком Z14I компании Durabook как раз удалось соблюсти необходимый баланс. Как мы уже отмечали, ноутбук Z14I может быть при поставке оснащён четырьмя процессорами семейства Kaby Lake R 8-го поколе-

**Преимущества**

- Специально разработанные изделия
- Интеграция с MasterSCADA
- Готовые конфигурации: IS-MSCADA-A5/AL – для систем до 1000 тегов, IS-MSCADA-C5/AL – для систем без ограничений

## РОССИЙСКИЙ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

От разработчиков отечественных средств автоматизации — AdvantiX, FASTWEL и ИнСАТ

Промышленные объекты

Центральный диспетчерский пункт

Система сбора и хранения информации

Диспетчерские пункты

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)

Таблица 4

Характеристики ЦП ноутбука Z14I

Доступные процессоры	Core i7	Core i7	Core i5	Core i5
Модель	8650U	8550U	8350U	8250U
Поколение	8			
Ядра/потоки	4/8			
Рабочая частота	1,90 ГГц	1,80 ГГц	1,70 ГГц	1,60 ГГц
Частота в режиме турбо	4,20 ГГц	4,00 ГГц	3,60 ГГц	3,40 ГГц
Смарт-кэш	8 МБ		6 МБ	
Энергопотребление (TDP)	15 Вт			
Базовая частота графики	300 МГц			
Максимальная частота графики	1,15 ГГц		1,10 ГГц	
Поддержка Intel vPro	Да	Нет	Да	Нет
Поддержка Intel Hyper-Threading	Да			
Поддержка Intel SIPP	Да	Нет	Да	Нет
Поддержка памяти Intel Optane	Да			

ния от Intel. Сравнительную характеристику этих процессоров вы можете увидеть в табл. 4. Линейка Kabylake Refresh отличается от своих предшественников тем, что впервые в процессорах с TDP (Thermal Design Power – энергопотребление) 15 Вт появились процессоры с четырьмя ядрами и восемью потоками. В поколении Kabylake

Refresh используется всё тот же технологический процесс 14 нм. Несмотря на это, компания Intel провела дополнительную оптимизацию и настройку процессоров, что позволило заметно повысить производительность и эффективность работы 8-го поколения процессоров. При этом процессор у CF-31 mk5 имеет всего 2 ядра и 4 пото-

ка, что может при определённых условиях быть существенным минусом.

Несомненно, главным прорывом стал именно переход с двух- на четырёхядерные процессоры. Естественно, снизилась базовая тактовая частота, но при этом увеличилась максимальная частота при работе в турборежиме. В таком процессоре при стабильной работе происходит существенная экономия энергии, а в критически важных ситуациях все четыре ядра работают на максимальной частоте, обеспечивая выполнение всех приложений.

В принципе, можно сказать, что сейчас все лидеры рынка защищённых ноутбуков используют такие же процессоры 8-го поколения серии Core i5 и i7. Для конечных пользователей, к сожалению, это означает отсутствие поддержки операционной системы Windows 7, которая закончилась на 6-м поколении Skylake.

Тут как раз и стоит обратить внимание на менее производительный ноутбук от Panasonic – CF-31, поскольку его версия mk5 всё ещё продолжает поддерживать Windows 7. Эта ОС по-прежнему очень популярна во всех областях



Мы обновились и расширяем  
ВАШИ КОМПЕТЕНЦИИ **ОНЛАЙН**



УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ-МОСКВА

Дистанционные курсы:

SCADA-СИСТЕМЫ

- Основы работы с программным пакетом ICONICS GENESIS64

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПЛК

- Работа с контроллерами FASTWEL I/O в среде CODESYS V2.3
- Работа с контроллерами WAGO I/O в среде CODESYS V2.3



УЛ. ПРОФСОЮЗНАЯ, Д. 108  
ТЕЛЕФОН: +7 (495) 234-06-36  
E-MAIL: EDUCENTER@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама

Таблица 5

## Технические характеристики GeForce GTX 1050

Характеристика	Значение
Количество шейдерных процессоров	768
Количество конвейеров CUDA	768
Частота ядра	1493 МГц
Частота в режиме Boost	1620 МГц
Количество транзисторов	3,3 млн
Технологический процесс	14 нм
Энергопотребление (TDP)	75 Вт
Максимальная температура	97°C
Скорость текстурирования	77,76 Гтексель
Тип памяти	GDDR5
Максимальный объём памяти	4 ГБ
Ширина шины памяти	128 бит
Пропускная способность памяти	112 Гбит/с

промышленности и в различных ответственных применениях. Многие государственные холдинги и сейчас используют в своих системах ОС Windows 7, несмотря на то что она уже не поддерживается.

Теперь перейдём к графической составляющей, где Durabook оставляет конкурента далеко позади благодаря решению с опциональной дискретной видеокартой. Ноутбук Z14I имеет возможность установки видеокарты GeForce GTX1050 от NVIDIA формата MXM. Возможность подобного расширения встречается буквально у пары моделей среди всех мировых производителей защищённой мобильной техники. Установка такой видеокарты позволит использовать на ноутбуке крайне ресурсоёмкие приложения для работы в полевых условиях. Для понимания приведём технические характеристики указанной видеокарты (табл. 5). Устанавливается видеокарта в отдельный отсек с расширениями, который является опциональным и монтируется к нижней части ноутбука. Вместо дискретной видеокарты можно заказать и расширение с двумя слотами PCIe: полноразмерный PCIe 2.0 x4 и низкопрофильный PCIe 2.0 x1. На базе такого расширения можно организовать настоящий пункт сбора или передачи данных даже с различными проприетарными картами расширения формата PCIe. У ноутбука CF-31

графика ограничивается встроенной в процессор Intel HD Graphics 5500 с базовой частотой 300 МГц.

В ноутбук Durabook Z14I могут быть установлены 2 модуля оперативной памяти SODIMM DDR4. Максимальная ёмкость составляет 32 ГБ при установке двух модулей по 16 ГБ каждый. Ноутбук Panasonic CF-31 mk5 поставляется по умолчанию с 4 ГБ оперативной памяти, а максимально её можно расширить до 16 ГБ SODIMM DDR3L. В CF-31 используется стандартное решение с окошками в нижней части устройства для доступа к слотам оперативной памяти и модулям расширения. В ноутбуке Z14 I применено несколько спорное решение, которое имеет как свои плюсы, так и минусы. Однозначно можно сказать, что оно серьёзно выделило Z14I среди конкурентов на рынке. Если перевернуть его, то не видно стандартных для защищённых ноутбуков окошек быстрого доступа к оперативной памяти и беспроводным модулям. Эти модули расположены сверху, под клавиатурой. Для того чтобы получить к ним доступ, требуется провести несколько не совсем тривиальных операций с отвёрткой, что

**Доломант** Высокие технологии на службе Отечеству



ЗАО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «ДОЛОМАНТ»

**ОТВЕТСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА  
ДЛЯ ЖЕСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**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, технологические консультации и согласования
- Макеты, установочные партии, постановка в серию
- Полное комплектование производства импортными и отечественными компонентами и материалами; поддержание складов
- Серийное плановое производство; тестирование и испытания по методикам и ТУ

**(495) 232-2033 • WWW.DOLOMANT.RU • (495) 739-0775**

Реклама

может быть не очень удобно в полевых условиях (рис. 6). Решение однозначно добавляет защищённости ноутбуку, так как повредить «внутренности» устройства становится ещё сложнее.

Для хранения и обработки информации в Z14I используются только твердотельные накопители: доступны SSD-диски ёмкостью 256 ГБ, 512 ГБ и даже 1 ТБ. Такое решение видится нам оптимальным для использования в защищённом мобильном ноутбуке, ведь несмотря на использование различных демпферов в жёстких дисках, риск повредить его при активной эксплуатации крайне велик. Ноутбук CF-31 mk5 оснащается по умолчанию жёстким диском 500 ГБ. Также все рассматриваемые ноутбуки могут быть оснащены различными беспроводными модулями, которые зачастую незаменимы при работе в полевых условиях: Wi-Fi, WWAN и GPS (GLONASS).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В качестве заключения можно сказать, что оба рассмотренных ноутбука выглядят достойно. Они проходят соответствующие тестирования по военным



Рис. 6. Ноутбук Z14I в полевых условиях

стандартам на защищённость от внешней среды и тяжёлых условий эксплуатации и обладают достойной производительностью и расширяемостью. Z14I от Durabook использует процессоры Intel Core i 8-го поколения с 4 ядрами,

что выгодно выделяет его по сравнению с конкурентом, и может быть оснащён мощной дискретной видеокартой, которая серьёзно расширяет возможные сферы его применения. За это приходится расплачиваться отсутствием поддержки ОС Windows 7, но в любом случае это компенсируется внушительной производительностью устройства. Возможность установки отдельного заказного расширения с байонетными разъёмами также выгодно выделяет этот ноутбук, ведь это делает его незаменимым в различных ответственных применениях, где подобные разъёмы являются стандартом. Из достоинств CF-31 от Panasonic можно выделить его более длительную автономную работу от батареи и поддержку популярной операционной системы Windows 7. Недостатком ноутбука можно считать довольно низкое разрешение экрана 1024×768, которого может быть недостаточно для многих современных приложений. ●

**Автор – сотрудник  
фирмы «Адвантикс»  
Телефон: (495) 232-1693  
E-mail: info@advatix-pc.ru**

# Quality AnalytiX<sup>®</sup>

## Система управления качеством процессов

**Новый уровень качества производства с Quality AnalytiX!**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

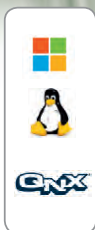
[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)



**Скорость и надежность**  
современных  
**ТЕХНОЛОГИЙ**



Поддерживаемые ОС



**CompactPCI 2.0, 2.16, 2.30, Serial**



**CPC512**

Intel Core i7  
1xGbe, 2xPCIe x8, 4xPCIe x4  
для межмодульной  
коммутации



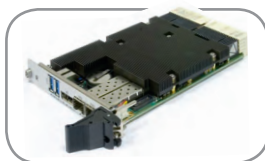
**CPC514**

Эльбрус-4С  
8 ГБ RAM, 16 ГБ SSD,  
3xSATA II, 9xUSB 2.0,  
3xGbe



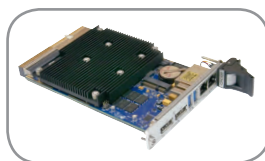
**CPC516**

Байкал-Т  
5xPCIe 1.0, SATA III, 2xGbe,  
DP 1920x1080@60 кадр/с



**CPC518**

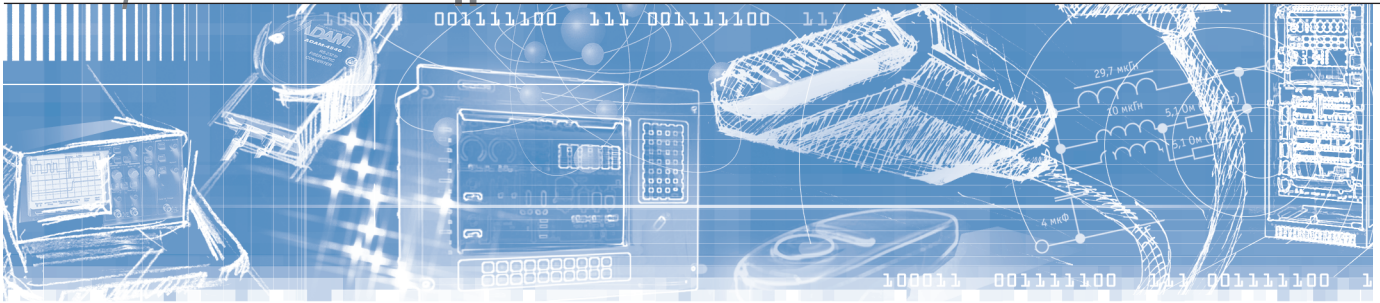
Intel Xeon D  
32 ГБ DDR4, 24xPCIe 3.0,  
2xSPF + 10 Gbe,  
DP 1920x1440@60 кадр/с



**CPC520**

AMD Ryzen Embedded  
8 ГБ DDR4, 16 ГБ SSD,  
2xDP 4K, 2xUSB 3.0





Юрий Широков

# На все случаи жизни: промышленные устройства ввода для экстремальных условий

## Часть 2

Средства вычислительной техники всё чаще используются в сферах человеческой деятельности, где невозможно применение незащищённых устройств, а значит, потребность в специально разработанных для функционирования в жёстких условиях приборах растёт. Ужесточаются и предъявляемые к ним требования. В продолжении статьи о защищённых устройствах ввода мы проиллюстрируем это на примере нескольких моделей клавиатур, мышей, трекболов и джойстиков для промышленного применения.

Во второй части статьи мы рассмотрим некоторые интересные модели защищённых устройств компаний iKey, NSI и InduKey более подробно.

### Короткоходовые промышленные клавиатуры

Короткий ход клавиш зачастую более удобен для работы. Кроме того, благодаря короткому ходу клавиш клавиатуру значительно проще сделать защищённой от попадания влаги и пыли. Именно поэтому практически все клавиатуры для жёстких условий эксплуатации делаются короткоходовыми. В свою очередь, короткоходовые клавиатуры могут быть на основе механических переключателей-кнопок и на основе мембранных контактов. Большинство клавиатур для специальных применений – мембранные, так как этот тип конструкции проще и дешевле в производстве. Распространённым вариантом устройства мембранной клавиатуры является конструкция кнопок, когда каждая клавиша представляет собой небольшой ку-

пол. Принцип действия мембранной клавиатуры прост: при нажатии на клавишу-купол, выполненную из эластичного материала, она прогибается, и токопроводящий элемент, прикрепленный к её обратной стороне, замыкает расположенные под клавишей контакты. Таким образом контроллер клавиатуры определяет нажатие. Длина хода клавиш таких клавиатур в силу их кон-

структивных особенностей, как правило, невелика и составляет единицы миллиметров. Конструктивно такие клавиатуры устроены значительно проще традиционных кнопочных, но простота их конструкции, как ни странно, не влечёт за собой увеличение рабочего ресурса: средний ресурс нажатий на кнопку такого устройства (для бытовых моделей) обычно находится в пределах 1 миллиона. Но если рассматривать устройства именитых производителей, то тут ситуация значительно лучше. Например, клавиатура модели TKS-030c-KGEN производства InduKey (рис. 1) гарантированно выдерживает около 3 млн нажатий на каждую кнопку. У InduKey есть также модели с позолоченными контактами кнопок, что повышает надёжность и увеличивает рабочий ресурс. Кстати, для промышленных клавиатур такого типа обычно характерны повышенная степень пыли- и влагозащищённости и расширенный диапазон рабочих температур. Например, упомянутая модель обладает степенью защиты IP65 и работает в диапазоне температур  $-25...+70^{\circ}\text{C}$ .

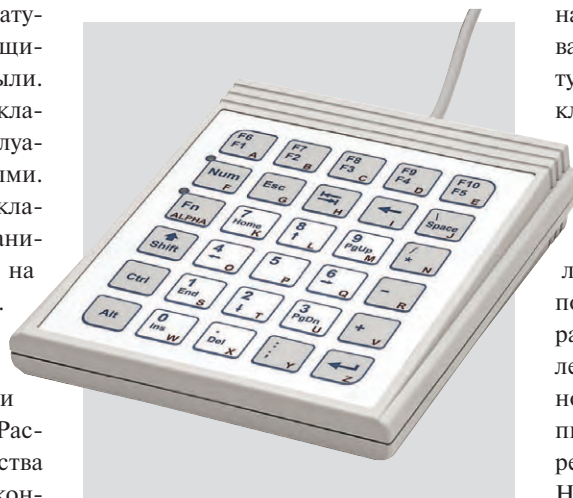


Рис. 1. Защищённая промышленная клавиатура TKS-030c-KGEN



Рис. 2. Клавиатура для 19" стойки GETT TKS-088с-TOUCH-SCHUBL



Рис. 3. Модель с трекболом для 19" стойки KS18328

### Модели для 19" стойки

Модели с коротким ходом клавиш хорошо подходят для монтажа в 19" стойку. Примером такого изделия служит TKS-088с-TOUCH-SCHUBL (рис. 2). Эта 88-клавишная клавиатура также имеет степень защиты IP65 и выполнена в алюминиевом корпусе, стойком к коррозии. Модель оборудована встроенной сенсорной панелью с разрешением 1400 dpi. Имеются в ассортименте InduKey и клавиатуры со встроенным трекболом, также монтируемые в 19" стойку (рис. 3). Промышленная клавиатура из силиконовой резины Rackdrawer RDC-1000 со 114 клавишами и полно-размерной цифровой клавиатурой имеет стандартный размер и 14-дюймовые направляющие для монтажа в стойку глубиной 15".

### Клавиатуры iKey для защищённых планшетов

С развитием автономных беспроводных решений всё актуальнее становится вопрос оснащения различных гаджетов беспроводными же автономными клавиатурами. Компания iKey® представила первую подключаемую Bluetooth®-совместимую защищённую клавиатуру BT-80-03 (рис. 4), предназначенную для

использования совместно с любым планшетом под управлением Android, Windows или iOS. Эта компактная клавиатура с покрытием из силиконовой резины (IP67) имеет толщину менее дюйма, что делает её очень удобным решением для работы с планшетами. Благодаря алгоритму сопряжения в одно касание клавиатура приходит в рабочее состояние менее чем за 30 секунд. Встроенная красная подсветка, включаемая отдельной кнопкой, делает BT-80-03 хорошим решением в условиях низкой освещённости. Для продления срока службы батареи подсветка имеет автоматическое отключение через 10 секунд бездействия устройства. Питание клавиатуры осуществляется от встроенного литий-ионного аккумулятора ёмкостью 3450 мА·ч, подзаряжаемого при помощи стандартного USB-порта, расположенного на задней стороне изделия. При среднем режиме использования полной зарядки встроенного аккумулятора хватает приблизительно на 8 недель работы. BT-80-03 поставляется с монтажной системой VESA и дополнительным магнитным креплением, что делает этот комплект подходящим решением для использования в автомобиле и на медицинских тележках. Стоит

упомнить и о надёжности клавиатуры: каждая её механическая клавиша гарантированно выдерживает более 10 млн циклов нажатий.

### Стекланные сенсорные панели

Стекланная клавиатура даёт совершенно иное ощущение работы, чем традиционная. Но для чего вообще нужны стекланные или сенсорные клавиатуры? В чём преимущества этого материала, и что он даёт пользователям?

Рабочие поверхности из стекла появились около 15 лет назад благодаря инновационной деятельности Apple. Первые настольные клавиатуры со стекланным покрытием были выпущены примерно в то же время и были, скорее, диковинкой, чем рабочим инструментом, хоть и выполняли все функции традиционной клавиатуры ПК. С 2010 года благодаря развитию сенсорных технологий они пережили бум, который продолжается и сегодня. Любой тип стекла, который используется для устройств управления и, следовательно, для сенсорной клавиатуры, относится к сортам технического стекла. Поскольку клавиатуры работают в ёмкостном режиме, стекло изначально должно удовлетво-



Рис. 4. Bluetooth®-совместимая защищённая клавиатура BT-80-03



Рис. 5. Стекланная клавиатура в составе рабочей станции ПК



Рис. 6. Сенсорная панель TKR-086-TOUCH-PANEL

рять физическим требованиям, предъявляемым сенсорными датчиками: не иметь металлических включений или воздушных зазоров. Обычное стекло также непригодно, потому что оно недостаточно прочное. Материал для клавиатуры выбирается разной толщины и обрабатывается по-разному в зависимости от типа продукта и того, где он будет использоваться. Сенсорные клавиатуры, которые используются и устанавливаются в промышленных помещениях, имеют прочную стеклянную переднюю панель толщиной не менее трёх миллиметров, что позволяет им выдерживать жёсткие условия окружающей среды. Они также обычно подвергаются термической закалке. Искусственное напряжение создаётся с помощью процессов нагрева и охлаждения, что обеспечивает высокую степень сопротивляемости ударам, изгибу и царапанию, а также высокий уровень сопротивления тепловому воздействию. Сенсорные клавиатуры, которые используются в составе рабочих станций ПК, имеют очень тонкую стеклянную поверхность, как в смартфонах (рис. 5). Стекло получает высокую степень напряжения поверхности за счёт химического отпуска, который достигается с помощью процесса ионного обмена. Это делает его гораздо менее чувствительным к механическим воздействиям, чем необработанное стекло. Gorilla Glass – хороший пример этого типа стекла.

Рассмотрим сенсорную панель TKR-086-TOUCH-PANEL (рис. 6). Эта складная стеклянная клавиатура для настенного монтажа выполнена по новейшей ёмкостной технологии и соответствует самым строгим гигиеническим стандартам. Ключевыми особенностями сенсорной панели InduSense® являются полностью гладкая рабочая поверхность из стекла и продуманный дизайн. Панель заключена в лёгкий и прочный алюминиевый корпус с порошковым покрытием. Панель может с

успехом использоваться в операционной, лаборатории или чистой комнате, на рабочих местах в пищевой, фармацевтической и химической промышленности. Благодаря возможности складывать панель она может быть легко интегрирована в существующие системы (рис. 7). Клавиатура имеет дополнительную выдвижную рабочую поверхность для мыши, смартфона или документов. Стеклянная поверхность позволяет легко чистить и дезинфицировать устройство, так как клавиатура имеет степень защиты IP65 по фронтальной панели. Устройство имеет специальную функцию блокировки клавиш во избежание ложных срабатываний в процессе чистки и дезинфекции, а для напоминания о необходимости очистки поверхности служит специальный светодиодный индикатор, срабатывающий после 10 000 нажатий клавиш. С клавиатурой можно работать в защитных перчатках из латекса или силикона. Чувствительность устройства к прикосновениям настраивается индивидуально, что также улучшает эргономичность работы с ней.

Стеклянные панели, аналогичные описанной по своим характеристикам, могут быть изготовлены и для встраивания. Примером может служить модель TKR-103-TOUCH-ADH(C)-USB, предназначенная для монтажа в столешницы. Её выполненная из трёхмиллиметрового закалённого стекла поверхность обеспечивает степень защиты IP65. К столешнице панель приклеивается клеем или герметиком, что обеспечивает наилучшую механическую прочность и защиту от проникновения жидкостей и загрязнений.

Для работы в жёстких условиях требуются не только клавиатуры, но и другие устройства ввода информации в соответствующем исполнении. Самыми распространёнными из них являются мыши, сенсорные панели (touchpad) и трекболы.



Рис. 7. Механизм складывания клавиатуры

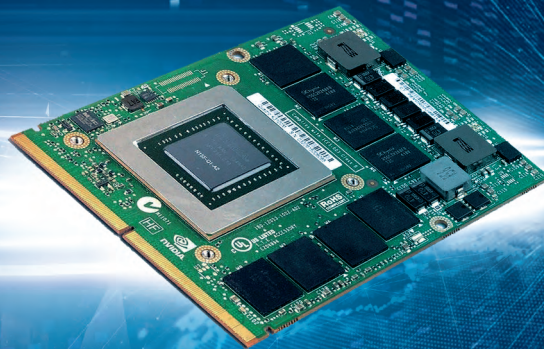
## ЗАЩИЩЁННЫЕ МЫШИ INDUKEY

Компания InduKey производит проводные и беспроводные мыши в защищённом промышленном исполнении. Их силиконовый корпус специальной конструкции предотвращает попадание внутрь мыши влаги, пыли и грязи. Серия продуктов InduMouse® Pro (рис. 8), кроме того, благодаря специальному лазерному датчику работает на отражающих поверхностях, где обычные мыши работать не могут, например, на стекле, акриле или стали. Вследствие этого отпадает необходимость в коврик. В сочетании со степенью защиты IP68 гигиенические преимущества для таких применений, как медицина, очевидны: мышь можно мыть и дезинфицировать, а отсутствие коврика также устраняет потенциальное место скопления загрязнений и бактерий. Мыши InduMouse созданы симметричными, что позволяет с одинаковым удобством работать с ними как правшам, так и левшам. Диапазон рабочих температур этой мыши –20...+70°C, а её кнопки выдерживают 2 млн нажатий на каждую, что является очень хорошим показателем. Вместо традиционного колёсика эта мышь имеет встроенную линейку прокрутки. Компанией производятся и беспроводные аналоги описанного изделия. Производитель даёт четырёхлетнюю (!) гарантию технической надёжности своего устройства.



Рис. 8. Защищённая мышь серии InduMouse® Pro

# Встраиваемая графика для систем с искусственным интеллектом

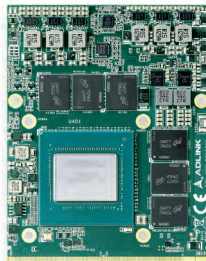


**МХМ-МОДУЛИ ADLINK на основе  
графических процессоров NVIDIA Quadro**

## с архитектурой Turning



- EGX-MXM-T1000
- GPU Quadro® T1000
- 896 ядер CUDA
- Производительность 2,6 Тфлопс

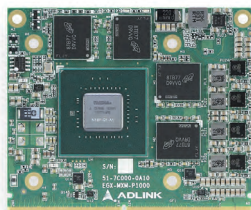


- EGX-MXM-RTX3000
- GPU Quadro® RTX3000
- 1920 ядер CUDA
- Производительность 5,3 Тфлопс



- EGX-MXM-RTX5000
- GPU Quadro® RTX3000
- 3072 ядра CUDA
- Производительность 9,4 Тфлопс

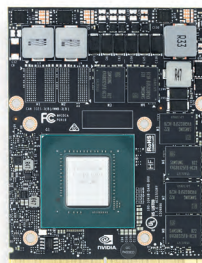
## с архитектурой Pascal



- EGX-MXM-P1000
- GPU Quadro® 1000
- 512 ядер CUDA
- Производительность 1,8 Тфлопс



- EGX-MXM-P2000
- GPU Quadro® 2000
- 768 ядер CUDA
- Производительность 2,3 Тфлопс



- EGX-MXM-P3000
- GPU Quadro® 3000
- 1280 ядер CUDA
- Производительность 3,9 Тфлопс



- EGX-MXM-P5000
- GPU Quadro® 5000
- 2048 ядер CUDA
- Производительность 6,4 Тфлопс



Рис. 9. Трекбол E38-76A31D в промышленном исполнении

## ТРЕКБОЛЫ И СЕНСОРНЫЕ ПАНЕЛИ NSI

Бельгийская компания NSI специализируется на защищённых сенсорных панелях и трекболах уже на протяжении более тридцати лет. 38-миллиметровый настольный трекбол E38-76A31D (рис. 9) производства NSI имеет герметичный полностью водонепроницаемый корпус со степенью защиты IP68 и встроенное колесо прокрутки с бесконтактным датчиком на эффекте Холла, также защищённым по IP68. В трекболе используется технология лазерной инфракрасной оптической навигации. Для точного перемещения курсора предназначен съёмный (для лёгкой очистки) шар диаметром 38 мм с покрытием из эпоксидной резины. Механизм крепления и поворота шара выдерживает экстремальные нагрузки до 10 кг. Это устройство незаменимо в условиях нехватки места и функционально полностью заменяет собой обычную мышшь: для работы ему даже не требуется специальных драйверов.

Защищённые сенсорные панели NSI выпускаются как в виде конструктивно законченных решений (в качестве примера приведём устройство TPD-55A326 – рис. 10), так и в виде модулей, предназначенных для встраивания в различные приборы и установки. В качестве примера встраиваемого модуля можно привести защищённую по IP68 сенсорную панель SPS55F8 (рис. 11). Рассмотрим их более детально.

TPD-55A326 является 6-дюймовой сенсорной панелью в корпусе из поликарбоната с противоскользящими резиновыми ножками. Конструкция позволяет легко очищать и обеззараживать её, обеспечивая постоянную оптимальную производительность и работу в самых суровых условиях. Корпус защищён по IP65, что позволяет мыть и дезинфицировать устройство по мере необходимости. Устройство разработано как автономное настольное и, так же



Рис. 10. TPD-55A326 – сенсорная панель со степенью защиты IP65

как трекбол, оптимизирует рабочее пространство по сравнению с мышью. Ёмкостная сенсорная технология позволяет надёжно распознавать перемещение курсора по осям X и Y, а также поддерживать различные жесты, производимые двумя или тремя пальцами. Отсутствие механических движущихся частей придаёт сенсорной панели дополнительную надёжность при эксплуатации в условиях сотрясений и вибраций. Помимо сенсорной площадки, панель оснащена ещё и восемью функциональными сенсорными кнопками. Эти кнопки расположены в верхней части модуля сенсорной панели и реализуют вырезание, копирование и вставку, регулировку разрешения курсора и функцию блокировки панели для облегчения очистки и обеззараживания устройства. Сенсорная панель оснащена алгоритмом отслеживания инерции, имитирующим инерцию курсора по осям X и Y, позволяя ему некоторое время продолжать перемещаться в заданном направлении после того, как палец будет убран с поверхности сенсорной панели, после чего курсор естественным образом замедляется до полной остановки. Панель соединяется с компьютером стандартным USB-кабелем. Эти панели нашли применение в медицине, в составе промышленных установок, во флоте.



Рис. 11. SPS55F8 – сенсорная панель со степенью защиты IP68 для встраивания в аппаратуру заказчика

SPS55F8 – нечувствительная к давлению ёмкостная сенсорная панель с корпусом из нержавеющей стали со степенью защиты IP68 по фронтальной поверхности. В корпус вмонтированы также две функциональные кнопки из нержавеющей стали. Она не является самостоятельным законченным устройством. Силиконовое уплотнение панели, входящее в комплект поставки, при правильной установке в панель клиента обеспечивает водонепроницаемое уплотнение со степенью защиты IP68 для всего устройства. Для определения присутствия пальца панель использует технологию искажения поля. Поскольку устройство нечувствительно к давлению, чтобы точно отслеживать кончик пальца, ему достаточно лёгкого прикосновения. Но из-за ёмкостного принципа работы устройство может не сработать, если оператор будет в толстых перчатках. Изделие предназначено для тяжёлых промышленных условий эксплуатации, может работать при любых углах установки и не требует очистки или обслуживания. Оно сохраняет работоспособность в диапазоне температур  $-10...+60^{\circ}\text{C}$  и, таким образом, очень хорошо подходит для широкого спектра применений, включая информационные киоски или терминалы, управление навигацией, автоматизацию в обрабатывающей промышленности и многое другое.

## СУПЕРЗАЩИЩЁННЫЕ МЫШИ GETT

Даже среди изделий, предназначенных для эксплуатации в особо жёстких условиях, имеются свои лидеры, обладающие выдающимися характеристиками. К ним относится мышшь модели СКМ2W (рис. 12). Эта беспроводная аккумуляторная оптическая мышшь не просто не боится воды – она обладает степенью защиты корпуса IP68 и вы-



Рис. 12. Мышь модели СКМ2W не боится мытья в посудомоечной машине

держивает даже мытьё в посудомоечной машине при температуре до +60°C. Надо сказать, что диапазон рабочих температур устройства составляет –15...+60°C, при этом оно чрезвычайно надёжно: ресурс микропереключателей кнопок мыши составляет 10 млн нажатий, и производитель даёт 4-летнюю гарантию на изделие. Защита от перехвата злоумышленниками информации, передаваемой мышью по радиоканалу на частоте 2,4 ГГц, обеспечивается путём использования алгоритма блочного шифрования AES128.

### ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИЕ ДЖОЙСТИКИ iKEY

Компания iKey производит промышленные указательные устройства на основе тензометрических резистивных датчиков. Технология, получившая сокращённое название FSR (Force Sensing Resistor – резистор измерения силы), обеспечивает повышенную чувствительность и долговечность, сочетает в себе функциональность мыши и удобство джойстика в одном удобном и компактном корпусе. Выпускаемые в прочных корпусах из нержавеющей стали

устройства обеспечивают обратную связь с компьютером по давлению на чувствительный элемент, для чего вообще не требуется совершать перемещений (рис. 13). Эта особенность чрезвычайно полезна в случаях крайней стеснённости доступного пространства. Низкопрофильная конструкция не содержит выступающих и движущихся частей, подверженных поломкам и являющихся потенциальными местами скопления загрязнений. Благодаря пол-



Рис. 13. Тензорезистивный джойстик iKey модели HP-DT-FSR

ностью герметичной конструкции, соответствующей стандарту NEMA 4X (защита от пыли и воды под давлением), тензодатчик не боится разливов жидкостей, загрязнения, промывки и дезинфекции, а также других неблагоприятных воздействий, характерных для промышленной среды. Ресурс джойстика составляет не менее 10 млн нажатий. Такие джойстики производятся не только в корпусах, но и в OEM-исполнении, предназначенном для встраивания в устройства сторонних производителей.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как мы увидели, сложно придумать столь экзотические условия, для которых было бы невозможно подобрать соответствующие устройства ввода данных. Ноу-хау компаний, чьи изделия рассмотрены в этой статье, позволяют сделать работу персонала удобной и безопасной в любых обстоятельствах, а надёжность их изделий превосходит требования самых придирчивых пользователей. ●

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)



**НА ВЕРШИНЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ,  
УНИВЕРСАЛЬНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ**







- Встраиваемые 1/8/16-портовые KVM-консоли оператора
- Заказные компьютерные платформы для специальных применений
- Защищенные портативные рабочие станции для ответственных применений



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

[WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)



Реклама

# Решения Sensorik 4.0 меняют подход к автоматизации

Юрий Широков

Для практической реализации концепции Индустрии 4.0 требуется обкатка множества технических и технологических решений. Компания Pepperl+Fuchs развивает направление, названное Sensorik 4.0. Эта инициатива по созданию умных решений для автоматизации уже приносит свои плоды. В статье рассказывается о двух новых проектах компании.

Для практической реализации проектов Sensorik 4.0 фирма Pepperl+Fuchs основала дочернюю компанию Neosception GmbH. Эта компания занимается как технической поддержкой клиентов Pepperl+Fuchs, так и разработками решений в области промышленной автоматизации, предполагающих совершенно новые бизнес-модели. Объёмы данных, собираемых различными промышленными датчиками, растут как снежный ком. Но как воспользоваться всеми этими данными? Как обеспечить новое качество управляемости и эффективности производств? Компания Neosception стала ключевым партнёром в области цифровых услуг для многих заказчиков Pepperl+Fuchs.

## ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ КАНБАНА

Канбан (kanban) – термин, пришедший к нам из Японии. В переводе с японского канбан означает систему организации производства и логистики, позволяющую реализовать принцип «точно в срок». В качестве её прототипа был взят процесс динамического пополнения полок в супермаркетах. Канбан-системы незаменимы на производственных предприятиях и дают множество преимуществ. Однако ручные рабочие процессы могут вносить в слаженную цепочку ошибки, а следовательно, низкий уровень цифровизации означает наличие возможностей для совершенствования. Компании Bosch Connected Industry (BCI), Pepperl+Fuchs и Neosception объединились для разработки комплексного решения, которое адаптирует стойки канбан для Инду-

стрии 4.0 и в равной степени подходит как для новых проектов, так и для модернизации.

С момента внедрения Toyota в промышленное производство канбан-системы завоевали огромную популярность во всём мире. Эта технология, широко используемая в производственных и логистических процессах, давно и успешно применяется даже в разработке программного обеспечения и управлении проектами. Тем не менее испытанный на практике оригинал – производственная система канбан – всё ещё имеет большой потенциал для оптимизации. Если, например, складские запасы регистрируются вручную, ошибки неизбежны. Эти ошибки вызывают расхождение фактического положения дел и данных, выявляемые лишь в процессе инвентаризации, и могут повлечь за собой производственные коллизии.

Поскольку Bosch не только предлагает своим клиентам компоненты для организации процессов канбан, но и использует эти компоненты в собственном производстве и логистике, компания особо заинтересована в разработке системы, пригодной для интеграции в процессы Индустрии 4.0. Полученное в результате решение должно было стать простым для использования крупными компаниями в новых проектах и подходить для модернизации существующих систем на малых и средних предприятиях. Для реализации таких сложных приложений IoT в 2018 году была создана дочерняя компания Bosch Connected Industry (BCI). 500 сотрудников компании работают исключительно над задачами Индустрии 4.0, цифро-

визации и сетевых производственных и логистических приложений. В процессе проработки концепции современного решения выявилась потребность в датчиках нового типа, и компания Bosch стала искать подрядчиков, обладающих соответствующими компетенциями. После предварительных переговоров с Pepperl+Fuchs было сформировано партнёрство, решающим фактором создания которого стало то, что фирма является экспертом в области промышленной автоматизации и обладает многолетним опытом в сенсорных технологиях, а также имеет дочернюю компанию Neosception, специализирующуюся на разработке программного обеспечения для решений Индустрии 4.0.

Вновь сформированная команда немедленно приступила к работе по достижению общей цели создания сквозного соединения между операционными (OT) и информационными (IT) технологиями. Проще говоря, специалисты стремились создать цифровую карту для управления обычными канбан-полками со всеми их типовыми элементами, включая процессы управления поставками и расходом материалов. Исходя из поставленной цели, команда разработала датчики и программное обеспечение, адаптированные специально для этого приложения.

Обширный портфель разработок Pepperl+Fuchs оказался здесь большим преимуществом: технология бесконтактной идентификации RFID (рис. 1) позволяет легко и надёжно определить, какие материалы поступили в зону производственного снабжения. При этом систему Bosch более высокого



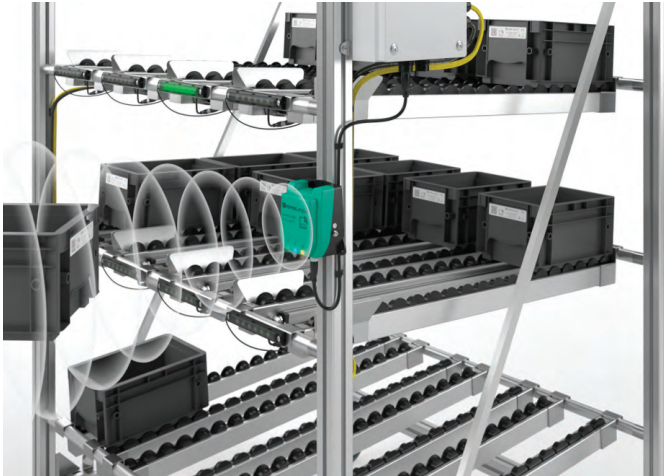


Рис. 1. RFID позволяет надёжно идентифицировать материалы

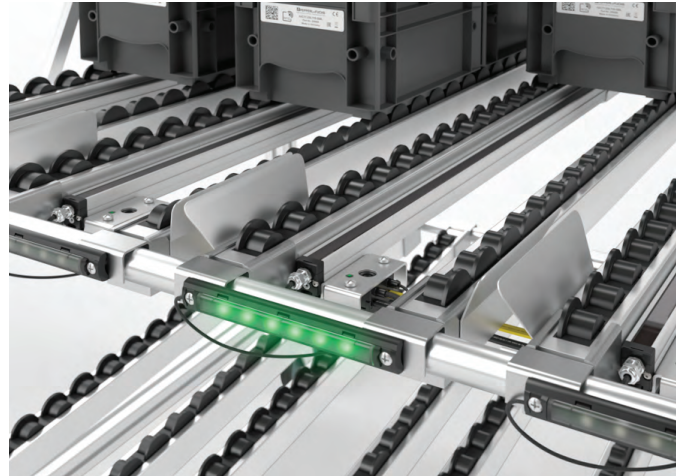


Рис. 2. Для отображения состояния используется светодиодный модуль

уровня можно использовать для определения того, для каких производственных линий предназначены те или иные материалы. Помимо стационарных считывающих головок, для лёгкого обнаружения RFID-меток в движении могут использоваться браслеты RFID для персонала.

На втором ключевом этапе команда сосредоточилась на мониторинге и управлении отдельными сегментами полки. Каждая секция была оборудована фотоэлектрической световой полосой, выделенным контроллером стойки и светодиодным модулем индикации (рис. 2). Ключевым элементом этой части решения, несомненно, является специально разработанная светодиодная световая полоса в сочетании с интеллектуальным программным обеспечением, позволяющая распознавать даже небольшие элементы. Это даёт возможность на основе шаблонов, заложенных в программном обеспечении, идентифицировать объекты почти в режиме реального времени и делать выводы об их перемещениях на конвейере. Светодиодные модули индицируют сигналами разного цвета верное и ошибочное положение ящика на конвейере. Светодиодная полоса может быть разной длины, это означает, что её можно легко подобрать по размерам соответствующей стойки.

Разработанный специально для данного приложения контроллер стойки действует как связующее звено между датчиками, светодиодами и контроллером более высокого уровня. В ходе работы над подключением световой полосы, светодиодного модуля и контроллера стойки команда по-прежнему уделяла приоритетное внимание гибкости системы, поэтому был использован плоский кабель AS-Interface с технологией прокалывания жил.

Принятое решение позволяет подключать до 50 полок к одному контроллеру более высокого уровня. Это, в свою очередь, приводит к другим важным преимуществам: передовое решение можно использовать как для развёртывания на новых заводах, так и для модернизации уже существующих производств. Существующие на рынке решения используют либо только RFID, либо беспроводную технологию, либо традиционные механические переключатели. Однако каждый из этих подходов имеет свои недостатки. Совместное решение Bosch и Pepperl+Fuchs предлагает значительно большую надёжность и экономию ресурсов, а также обеспечивает беспрецедентный сквозной поток цифровой информации.

Если посмотреть на систему в действии, становится ясно, что она даже превосходит ожидания: снабжённый

браслетами RFID производственный персонал Bosch может при размещении небольших контейнеров на стеллажах действовать быстро и эффективно. Световая индикация даёт четкие инструкции для следующего этапа работы и указывает на любые ошибки при размещении комплектующих. Панель мониторинга на подключённом HMI автоматически визуализирует информацию о рабочем процессе, а также позволяет управлять им вручную. Зелёный цвет индикатора состояния стойки указывает, что всё происходит правильно. Для обеспечения такого чёткого взаимодействия, помимо аппаратной части, потребовались и новаторские программные компоненты (рис. 3).

Приложение для управления запасами от Nexeed Industrial Application System, разработанное BCI, используется в процессах планирования, контроля и внут-

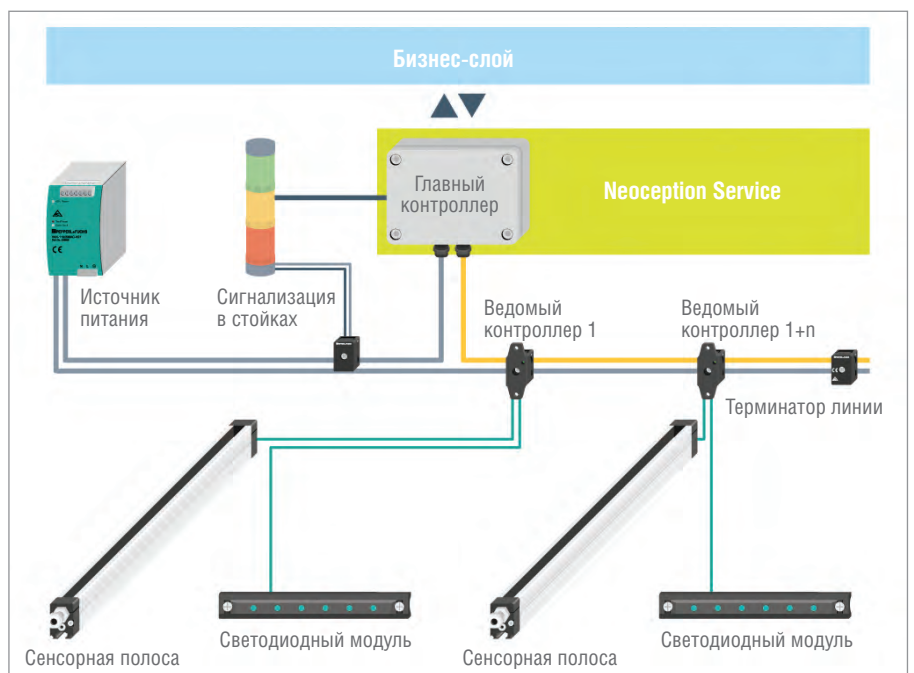


Рис. 3. Бизнес-слой приложения

ренной логистики. Это приложение действует как интерфейс между ERP-системой и главным контроллером стойки, также оснащённым программным обеспечением от Neoseption. Как только индикаторы управления запасами показывают оператору, какую стойку необходимо загрузить, датчики будут готовы обнаружить, что в стойку помещается контейнер. Управляемый программным обеспечением Neoseption промышленный ПК (IPC) хранит информацию о том, когда и какие именно действия оператор совершал с этой стойкой. Если оператор пытается загрузить не ту стойку, немедленно обнаруживается ошибка и срабатывает сигнализация. Отслеживание материалов в реальном времени завершается только после исправления ошибки оператора и размещения контейнера в назначенной ему стойке.

Программное обеспечение может сопоставлять информацию о размере контейнера из приложения управления запасами с данными о размещении запасов, чтобы проверить, соответствует ли количество физических ящиков виртуальному запасу материала. Это означает, что запасы на стеллаже постоянно конт-

ролируются и визуализируются с помощью электронных индикаторов на стеллаже. Когда уровень запаса на стеллаже падает до заданного предельного значения, система автоматически отправляет запрос на комплектование запаса и запускает процесс пополнения соответствующих позиций. Сервис, разработанный для главного контроллера, обеспечивает управление устройствами и разрешениями для локальных компонентов системы, а также отслеживает состояние полевых датчиков и шлюзов. Чтобы избежать перегрузки ERP или системы управления складом, события процесса могут быть буферизованы. Можно также установить простое и безопасное соединение с различными облачными сервисами. Это программно-аппаратное решение, предлагаемое совместно VCI, Pepperl+Fuchs и Neoseption, станет осязательным шагом в области совершенствования канбан-управления.

#### ГИБКА ПАНЕЛЕЙ 4.0

На заводе Salvagnini Maschinenbau GmbH, производящем в австрийском Эннсдорфе листогибочные машины, ежедневно собирается множество ма-

шин для выполнения точных работ. Новые технологии, внедряемые на предприятии, позволяют сделать гибкую панель более простой и эффективной. Мы поясним это на примере панелегибочной машины Salvagnini P1 (рис. 4).

Перед тем как превратить простую панель в готовый продукт, необходимо учесть множество различных нюансов. При гибке панелей есть два ключевых фактора: важны свойства как материала, так и самой гибочной машины. Первостепенное значение, конечно, имеют особые свойства материала панели: каждый материал ведет себя по-разному, будь то алюминий, простая или нержавеющая сталь — они имеют разную прочность на растяжение и изгиб. Поэтому в зависимости от вида металла и даже от конкретной партии заготовки необходимо учитывать указанные факторы. Кроме того, когда силы изгиба перестают действовать на заготовку, сформированная панель всегда стремится слегка восстановить свою прежнюю форму. В связи с этим на обычных гибочных станках для обеспечения неизменно высокого качества часто требуется ручная корректировка. Эта до-

## Система расширения интерфейсов MI/O

### Гибкая разработка компьютерных систем

Одноплатный компьютер + модуль MI/Oe

Одноплатный компьютер

Защита ноу-хау | Расширенный набор функций

**MI/O Extension**  
Гибкая архитектура

Экономичность

Быстрый вывод продукта на рынок

Корпус с расширением MI/Oe

Модуль MI/Oe

Enabling an Intelligent Planet

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

Реклама

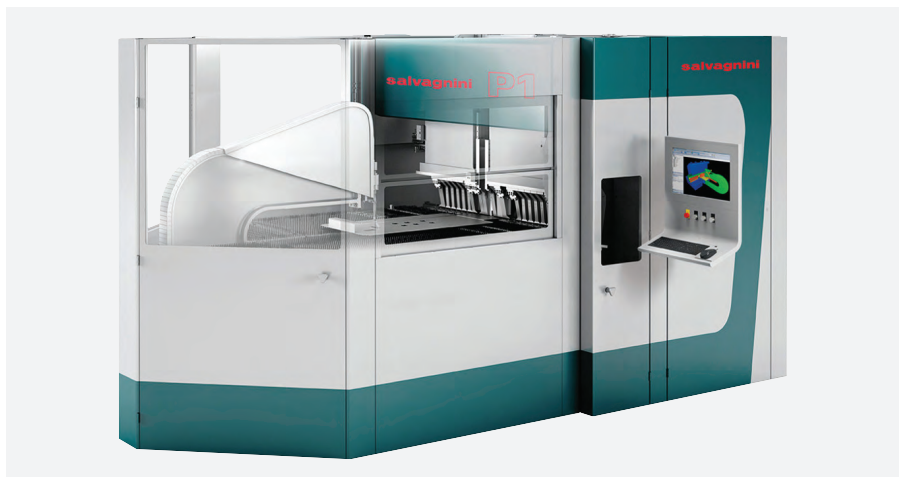


Рис. 4. Панелегибочная машина Salvagnini P1

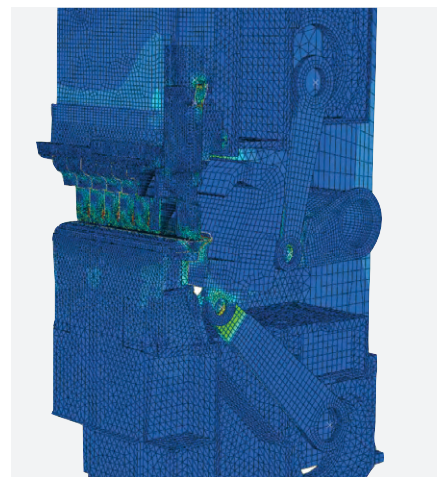


Рис. 5. Цифровой двойник станка существенно повышает качество его работы

полнительная работа оборачивается для компании тратой драгоценного времени и ресурсов. Разработчики из Линца часто имеют дело с компаниями, сталкивающимися с аналогичными производству Salvagnini проблемами.

Есть и ещё одна проблема: многие металлообрабатывающие компании производят мелкие партии изделий и при этом хотели бы иметь возможность контролировать свою производствен-

ную деятельность из любой точки мира. Чтобы удовлетворить требованиям современной обработки панелей, Salvagnini совместно с компанией LCM разработала решение, которое станет революцией не только в гибке панелей. В результате была рождена совершенно новая технология, которая помогла воплотить в жизнь общее видение, — технология обработки материалов в реальном времени, названная MAC 2.0 (аббревиатура от

Material Arrangement Correction — коррекция положения материала). Высокое качество результата стало возможным благодаря применению цифрового двойника.

Как же работает новая технология? С использованием метода конечных элементов (FEM — Finite Element Method) моделируется как сам станок, так и широкий спектр свойств заготовки для панели, включая силу формования, кото-

# Apsacer®

## НАДЕЖНОЕ ХРАНЕНИЕ ДАННЫХ в экстремальных условиях

- Дополнительная защита от пыли и влаги - IP57
- Исполнение в расширенном диапазоне температур -40...+85°C

**Промышленная флэш-память**

- Промышленные SSD:  
SATA SSD, PATA SSD, PCIe, USB, CFast, CompactFlash
- Промышленные модули памяти DRAM:  
для ноутбуков, серверов и настольных ПК

### Почему Apsacer?

- Лидирующие позиции на рынке
- Гарантия качества — до 3 лет
- Широкие возможности заказных разработок
- Квалифицированная техническая поддержка

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

рая действует на материал во время процесса гибки. Таким образом создаётся цифровой двойник материала и станка, виртуально отображающий весь процесс гибки (рис. 5). Разработчики из компании LCM создали эффективные имитационные модели, которые затем интегрировали в программное обеспечение MAC 2.0. Программное обеспечение в режиме реального времени обрабатывает поступающие данные, автоматически контролируя и корректируя весь процесс гибки. Используя эту технологию, мож-

но моделировать процесс гибки в реальном времени на основе свойств материала, сравнивать его с результатами, полученными в результате моделирования по методу конечных элементов, и компенсировать любые отклонения. Это позволяет машине идеально сгибать панели без потерь материала на брак.

Все эти шаги выполняются в полностью автоматизированном процессе. Различные датчики Pepperl+Fuchs используются в ходе гибки для решения таких задач, как позиционирование и

определение толщины панелей. С их помощью можно точно регистрировать все важные параметры процесса гибки. Чтобы определить необходимую силу формования, станок сначала изгибает материал немного медленнее, чем обычно. В процессе этого предварительного (настроечного) этапа параметры всех приводов в машине автоматически подстраиваются под характеристики материала. После того как определяются свойства материала и станка, гибка начинается с обычной скоростью. Результат и преимущества очевидны: изгибы выполняются с точностью  $\pm 0,9^\circ$  (это лишь половина типового отклонения для станков подобного типа, доступных на рынке) независимо от толщины или качества панелей, а также достигается хорошая повторяемость. Для корректной работы системы необходимо определить только тип и толщину панели, а измерительный (настроечный) изгиб панели должен составить не менее  $40^\circ$  — для всех остальных изгибов определяются скорректированные траектории движения инструмента, и затем можно использовать систему управления Salvagnini.

От цифровизации своих предприятий компании получают множество преимуществ. Программное обеспечение может обнаруживать износ оборудования на ранней стадии и предоставлять пользователям точный обзор состояния машин в любое время, а это означает, что непредвиденная переналадка теперь уходит в прошлое. Наглядным примером преимуществ служит также сокращение расходов на профилактическое обслуживание. С развитием технологий цифровых двойников клиенты смогут безотходно производить продукцию, будь то штучные изделия или серийное производство.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Компания Pepperl+Fuchs, специализировавшаяся ранее на производстве лишь промышленных датчиков, сегодня полностью меняет концепцию своего бизнеса, предлагая своим традиционным клиентам полноценные комплексные решения в рамках концепции Индустрии 4.0. Воспользоваться компетенциями экспертов рынка — хорошая идея, способная сэкономить массу времени и средств в работе над проектами автоматизации. ●

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)



**НАДЁЖНОСТЬ**  
**БЕЗОПАСНОСТЬ**  
**РЕАЛЬНОЕ ВРЕМЯ**

**Программно-аппаратные комплексы  
с операционной системой  
реального времени**

**GNX PROSOFT® ADVANTIX**

**PROSOFT®** | **ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР**  
(495) 234-0636 • [INFO@PROSOFT.RU](mailto:INFO@PROSOFT.RU) • [WWW.PROSOFT.RU](http://WWW.PROSOFT.RU)



Рис. 5



## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОХОДНЫЕ

Для объектов с различными требованиями к системам безопасности

- Уникальные комплексные решения с применением широкого спектра передовых бесконтактных биоидентификационных технологий
- Полная автоматизация процедур доступа, включая автоматизацию существующих бюро пропусков
- Готовность к работе в рамках последних решений правительства в области цифровизации идентификационных документов
- Изделия соответствуют государственным стандартам в области защиты персональных данных
- Разработаны и производятся в России
- Изготовлены с применением надежных промышленных комплектующих
- Позволяют повысить общий уровень безопасности объекта
- Ускоряют процедуры пропуска посетителей/сотрудников, повышая общий уровень удовлетворенности
- Полностью готовы к интеграции в инфраструктуры пунктов контроля
- Оптимальная совокупная стоимость владения



# SCAIME – ЭКСПЕРТ ПО ВЗВЕШИВАНИЮ

Юрий Широков

Датчики для измерения различных физических величин являются основой промышленных систем автоматизации, и то, насколько они надёжны и точны, определяет качество функционирования всей системы. Датчики усилия, веса, момента, деформации, перемещения, ускорения компании SCAIME применяются практически во всех отраслях. В статье приведён краткий обзор продуктов компании и сфер их применения.

Компания SCAIME основана в 1980 году, её штаб-квартира и главный завод находятся в Аннемассе (Франция), а основная сфера деятельности лежит в области автоматизации взвешивания, измерения усилий и перемещений. Компания тратит на НИОКР порядка 10% годового оборота – ни много ни мало около полутора миллионов евро. Для компании со штатом 80 человек – это очень хороший показатель. SCAIME является разработчиком и производителем широкого спектра промышленных датчиков и электронных устройств для обработки сигналов. Наряду с универсальными продуктами для решения широкого круга типовых задач компания берётся и за создание индивидуальных решений для проектов заказчиков. Изделия SCAIME пользуются популярностью в областях производства продуктов питания и напитков, в горнодобывающей промышленности, в обработке металлов и минералов, в химической промышленности, в утилизации отходов. Помимо промышленности, решения SCAIME применяются в таких сложных и ответственных областях, как аэрокосмический и медицинский секторы (фармацевтика).

SCAIME предлагает не только датчики для измерения физических величин, но и средства автоматизации, разработанные в сотрудничестве с компанией Schneider Electric – весовые контроллеры eNod4. Решения SCAIME, ориентированные на производителей оборудования и инженерные компании, занимающиеся системной интеграцией, позволяют разработчикам эффективно внедрять их в производственные процессы:

зачем придумывать заново то, что кто-то уже удачно реализовал и готов предоставить вам в безраздельное пользование?

## КОНТРОЛЛЕР eNod4

Контроллер представляет собой специализированную микропроцессорную систему (рис. 1) и производится в нескольких базовых конфигурациях (в различных модификациях прошивок), предназначенных для решения различных типовых задач:

- eNod04B – поточное взвешивание на конвейере;
- eNod04C – весовой контроль изделий;
- eNod04D – дозирование компонентов;
- eNod04F – контроль непрерывной конвейерной подачи;
- eNod04T – конвертер вес/объём.

Контроллеры серии eNod характерны простотой настройки и ввода в эксплуата-

цию. Для работы с контроллерами eNod посредством ПК создано специальное ПО eNodView (через USB-порт). Это ПО работает под управлением ОС Windows и позволяет как конфигурировать и калибровать контроллер, так и анализировать работу системы в удобном графическом интерфейсе. Для непосредственного управления контроллером на производстве может быть использована панель оператора eNodTouch. Весовые контроллеры могут функционировать также под управлением любого ПЛК стороннего производителя с поддержкой протоколов Modbus или CANopen. Два встроенных порта Ethernet с поддержкой функциональности switch (коммутатор) и hub (концентратор) позволяют реализовать обмен по надёжным промышленным сетевым протоколам DLR (Ethernet/IP), MRP (PROFINET IO), RSTP (Modbus RTU). Цифровые входы контроллера служат для внешнего запуска процессов взвешивания и управления этим процессом. Цифровые выходы могут быть сконфигурированы для управления внешними устройствами и сигнализацией.

Таким образом, системы автоматизации eNod охватывают практически полностью всю производственную цепочку от поставок сырья и до продаж готовой продукции (рис. 2). Благодаря поддержке основных промышленных протоколов и сетей, распространённых на рынке автоматизации, контроллеры eNod легко интегрируются в любые автоматизированные системы. Надо отметить также, что SCAIME является официальным партнёром Schneider Electric



Рис. 1. Контроллер eNod4



Рис. 2. Решения SCAIME охватывают всю производственную цепочку

по приложениям для взвешивания. Это партнёрство обеспечивает хорошую совместимость между решениями SCAIME и архитектурами автоматизации компании Schneider Electric, в сотрудничестве с которой разработаны модули для работы с ПЛК M580. Модуль PMESWT (рис. 3) устанавливается непосредственно на объединительную Ethernet-плату M580 или может работать в качестве удалённого. Его основные характеристики:

- 1 канал взвешивания, способный работать с 8 датчиками веса;
- 24-битный АЦП;
- программируемые цифровые фильтры;
- 2 цифровых входа и 4 выхода;
- функциональность: контроль пороговых значений, дозирование и расчёт расхода;
- настройка и доступ к данным через Unity PRO DTM (Device Type Manager);
- 1 выход RS-485 Modbus RTU для подключения сенсорной панели eNodTouch.

Типовые решения SCAIME распространяются на задачи статического, динамического и непрерывного взвешивания, измерения усилий, напряжений, смещений температур:

- динамическое взвешивание, то есть взвешивание объектов, проходящих по конвейеру, позволяет реализовать контроль и сортировку изделий, отбраковку по весу. Функциональность

востребована в промышленном и сельскохозяйственном производстве практически повсеместно;

- розлив и фасовку жидкостей, применимые в фармакологии, пищевом производстве, производстве лаков и красок, сухих строительных смесей и т.п. Благодаря высокой точности датчиков SCAIME достигается хорошая повторяемость и малый уровень погрешности, а уровень защиты датчиков, достигающий IP69, позволяет им работать в жёстких условиях и соответствовать требованиям пищевых и фармакологических производств;
- взвешивание подвесных ёмкостей (бункеров) для дозированного отпус-

ка ингредиентов в процессе приготовления многокомпонентных смесей. Эта функциональность очень востребована, например, в области фармакологии;

- взвешивание грузовых транспортных средств применимо как для автомобильного, так и для железнодорожного транспорта;
- мониторинг состояния строительных конструкций очень распространён для контроля углов наклона, вибрации, напряжений и деформаций в конструкциях мостов, высотных зданий и т.п. Для этого используются как классические тензомерические, так и более совершенные и надёжные оптоволоконные датчики, о которых будет рассказано далее;
- мониторинг состояния дорожного и железнодорожного полотна;
- мониторинг температуры, подвижек породы, деформации, напряжения конструкций в тоннелях;
- мониторинг состояния гидротехнических сооружений;
- мониторинг состояния корпусов летательных аппаратов и плавучих средств;
- испытательные стенды для прочностных испытаний различных изделий и материалов;
- мониторинг ветроэнергетических установок позволяет контролировать скорость ветра, нагрузку на лопасти и корпус турбины, даёт возможность



Рис. 3. Модуль PMESWT для связи с ПЛК

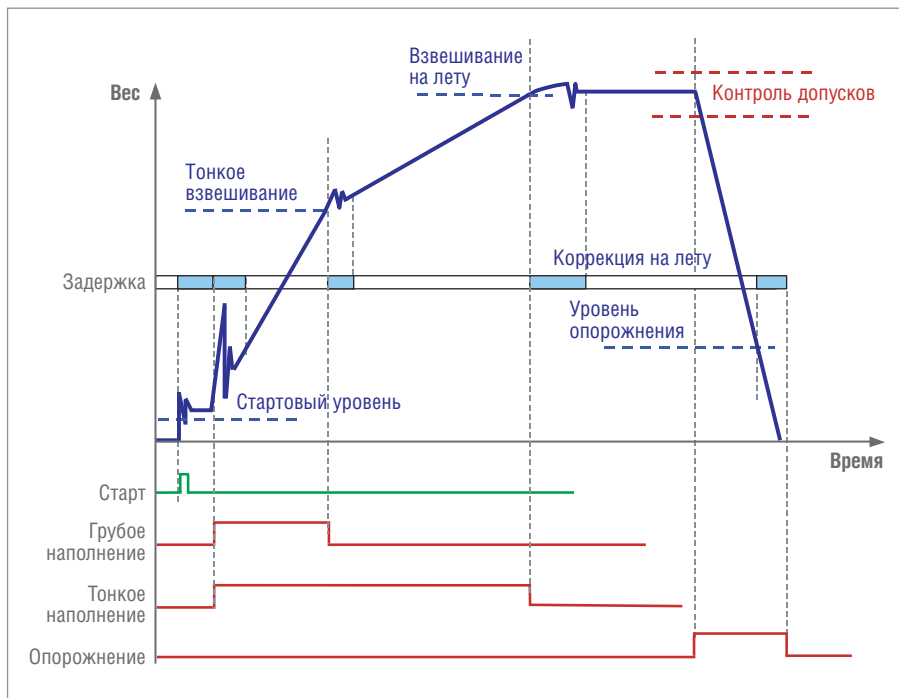


Рис. 4. Алгоритм динамического взвешивания



Рис. 5. Роботизированная линия на пищевом производстве

оптимизировать работу установок как с точки зрения КПД, так и с точки зрения продления рабочего ресурса.

Разработанные SCAIME алгоритмы обеспечивают точное и быстрое взвешивание любых субстанций. На рис. 4 в качестве примера представлен алгоритм взвешивания сыпучих продуктов. Средства автоматизации SCAIME позволяют производить быстрые манипуляции с объектами на конвейере. Например, роботизированная линия по сортировке куриного филе (рис. 5) благодаря быстрому взвешиванию способна отбирать с конвейера и комплектовать лотки кусками мяса различного веса с таким расчётом, чтобы их суммарный вес укладывался в заданные пределы. При этом робот обрабатывает до 280 кусков филе в минуту.

### Технология FBG В ИЗМЕРЕНИЯХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Волоконная решётка Брэгга FBG (Fiber Bragg Grating) имеет длину всего несколько миллиметров, при этом она очень чувствительна и надёжна. FBG — это микроструктура, ядро которой представляет собой сердцевину одномодового оптоволокна. FBG является частным случаем распределённого брэгговского отражателя (DBR) на основе оптических волноводов, структуры, образованной из нескольких слоёв чередующихся материалов с изменяющимся показателем преломления, что приводит к периодическому изменению эффективного показателя преломления в волноводе. Каждая граница слоя такой структуры вызывает частичное отражение оптической волны. Периодическое изменение показателя преломления сердцевины волокна создаёт диэлектрическое зеркало, парамет-

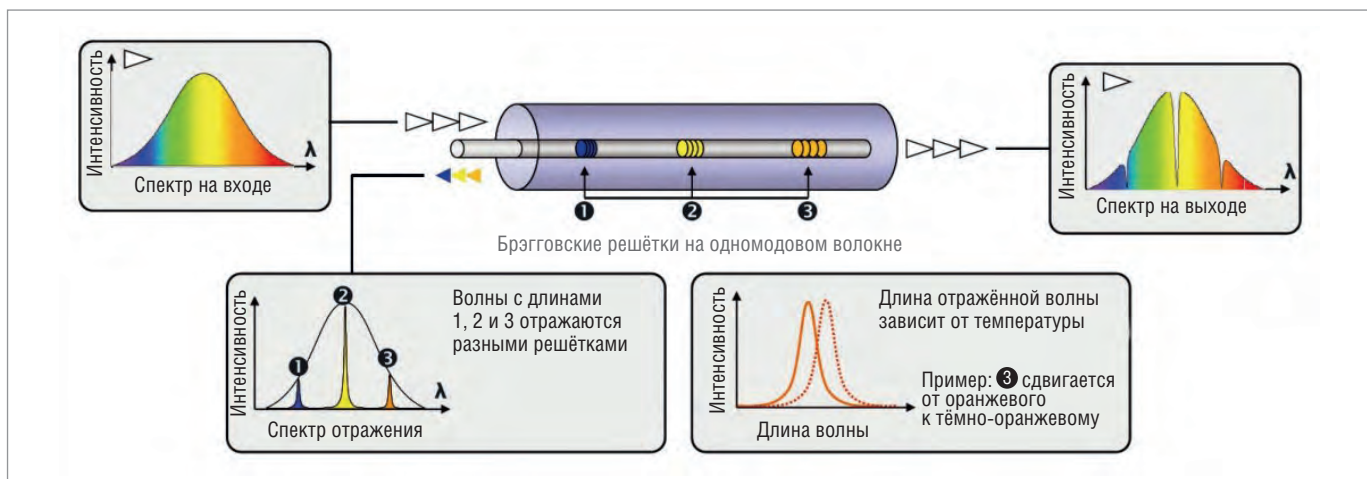


Рис. 6. Принцип действия оптического датчика на основе FBG



ры отражения которого зависят от длины отражаемой волны. Диапазон отражаемых им длин волн называется полосой задерживания фотонов. В этом диапазоне длин волн свет не может распространяться в конструкции. Таким образом, волоконную решётку Брэгга можно использовать в качестве встроенного оптического фильтра для блокировки определённых длин волн (рис. 6).

Итак, FBG действует как селективное по длине волны зеркало, или узкополосный фильтр. Это означает, что если свет от широкополосного источника инжектируется в оптическое волокно, то обратно отражаться решёткой будет только свет в пределах очень узкой спектральной ширины, центрированной на брэгговской длине волны. Брэгговская длина волны определяется периодом микроструктуры и показателем преломления ядра. При этом FBG – это симметричная структура, поэтому она всегда будет отражать свет на брэгговской длине волны независимо от того, с какой стороны идёт свет.

FBG обладает уникальными характеристиками, позволяющими использовать её для работы в качестве датчика. Когда волокно подвергается деформации или температурному воздействию, параметры его брэгговской длины волны изменяются. Это происходит потому, что деформация оптического волокна приводит к изменению периода микроструктуры. Таким образом, при помощи FBG можно весьма точно измерять микроусилия и микроперемещения.

Значения, измеренные оптической системой, представляют собой максимальные длины волн узкого спектра, отражённые датчиком с оптоволоконной решёткой Брэгга. Когда деформация оптического тензодатчика вызывает изменение длины отражаемой волны, система регистрирует это и рассчитывает пропорциональную деформацию.

Однако брэгговские решётки чувствительны не только к деформации, но и к температуре. Это означает, что на выходные данные датчика при измерении деформации также влияет изменение его температуры. К счастью, этот эффект хорошо изучен и легко нейтрализуется. Есть различные способы компенсации, но наиболее распространена установка дополнительного датчика на оптоволоконной решётке Брэгга, реагирующего только на температуру. Сигнал от этого датчика используется для компенсации температурного воздействия.

Будучи оптоволоконным прибором, решётка Брэгга обладает огромными преимуществами, вытекающими из его принципа действия: невосприимчивостью к электромагнитным и радиочастотным помехам, малым размером и весом, искробезопасностью во взрывоопасных средах, высокой чувствительностью и стабильностью параметров. Кроме того, технология волоконной брэгговской решётки демонстрирует присущую ей способность последовательного мультиплексирования и способность обеспечивать абсолютные измерения без необходимости привязки. Это делает его естественной альтернативой обычным технологиям электрических датчиков.

Датчики на основе решётки FBG являются превосходным выбором, когда требуется большое количество точек измерения относительно велико или если расстояния между ними большие. Но даже и при расстояниях, доступных для традиционных датчиков, при количестве точек измерения более 30 экономически выгодно становится применять взамен них оптические устройства.

Более того, преимущества, присущие данной технологии, могут превратить FBG в единственно возможное решение для определённых приложений, если необходимо охватывать измерительной системой очень большие расстояния (затухание сигнала с расстоянием в оптических волокнах очень мало, и рабочая длина оптического волокна может достигать десятков километров), функционировать в условиях сильных магнитных полей, интенсивных электромагнитных излучений, взрывоопасной среды и т.д. В одну оптическую линию можно встроить сразу несколько различных датчиков, изготовленных с использованием решёток, настроенных на определённые длины волн.

Решения SCAIME на основе технологии FBG позволяют контролировать структурную целостность объектов в самых критических условиях.

### УСТРОЙСТВО СБОРА ДАННЫХ MDX400T-X

Изначально разработанное для лабораторных измерений устройство MDX400T (рис. 7) теперь обеспечивает технологию оптоволоконных измерений и в промышленности. MDX400T поставляется в герметичном корпусе из нержавеющей стали с защитой по IP66, специально адаптированном для работы в таких агрессивных средах, как солёный



Рис. 7. MDX400T – промышленное устройство сбора данных по оптическому каналу

влажный воздух или высокая температура. Устойчивость к ударам и вибрациям позволяет использовать его в мобильных приложениях, в судоходстве и на сухопутном транспорте. В устройстве применены надёжные коннекторы M12 для электрических и типа ODC для оптических сигналов. MDX400T обеспечивает высокую производительность за счёт обработки сигналов до 64 датчиков на 4 оптических линиях с частотой 100 Гц и может работать как автономно, так и под управлением веб-сервера. Интерфейс связи по шине CANopen также позволяет подключать его к системам промышленной автоматизации. Такое богатство коммуникационных возможностей позволяет ему удовлетворять любые потребности в регистрации измерений на изолированном объекте или интеграции в автоматизированные системы для контроля процесса в реальном времени. Данный модуль совместим со всеми брэгговскими датчиками SCAIME для измерения давления, температуры, усилий, смещения, ускорения и не требует для этого никакого дополнительного оборудования.

### РЕШЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

В качестве примера применения описанных оптических датчиков можно привести системы контроля целостности корпуса судна. Мониторинг корпуса судна требует безотказных решений, гарантирующих стабильность и помехозащищённость измерений на протяжении нескольких десятков лет эксплуатации в жёстких условиях. Кроме того, перевозимые судном грузы бывают горючими и даже взрывоопасными: газ, угольная пыль, нефть, химические продукты. Это предъявляет к системе контроля дополнительные требования по взрывобезопасности. Что касается на-

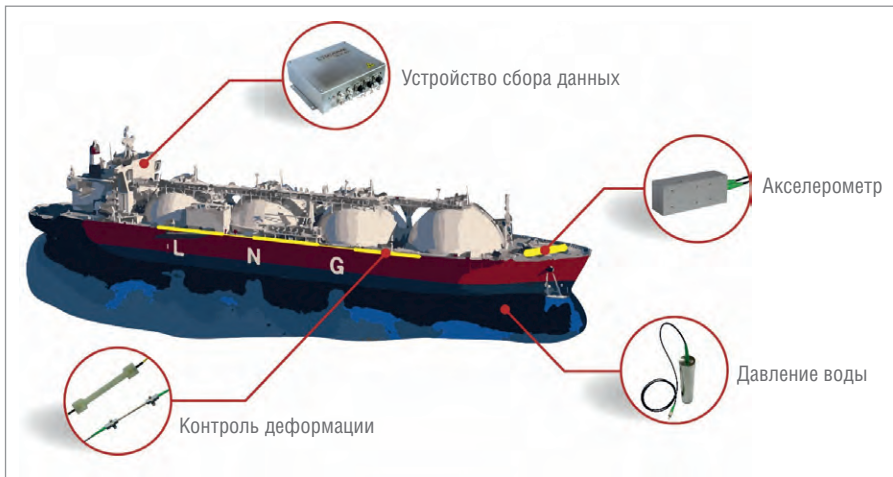


Рис. 8. Оптические датчики, размещённые на корпусе судна

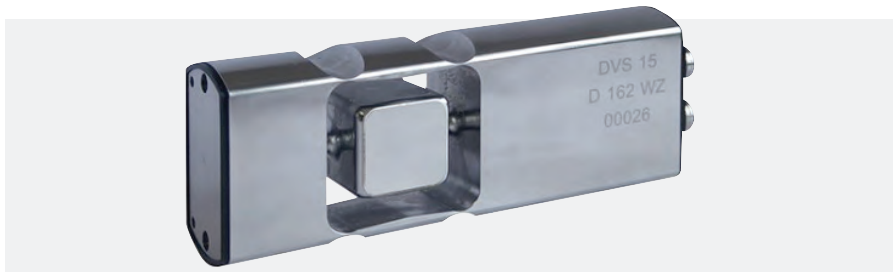


Рис. 9. Цифровая весовая ячейка серии DVS

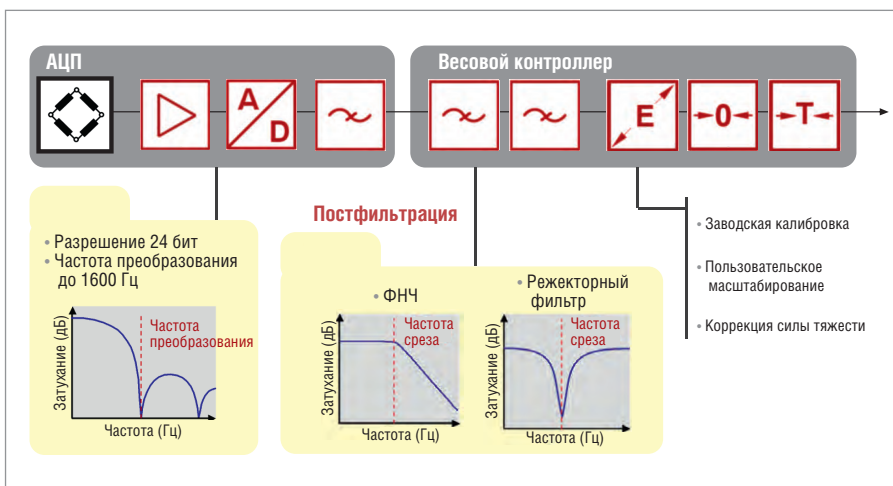


Рис. 10. Функциональная схема цифровой ячейки

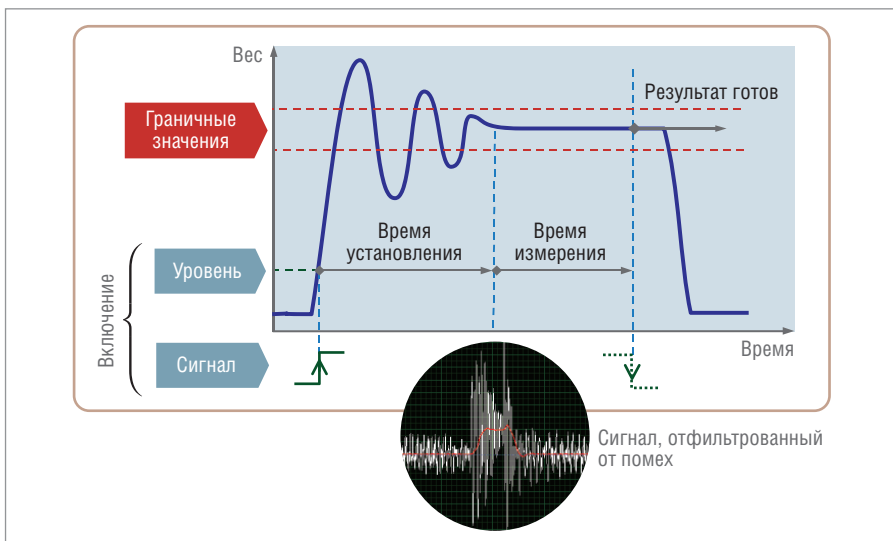


Рис. 11. Пояснение к принципу очистки сигнала от помех

дёжности, то вот только один пример: в 2004 году французский авианосец с атомной силовой установкой «Шарль де Голль» стал первым кораблём, оснащённым таким решением. В настоящее время система всё ещё находится в эксплуатации и работает исправно (рис. 8). Подобные решения от SCAIME сегодня установлены и на других судах: на военных кораблях, танкерах, транспортировщиках сжиженного природного газа (СПГ), ледоколах и контейнеровозах. К примеру, установленная на судне для транспортировки СПГ система не только контролирует целостность корпуса, но и следит за утечками сжиженного газа, обнаруживаемыми по изменению температуры ёмкости. Аналогичным образом осуществляется и мониторинг утечек в наземных газовых хранилищах.

### ЦИФРОВЫЕ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЯЧЕЙКИ

Широкий спектр датчиков веса SCAIME даёт возможность клиентам решать практически любые задачи динамического взвешивания. Датчики веса позволяют взвешивать объекты массой от 10 кг до 1000 т. Хорошим примером этому служат датчики веса с опорами, или весоизмерительные ячейки. Весоизмерительная ячейка может располагаться как под опорами взвешиваемой ёмкости, так и в конструкции её подвеса. Рассмотрим ячейку DVS-C, предназначенную для взвешивания грузов от 15 до 75 кг (рис. 9). Это цифровой прибор с асептическим дизайном, сертифицированный EHEDG (European Hygienic Engineering and Design Group). Он предназначен для высокоскоростного контрольного взвешивания и представляет собой тензодатчик в корпусе из нержавеющей стали, защищённый в соответствии с IP69K. Разрешение датчика достигает 500 000 точек на диапазон. Он имеет два цифровых входа и 4 цифровых выхода, по одному выходу RS-485 и CANbus. Устройство поддерживает протоколы Modbus RTU и CANopen®. Встроенная функциональность цифровой фильтрации сигнала позволяет избавиться от помех и обеспечивает быстрое и точное взвешивание. Структурная схема цифровой ячейки приведена на рис. 10. Принцип фильтрации сигнала проиллюстрирован на рис. 11. Типовая схема применения ячейки для динамического контроля веса изделий на конвейере приведена на рис. 12. Связка eNod + ячейки типов DVX/DVS/AAD является экономичным и эффективным

готовым решением, обеспечивающим до 1000 измерений в секунду и даже укомплектованным специальным ПО eNodView, предназначенным для динамического контрольного взвешивания. Такая система обеспечивает автоматическое вычисление значения веса; самостоятельно и полностью контролирует весь процесс сбора данных от внешних детекторов; включает в себя мощные цифровые фильтры, предназначенные для подавления вибрационных помех. Измерительные ячейки серии DVX специально сконструированы для работы в жёстких условиях и имеют степень защиты корпуса IP69, поэтому они применимы в фармацевтике и пищевом производстве.

### SCAIME в авиации и медицине

SCAIME уже более 30 лет разрабатывает компоненты, предназначенные для применения в авиапромышленности. За это время компания стала экспертом по силовым измерениям в полёте. В частности, она производит широкую гамму датчиков для контроля структурной целостности конструкций летательных аппаратов, контроля усилий, динамического и статического крутящего момента, перемещения. Датчики производства SCAIME работают во многих узлах летательных аппаратов (рис. 13). SCAIME предлагает также систему взвешивания самолётов и вертолётов VPH-3Z, представляющую собой комплексное решение для точного взвешивания летательных аппаратов в процессе технического обслуживания. Благодаря трём независимым каналам взвешивания система позволяет отслеживать смещение центра тяжести самолёта для контроля его нахождения в пределах лётной годности.

SCAIME разрабатывает и производит датчики (рис. 14) для следующих медицинских применений:

- 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, больничных коек или систем для перемещения пациентов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наряду с достаточным ассортиментом серийной продукции компания

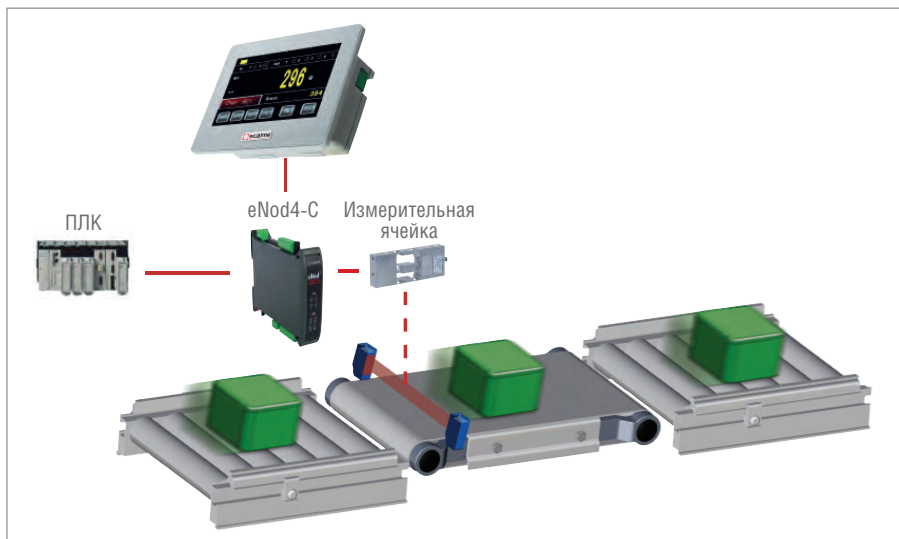


Рис. 12. Весоизмерительная ячейка на конвейере



Рис. 13. Датчики SCAIME в авиации



Рис. 14. Шприцевой насос с контролем параметров введения препаратов пациентам

предлагает и производство изделий по индивидуальным спецификациям. Все такие изделия, как и серийные, комплектуются чертежами, технической документацией и проходят заводскую калибровку.

Ноу-хау инженеров SCAIME и современные средства разработки (САПР,

анализ методом конечных элементов, высокотехнологичное производство) позволяют проектировать и производить высококачественные изделия в соответствии с требованиями заказчиков. ●

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)

# Модернизация подвижного состава железных дорог в партнёрстве с SCHROFF

Виктор Гарсия

В статье рассматриваются специализированные решения компании nVent SCHROFF для компактного размещения электронного оборудования на подвижном составе железных дорог в свете масштабной модернизации и цифровизации железнодорожной инфраструктуры с использованием технологий беспроводной связи 5G и промышленного Интернета вещей – IIoT. Отмечена ведущая роль модульных конструкций с высоким уровнем экранирования электромагнитных полей в обеспечении электромагнитной совместимости оборудования.

## ВВЕДЕНИЕ

Тенденции развития общественного транспорта, урбанизации, цифровых технологий промышленного Интернета вещей (IIoT) и интеллектуальных сетей железных дорог и городов заставляют производителей подвижного состава и железнодорожную промышленность коренным образом переосмыслить планы дальнейшего развития в связи с переходом на коммуникационные стандарты беспроводной связи 4G-LTE или 5G. Расширенная поддержка на государственном уровне экологически чистого транспорта – скоростных железных дорог – в совокупности с оптимизацией энергопотребления приводит к росту бюджетных расходов

на финансирование проектов развития такой инфраструктуры, которая предполагает основательно снизить выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу.

Спрос на обновление железнодорожной инфраструктуры присутствует во всех регионах, но особенно выражен в быстро развивающихся областях, находящихся в процессе урбанизации.

Увеличение пассажиропотока одновременно с генерацией доходов от продажи билетов побуждает компании-операторы железных дорог искать новые пути для повышения эффективности и рентабельности своей деятельности, а также для увеличения привлекательности железнодорожного транспорта для пассажиров, обеспечивая для

них не только комфортные бытовые условия в пути, но и разнообразные цифровые сервисы и развлечения, что непросто сделать с существующей инфраструктурой, не поддерживающей высокоскоростной доступ в Интернет как для технических систем и оборудования самого поезда, так и для многочисленных персональных электронных гаджетов пассажиров. IIoT начинает играть первостепенную роль в обеспечении железнодорожных перевозок по всему миру. Дополнительным плюсом от внедрения цифровых технологий на железнодорожном транспорте является повышение безопасности перевозок, эксплуатационной надёжности оборудования, улучшение планирования гра-



Рис. 1. Электронные системы, которыми оснащён современный поезд

фика движения поездов и увеличение длительности жизненного цикла железнодорожной инфраструктуры. Таким образом, компании-эксплуатанты железных дорог получают возможность перейти от ситуативного ремонта и технического обслуживания к проактивному – планированию профилактического обслуживания и ремонта подвижного состава и другого оборудования, что позволяет избежать незапланированных простоев, оптимизировать использование трудовых ресурсов и своевременно создавать разумные складские запасы запасных частей и расходных материалов.

Железнодорожная отрасль с хорошо развитой, но устаревшей инфраструктурой нуждается в модернизации ныне действующего подвижного состава, что позволит проводить упреждающее техническое обслуживание, обеспечить выполнение всех функций безопасности, внедрение следующего поколения стандартов беспроводной связи 4G-LTE и 5G для повышения качества обслуживания пассажиров и совершенствования систем автоматики и сигнализации.

Для реализации всех упомянутых функций требуется оснащение современных и перспективных поездов большим количеством электронных систем (рис. 1), в свою очередь состоящих из множества блоков и устройств, которые необходимо разместить внутри поезда так, чтобы они не занимали много места, не ухудшали обитаемости состава, не создавали друг другу помех при работе, имели адекватные системы охлаждения и обогрева для обеспечения работоспособности подвижного состава в любых климатических зонах, обеспечивали простой и лёгкий доступ персонала при ремонте и техническом обслуживании.

Таким образом, модернизация устаревшего оборудования подвижного состава с конструкторской точки зрения представляет собой нетривиальную задачу, прежде всего потому, что требует установки большего числа электронных устройств в ограниченном пространстве кабины. Размещение множества электронных систем на борту – это вопрос компромисса между максимальным увеличением использования окружающего пространства при сохранении комфорта для пассажиров и операторов поездов.

Установка новых электронных приборов неизбежно порождает проблему электромагнитной совместимости. Всё более важную роль приобретают средства электромагнитного экранирования



Рис. 2. Шкаф Varistar с поворотной рамой для установки в кабине машиниста

для обеспечения совместной устойчивой безопасной работы всех электронных систем.

### ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРЕПЯТСТВЕННОГО ДОСТУПА – ПРЕОДОЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ

*Применение: система управления движением поезда, расположенная в кабине машиниста*

Одному известному поставщику оборудования для железнодорожного подвижного состава была поставлена задача модернизировать электронный блок управления в кабине машиниста. При этом, несмотря на ограниченное пространство в кабине, необходимо было обеспечить доступ к электронному оборудованию в стойке со всех сторон. Дополнительную сложность для инженеров-проектировщиков создавал тот факт, что стойка стандартной ширины частично загромождала проход, необходимый для беспрепятственного передвижения машиниста.

Определяющую роль при выборе технического решения сыграло требование организации доступа к электронному оборудованию из кабины машиниста. Инженеры-проектировщики решили применить шкафную платформу Varistar от nVent SCHROFF в качестве прочного

и компактного решения для размещения бортовой электроники на борту подвижного состава. Готовая конструкция занимала минимум полезного пространства на полу кабины, обеспечивая при этом лёгкий доступ к внутреннему оборудованию.

Для обеспечения доступа к электронному оборудованию со всех сторон оно было размещено на специальной поворотной раме, открыв которую можно было получить доступ к оборудованию с задней стороны, а также к неподвижной задней монтажной панели, которая используется для размещения кроссовой части оборудования и кабельной разводки (рис. 2). Без поворотной рамы обслуживающему персоналу было бы необходимо извлечь электронную аппаратуру, расположенную в передней части стойки, чтобы получить доступ к устройствам на задней монтажной панели, что отнимает много времени и повышает риск повреждения электронного оборудования при повторной установке. Гибкая модульная конфигурация шкафа Varistar с поворотной рамой, без труда адаптируемая к требованиям заказчика, позволяет легко решить поставленную задачу. Кроме того, использование модульной шкафной платформы предоставляет инженерам-конструкторам возможность удовлетворить специфические требования, используя

стандартные компоненты, что является менее дорогим вариантом, чем разработка и изготовление полностью заказной конструкции.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие стандартам IEC 61 587-1 и EN 50155 для бесперебойной работы под воздействием ударных нагрузок и вибрации.
- Соответствие стандартам EN 61000-5-7 и IEC 61 587-3 для обеспечения электромагнитного экранирования в диапазоне частот до 10 ГГц.
- Соответствие стандартам МЭК 60529, степень защиты от внешних воздействий до IP55.
- Соответствие стандартам EN 45545-2 для низкого дымовыделения с нулевым содержанием галогенов.

### Компактная стойка с разборным каркасом для снижения расходов и размещения в труднодоступных местах

*Применение: бортовой компьютер для систем автоматики, сигнализации и связи на подвижном составе*

Ещё один пример рационального подхода компании nVent SCHROFF к использованию пространства и облегчению монтажа оборудования — стойка с разборным каркасом, скрепляемым болтами (рис. 3).

Цель проектной группы состояла в том, чтобы максимально упростить конструкцию и снизить стоимость бортовой стойки таким образом, чтобы её



Рис. 3. Стойка с разборным каркасом для подвижного состава железных дорог

можно было транспортировать в плоской упаковке в любую точку мира и оперативно собирать на местах. Электронное оборудование, размещённое в разборной стойке, применяется в критически важных приложениях систем сигнализации и автоматики, в том числе для мониторинга положения поезда и контроля скоростного режима.

Полученная конструкция стойки уникальна тем, что вместо сварного каркаса в ней используется не менее прочный разборный каркас, что позволяет более компактно (и, соответственно, с меньшими затратами) хранить и транспортировать стойку в плоской упаковке. Кроме того, такая конструкция позволяет собирать стойку непосредственно на месте установки в условиях ограниченного пространства, куда она может быть доставлена по частям через узкие двери или люки, в которые стойка со сварным каркасом аналогичных габаритов не могла бы пройти. Иногда собрать стойку на борту поезда куда проще и безопаснее, чем перемещать полностью готовый шкаф с электронным оборудованием в условиях ограниченного пространства при необходимости огибать углы. Рама, скреплённая болтами, была спроектирована и протестирована на ударопрочность и вибростойкость согласно нормативам AREMA и CENELEC и обеспечивает надёжное размещение чувствительного электронного оборудования. Стойка с разборным каркасом, скреплённым болтами, также имеет модульную структуру, позволяющую инженерам легко приспособлять конфигурацию стойки к конкретным условиям эксплуатации.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие нормам AREMA 11.5.1 для оборудования класса 1.
- Соответствие нормам CENELEC EN 61373 (категория 1 класс А-В).
- Соответствие нормам EN 45545 (класс А1 в соответствии с EN 13501-1).
- Ударопрочность: одиночные удары до 5g по всем трём осям при жёстком креплении к подвижному составу.

### Индивидуальные монтажные рамы для размещения отдельных электронных блоков на существующем подвижном составе

*Применение: модернизация электронных систем сигнализации и связи*

По мере того как электроника становится всё более и более компактной,

возникает потребность в небольших модульных стеллажных решениях, так как довольно часто доступное в поезде пространство не должно превышать 9U в высоту. Прочные монтажные рамы (рис. 4) для размещения небольших блочных каркасов на подвижном составе обеспечивают компактное размещение бортовой электроники, одновременно снижая расходы на транспортировку, как показано на рисунке, за счёт крепления болтами рамной конструкции. Небольшие габариты монтажных рам позволяют устанавливать электронные блоки в местах, ранее недоступных для этого, например, под креслом машиниста или в пространстве под крышей поезда.

Недавно поставщик систем автоматики и сигнализации занимался обновлением нескольких линий метрополитена крупного азиатского города с установкой новейших систем автоматики и сигнализации. Площадь пространства, отведённого под стойку высотой 9U, была меньше, чем у стандартного 19-дюймового шкафа с электронным оборудованием. Компания nVent SCHROFF предложила стандартную монтажную раму — компактную конструкцию, которая хорошо подходила для такого рода модернизации, помогая инженерам-конструкторам систем автоматики и сигнализации одновременно решить две задачи: размещения в ограниченном пространстве и лёгкости монтажа.

Монтажные рамы представляют собой сварные конструкции, выполнен-

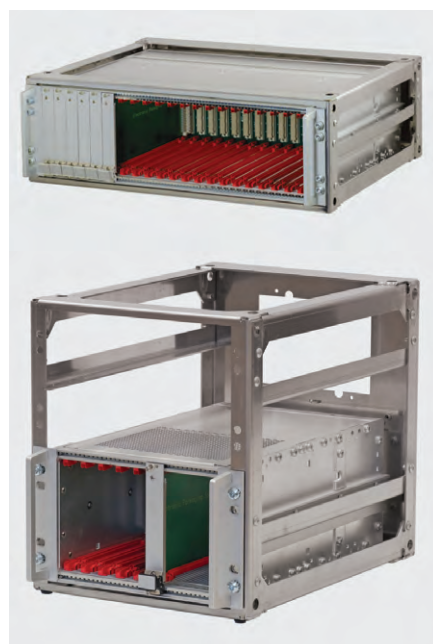


Рис. 4. Стандартные монтажные рамы nVent SCHROFF для подвижного состава железных дорог

ные из нержавеющей стали, и отличаются износоустойчивостью, виброустойчивостью, ударопрочностью и коррозионной стойкостью.

При использовании модульной конструкции монтажные рамы могут быть легко установлены одна на другую или соединены в ряд при помощи стандартных крепёжных элементов. Открытая со всех сторон монтажная рама обеспечивает беспрепятственный доступ обслуживающего персонала к установленному внутри электронному оборудованию. Кроме того, открытый дизайн обеспечивает эффективное охлаждение оборудования и упрощает подключение внешних кабелей.

#### Ключевые характеристики

- Сварные соединения соответствуют стандартам EN 15085 (CL2) и AWS.
- Рамы рассчитаны на систематическую вибрацию, ударные нагрузки, воздействие высоких температур и высокую влажность воздуха.
- Высота 3, 6 и 9U, ширина 36 и 84HP, глубина 341,8 мм.
- Подходят для блочных каркасов высотой 1, 2 или 3U, сертифицированных для применения на железных дорогах.
- Задняя стенка подготовлена под установку разъёмов различных типов.

### УСИЛЕННЫЕ БЛОЧНЫЕ КАРКАСЫ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ СТАНДАРТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ ФОРМАТА 3 или 6U НА ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

*Применение: резервированный бортовой компьютер для обеспечения безопасного движения поезда*

Для систем, связанных с обеспечением безопасного движения поезда, в том числе его аварийного торможения при необходимости, требуется повышенная защита от внешних воздействий. Такое электронное оборудование должно безотказно работать не только в условиях общих для подвижного состава вибрационных и ударных нагрузок, но и при воздействии мощных электромагнитных помех, как широкополосных (например, от искрения между токосъёмниками и контактным проводом), так и узкополосных (от установленного в непосредственной близости другого электронного оборудования), обязательно оповещая машиниста о таких факторах, как положение поезда, его скорость, а также обеспечивать автоматическое торможение поезда при неадекватной



Рис. 5. Усиленный блочный каркас EurogasPRO Rugged

реакции машиниста на возникшую опасную ситуацию.

Для монтажа таких ответственных систем компания nVent SCHROFF предлагает особо прочный блочный каркас EurogasPRO Rugged (рис. 5) с усовершенствованной системой электромагнитного экранирования, который, в свою очередь, монтируется в сварные шкафы VARISTAR или монтажные рамы из нержавеющей стали для установки в железнодорожные локомотивы.

Аналогично бортовым стойкам и шкафам для размещения электронного оборудования блочные каркасы EurogasPRO базируются на модульной платформе, что позволяет инженерам-конструкторам легко конфигурировать их в соответствии с требованиями заказчика, такими как необходимые размеры, допустимая нагрузка, варианты крепления, место установки и т.д.

#### Ключевые характеристики

- Соответствие нормам EN 50155 для бесперебойной работы под воздействием ударных нагрузок и вибрации.
- Полное соответствие стандартам IEC 60297-3-100 – IEC 60297-3-105 – Евромеханика.
- Стандартные размеры: высота 3 или 6U, ширина 84HP, глубина 235/295 мм.

- Устойчивость к вибрациям 5–150 Гц, ударопрочность до 5g по трём осям.
- Качественное электромагнитное экранирование – соответствие нормам IEC 61 587-3.
- Соответствие военным стандартам MIL 810G, MIL 901D.

### КОРПУСА ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПОД ВАГОНОМ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

*Применение: вагон-путеизмеритель – аппаратура для измерения параметров рельсового пути*

Для реализации технологии прогнозирования технического состояния подвижного состава, путевого хозяйства и других объектов железнодорожной инфраструктуры для проведения своевременного технического обслуживания и ремонта требуется установка электронных систем и датчиков в местах, ранее не используемых и не приспособленных для этого. Например, для контроля технического состояния пути или колёсных пар вагонов требуется установка измерительного и контрольного оборудования в пространстве под вагоном (а датчиков – даже на неподдресоренных частях тележек), где оно

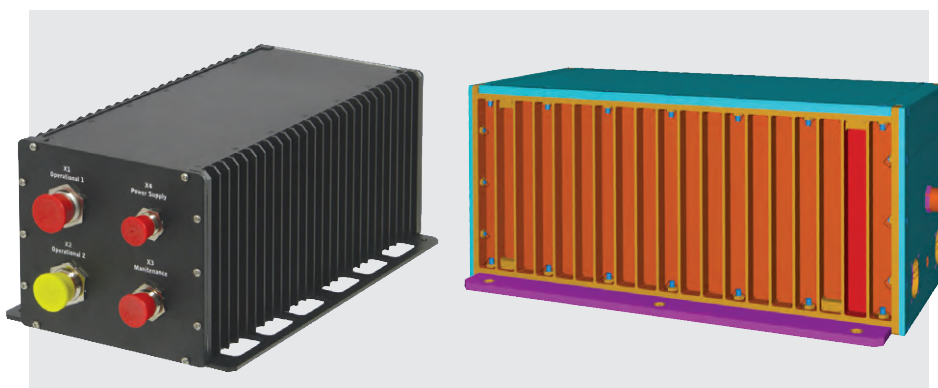


Рис. 6. Корпус с кондуктивным охлаждением для установки под вагоном поезда на открытом воздухе

подвергается воздействию суровых условий окружающей среды: высоких и низких температур, ветра, воды, интенсивных ударных и вибрационных нагрузок. Компания nVent SCHROFF предлагает для таких встраиваемых применений небольшие прочные монолитные корпуса с кондуктивным теплоотводом, которые подходят для размещения встраиваемых вычислительных систем как внутри подвижного состава, так и вне его на открытом воздухе, максимально увеличивая полезное пространство на борту.

Одним из примеров такого применения является вагон-путеизмеритель, производящий геометрические промеры и дефектоскопию железнодорожного полотна непосредственно под поездом во время его движения. Для вычислительного блока этой системы, размещаемого под вагоном, требовалась высокая скорость передачи данных и прочный надёжный корпус, полностью герметичный (степень защиты IP65), вибростойкий, ударопрочный и, соответственно, имеющий безвентиляторное (кондуктивное) охлаждение. Кроме того, для обеспечения работы процессорного модуля стандарта CompactPCI высотой 3U и шириной 5HP (стандартной для систем с кондуктивным охлаждением) в условиях сильных электромагнитных помех корпус должен быть полностью экранированным от электромагнитных полей.

Предложенная конструкция корпуса (рис. 6) полностью соответствовала указанным требованиям, была компактной и не заняла много места в подвагонном пространстве. Компания nVent SCHROFF провела инженерную экспертизу проекта и предоставила объединительные платы для всей системы.

Вычислительная система надёжно работает в составе вагона-путеизмерителя и обеспечивает сохранность данных о качестве железнодорожного полотна даже на высокой скорости движения поезда.

#### Ключевые характеристики

- Монолитный корпус с кондуктивным охлаждением, установленный под поездом.
- Вибростойкость и ударопрочность по нормам EN 50155.
- Герметичность: степень защиты от внешних воздействий IP65.
- Герметизированные внешние разъёмы в соответствии с MIL-C-38999.
- Полное электромагнитное экранирование.

- Встроенный блок питания с широким диапазоном входного напряжения (9–36 В, 35 Вт).
- Трёхслотовая объединительная плата CompactPCI, высокая скорость передачи данных.
- Диапазон рабочих температур –40...+70°C.
- Размеры (Ш×В×Г): 200×350×145 мм.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модернизация подвижного состава железных дорог и внедрение в отрасли новых информационных технологий IoT, а также переход на высокоскоростные мобильные сети передачи данных 4G LTE/5G неизбежно приводит к значительному росту количества электронных систем и устройств, которые требуется разместить в ограниченных габаритах подвижного состава.

Это требует от инженеров-проектировщиков данных систем творческого подхода к проектированию, а от производителей электронного оборудования и конструктивов для его размещения на подвижном составе – создания широкого набора стандартизованных решений и компонентов для разработки индивидуализированных решений, хорошо подходящих для кон-

кретных условий эксплуатации и типов подвижного состава.

Модульная идеология построения шкафов, блочных каркасов и монтажных рам для подвижного состава от компании nVent SCHROFF предоставляет проектировщикам систем автоматики, управления движением, сигнализации, связи, развлечений для пассажиров возможность использовать стандартные платформы по всему миру для экономичного решения этих задач. Прочные партнёрские связи между поставщиками подвижного состава, производителями систем автоматики и сигнализации, поставщиками электроники, в конечном счёте, позволят сделать эти решения более взаимосвязанными и интеллектуальными и будут способствовать дальнейшему развитию железнодорожной отрасли. ●

*При подготовке статьи были использованы информационные и рекламные материалы компании nVent SCHROFF*

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Новые стандарты метрологической поверки от компании GM International

Российское Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) выдало новое свидетельство об утверждении типа средств измерения на барьеры искрозащиты серии **D5000** и нормализаторы сигналов серии **D6000** известного итальянского производителя взрывозащищённого оборудования – компании GM International.

Документ с номером 78820-20 выложен в общем доступе на сайте Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений «Аршин». Ключевым для потребителей фактором является установленный в документе межповерочный интервал сроком 5 лет. Благодаря утверждённой методике потребители могут проводить поверочные процедуры реже и экономить время и финансовые ресурсы.

Интервал в 5 лет подтверждает высокие стандарты качества, принятые в компании GM International, и устанавливает новые стандарты метрологической поверки

на рынке взрывобезопасного промышленного оборудования. ●

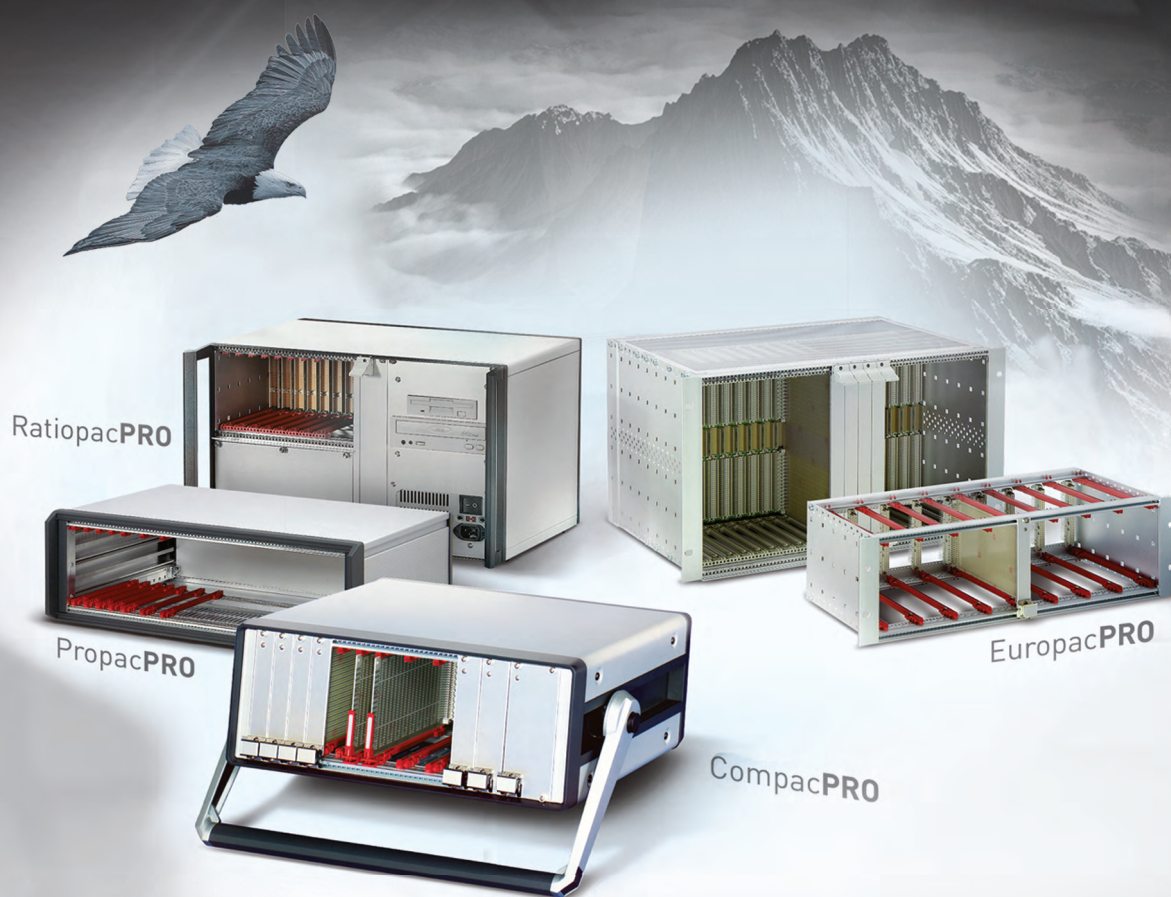
### VIVOTEK в двадцатке сильнейших восьмой год подряд

Вышел обновлённый рейтинг компаний, работающих в отрасли безопасности, – 2020 Security 50. Компания VIVOTEK поднялась на две позиции по сравнению с прошлым годом, заняв в этом году 16-е место. Таким образом, уже восьмой год подряд VIVOTEK входит в двадцатку сильнейших компаний мира в отрасли. Более того, отметив в 2019 году рост продаж на 23,7% по отношению к 2018 году, фирма VIVOTEK также вошла в десятку компаний с наибольшей величиной этого показателя.

Уже на протяжении 17 лет наиболее уважаемый в мире и наиболее читаемый информационный ресурс, освещающий развитие отрасли безопасности, – ASMAG ведёт рейтинг крупнейших компаний отрасли. Рейтинг составляется на основании официальной финансовой отчётности компаний, удостоверенной авторитетными мировыми аудиторскими агентствами. ●



# Платформа EuropacPRO — евромеханика высокого полёта



## PROгрессивные блочные каркасы и приборные корпуса

- Безграничное разнообразие конфигураций из унифицированных компонентов
- Современный промышленный дизайн
- Высокая прочность и надёжность
- Доработка под индивидуальные требования



# Программируемые логические контроллеры серии Regul R500S для построения систем ПАЗ

Никита Якубов

В некоторых отраслях промышленности крайне важно обеспечить надёжную защиту персонала, технологического оборудования и окружающей среды в случае возникновения на управляемом объекте нештатной ситуации, развитие которой может привести к аварии. В этих сферах при автоматизации технологических процессов недостаточно штатных средств распределённой системы управления. Помимо этого, должна быть построена независимая система противоаварийной автоматической защиты – ПАЗ. К системам ПАЗ и к контроллерам, на базе которых они построены, российскими и международными стандартами предъявляются очень высокие требования. В статье описана линейка контроллеров Regul R500S производства отечественной компании «Прософт-Системы», имеющая сертификат SIL 3 для построения систем ПАЗ.

Специалисты компании «Прософт-Системы» имеют многолетний опыт построения систем с функциональностью предаварийной защиты на различных опасных производственных объектах. Кроме того, компания «Прософт-Системы» давно и успешно представляет на рынке линейку контроллеров собственной разработки Regul RX00, включающую решения для непрерывных производств.

Было принято решение объединить имеющиеся в сфере противоаварийной автоматики знания и большую базу технических решений и разработок в части контроллерного оборудования, чтобы создать специализированный контроллер для противоаварийных систем.

Новый контроллер **Regul R500S** базируется на платформе существующего серийно выпускаемого контроллера, но представляет собой совершенно новую разработку, выполненную по стандарту ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508).

Для создания контроллера в соответствии с высокими требованиями стандарта разработчики компании прошли дополнительное обучение, а к процессу разработки были привлечены специалисты, сертифицированные компанией TÜV.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) Regul R500S (рис. 1) предназначен для использования в системах противоаварийной автоматической защиты (ПАЗ). Он соответствует уровню полноты функциональной безопасно-

сти УПБ 3 (SIL 3) по ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508).

## Regul R500S – уникальный специализированный отечественный контроллер

Контроллер Regul R500S – это:

- специализированное изделие для построения систем ПАЗ на опасных производственных объектах;
- соответствует уровню полноты функциональной безопасности УПБ 3 (SIL 3) по ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508);
- отечественная разработка.

Согласно требованиям ГОСТ Р МЭК 61508 (IEC 61508) при разработке контроллера на всех стадиях жизненного цикла изделия проводится глубокий анализ того, что сделано, будет сделано, как это должно и будет работать, какие могут быть последствия. На этапах проектирования и разработки в обязательном порядке осуществляется тщательный анализ опасностей и рисков. Обработка данных и расчёт надёжности ведутся с использованием специализированного сертифицированного ПО.

Аппаратная часть контроллера Regul R500S полностью соответствует уровню полноты безопасности SIL 3:



Рис. 1. Программируемый логический контроллер Regul R500S

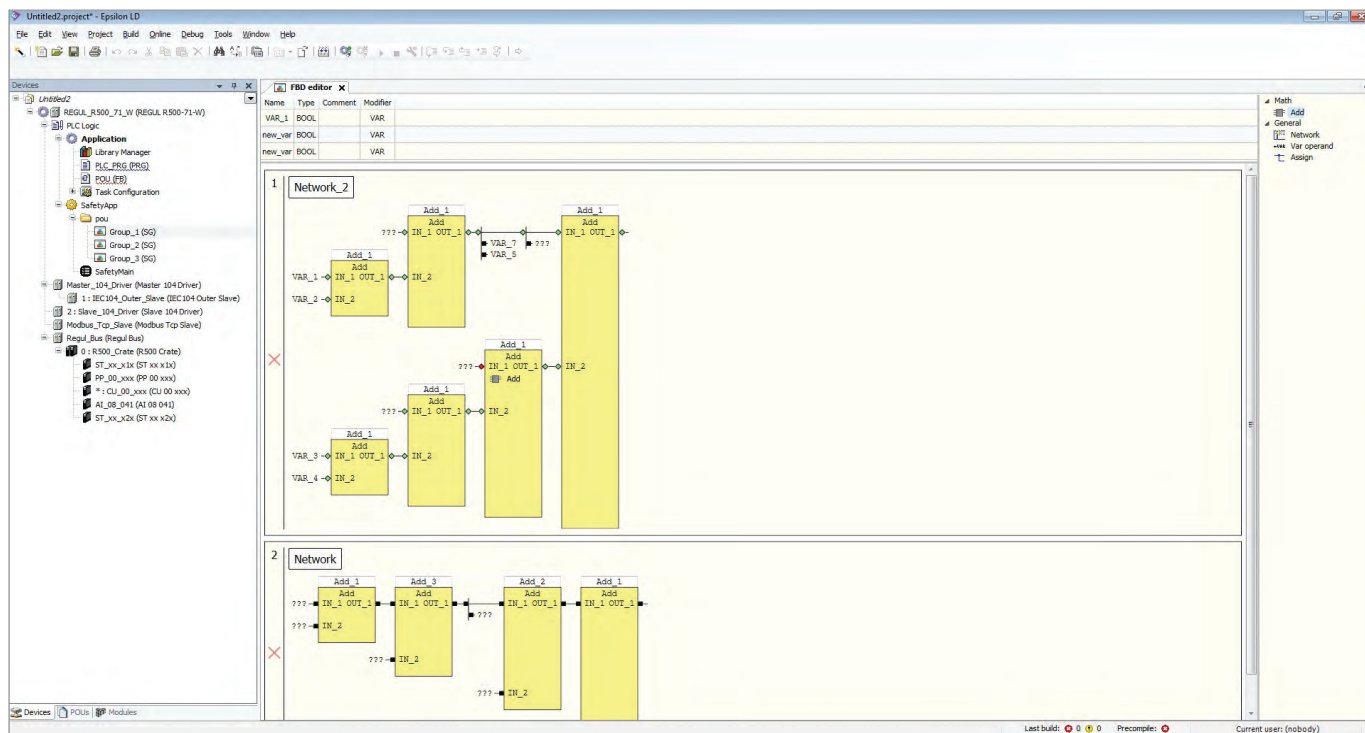


Рис. 2. Копия экрана ПО Epsilon LD

- в контроллере предусмотрено всё то, что обеспечивает надёжность систем ПАЗ: наличие независимого аппаратного сторожевого таймера, аппаратное резервирование различных типов (дублирование, троирование), функциональная избыточность, наличие систем диагностики и анализа с сопоставлением значений технологически связанных параметров;
- в контроллере предусмотрена глубокая самодиагностика, позволяющая обнаружить внутренний отказ и гарантированно перевести всю систему управления процессом в предопределённое безопасное состояние;
- в каждый модуль ввода-вывода встроен микропроцессор, который сертифицирован для применения в системах с уровнем функциональной безопасности SIL 3, выполняющий задачи, относящиеся к функциональной безопасности;
- каждый модуль контроллера получает электропитание от двух внутренних шин, при этом осуществляется постоянная диагностика напряжения питания, и в случае неисправности информация поступает эксплуатационному персоналу, а контроллер продолжает работать и выполнять функцию контроля и управления без перехода в безопасное состояние.

Кроме систем самодиагностики контроллер Regul R500S предлагает разработчику широкий набор средств конт-

роля за параметрами цепей измерения и управления:

- контроль питания канала датчика с защитой от короткого замыкания и перегрузки;
- дискретные входные модули по спецификации NAMUR;
- дискретные выходные модули с контролем тока в цепи.

Такая глубокая упреждающая диагностика позволяет обеспечивать своевременное выявление и корректное определение отказа, что, в свою очередь, даёт эксплуатационному персоналу время на устранение неисправности.

Для обеспечения непрерывности работы технологического оборудования в контроллере Regul R500S предусмотрена возможность использования резервных модулей ввода-вывода, так называемых резервных сборок, состоящих из двух или трёх модулей одного типа. При этом канальная ёмкость модулей сборки на уровне прикладной программы объединяется по методу дублирования или троирования, то есть одной входной или выходной логической переменной соответствуют два (или три) физических канала. Полученная избыточность позволяет пользователю уменьшить количество безопасных отказов, то есть отказов, вызванных не аварийной ситуацией на технологическом объекте, а неисправностью системы ПАЗ, в том числе полевого и контроллерного оборудования. Это даёт возможность оперативной замены дубли-

рованных компонентов системы без остановки технологического процесса.

Наличие в контроллере двух независимых шин данных позволяет реализовывать на базе контроллера системы уровня SIL 3 High Availability. Такие системы, собранные по схеме 1oo2, любой единичный отказ в которых не приведёт к выдаче команды на перевод системы в безопасное состояние, применяются на объектах повышенной опасности с непрерывным технологическим циклом.

**Особенности архитектуры программного обеспечения контроллера Regul R500S:**

- управление осуществляется специализированной операционной системой, сертифицированной для применения в оборудовании уровня функциональной безопасности SIL 3;
- встроенное системное программное обеспечение разработано компанией «Прософт-Системы» в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р МЭК 61508;
- среда разработки также является продуктом компании «Прософт-Системы», созданным на базе Epsilon LD (рис. 2). Имеется собственный встроенный Safety-редактор и компилятор, выполненный в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р МЭК 61508.

Всё разрабатываемое программное обеспечение проверяется специальными сертифицированными средствами статического анализа на соответствие стандарту MISRA C:2012.



Рис. 3. Модуль центрального процессора Regul R500S



Рис. 4. Модуль источника питания Regul R500S



Рис. 5. Модуль аналогового ввода Regul R500S



Рис. 6. Модуль дискретного ввода Regul R500S



Рис. 7. Модуль дискретного вывода Regul R500S

## Модули контроллера Regul R500S

### Модуль центрального процессора

В каждом модуле центрального процессора Regul R500S (рис. 3) присутствуют основной процессор, выполняющий пользовательский алгоритм, и сопроцессор, обеспечивающий сервисные функции, в том числе обмен по внешним интерфейсам со SCADA-системой и с распределённой системой управления (PCU).

Основной процессор в модуле сертифицирован для применения в системах функциональной безопасности уровня SIL 3.

Модуль центрального процессора Regul R500S представлен в табл. 1 – это модель R500S CU 00 821.

### Модули источника питания

На данный момент Regul R500S предусматривает питание источниками линейки R500. В перспективе в модулях источников питания Regul R500S (рис. 4)

предусмотрено наличие встроенного микропроцессора (интеллектуальный модуль источника питания), который осуществляет контроль входного и выходного напряжения, а также выходного тока. Кроме того, некоторые модули источника питания осуществляют регулирование выходного напряжения с целью равномерного распределения нагрузки между всеми модулями источников питания, установленными в крейте.

Перечень модулей источника питания Regul R500 представлен в табл. 1.

Модули Regul R500S

Таблица 1

Модуль	Описание
<b>Модули центрального процессора</b>	
R500S CU 00 821	Процессорный модуль, RS-232, RS-485, 2×Ethernet RJ-45
<b>Модули источника питания</b>	
R500 PP 00 011	Модуль источника питания 24 В DC, 75 Вт, в комплекте с шасси с поддержкой резервирования
R500 PP 00 021	Модуль источника питания 24 В DC, 75 Вт, с гальваноизоляцией внутренней сети питания от внешней, в комплекте с шасси с поддержкой резервирования
R500 PP 00 031	Модуль источника питания 220 В AC/DC, 75 Вт, с гальваноизоляцией внутренней сети питания от внешней, в комплекте с шасси с поддержкой резервирования
<b>Модули аналогового ввода</b>	
R500S AI 04 841	Модуль аналогового ввода, ток 0...20 мА, 4...20 мА, 4 канала, поканальная гальваническая изоляция, два ввода питания для датчиков, поканальное гальванически изолированное питание датчиков, в комплекте с шасси
R500S AI 08 851	Модуль аналогового ввода, напряжение 0...+5 В, -5...+5 В, 0...+10 В, -10...+10 В, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, два ввода питания для датчиков, общее питание датчиков, в комплекте с шасси
R500S AI 04 861	Модуль аналогового ввода, напряжение 0...+5 В, -5...+5 В, 0...+10 В, -10...+10 В, 4 канала, поканальная гальваническая изоляция, два ввода питания для датчиков, поканальное гальванически изолированное питание датчиков, в комплекте с шасси
R500S AI 08 881	Модуль аналогового ввода 0/4...20 мА + HART, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, два ввода питания для датчиков, общее питание датчиков, в комплекте с шасси
<b>Модули дискретного ввода</b>	
R500S DI 28 811	Модуль дискретного ввода, 24 В DC, 28 каналов (4 группы по 7 каналов), групповая гальваническая изоляция, в комплекте с шасси
R500S DI 16 831	Модуль дискретного ввода, NAMUR, внешнее питание 24 В DC, 16 каналов (2 группы по 8 каналов), групповая гальваническая изоляция, в комплекте с шасси
<b>Модули дискретного вывода</b>	
R500S DO 16 811	Модуль дискретного вывода, 24 В DC, 0,6 А, 16 каналов (2 группы по 8 каналов), групповая гальваническая изоляция, в комплекте с шасси
R500S DO 08 821	Модуль дискретного вывода, 220 В AC, 2 А / 220 В DC, 0,3 А, 8 каналов, поканальная гальваническая изоляция, в комплекте с шасси

### Модули аналогового ввода

Все модули аналогового ввода (рис. 5) поддерживают измерение унифицированных токовых сигналов и сигналов напряжения.

Для обеспечения уровня полноты функциональной безопасности SIL 3 во всех модулях аналогового ввода предусмотрена установка двух независимых АЦП.

Измерение сигнала происходит сразу двумя АЦП с последующим сравнением полученных значений в микропроцессоре модуля.

Перечень модулей аналогового ввода Regul R500S представлен в табл. 1.

### Модули дискретного ввода

Для обеспечения уровня полноты функциональной безопасности SIL 3 во всех модулях дискретного ввода (рис. 6) предусмотрено двойное считывание сигнала. Кроме того, модули стандарта NAMUR осуществляют контроль внешней линии связи на обрыв и короткое замыкание.

Перечень модулей дискретного ввода Regul R500S представлен в табл. 1.

### Модули дискретного вывода

Модуль дискретного вывода (рис. 7) с номинальным напряжением канала 24 В постоянного тока обладает функцией питания каналов управления. При этом осуществляется контроль и защита канала от короткого замыкания и перегрузки.

Кроме того, в номенклатуру контроллера Regul R500S входит модуль с дискретным выходом типа «сухой» контакт, позволяющий непосредственно управлять исполнительным механизмом посредством сигнала с номинальным напряжением 220 В и силой тока 6 А. При этом осуществляется измерение тока в каждом канале, что позволяет контролировать процесс управления и диагностировать такие отказы, как перегрузка, короткое замыкание, обрыв цепи управления.

Перечень модулей дискретного вывода Regul R500S представлен в табл. 1.

## ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМ ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА REGUL R500S

Каждый модуль контроллера в отдельности соответствует уровню полноты безопасности SIL 3, поэтому для построения системы ПАЗ с подобным уровнем достаточно применить однока-

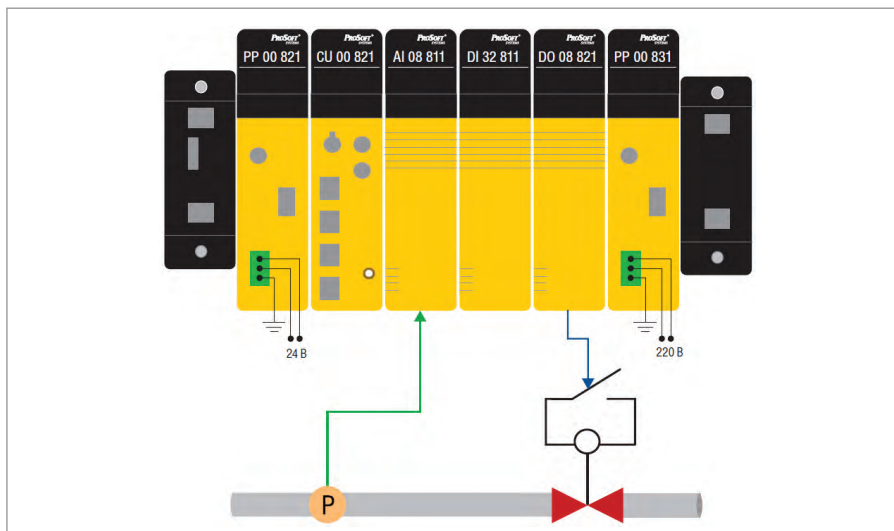


Рис. 8. Дублирование модулей источника питания

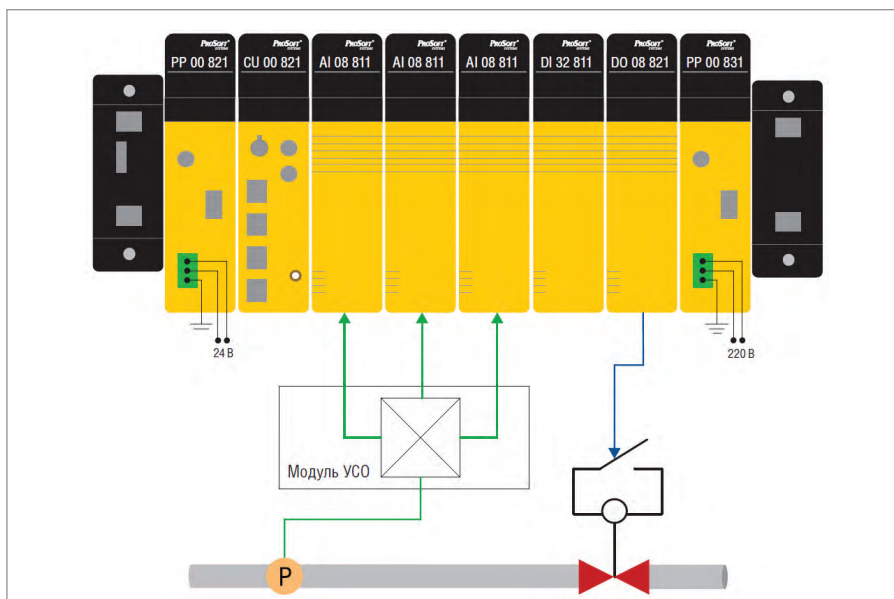


Рис. 9. Резервированная сборка модулей аналогового ввода

нальный контроллер без резервирования модулей.

Единственным дублированным модулем в данном случае является модуль источника питания (рис. 8). При этом каждый модуль конфигурируется для подключения к одной из двух шин внутреннего питания.

Для защиты от безопасных отказов в контроллере предусмотрена возможность создавать резервированные сборки модулей ввода/вывода (рис. 9). Для удобства использования резервированных сборок совместно с контроллером сертифицируются и поставляются модули устройства связи с объектом (УСО). Модули УСО позволяют дублировать входной сигнал от одного датчика на несколько модулей ввода или наоборот – несколько сигналов от модулей вывода собирать в один сигнал управления.

В случае применения резервированной сборки модулей ввода на уровне прикладной программы разработчику доступны как индивидуальные данные от каждого модуля из резервированной сборки, так и итоговое значение технологического параметра, полученного на основе выборки и сравнения показаний от каждого модуля. Настройка алгоритма самой выборки также доступна пользователю и включает в себя такие параметры, как схема принятия решений (1oo3, 2oo3), границы достоверности, критерии безопасности сигнала (какой сигнал считать более безопасным: больше или меньше, «0» или «1») и прочее.

Для резервированных сборок модулей дискретного вывода предусмотрена функция диагностирования отказа внешнего коммутационного оборудования путём попеременного отклюече-

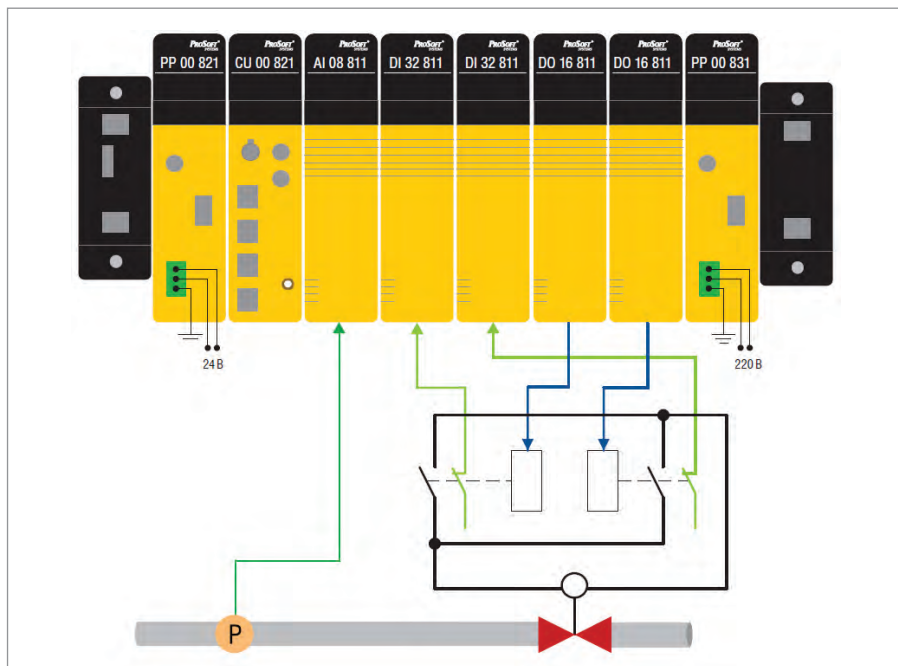


Рис. 10. Диагностирование отказа внешнего коммутационного оборудования

ния параллельных контактов цепей управления исполнительных механизмов. В таких схемах поочерёдное коммутирование с большим циклом (часы) позволяет вовремя обнаружить залипания контактов аппаратуры и снизить

процент недиагностируемых опасных отказов (рис. 10).

Применение резервированной сборки модулей аналогового вывода, работающей совместно с модулем УСО (рис. 11), гарантирует непрерывность и

неизменность унифицированного выходного сигнала тока или напряжения при выходе из строя любого модуля или даже двух (в случае применения схемы 1oo3).

Применение в контроллере Regul R500S «чёрного канала» для обмена данными между модулями в составе ПЛК позволяет использовать стандартные средства коммуникации, а большая гибкость и сетевая функциональность контроллера Regul R500, на платформе которого он построен, даёт разработчику неограниченный простор для проектирования систем любой сложности, объёма и географической распределённости.

В целом для контроллера Regul R500S справедливы те же самые правила построения крейтов и соединения крейтов между собой, что и для контроллера Regul R500. А использование оконечных модулей с SFP-разъёмами позволяет устанавливать крейты расширения практически на любом удалении от крейта центрального процессора, приближая модули измерения и управления непосредственно к технологическому объекту, тем самым



## ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ КОНФЕРЕНЦИИ 2021

#ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

#INDUSTRY 4.0

#ЦИФРОВИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

#ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

#ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

#ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**24 МАРТА**  
**ПТА - Уфа**  
Nesterov Plaza Hotel

**26 МАЯ**  
**ПТА - Челябинск**  
Бизнес-отель «ПаркСити»

**29 СЕНТЯБРЯ**  
**ПТА - Нижний Новгород**  
Отель «Sheraton Нижний Новгород Кремль»

**27 ОКТЯБРЯ**  
**ПТА - Новосибирск**  
Отель «Новосибирск Марриотт»

**01 ДЕКАБРЯ**  
**ПТА - Екатеринбург**  
Novotel Екатеринбург Центр

Организатор **Экспотромитка**

+7 (495) 234-22-10 | WWW.PTA-EXPO.RU

Реклама.

уменьшая длину сигнальных линий и увеличивая надёжность системы в целом.

В составе контроллера Regul R500S можно использовать все модули ввода/вывода и коммутационные модули из номенклатуры контроллера Regul R500 (рис. 12). Информация с этих модулей может использоваться для получения дополнительной диагностической информации или для передачи данных от контроллера PCY и в него или на уровень SCADA-системы. Но архитектура контроллера Regul R500S устроена таким образом, что данные от модулей контроллера Regul R500, работающих в его составе, гарантированно не будут использованы в алгоритме безопасности.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для непрерывных производств и технологических процессов, останов в которых ведёт к значительным временным и финансовым потерям, архитектура контроллера Regul R500S позволяет разрабатывать дублированные системы управления, работающие по схеме 1oo2. В отличие от классического

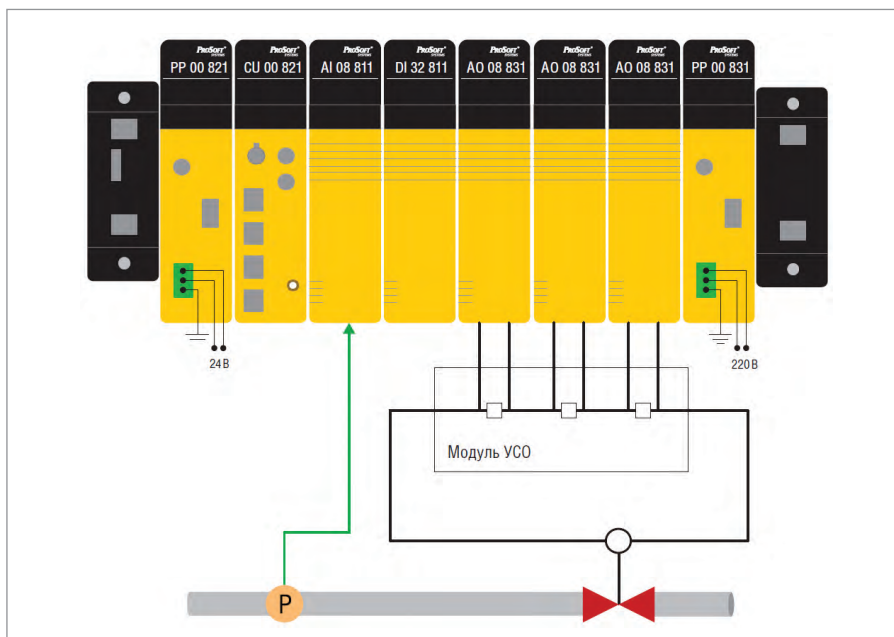


Рис. 11. Резервированная сборка модулей аналогового вывода совместно с УСО

резервирования, здесь оба центральных процессора являются ведущими, и квалифицированное решение о том, что технологический объект необходимо перевести в безопасное состояние, принимает любой из центральных про-

цессоров. Но при этом любой безопасный отказ контроллера не приведёт к останову технологического цикла: произойдёт лишь деградация контроллера из схемы 1oo2 в одноканальный контроллер ПАЗ. Это даёт время эксплуата-

# ГИБКИЙ ПОДХОД К ИНДУСТРИИ 4.0

## МОДУЛЬНЫЕ ВСТРАИВАЕМЫЕ ПК ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

EtherNet/IP

CANopen

Серия UNO-2271G

Серия UNO-2372G

Серия UNO-2484G

Enabling an Intelligent Planet

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Рис. 12. Крейты Regal R500S и Regal R500 в единой системе

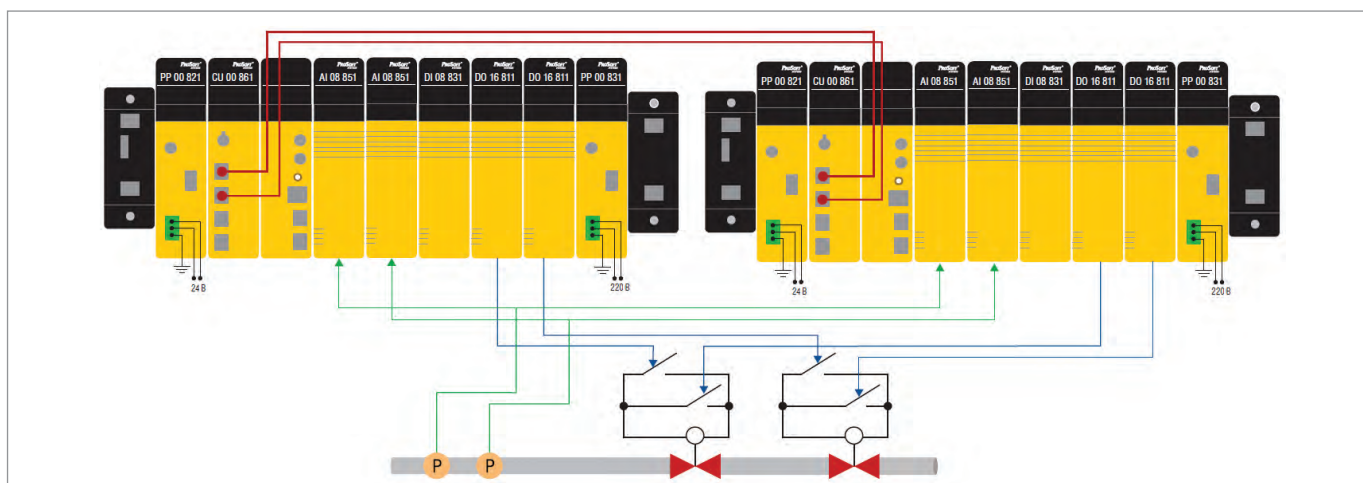


Рис. 13. Стопроцентное дублирование на базе Regal R500S

ционному персоналу произвести все необходимые манипуляции по ремонту и замене отказавшего оборудования.

При этом благодаря платформе контроллера Regal R500 разработчику доступны все те многочисленные схемы

построения дублированной системы, что и у стандартного контроллера РСУ: здесь и стопроцентное дублирование (рис. 13), и дублирование только модулей центрального процессора, и размещение модулей центральных процессо-

ров в одном крейте или, для повышения надёжности, в разных крейтах. ●

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

**Компания «Прософт-Системы» зарегистрировала товарный знак Regal**

Товарный знак Regal прошёл регистрацию в Государственном реестре товарных знаков и знаков обслуживания Российской Федерации.

Исключительное право ООО «Прософт-Системы» на данное наименование подтверждено свидетельством Федеральной службы по интеллектуальной собственности, действующим до 23 октября 2029 года.

Под товарным знаком Regal выпускается линейка отечественных программируемых логических контроллеров для автоматизации технологических процессов генерирующих объектов и нефтегазовых предприятий. Благодаря широкой функциональности и наличию отраслевых сертификатов ПЛК Regal могут использоваться для создания локальных и распределённых отказоустойчивых систем автоматизации, систем телемеханики распределённых объектов, противоаварийной автоматической защиты и других систем

автоматизации по требованиям заказчика. Большинство моделей данной линейки контроллеров поддерживает полное резервирование, включая модули центрального процессора, имеется также решение для построения систем противоаварийной защиты.

Дополнительно хочется отметить, что ПЛК Regal соответствуют постановлению Правительства РФ от 17.07.2015 № 719 «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации». ●



## Новости ISA

3 сентября 2020 года состоялась церемония награждения XVI открытого конкурса ПАО «ТГК-1» на лучший дипломный проект студентов высших учебных заведений Северо-Западного федерального округа. В номинации «Строительство, эксплуатация и управление объектами возобновляемой энергетики» II место занял магистр института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике ГУАП Н. Пруссак. Тема

работы: «Использование вторичных энергетических ресурсов для энергосбережения на территории Санкт-Петербурга». Руководитель работы – активный член Российской Санкт-Петербургской секции ISA, к.т.н., доцент института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике, директор Инженерной школы ГУАП С.В. Солёный.

С 8 по 10 сентября 2020 года в рамках Недели российской науки и технологий «Страна – Почётный гость СІЕР» были организованы онлайн-экспозиция, тематические онлайн-конференции, мероприятия по продвижению научных проектов и другие события. Сотрудники департамента международной деятельности ГУАП и Центра по координации научных исследований (ЦКНИ) ГУАП приняли участие в российско-китайской конференции по научно-техническому и инновационному сотрудничеству в области передовых производственных технологий. Активный член Российской Санкт-Петербургской секции ISA, директор ЦКНИ ГУАП А.В. Рабин и ведущий специалист ЦКНИ ГУАП А.А. Петрушевская представили на конференции проект «Технология очистки нефтесодержащих вод фильтрами на основе графенового сорбента», реализованный в рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы».

В сентябре 2020 года состоялись выборы президента-секретаря Российской Санкт-Петербургской секции ISA. На этот пост избран директор института информационных систем и защиты информации ГУАП, д.т.н., профессор А.М. Тюрликов. Он сменил 1 января 2022 года президента Российской секции ISA 2021 года, проректора по развитию университетского комплекса ГУАП, д.э.н., профессора Г.Ю. Пешкову.

Доцент кафедры электромеханики и робототехники ГУАП, к.т.н. А.А. Мартынов преподнёс в дар центру знаний ISA в РФ изданные в 2020 году учебные пособия: «Электроприводы с релейно-контактными системами управления», «Проектирование и эксплуатация полупроводниковых преобразователей для электромехани-



Участники экспозиции ГУАП на Международной выставке NI-TECH

ческих систем», «Электрические машины гиропереходных устройств». Заведующий кафедрой радиотехнических и оптоэлектронных комплексов ГУАП, д.т.н., профессор А.Ф. Крячко передал в дар центру знаний ISA в РФ изданные в 2020 году учебники и учебные пособия: «Устройства приёма и обработки сигналов», «Энергетические расчёты в электродинамике», «Сборник аэронавигационной информации. Аэродромы».

18 сентября объявлены итоги XVI Европейского конкурса на лучшую студенческую научную работу ISA. Большого успеха добились студенты и аспиранты ГУАП. Золотыми медалями награждены В. Кузьменко, А. Винниченко, А. Фоминых, И. Фёдоров, М. Иванова. Серебряные медали получили Б. Акопян, Е. Григорьев, Д. Щукина, С. Герасимов, Е. Ватаева. Бронзовых медалей удостоены В. Гончарова, А. Колегов, Е. Капранова, Д. Бурyleв, О. Васильева, К. Сердюк, С. Ненашев, Е. Глушкова, А. Щёголева.

В период с 17 по 19 сентября в «Экспофоруме» прошла Петербургская техническая ярмарка 2020 года. Экспозиция ГУАП была представлена научно-техническими проектами в области энергетики, робототехники, беспилотных авиационных систем и авиаприборостроения. ГУАП представил пять проектов в рамках Международной выставки NI-TECH: «Роботизированная система диагностики воздушных линий электропередачи», «Система переработки пластика для 3D-печати», «Беспроводная мультисервисная система Интернета вещей для цифрового производства», «Беспилотный летательный аппарат „Автономное крыло“», «Имитатор низколетящей цели». Три проекта получили серебряные медали, и два проекта были отмечены дипломами. Активное участие в подготовке экспозиции и выполнении научно-технических проектов приняли В.Ф. Шишлаков, д.т.н., профессор, проректор ГУАП по образовательным технологиям и инновационной деятельности, президент Российской Санкт-Петербургской секции ISA 2020 года, и С.В. Солёный, к.т.н., доцент, директор Инженерной школы ГУАП.

23–24 сентября в Санкт-Петербургском городском Дворце творчества юных прошла 11-я

Открытая юношеская научно-практическая конференция «Будущее сильной России – в высоких технологиях». География конференции, охватившая всю страну от Дальневосточного федерального округа до республики Крым и Калининграда, в 2020 году расширилась: к ней присоединились новые участники из Кирова и Великих Лук, Кургана и Костромы, Челябинска и Перми, Ижевска и Тульской области, Уфы и Чебоксар, Верхнего Уфалея и Казани – всего 250 школьников 9–11-го

классов и студентов 1–3-го курсов среднего и высшего профессионального образования, которые представили 140 докладов на 9 секциях.

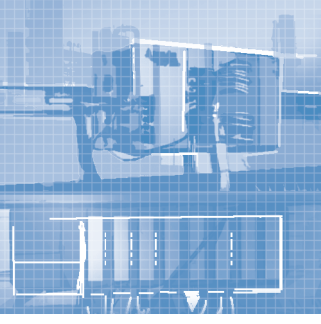
В организации и проведении конференции активное участие приняли кандидаты технических наук, доценты Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций ГУАП, кафедры инноватики и интегрированных систем качества С.А. Назаревич и А.В. Чабаненко. Победителем секции «Техника» стал студент 1-го курса института ФПТИ ГУАП, член студенческой секции ISA ГУАП Д.Ф. Каздио с работой «Разработка роботизированного комплекса контроля геометрических параметров аддитивного производства».

5 октября в Демонстрационном зале НИТ ГУАП профессор университета штата Индиана (США), президент ISA 2009 года, Почётный доктор ГУАП Gerald Cockrell принял участие в заключительном занятии Интернет-семинара «Управление проектами». Профессор Cockrell уже в пятнадцатый раз провёл семинар. За эти годы 417 студентов, аспирантов, преподавателей ГУАП и членов регулярной и студенческой секций ISA приняли в нём участие.

Традиционно директор института технологического предпринимательства ГУАП А.С. Будагов вручил от имени профессора Cockrell сертификаты университета штата Индиана студентам – слушателям семинара, успешно завершившим программу.

28 ноября исполнилось 90 лет Владимиру Борисовичу Краскину, принимавшему активное участие в испытаниях баллистических ракет, запуске первого искусственного спутника Земли, первых межпланетных АМС и первого космонавта Юрия Алексеевича Гагарина. Он участвовал в разработке требований к радиотелеметрическим системам второго поколения и их испытаниях. В.Б. Краскин – автор свыше 100 научных работ и 18 изобретений, кандидат технических наук.

Друзья и коллеги из Российской секции ISA поздравляют старейшего из российских членов ISA с юбилеем и желают ему крепкого здоровья и успехов во всём! ●



# Промышленный контроллер: от элементарных «строительных кирпичиков» до «мозга» систем автоматизации

Юлия Гарсия

Прогресс в развитии микроэлектроники повлиял и на развитие программируемых логических контроллеров, превратив их из средств автоматизации узкоспециального назначения в многофункциональные устройства, адаптированные для сферы промышленного Интернета вещей. Примером таких многофункциональных устройств могут служить PAC-контроллеры компании Advantech.

Стороннему наблюдателю могло бы показаться [1], что кривая роста вычислительной мощности процессоров вышла на плато, впрочем, с появлением многоядерной архитектуры производительность выросла благодаря объединению в многоядерный кристалл стандартных блоков обработки данных, обеспечивающих параллельные вычисления и обмен данными между ядрами. В настоящее время технология повышения вычислительной мощности процессора за счёт увеличения количества ядер продолжает развиваться как в коммерческих электронных устройствах, так и в аппаратуре промышленного сектора. Собственно говоря, именно совершенствование аппаратных средств подстёгивает развитие программных технологий, и наоборот, периодически сложность и функциональные возможности программных технологий ограничиваются аппаратной производительностью, равно до того момента, когда технические новшества открывают дополнительные возможности для дальнейшего усложнения функциональности программного обеспечения.

Это легко проследить, если обратить внимание на функциональные возможности современных PAC-контроллеров (Programmable Automation Controller, согласно терминологии ARC Advisory Group – программируемый контроллер автоматизации) и программируемых логических контроллеров (ПЛК), – как

менялись технологии программирования, быстродействие, функциональные возможности.

### СООТВЕТСТВИЕ ТРЕБОВАНИЯМ ЗАВТРАШНЕГО ДНЯ

На протяжении десятков лет промышленные контроллеры – «рабочая лошадка» автоматизации – прошли длительный путь формирования и взросления, от наборов реле, построенных по принципу жёсткой логики, имеющих всего несколько дискретных каналов ввода/вывода и предназначенных для решения простейших задач автоматического регулирования, до центрального элемента сложных иерархических систем с тысячами каналов ввода/вывода, работающих под управлением мощных процессоров с многоядерной архитектурой и использующих развитые встроенные средства программирования.

В настоящее время обширный спектр стандартных задач автоматического регулирования (управление приводами, клапанами, частотными преобразователями, обработка и анализ дискретных и аналоговых сигналов) немислим без коммуникационных функций связи с облачными SCADA, ERP и MES-системами, что побуждает производителей программируемых логических контроллеров расширять модельный ряд и функциональность ПЛК, создавая новые классы устройств, такие как PAC-контроллеры, контроллеры граничных

вычислений, а также специализированные шлюзы данных для систем промышленного Интернета вещей (IIoT). Все эти устройства должны иметь развитые средства информационной защиты, так как особенность архитектуры и свойств программно-аппаратного обеспечения этой категории информационно-управляющих систем в том, что она максимально приближена к станкам, технологическому оборудованию, исполнительным механизмам электростанций, системам транспортировки нефти и газа, словом, к тем устройствам, нештатная работа или блокировка которых может привести к последствиям, сравнимым с результатами диверсий [2].

Вместе с тем как устройства промышленного применения контроллеры должны соответствовать стандартам эксплуатации в условиях повышенной влажности, электромагнитных помех, вибрации, высоких и низких температур, поддерживать современные и традиционные промышленные интерфейсы связи с датчиками и исполнительными механизмами, обладать гибким инструментарием программирования и взаимозаменяемостью компонентов для повышения гибкости использования. Для обеспечения управления быстро протекающими процессами контроллер должен обеспечивать заданное время отклика, что накладывает определённые обязательства на операционную систему и аппаратный ресурс.

## От языка релейной логики до универсальных комплексов программирования стандарта МЭК 61131-3

Старая добрая релейная логика (Ladder Logic, LAD) как единственно доступный инструмент программирования ранних ПЛК в настоящий момент входит в состав программных комплексов, в которых реализована возможность написания, отладки и тестирования программ на трёх графических и двух текстовых языках, предусмотренных стандартом МЭК 61131-3 (релейных диаграмм – LD, функциональных блоков и диаграмм – FBD, последовательных функциональных схем – SFC, списка инструкций – IL, структурированного текста – ST). Одной из распространённых сред программирования на языках МЭК 61131-3 стал пакет CODESYS (Controller Development System) компании 3S (Smart Software Solutions), бесплатная среда разработки и расширенная функциональность которого делают его всё более популярным базовым инструментом программирования промышленных контроллеров.

В настоящий момент, кроме средств программирования на языках, описанных стандартом МЭК 61131-3, в распоряжении инженера-программиста современного высокотехнологичного контроллера имеется универсальная операционная система общего назначения (Windows или Linux), что даёт возможность программировать контроллер и на классических языках C, C++, C#, Python, Java и др. [3].

Таким образом, использование многоядерных процессоров и технологии раздельного использования вычислительных ресурсов (аппаратно-независимых ядер) ЦП позволяет одновременно и эффективно выполнять как задачи управления техпроцессом, описанные языками стандарта МЭК 61131-3, так и другие специальные задачи, реализованные на универсальных языках программирования.

Многоядерная технология, позволяющая разделить на аппаратном уровне обработку вычислительных задач, является настоящим технологическим прорывом в сфере промышленной автоматизации.

## Коммуникационные функции

Современные ПЛК и PAC-контроллеры поддерживают, кроме типичных для АСУ ТП промышленных протоко-

лов обмена данными: PROFIBUS, Modbus RTU, Modbus TCP, EtherNet/IP, PROFINET, EtherCAT, CANopen, DeviceNet – протоколы нового поколения, ставшие визитной карточкой ИТ, и типичные для ИТ-отрасли беспроводные и кабельные стандарты. Это открывает новые возможности для применения единого управляющего ПО, работающего на уровнях систем SCADA, MES и ERP, и на качественно новом уровне соответствует экспоненциально растущему потенциалу технологий ИТ.

Кроме того, современный контроллер, интегрированный в корпоративные сети предприятия, должен обладать дополнительными средствами защиты от несанкционированного доступа к управлению технологическим оборудованием и от таких распространённых в ИТ-сетях угроз, как DDoS-атаки (Distributed Denial of Service). Для обеспечения информационной безопасности необходимы поддержка протоколов и веб-соединений, защищённых сертификатом шифрования SSL/TLS, а также аппаратные ключи защиты.

## PAC или ПЛК: КРИТЕРИИ ВЫБОРА

Программируемые логические контроллеры и PAC-контроллеры – это устройства, относящиеся к разным эпохам, хотя многие специалисты находят,

что их функции уже в значительной степени совпадают. В качестве PAC обычно подразумевают контроллеры с управлением технологическим процессом и возможностями обмена данными на более высоком уровне, чем у ПЛК, но на самом деле чёткой границы между современными ПЛК и PAC не прослеживается.

Выбор контроллера определяется не столько аббревиатурой (ПЛК и PAC), сколько обеспечением функциональности, соответствующей поставленной задаче. Кроме стандартных задач автоматизации, правильно подобранный контроллер:

- конструктивно улучшает и повышает эксплуатационную надёжность систем автоматизации;
- устраняет влияние человеческого фактора, связанного с отсутствием профессионального опыта и пробелами в квалификации;
- использует эффективные меры информационной защиты.

Применение высокопроизводительных процессоров вплоть до Core i7, а также вычислительных специализированных модулей, дополненных встроенной ПЛИС (FPGA), повышает скорость обработки данных в задачах, требующих оперативного реагирования.

Высокопроизводительные PAC-контроллеры обеспечивают реализацию тех-

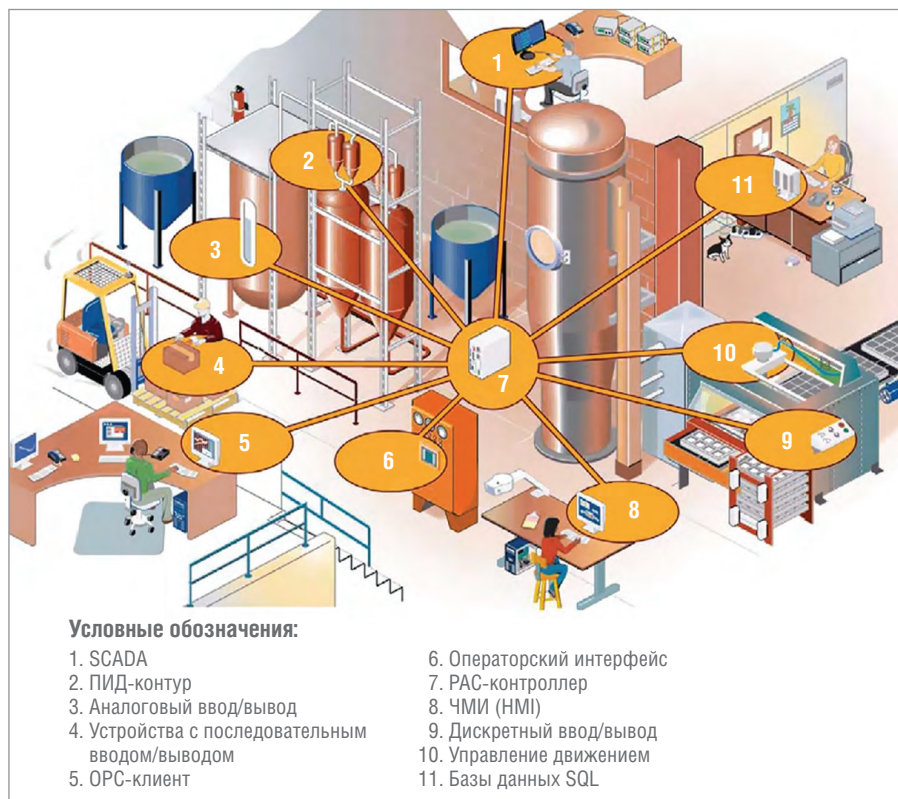


Рис. 1. PAC-контроллер решает широкий спектр задач управления технологическим процессом и интеграции производственных данных в корпоративные системы

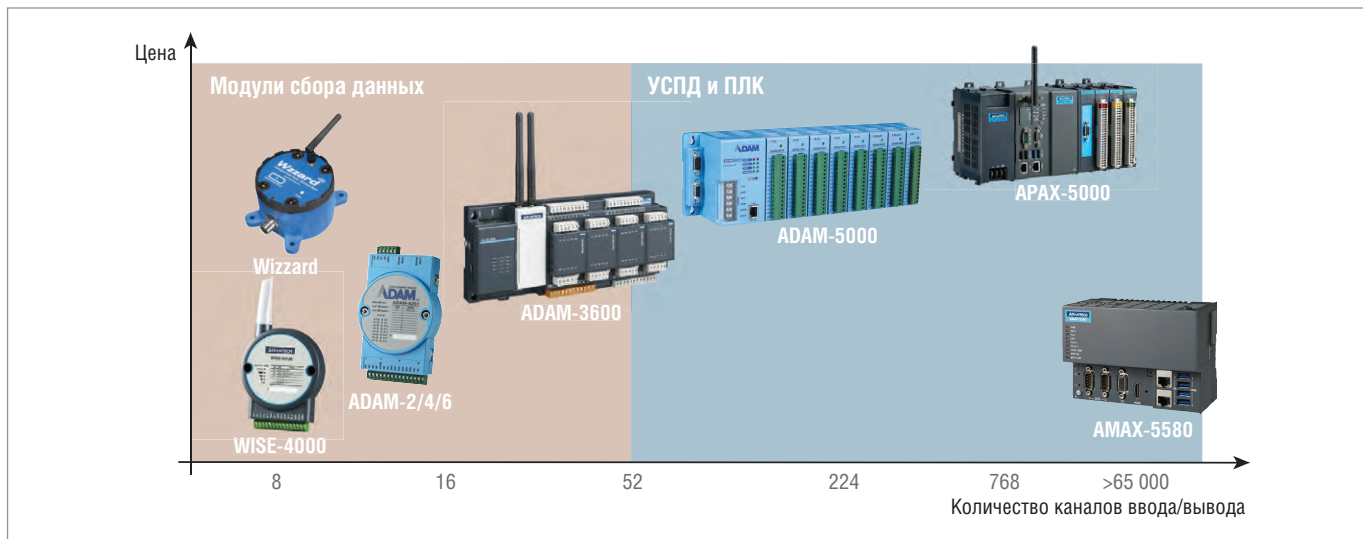


Рис. 2. Позиционирование модулей ввода/вывода и контроллеров производства компании Advantech в зависимости от масштаба решаемой задачи

нологий Industry 4.0 и технологии прогнозирования технического обслуживания оборудования, обладая самыми современными алгоритмами аналитики и машинного обучения. Кроме обеспечения достаточной производительности, современные PAC-контроллеры, в отличие от традиционных средств автоматизации, способны совмещать функции программируемых логических контроллеров, систем машинного зрения и систем управления движением, промышленных компьютеров, а иногда и серверов (рис. 1) [1].

Разработка специализированных систем автоматизации и устройств сбора и обработки сигналов для промышленности — одно из концептуальных направлений деятельности компании Advantech. Многим хорошо знакома серия модулей ADAM, исторический дизайн которых узнаваем в современных модульных системах ввода/вывода. Программируемые логические контроллеры и PAC-контроллеры Advantech обеспечивают высокий технологический уровень промышленных предприятий. Устройства низшего сегмента автоматизации производства Advantech — компоненты систем сбора и обработки данных, установленные непосредственно на удалённом объекте для сбора данных с дискретных и аналоговых датчиков, становятся всё более интеллектуальными.

На рис. 2 показано позиционирование программируемых контроллеров и устройств сбора и передачи данных компании Advantech в зависимости от количества каналов ввода/вывода и цены.

Рассмотрим основные линии контроллеров производства компании Advantech.

### КОНТРОЛЛЕРЫ КОМПАНИИ ADVANTECH

**ADAM-3600** (рис. 3) — многофункциональный контроллер на базе процессора Cortex A8 под управлением ОС Real-Time Linux — предназначен для установки на DIN-рейку в шкаф автоматики. В спектре разнообразных применений данного контроллера необходимо отметить построение с его участием систем мониторинга территориально-распределённых объектов нефтегазовой сферы (рис. 4). Отличительная особенность контроллера — широкая коммуникационная функциональность, поддерживающая все популярные в настоящее время стандарты беспроводной связи: Zigbee, Wi-Fi, 3G/4G/GPRS — и протоколы Modbus, DNP3, MQTT, HTTP REST API. Контроллер позиционируется компанией Advantech как в качестве универсального решения на базе ОС Linux, так и в качестве интеллектуального удалённого терминала (RTU) с возможностью интеграции с облачными технологиями Microsoft Azure IoT Hub, Amazon AWS IoT и т.д.



Рис. 3. Многофункциональный контроллер ADAM-3600

Важной особенностью контроллера является расширенный диапазон рабочих температур  $-40...+70^{\circ}\text{C}$  [4].

Удобство применения и ценность такого рода универсальных решений для IT-приложений и систем АСУ ТП подтверждены самыми разными примерами использования контроллеров серии ADAM-3600. Наличие ядра реального времени RT Linux и предоставляемого компанией Advantech комплекта разработчика (SDK) на языках C/C++ существенно расширяет возможности программирования этой серии контроллеров [4].

**Контроллеры семейства ADAM-5XXX.** **ADAM-5560CDS** — модульная, x86-совместимая система ввода/вывода под управлением Windows CE5.0, имеющая встроенную среду разработки CODESYS V3 и ядро реального времени CODESYS.

**ADAM-5560KW** — PAC-контроллер со встроенной средой разработки стандарта МЭК 61131-3 KW MULTIPROG и ядром реального времени ProConOS. **ADAM-5560CE/XPE** — x86-совместимый контроллер под управлением Windows CE5.0/Windows XP Embedded

с поддержкой программных сред разработки eVC и .NET.

Эти контроллеры на базе процессоров Intel Atom с поддержкой специальных функций управления (включая сторожевой таймер и батарейную поддержку оперативной памяти), предназначенные для применения в небольших системах автоматизации, часто используются как в качестве бюджетного промышленного контроллера, так и в качестве инструмента визуализации со встроенным портом VGA и готовым программным пакетом HMI.

Контроллеры серии ADAM-5560 (рис. 5) были удачно применены в системе раннего оповещения и экстренного реагирования в случае стихийных бедствий (рис. 6). В шкафу управления установлен контроллер ADAM-5560, использованный и в качестве средства визуализации на локальном мониторе, и в качестве аналитического инструмента обработки данных датчиков уровня, установленных вдоль берега водоёма, перед их отправкой на удалённый сервер и в центральный диспетчерский пункт. Шестнадцать цифровых каналов ввода модулей ADAM-5051D и ADAM-5056D со светодиодной индикацией используются для контроля работоспособности оборудования. Уровень воды измеряется при помощи датчика, подключённого к модулю аналогового ввода ADAM-5017.

Контроллер ADAM-5630 на базе процессора Cortex RISC-архитектуры позиционируется в качестве интеллектуального контроллера для граничных вычислений под управлением ОС Linux с возможностью программирования на языках C или Python.

APAX-5580 – типичный представитель нового поколения промышленных контроллеров. PAC-контроллер APAX-5580 (рис. 7) с центральным процессором Intel Core i7/i3/Celeron под управлением ОС Windows 7/8 (Linux Kernel 3.X) предназначен для использования на масштабных технологических объектах с большим количеством каналов ввода/вывода, предъявляющих особые требования к быстродействию систем автоматизации. Его высокая производительность обеспечивает возможность подключения к нему не только традиционных датчиков и исполнительных устройств, но и систем технического зрения, контроля качества, сбора данных, первичного анализа данных и реализации контуров управления, то есть большого числа ресурсоёмких систем. Компактные раз-

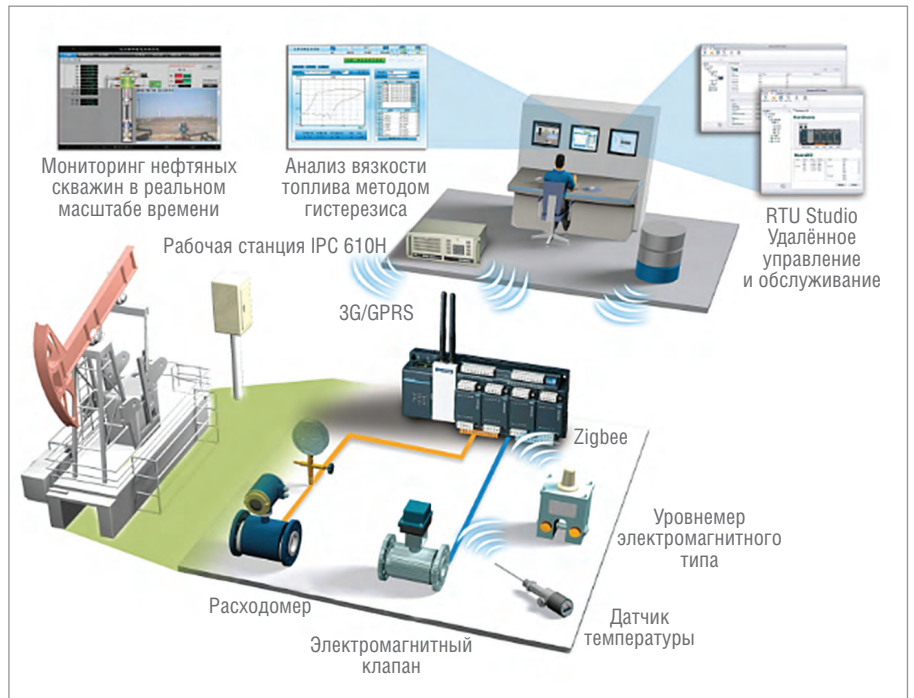


Рис. 4. Пример использования контроллера ADAM-3600 в нефтегазовой сфере



Рис. 5. Контроллер серии ADAM-5560

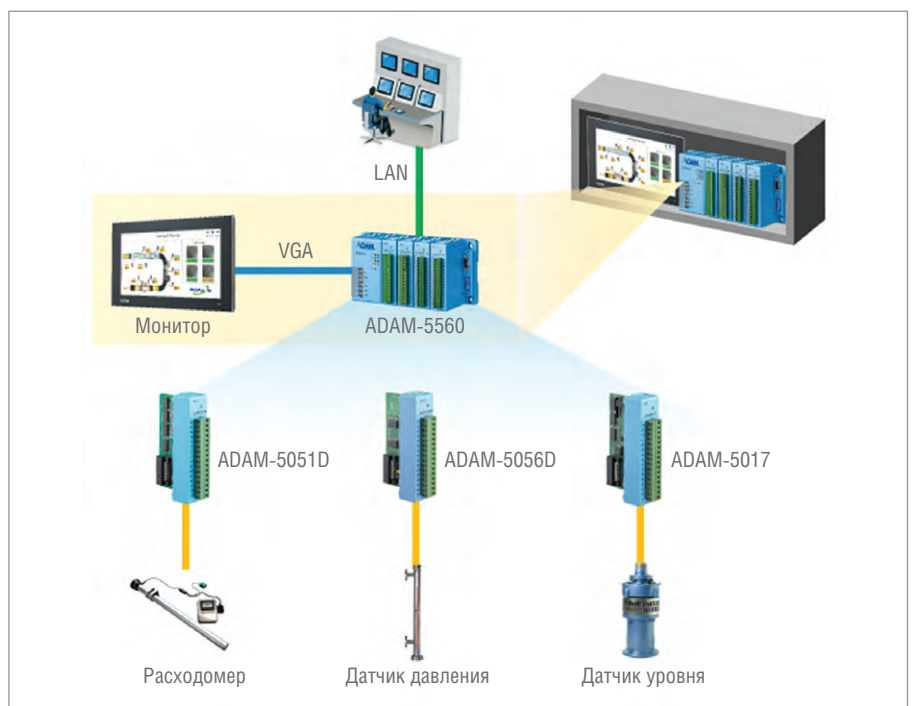


Рис. 6. Контроллер ADAM-5560 в системе мониторинга наводнений



Рис. 7. PAC-контроллер APAX-5580

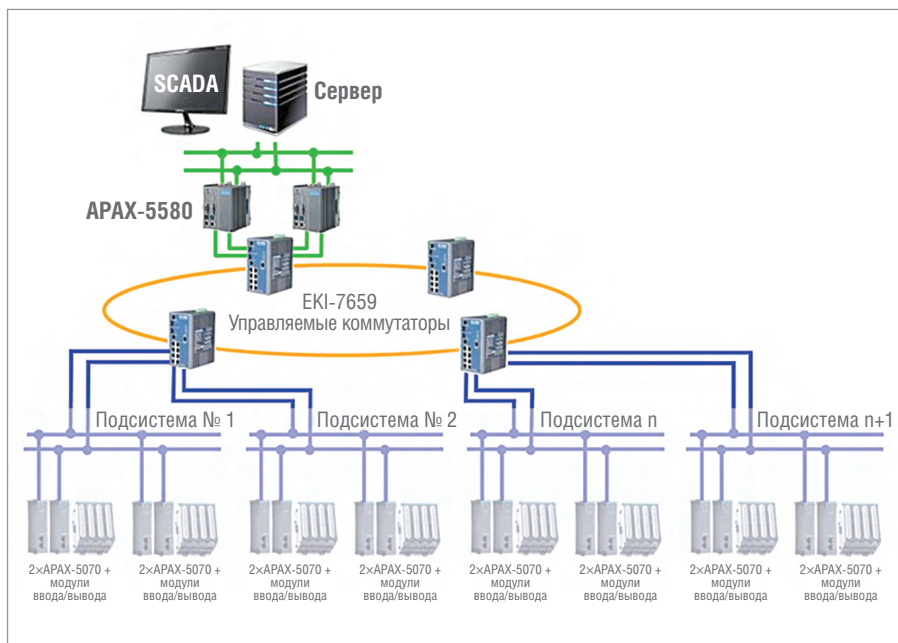


Рис. 8. PAC-контроллер APAX-5580 в качестве центрального элемента территориально-распределённого объекта автоматизации

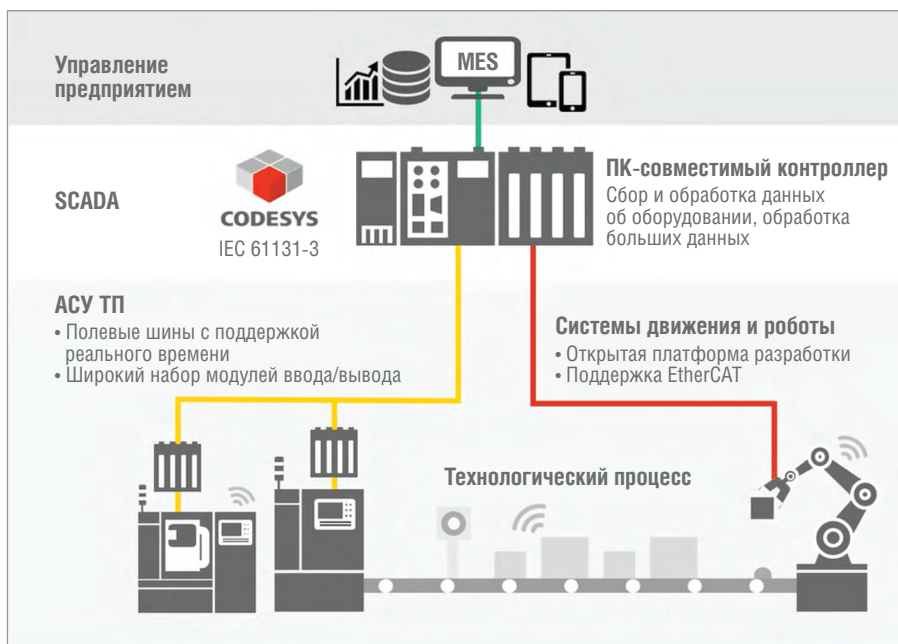


Рис. 9. Интеграция PAC-контроллера в АСУ предприятия, MES-системы и базы данных

меры обеспечивают гибкость использования в условиях ограниченного пространства. Программирование может осуществляться как в системе CODESYS, так и при помощи универсальных языков программирования C/C++.

Архитектура контроллеров серии APAX-5580, кроме промышленных протоколов CANOpen, Modbus/RTU, Modbus/TCP, PROFINET, Ethernet/IP, EtherCAT, предусматривает поддержку фирменной технологии расширения iDoor-плат mPCIe со шлейфом для дополнительных интерфейсов, а также позволяет работать в беспроводных сетях Wi-Fi, 3G, GPRS, GPS [5].

Применение в системах автоматизации единого программно-аппаратного решения APAX-5580 с предустановленной ОС Windows 7/8 и ядром реального времени Advantech CODESYS Run Time позволяет запускать любое количество программ (как на ПК с ОС Windows), программа CODESYS будет выполняться в приоритетном режиме на отдельном ядре ЦП, обеспечивая при этом достаточно быстрый цикл сканирования (до 50 мкс).

Контроллеры серии APAX-5580 можно также использовать в качестве сервера хранения данных, шлюза данных для систем верхнего уровня и IoT-приложений (рис. 8).

В целях достижения наивысшего качества управления, кроме двухъядерной архитектуры, можно выделить следующий далеко не полный перечень технологических преимуществ, присутствующих в APAX-5580: возможность установки аппаратного ключа безопасности на процессорную плату в качестве средства информационной защиты, надёжное энергоснабжение от независимых источников электроэнергии, поддержку функции резервного копирования данных операционной системы, что даёт системе с интегрированным в неё контроллером APAX-5580 необходимую отказоустойчивость. Кроме того, конструктивно предусмотрены хранение архива данных на жёстких дисках HDD или SSD, поддержка RAID-массивов уровня 0/1, подключение к базам данных (SQL-Server, Oracle, SAP, MySQL, SQLite) через программный интерфейс доступа к базам данных ODBC (Open Database Connectivity), локальная визуализация с поддержкой веб-браузерной технологии HTML (рис. 9).

Задачи, которые возлагаются на PAC-контроллер, в отличие от традиционных задач ПЛК, являются и стандарт-

ными задачами уровня АСУ ТП, и комплексными ИТ-задачами с расширенными возможностями программирования и прямого взаимодействия с базами данных и MES-системами.

AMAX-5580 – PAC-контроллер (рис. 10), предназначенный для решения задач высокоскоростного ввода-вывода в системах технического зрения, оптического контроля и системах контроля перемещений, представляет собой компактный производственный ПК на базе процессора Intel Core i7/i3/Celeron для монтажа на DIN-рейку, использует промышленную шину EtherCAT, популярную в системах управления движением, частотными преобразователями, приводами, роботами-манипуляторами.

При помощи встроенного интерфейса EtherCAT к нему можно подключать

систему распределённого ввода/вывода AMAX-5000 EtherCAT Slice I/O modules, а также широкий круг оборудования сторонних производителей.

На рис. 11 показан пример единого программно-аппаратного решения компании Advantech для автоматизированного контроля качества в процессе производства экранов для смартфонов. Аппаратный ресурс процессора Core i7 позволяет одновременно управлять как механической частью контрольного оборудования (высокоточным перемещением образцов), так и системой автоматизированного оптического контроля. Контроллер функционирует под управлением ядра реального времени CODESYS с дополнительной обработкой данных системы технического (машинного) зрения для отправки в MES-системы силами ОС общего назначения Windows.

Поддержка стандартов программирования на языках МЭК 61131-3 позволяет инженерам-программистам быстрее разрабатывать управляющие программы, повысить быстродействие всей системы (в описанном ранее примере время отклика составляет 0,5 мс). Поддержка классических языков программирования даёт возможность решать ряд дополнительных задач, сопутствующих техпроцессу, одновременно с задачами управления. Остаётся добавить, что повышение эффективности и надёжности системы управления сопровождается снижением общих расходов

на техническое обслуживание системы, а сверхкомпактные размеры PAC-контроллера 139×100×80 мм позволяют размещать его в условиях ограниченного пространства.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Большая часть современных IoT-приложений построена на базе ОС Linux, поэтому выбор контроллера с поддержкой этой операционной системы, удобного для интеграции в ИТ-сети предприятия, так важен.

Идея комбинировать функциональность программируемого логического контроллера и промышленного компьютера в едином технологичном решении становится всё более популярным трендом, учитывая всё возрастающий уровень требований к производительности вычислений, коммуникационным функциям и к бесшовной интеграции в системы управления предприятием верхнего уровня, в том числе облачные.

Широкая номенклатура ПЛК и PAC-контроллеров компании Advantech позволяет успешно строить системы АСУ ТП любого уровня сложности, отвечающие самым современным тенденциям развития цифровой революции Industry 4.0 и технологии IoT. ●

### ЛИТЕРАТУРА

1. Halterman D. Should I use an edge controller, PLC, or PAC? [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.controleng.com/articles/should-i-use-an-edge-controller-plc-or-pac/>.
2. Диас Ф.О. Информационная безопасность промышленных контроллеров [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://www.securitylab.ru/analytics/425304.php>.
3. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. – М. : СОЛОН-Пресс, 2004.
4. ADAM-3600 – многофункциональный промышленный контроллер [Электронный ресурс] // Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/advantech/blog/446210/>.
5. Контроллер APAX-5580 от Advantech наследует лучшие черты ПК и ПЛК [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://cleverhouse.club/hardware/plc/controller-apax-5580-ot-advantech-nasleduet-luchshie-chertyi-pk-i-plk.html>.

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**



Рис. 10. PAC-контроллер AMAX-5580

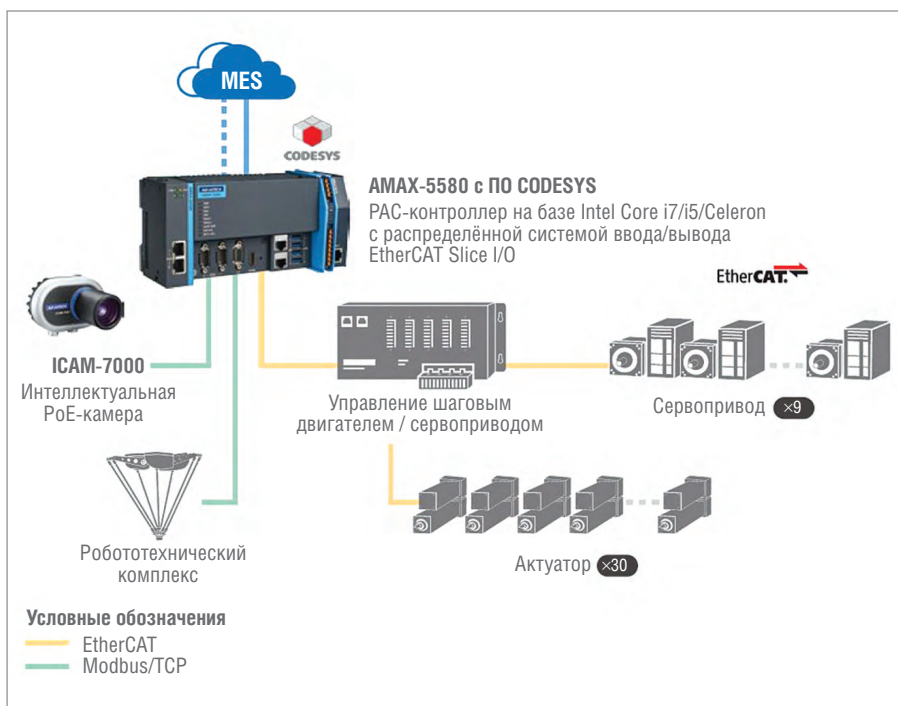
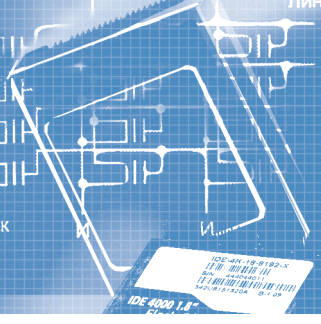


Рис. 11. AMAX-5580 в системах управления перемещениями, технического зрения и в качестве шлюза данных для MES-систем



# InnoAGE SSD – ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД Innodisk к Интернету вещей

Анна Клекот

Каждый год к Интернету вещей подключаются миллиарды новых устройств, поэтому защитить устройства теперь важнее, чем когда-либо. InnoAGE SSD с поддержкой Azure Sphere поможет обеспечить безопасность данных и инфраструктуры, а также конфиденциальность и физическую безопасность. Это комплексное решение для устройств Интернета вещей создано на основе многолетнего опыта в области аппаратного и программного обеспечения, а также облачных технологий компаний Innodisk и Microsoft.

## ВВЕДЕНИЕ

В общем понимании Интернет вещей (IoT) – это концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющие из части действий и операций необходимость участия человека. Для компаний, стремящихся к цифровизации, Интернет вещей может быть чрезвычайно выгодным с точки зрения оптимизации процессов и сбора данных, что часто упрощает управление и позволяет значительно снизить затраты.

Однако зачастую трудности, вызванные увеличением количества устройств и относительным сокращением числа людей (операторов), игнорируются.

Имеется в виду, что увеличение количества IoT-устройств обязательно будет сопровождаться ростом затрат на техническое обслуживание, а также появлением риска простоя и неэффективного управления, как отдельных частей, так и системы в целом.

По данным Gartner, до 80% расходов на ИТ приходится на период после первоначальных вложений, при этом простои и техническое обслуживание считаются самыми дорогими. К счастью, системы управления могут значительно уменьшить эти проблемы. Система пре-

доставляет пользователю полную картину работы устройств, позволяет совершать удалённое резервное копирование и восстановление, а также предлагает дальнейшие сценарии работы с оборудованием. В результате многие компании внедрили такую систему управления на базе программного обеспечения своих устройств. Однако все эти функции основаны на рискованном предположении, что само устройство остаётся работоспособным. В тех случаях, когда компьютер выходит из строя, подобные системы управления больше не могут получать доступ к устройству. Следовательно, единственное решение – отправить техника, чтобы устранить неисправность вручную, – дорогостоящее и трудоёмкое решение, которое просто неприемлемо

в мире, где количество устройств, подключённых к Интернету, растёт экспоненциально.

В статье объясняется, как устройства хранения данных могут решить эти проблемы путём использования независимого подключения к накопителю по Wi-Fi-каналу, получения данных и возможности управления ими при помощи микроконтроллера (MCU – Microcontroller Unit), встроенного в твердотельный накопитель (SSD – Solid State Disk).

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ К НАКОПИТЕЛЮ

Как все мы знаем, твердотельные накопители без проблем можно подключить к компьютеру с помощью различных интерфейсов на материнской плате, таких как SATA, M.2, mPCIe, или да-

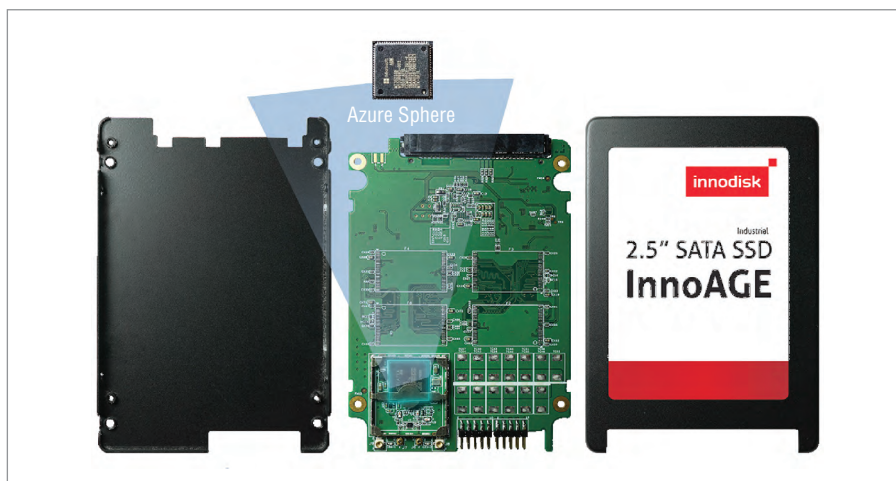


Рис. 1. Демонстрация твердотельного накопителя InnoAGE со встроенным контроллером Azure Sphere



же через USB. Однако при использовании такого способа подключения доступ к данным, хранящимся на SSD, будет возможен только при исправно работающем компьютере, включая операционную систему.

Компания Innodisk предлагает решение, позволяющее подключиться к данным в обход системы с помощью независимого канала связи.

Благодаря передовой запатентованной технологии InnoAGE SSD пользователь всегда может выполнять такие команды на накопителе, как восстановление, резервное копирование и безопасное стирание, вне зависимости от исправности платформы и наличия или отсутствия доступа к самой системе.

Это стало возможным в результате сочетания технологии InnoAGE SSD с передовым микроконтроллером MT3620, оснащённым локальными интерфейсами — цифровым вводом-выводом для управления диском и каналами Wi-Fi и Ethernet для передачи данных в облако, в частности, Azure Cloud (рис. 1).

## Аппаратная поддержка

Если рассмотреть используемый Innodisk MCU, то мы увидим, что он оснащён процессором приложений Arm Cortex-A7, работающим на частоте до 500 МГц, и включает в себя большой кэш L1 и L2, а также интегрированную память SRAM для высокоэффективной работы. Две подсистемы ввода-вывода общего назначения, построенные на Arm Cortex-M4F с частотой работы до 200 МГц, поддерживают требования многих периферийных устройств на кристалле, включая 5×UART / I<sup>2</sup>C / SPI, 2×I<sup>2</sup>S, 8×ADC, до 12 счётчиков PWM и до 72 GPIO, что позволяет использовать самые различные возможности. Эти две подсистемы ввода-вывода Cortex-M4F в первую очередь предназначены для поддержки обработки ввода-вывода в реальном времени, но также могут использоваться для вычислений общего назначения и управления.

Помимо этих трёх ядер, доступных конечному пользователю, микропроцессор содержит изолированную подсистему безопасности с собственным ядром Arm Cortex-M4F, которое обеспечивает безопасную загрузку и работу системы.

Кроме того, двухдиапазонная радиоподсистема Wi-Fi 802.11a/b/g/n 1×1 управляется выделенным 32-разрядным ядром RISC Andes N9. Эта подсистема содержит радиосвязь, основную полосу

частот и MAC (Medium Access Control — протокол управления доступом к среде передачи) и предназначена для приложений с высокой пропускной способностью и повышенной энергоэффективностью.

Функции безопасности MCU и работа в сети Wi-Fi изолированы от приложений конечных пользователей и работают независимо от них. Конечным пользователям напрямую доступны только аппаратные функции, поддерживаемые InnoAGE SSD. Таким образом, функции безопасности и Wi-Fi доступны только через определённые API-интерфейсы Azure Sphere и устойчивы к ошибкам программирования в приложениях конечных пользователей, независимо от того, работают ли эти приложения на ядрах Cortex-A7 или доступных для пользователя ядрах Cortex-M4F.

Microsoft предоставляет мощную среду, которую в полной мере использует приложение InnoAGE SSD.

## Управление и обслуживание

На сегодняшний день уже видно, что тенденция к увеличению количества IoT-устройств по отношению к числу операторов развивается в прогрессии (рис. 2), и, в то время как количество людей, обслуживающих системы, уменьшается, количество Интернет-вещей значительно увеличивается, — это показано на рис. 2. Данная ситуация приводит к затруднениям в возможности осуществлять полный контроль над всей системой, прогнозировать неисправности, поэтому становится практически невозможным эффективное управление, что подвергает систему риску непредвиденного простоя.

Это подводит нас ко второй части проблемы управления IoT: чтобы собирать данные с пользовательского IoT-устройства, оно должно быть работоспособно, с функционирующей операционной системой устройства. Это означает, что, как только устройство даёт сбой или произошёл сбой ОС, системный интегратор должен отправить сотрудника к устройству. Большинство систем управления, доступных сегодня на рынке, не решают эту проблему или предлагают только частичные решения.

Неправильное обслуживание приводит к значительным расходам, понесённым предприятием, к примеру, торговый автомат, который внезапно перестаёт работать, из-за чего данное

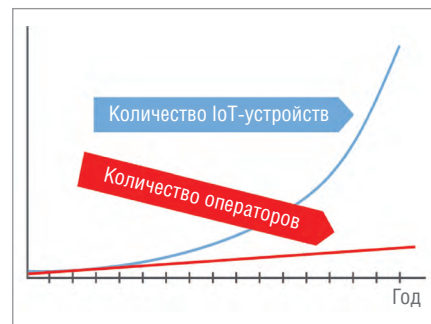


Рис. 2. Соотношение количества IoT-устройств и операторов

устройство не приносит прибыль во время его простоя. Нельзя забывать и про дополнительные расходы, возникшие в связи с необходимостью посещения объекта квалифицированным сотрудником для решения выявленной проблемы, и, в худшем случае, связанные с заменой вышедшего из строя оборудования. В масштабе компании, которая управляет десятками тысяч торговых автоматов, такого рода проблемы приводят к непомерным расходам. На основе изложенного можно сформулировать фундаментальные требования к эффективному Интернету вещей в плане обслуживания, а именно: доступность и быстрое восстановление системы. Устройство должно быть легкодоступным, даже если система выйдет из строя. Также необходимо обеспечить определённый уровень прогнозирования для предотвращения будущих сбоев и обеспечения эффективного и своевременного обслуживания. И в заключение можно сказать, что если система выйдет из строя, необходимы доступные инструменты для быстрого исправления и восстановления системы, желательно без выезда специалиста к неисправному устройству.

## Безопасность

Чем больше устройств взаимодействует в сети, тем больше данных поступает от них и тем более эффективным должно быть приложение. Использование дополнительного канала связи с устройством даёт положительные результаты и новые возможности для предприятия. Обратной стороной служит то, что с каждым новым устройством, добавленным к сети, появляется ещё одна точка входа, являющаяся потенциальной уязвимостью, которой может воспользоваться злоумышленник.

Компаниям нужен механизм, позволяющий сбалансировать это уравнение и снизить риск за счёт внедрения новой

модели безопасности в дизайн системы. По мере того как ценность подключения возрастает, предприятиям становится необходим механизм для безопасного подключения этих устройств, вводимых в эксплуатацию.

Накопитель серии InnoAGE, используя контроллер Azure Sphere, открывает доступ к Интернету вещей, создавая основу, с которой предприятие может уверенно эксплуатировать свои устройства в любой среде и может быть уверенным в их безопасной работе. Azure Sphere обеспечивает безопасность за счёт объединения возможностей независимого контроллера MCU, операционной системы и облачных сервисов, специально созданных для безопасных приложений Интернета вещей. Azure Sphere поднимает планку для производителей и предприятий, позволяя обеспечить безопасное подключение новых устройств и используя существующие порты на подключённом устройстве. Ключом к безопасности в этих сценариях является то, что непосредственно контроллер Azure Sphere, а не устройство взаимодействует с облаком. Отделив устройство от сети, модуль защиты, включённый в Azure Sphere, может защитить оборудование от атак, гарантировать, что данные передаются только между доверенным облаком и партнёрами по обмену данными с устройством, а также обеспечить целостность и безопасность программного обеспечения модуля и оборудования.

### Единая платформа

Первый шаг к обеспечению эффективного управления IoT – собрать все подключённые устройства на единой

платформе, например iCAP™ от Innodisk (рис. 3). Полученные с этих устройств данные должны быть представлены в легкодоступном виде. Этого можно достичь путём предоставления пользователям возможности входа в систему через браузер на компьютере, что позволит иметь доступ к информации независимо от местоположения. Установив пороговые значения для соответствующих параметров, например, температуру или количество циклов записи SSD, система управления также предлагает прогноз возможных отказов диска, что, в свою очередь, упрощает планирование дальнейшей работы с устройствами.

Однако эти фундаментальные аспекты управления IoT по-прежнему оставляют систему уязвимой для внезапных сбоев. Когда система выйдет из строя, удалённого доступа к ней не будет, что делает всю систему управления бесполезной, пока не будет совершён ручной сброс. Вот почему независимый канал связи имеет решающее значение. Особенно важно здесь то, что в случае сбоя устройства или системы у операторов есть возможность быстро вернуть настройки по умолчанию с облачной панели управления.

Для пользователей также предоставляется доступ к настройке встроенных в MCU интерфейсов ввода-вывода общего назначения (GPIO – General-Purpose Input/Output).

### Диагностика

Цель любой компании – свести техническое обслуживание к минимуму при обеспечении максимальной работоспособности. Планирование технического обслуживания также должно

включать прогнозирование непредвиденных аварий. Это означает, что любая система IoT должна иметь наготове надёжные меры для восстановления работоспособности при внезапной потере функциональности устройства.

Без независимого канала связи при внезапной неисправности устройства будет выдаваться только уведомление о том, что оно неработоспособно. В результате оператору потребуются физический доступ к устройству для запуска тестирования и устранения проблемы. С помощью решения InnoAGE SSD запустить диагностику можно удалённо. Кроме того, у всех SSD, поддерживающих данную технологию, есть один раздел диска, предназначенный для восстановления ОС устройства, и он также доступен в любое время

### Защита информации

Новая технология нацелена на обеспечение безопасности по двум направлениям: локальные данные и непосредственно передача данных в облако.

Для локально хранимых данных существует несколько вариантов обеспечения безопасности. Например, шифрование возможно с помощью встроенного механизма AES в твердотельных накопителях Innodisk серии InnoAGE. Это гарантирует, что все данные, хранящиеся во флэш-памяти NAND, будут зашифрованы с помощью секретного ключа.

Второй слой – безопасность передачи в облако. Azure Sphere позволяет реализовать семь основных свойств, необходимых для надёжной защиты устройств в своей инфраструктуре Интернета вещей.

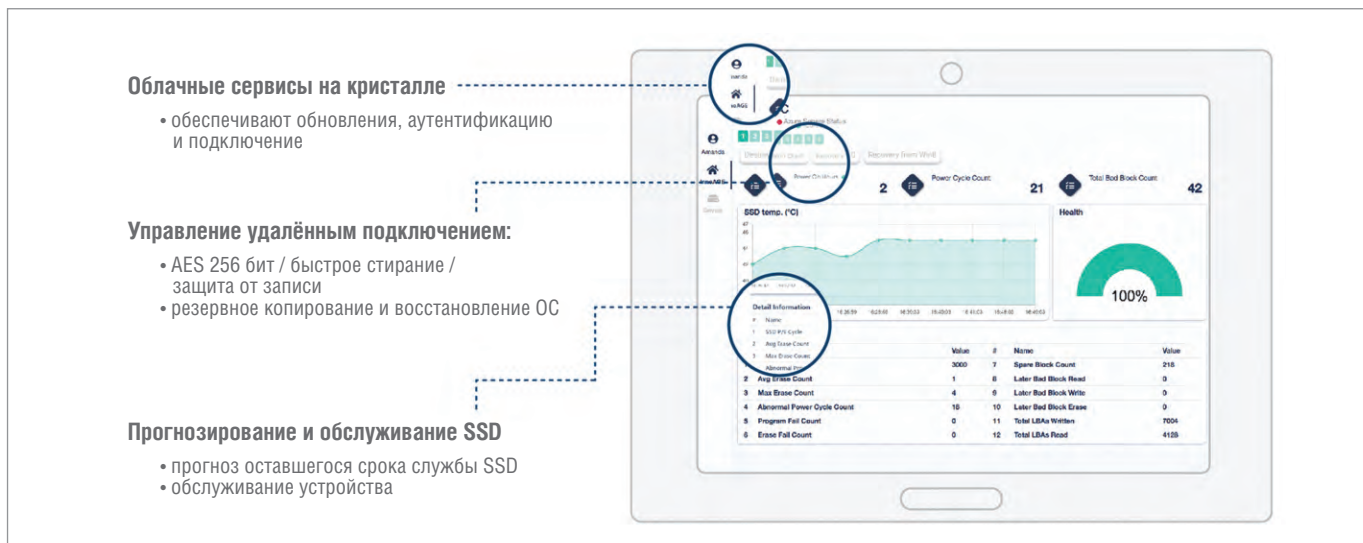


Рис. 3. Скриншот платформы управления InnoAGE SSD

**1. Корень доверия на основе оборудования.**

Это гарантия того, что на устройстве работает только подлинное актуальное программное обеспечение. Лишь в таком случае устройство сможет подключиться к Интернету.

**2. Защита в глубину.**

Чем больше уровней защиты, тем сложнее получить доступ к наиболее конфиденциальным секретам устройства. Для более важных областей назначается более высокий уровень защиты.

**3. Небольшая доверенная вычислительная база.**

Доверенная вычислительная база должна быть по возможности небольшой. Это минимизирует её уязвимость для злоумышленников и снизит вероятность использования ошибок или компонентов для её компрометации.

**4. Динамическое обособление.**

Границы между компонентами программного обеспечения могут предотвратить распространение нарушения безопасности одного компонента на другие. Динамические границы можно безопасно перемещать и перестраивать.

**5. Проверка подлинности на основе сертификата.**

Пароли могут быть самым слабым звеном во многих системах безопасности. Проверка подлинности на основе сертификата позволяет управлять устройствами без использования паролей.

**6. Отчёты об ошибках.**

Раннее обнаружение ошибок, их анализ и реагирование на них крайне важны для устранения угроз до того, как они смогут нанести значительный ущерб.

**7. Возобновляемая безопасность.**

Возможность развёртывания текущих обновлений программного обеспечения необходима для усиления защиты устройства и устранения уязвимостей.

**ОБЪЕДИНЕНИЕ ПРЕИМУЩЕСТВ**

Для операторов системы Интернета вещей интеграция всех перечисленных аспектов означает, что у них под рукой будет мощный набор инструментов для решения самых сложных задач. Сделав удалённое обслуживание доступным, подключив интуитивно понятную платформу управления, система IoT становится гораздо более масштабируемой и значительно более лёгкой в поддержке её безотказной работоспособности.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Твердотельные накопители Innodisk SSD InnoAGE с современным программным обеспечением и встроенным независимым микроконтроллером Microsoft Azure Sphere предоставляют системным интеграторам эффективный способ решения большинства самых серьёзных проблем Интернета вещей. Наличие независимого канала связи может значительно облегчить управление и техническое обслуживание при сохранении безопасности на самом высоком уровне. Результатом является решение, которое обеспечивает надёжную эксплуатацию с постоянным ростом числа устройств в IoT-системах, а также снижение затрат предприятий на обслуживание данных систем.

В скором времени данная концепция построения устойчивых и надёжных решений, по существу, будет являться обязательным требованием при создании систем Интернета вещей. ●

**Автор – сотрудник  
фирмы ПРОСОФТ  
Телефон: (495) 234-0636  
E-mail: info@prosoft.ru**

**innodisk**

**Новая система хранения данных  
Innodisk Fire Shield SSD™ в формате 3,5"**

**Абсолютная сохранность данных при воздействии открытого пламени  
при температуре +800°C до 30 минут**

**PROSOFT®** | ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР | (495) 234-0636 | INFO@PROSOFT.RU | WWW.PROSOFT.RU

Юрий Широков

# Измерение эффективных значений напряжений и токов

Классические измерения значений напряжения (тока) основаны на понятиях «среднее» и «эффективное». Для усреднения значения функции напряжения  $V$  во времени берётся чистая площадь функции, рассчитанная за определённый интервал времени, и делится на этот временной интервал:

$$V_{\text{avg}} = \left( \frac{1}{T_2 - T_1} \right) \times \int_{T_1}^{T_2} V(t) dt. \quad (1)$$

Причём если значение напряжения (тока) является постоянной или периодической величиной, то его среднее значение не зависит от интервала, в течение которого производится измерение. С другой стороны, если функция напряжения (тока) растёт без ограничения во времени, среднее значение зависит от интервала измерения и не обязательно будет постоянным, то есть никакого среднего значения в данном случае не существует. К счастью, на практике в мире электротехники значения напряжений и токов не растут безгранично и, следовательно, имеют определяемые средние значения. Это является следствием того факта, что источниками реального напряжения (тока), как правило, являются либо батареи с постоянными или медленно (экспоненциально) затухающими значениями токов/напряжений, либо генераторы, имеющие на выходе сигналы в виде ограниченных синусоидальных функций времени, либо сочетания перечисленного. Синусоидальные функции с постоянной амплитудой имеют чистое нулевое среднее значение за интервалы времени, кратные их периоду. Более того, их средние значения могут быть рассчитаны за бесконечное число интервалов, не равных периоду синусоиды. Эти средние значения также будут равны нулю. Но хотя среднее значение ограниченной синусоидальной функции равно нулю, её так называемое эффективное значение нулю не равно. В качестве примера приведём электрические водонагреватели, которые прекрасно работают, будучи питаемыми от сети переменного тока с синусоидальным напряжением с нулевыми средними значениями.

## ЭФФЕКТИВНОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Эффективное значение симметричных периодических функций напряжения (тока) от времени основано на понятии «нагревательная способность». Рассмотрим тестовую установку, показанную на рис. 1.

Сосуд на рисунке изолирован и заполнен некоторой стабильной жидкостью (например, трансформаторным маслом), способной достичь термодинамического равновесия. Если на внутренний нагреватель сосуда подать ток постоянного напряжения  $V_x$ , температура жидкости станет подниматься. В какой-то момент будет достигнуто состояние, при котором электрическая энергия, подаваемая на нагреватель в этом сосуде,

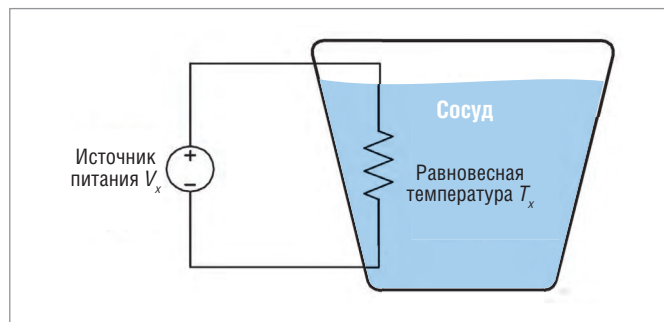


Рис. 1. Тестовая установка

будет равна потере энергии (тепла), и жидкость сосуда приобретёт равновесную температуру  $T_x$  градусов.

Заменим в этом экспериментальном сценарии источник постоянного напряжения  $V_x$  на источник с периодически изменяющимся во времени напряжением. Тогда через некоторое время  $T_{\text{final}}$  снова будет достигнуто тепловое равновесие. Если это условие равновесия устанавливает ту же температуру  $T_x$ , которая была достигнута ранее с приложенным напряжением постоянного тока  $V_x$ , то можно сказать, что эффективное значение этой изменяющейся во времени функции равно  $V_x$ .

Отсюда и определение эффективного значения, которое иллюстрирует формула (2):

$$\frac{V_{\text{эфф}}^2}{R} \times T_{\text{final}} = \int_0^{T_{\text{final}}} \left( \frac{V(t)}{R} \right)^2 dt. \quad (2)$$

Здесь  $R$  — сопротивление. Если  $V(t)$  — периодическая функция времени с периодом  $T_p$ , а  $T_{\text{final}}$  — целое число, умноженное на период ( $n \times T_p$ ), то интеграл по  $T_{\text{final}}$  будет просто  $n$ -кратным интегралом по  $T_p$ . Результаты применения этих соображений приведены в формуле (3):

$$V_{\text{эфф}} = \sqrt{\frac{1}{T_p} \times \int_0^{T_p} (V(t))^2 dt}. \quad (3)$$

Формула (3) показывает, что эффективная эквивалентная теплопроизводительность ограниченной периодической функции напряжения (тока) может быть определена за один период. Это уравнение и есть представление действующего, или среднеквадратического значения электрического тока (Root Mean Square). Отсюда и происходит общеизвестная аббревиатура RMS.

## Примеры использования формулы RMS

Прямое применение формулы (3) для распространённых случаев даёт следующие результаты.

1. Синусоидальная функция с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = V_p \times 0,707.$$

2. Меандр с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = V_p.$$

3. Несимметричные прямоугольные импульсы с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = V_p \times \sqrt{D},$$

где  $D \equiv \frac{T_d}{T_p}$ ,

$T_d$  – продолжительность импульса,  $T_p$  – длина периода.

4. Симметричная треугольная волна с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{\sqrt{3}} = V_p \times 0,5774.$$

5. Выпрямленная синусоида с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = V_p \times 0,707.$$

6. Полуволновая синусоида с пиком  $V_p$

$$V_{RMS} = \frac{V_p}{2} = V_p \times 0,5.$$

**Примечание.** Приведённые примеры иллюстрируют, что среднеквадратическое значение определяется формой периодической функции. Для вычисления среднеквадратического значения часто ошибочно используется значение пика (гребня) функции напряжения (тока) во времени, делённое на 2. Этот метод может привести к ошибкам, и его определённо следует избегать.

### Эффективные значения сложных функций

Чрезвычайно полезным для определения среднеквадратических значений фактом является то, что любая ограниченная во времени периодическая функция может быть выражена в виде суммы некоего постоянного значения и набора синусоид, представляющих гармонический спектр сложного колебания (преобразование Фурье).

$$V(t) = \frac{A_0}{2} + \sum_{n=1}^N [A_n \times \cos(\omega_n t) + B_n \times \sin(\omega_n t)], \quad (4)$$

где  $t$  – текущее время;  $\omega_n = \frac{2\pi}{T} \times n$ ;  $T$  – длительность периода

периодической функции;  $A_n$ ,  $B_n$  – амплитудные коэффициенты Фурье;  $A_0$  – постоянная составляющая периодического сигнала.

Если этот ряд подставить в интегральное выражение формулы для RMS, получаем следующее:

$$V_{RMS} = \sqrt{\frac{(A_0)^2}{2} + \sum_{n=1}^N \frac{(F_n)^2}{2}}, \quad (5)$$

где  $F_n$  – амплитуда  $n$ -й гармоники.

### Практические соображения

На рис. 2 показаны результирующие кривые, образованные сложением двух синусоид: одной с частотой 60 Гц и второй с частотой 180 Гц. Кривая 1 соответствует нулевому сдвигу фаз между синусоидами, а кривая 2 – сдвигу фаз  $90^\circ$ .

Кривая 1:  $V(t) = 170 \times \sin(377 \times t) + 50 \times \sin(1131 \times t)$ .

Кривая 2:  $V(t) = 170 \times \sin(377 \times t) + 50 \times \cos(1131 \times t)$ .

Форма результирующей кривой определяется гармониками фазы и частоты.

В промышленных электросетях часто присутствуют гармоники, влияющие на форму волны и её пиковые значения.

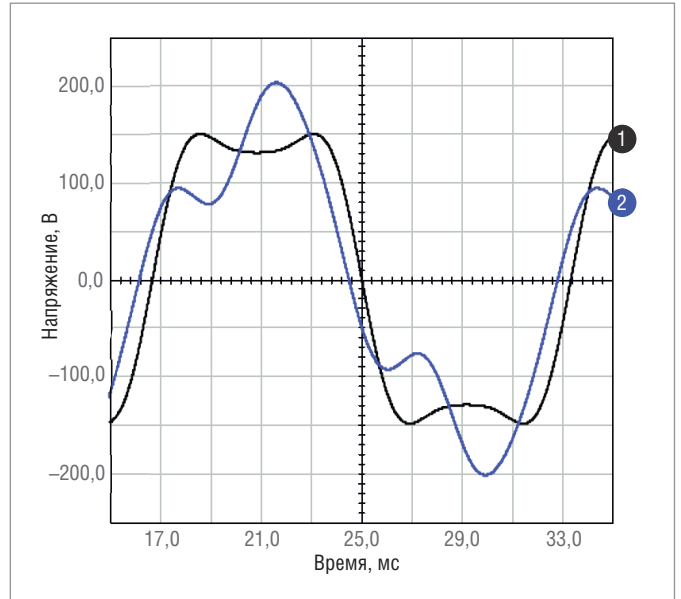


Рис. 2. Представление сигнала в виде суммы его гармонических составляющих

Например, кривая 2 типична для токов намагничивания в трансформаторах и двигателях при частоте 60 Гц. В недорогих устройствах для измерения среднеквадратических значений часто используются выпрямители, которые фиксируют пиковое значение, просто умножаемое затем на 0,707 и отображаемое как среднеквадратическое значение. Очевидно, что в некоторых случаях этот метод может дать ошибочные пока-

зания RMS. В этом примере использование формулы  $\frac{V_p}{\sqrt{2}}$

явно даёт неверные результаты:

для кривой 1 получаем:  $203 \times 0,707 = 144$  В, что не является истинным среднеквадратическим значением;

для кривой 2 получаем:  $155 \times 0,707 = 110$  В, что также не является истинным среднеквадратическим значением.

Правильным среднеквадратическим значением для обеих этих составных функций будет следующее:

$$\sqrt{\frac{170^2}{2} + \frac{50^2}{2}} = 125,3 \text{ В.}$$

Таблица 1 иллюстрирует два примера вычислений RMS с использованием индивидуальных коэффициентов Фурье и формулы (5). Первым примером является выпрямленная двухполупериодным выпрямителем синусоида с пиком 1 В. Обратите внимание, что для функции двухполупериодного выпрямления измерительному устройству, необходимому для получения показаний RMS с погрешностью 0,01%, требуется полоса пропускания, захватывающая пятую гармонику, и разрешение 10 мВ.

Другой пример, проиллюстрированный таблицей 1, представляет собой пилообразную функцию напряжения 1 В. В этом примере измерительному устройству, необходимому для получения показаний RMS с погрешностью 0,3%, требуется полоса пропускания, захватывающая двадцать пятую гармонику, и разрешение 10 мВ.

В целях иллюстрации предположим, что пульсации переменного тока на выходе выпрямителя могут быть аппроксимированы пилообразной функцией. В табл. 1 показано, что для измерения среднеквадратических пульсаций переменного тока с пиковыми значениями 10 мВ на выходе выпрямленной синусоиды частотой 20 кГц с погрешностью 0,3% изме-

Вычисление RMS с использованием индивидуальных коэффициентов Фурье

n	Двухполупериодное выпрямление, пик 1 В				Пилообразная кривая, пик 1 В			
	An	An <sup>2</sup>	VRMS, В	Ошибка, %	Vn	Vn <sup>2</sup>	VRMS, В	Ошибка, %
0	6,36620×10 <sup>-01</sup>	4,05285×10 <sup>-01</sup>	6,366198×10 <sup>-01</sup>	9,9684	5,00000×10 <sup>-01</sup>	2,500×10 <sup>-01</sup>	5,0000×10 <sup>-01</sup>	13,397
1	4,24413×10 <sup>-01</sup>	9,00633×10 <sup>-02</sup>	7,038096×10 <sup>-01</sup>	0,4663	3,18310×10 <sup>-01</sup>	5,066×10 <sup>-02</sup>	5,4833×10 <sup>-01</sup>	5,027
2	8,48826×10 <sup>-02</sup>	3,60253×10 <sup>-03</sup>	7,063643×10 <sup>-01</sup>	0,105	1,59155×10 <sup>-01</sup>	1,267×10 <sup>-02</sup>	5,5976×10 <sup>-01</sup>	3,048
3	3,63783×10 <sup>-02</sup>	6,61689×10 <sup>-04</sup>	7,068325×10 <sup>-01</sup>	0,0388	1,06103×10 <sup>-01</sup>	5,629×10 <sup>-03</sup>	5,6476×10 <sup>-01</sup>	2,181
4	2,02102×10 <sup>-02</sup>	2,04225×10 <sup>-04</sup>	7,069770×10 <sup>-01</sup>	0,0184	7,95775×10 <sup>-02</sup>	3,166×10 <sup>-03</sup>	5,6756×10 <sup>-01</sup>	1,696
5	2,02102×10 <sup>-02</sup>	8,27027×10 <sup>-05</sup>	7,070355×10 <sup>-01</sup>	0,0101	6,36620×10 <sup>-02</sup>	2,026×10 <sup>-03</sup>	5,6934×10 <sup>-01</sup>	1,388
6	2,02102×10 <sup>-02</sup>	3,96386×10 <sup>-05</sup>	7,070635×10 <sup>-01</sup>	0,0061	5,30516×10 <sup>-02</sup>	1,407×10 <sup>-03</sup>	5,7057×10 <sup>-01</sup>	1,174
7	6,52943×10 <sup>-03</sup>	2,13168×10 <sup>-05</sup>	7,070786×10 <sup>-01</sup>	0,004	4,54728×10 <sup>-02</sup>	1,034×10 <sup>-03</sup>	5,7148×10 <sup>-01</sup>	1,017
8	4,99310×10 <sup>-03</sup>	1,24655×10 <sup>-05</sup>	7,070874×10 <sup>-01</sup>	0,0027	3,97887×10 <sup>-02</sup>	7,916×10 <sup>-04</sup>	5,7217×10 <sup>-01</sup>	0,897
9	4,99310×10 <sup>-03</sup>	7,76936×10 <sup>-06</sup>	7,070929×10 <sup>-01</sup>	0,002	3,53678×10 <sup>-02</sup>	6,254×10 <sup>-04</sup>	5,7272×10 <sup>-01</sup>	0,802
10	4,99310×10 <sup>-03</sup>	5,09148×10 <sup>-06</sup>	7,070965×10 <sup>-01</sup>	0,0015	3,18310×10 <sup>-02</sup>	5,066×10 <sup>-04</sup>	5,7316×10 <sup>-01</sup>	0,726
11	4,99310×10 <sup>-03</sup>	3,47453×10 <sup>-06</sup>	7,070989×10 <sup>-01</sup>	0,0011	2,89373×10 <sup>-02</sup>	4,187×10 <sup>-04</sup>	5,7352×10 <sup>-01</sup>	0,663
12	4,99310×10 <sup>-03</sup>	2,45163×10 <sup>-06</sup>	7,071007×10 <sup>-01</sup>	0,0009	2,65258×10 <sup>-02</sup>	3,518×10 <sup>-04</sup>	5,7383×10 <sup>-01</sup>	0,609
13	4,99310×10 <sup>-03</sup>	1,77903×10 <sup>-06</sup>	7,071019×10 <sup>-01</sup>	0,0007	2,44854×10 <sup>-02</sup>	2,998×10 <sup>-04</sup>	5,7409×10 <sup>-01</sup>	0,564
14	1,62610×10 <sup>-03</sup>	1,32211×10 <sup>-06</sup>	7,071029×10 <sup>-01</sup>	0,0006	2,27364×10 <sup>-02</sup>	2,585×10 <sup>-04</sup>	5,7432×10 <sup>-01</sup>	0,525
15	1,41628×10 <sup>-03</sup>	1,00293×10 <sup>-06</sup>	7,071036×10 <sup>-01</sup>	0,0005	2,12207×10 <sup>-02</sup>	2,252×10 <sup>-04</sup>	5,7451×10 <sup>-01</sup>	0,491
16	1,24461×10 <sup>-03</sup>	7,74531×10 <sup>-07</sup>	7,071041×10 <sup>-01</sup>	0,0004	1,98944×10 <sup>-02</sup>	1,979×10 <sup>-04</sup>	5,7469×10 <sup>-01</sup>	0,461
17	-	-	-	-	1,87241×10 <sup>-02</sup>	1,753×10 <sup>-04</sup>	5,7484×10 <sup>-01</sup>	0,435
18	-	-	-	-	1,76839×10 <sup>-02</sup>	1,564×10 <sup>-04</sup>	5,7497×10 <sup>-01</sup>	0,412
19	-	-	-	-	1,67532×10 <sup>-02</sup>	1,403×10 <sup>-04</sup>	5,7510×10 <sup>-01</sup>	0,39
20	-	-	-	-	1,59155×10 <sup>-02</sup>	1,267×10 <sup>-04</sup>	5,7521×10 <sup>-01</sup>	0,371
21	-	-	-	-	1,51576×10 <sup>-02</sup>	1,149×10 <sup>-04</sup>	5,7531×10 <sup>-01</sup>	0,354
22	-	-	-	-	1,44686×10 <sup>-02</sup>	1,047×10 <sup>-04</sup>	5,7540×10 <sup>-01</sup>	0,338
23	-	-	-	-	1,38396×10 <sup>-02</sup>	9,577×10 <sup>-05</sup>	5,7548×10 <sup>-01</sup>	0,324
24	-	-	-	-	1,32629×10 <sup>-02</sup>	8,795×10 <sup>-05</sup>	5,7556×10 <sup>-01</sup>	0,311
25	-	-	-	-	1,27324×10 <sup>-02</sup>	8,106×10 <sup>-05</sup>	5,7563×10 <sup>-01</sup>	0,298
		<b>Итоговое значение</b>	7,071068×10 <sup>-01</sup>	0		<b>Итоговое значение</b>	5,7735×10 <sup>-01</sup>	0

рительное устройство должно иметь полосу пропускания более 500 кГц и разрешение для фиксации уровней напряжения 40 дБ (100 мкВ). Этот пример ясно показывает, что на точность измерения истинного среднеквадратического значения чрезвычайно сильно влияют форма измеряемого сигнала, ширина полосы пропускания и разрешение.

Любое устройство измерения истинного среднеквадратического значения должно быть способно точно реализовать формулу (3). Тонкость этого утверждения состоит в том, что электронная реализация формулы (3) требует, чтобы устройство имело очень широкую полосу пропускания и было способно распознавать малые измеряемые величины.

### Пик-коэффициент

Ещё одним показателем качества источника питания, часто используемым для описания периодической временной функции напряжения (тока), является пик-коэффициент, или пик-фактор (Crest Factor – CF). Это показатель, характеризующий способность источника питания питать нелинейную нагрузку, потребляющую импульсный ток. Пик-коэффициент для конкретной формы волны определяется как пиковое значение, делённое на среднеквадратическое значение:

$$CF = \frac{V_p}{V_{RMS}} \quad (6)$$

Для ранее приведённых типовых случаев RMS можно вычислить и CF:

1. Чистая синусоида:  $CF = \sqrt{2}$ .
  2. Меандр:  $CF = 1$ .
  3. Несимметричная периодическая импульсная волна со спадами  $D$ :  $CF = \frac{1}{\sqrt{D}}$ .
  4. Симметричная периодическая треугольная волна:  $CF = \sqrt{3}$ .
  5. Выпрямленная двухполупериодным выпрямителем синусоида:  $CF = \sqrt{2}$ .
  6. Выпрямленная однополупериодным выпрямителем синусоида:  $CF = 2$ .
- Для рис. 2 получаем:  
кривая 1:  $CF = 1,62$ ;  
кривая 2:  $CF = 1,24$ .

### ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА DATAFORTH RMS

Итак, для качественных измерений среднеквадратических значений требуются измерительные приборы, которые точно реализуют уравнение среднеквадратического значения. Эти устройства должны иметь широкую полосу пропускания и хорошее разрешение для сигналов низкого уровня, что позволяет им поддерживать измерения при высоких значениях пик-коэффициентов. Компания Dataforth разработала два продукта, удовлетворяющих этим требованиям, – True RMS-модули ввода SCM5B33 (рис. 3) и DSCA33 (рис. 4). Оба этих продукта обеспечивают гальваническую изоляцию 1500 В



Рис. 3. Внешний вид модуля SCM5B33

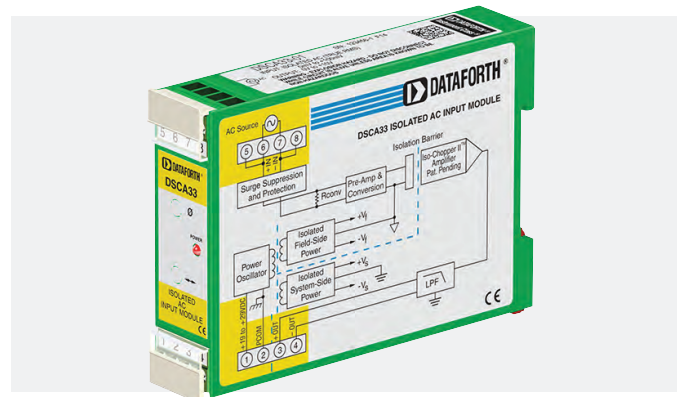


Рис. 4. Внешний вид модуля DSCA33

между входом и выходом. SCM5B33 – это съёмный панельный модуль, а DSCA33 – устройство, предназначенное для монтажа на DIN-рейку. Каждый из них обеспечивает один канал входа переменного тока, значение которого преобразуется в истинное среднеквадратическое значение постоянного тока, фильтруется, гальванически развязывается, усиливается и преобразуется в выходной сигнал напряжения или тока.

**Модуль SCM5B33**

Модуль ввода SCM5B33 True RMS (рис. 5) обеспечивает один канал входа переменного тока, который преобразуется в стандартное выходное напряжение или ток процесса.

Модули SCM5B содержат полностью изолированную со стороны компьютера цепь, на которую может быть подано до ±50 В относительно общего провода (контакт 16). Эта полная изоляция означает, что для правильной работы выхода не требуется никакого соединения между общим входом/выходом и общим питанием. При желании выход модуля можно сделать включённым постоянно, просто подключив контакт разрешения чтения 22 к общему проводу ввода/вывода (контакт 19).

Входной сигнал напряжения или тока с полевой стороны обрабатывается предварительным усилителем и преобразователем среднеквадратических значений на полевой стороне изолирующего барьера. Преобразованный в постоянный ток

сигнал затем гальванически развязывается запатентованной схемой и передаётся через трансформаторный изолирующий барьер, подавляющий передачу синфазных пиков и выбросов. Схема на стороне компьютера восстанавливает сигнал и преобразует его к стандартному выходному уровню. Модули питаются от +5 В постоянного тока ±5%.

Для моделей с токовым выходом требуется внешний источник питания с согласованным напряжением от 14 до 48 В постоянного тока. Подключение с последовательной нагрузкой осуществляется между контактом 20 (+) и контактом 19 (-).

*Основные характеристики модуля*

- Измерение напряжения RMS (0...300 В) или тока (0...5 А).
- Предназначен для стандартной работы с частотами от 45 до 1000 Гц (расширенный диапазон до 20 кГц).
- Совместим со стандартными трансформаторами тока и потенциальными трансформаторами.
- Отраслевые стандарты выхода: 0...1, 0...20, 4...20 мА, 0...5 или 0...10 В постоянного тока.
- Точность ±0,25%, калибруется на производстве.
- Гальваническая изоляция на основе трансформатора 1500 В (среднеквадратическое значение).
- Защита от перегрузки по входу до 480 В макс. (пиковый и постоянный ток) или 10 А RMS непрерывно.
- Сертификаты ANSI/IEEE C37.90.1-1989, CSA, FM.

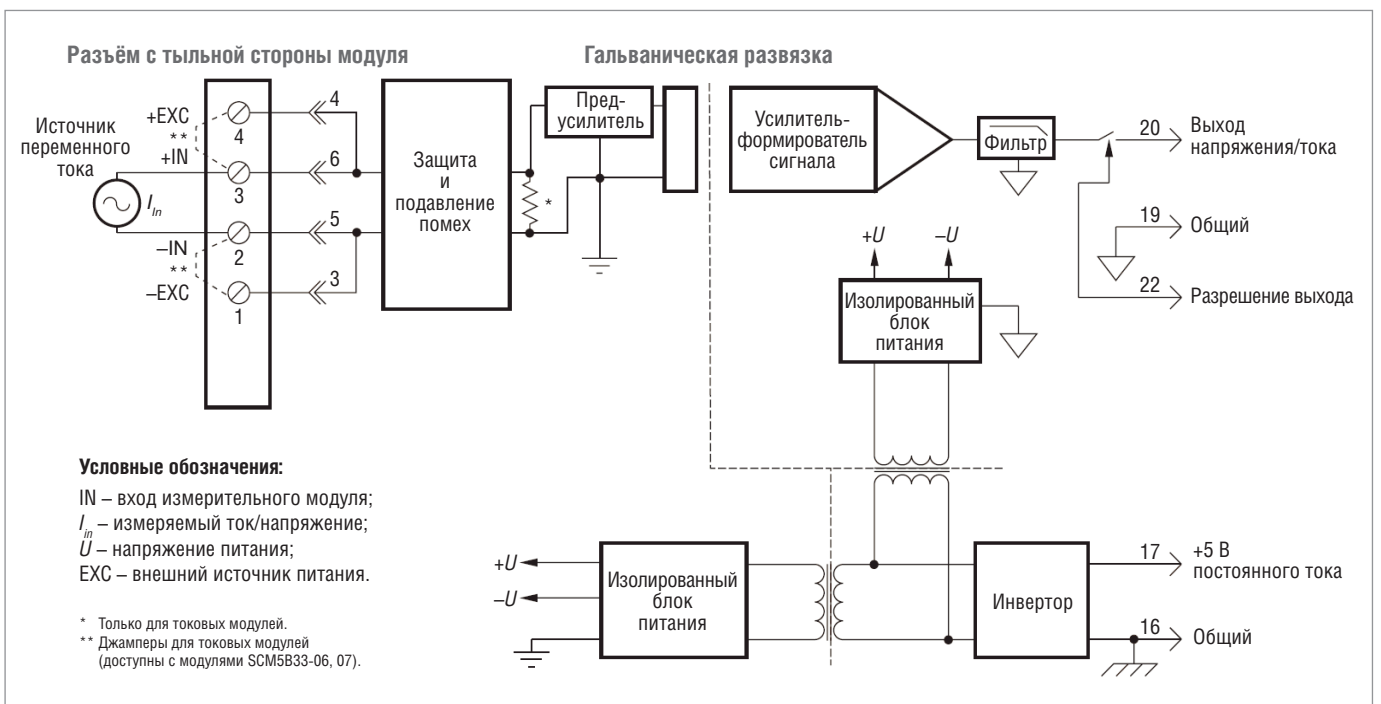


Рис. 5. Внутренняя структура модуля SCM5B33

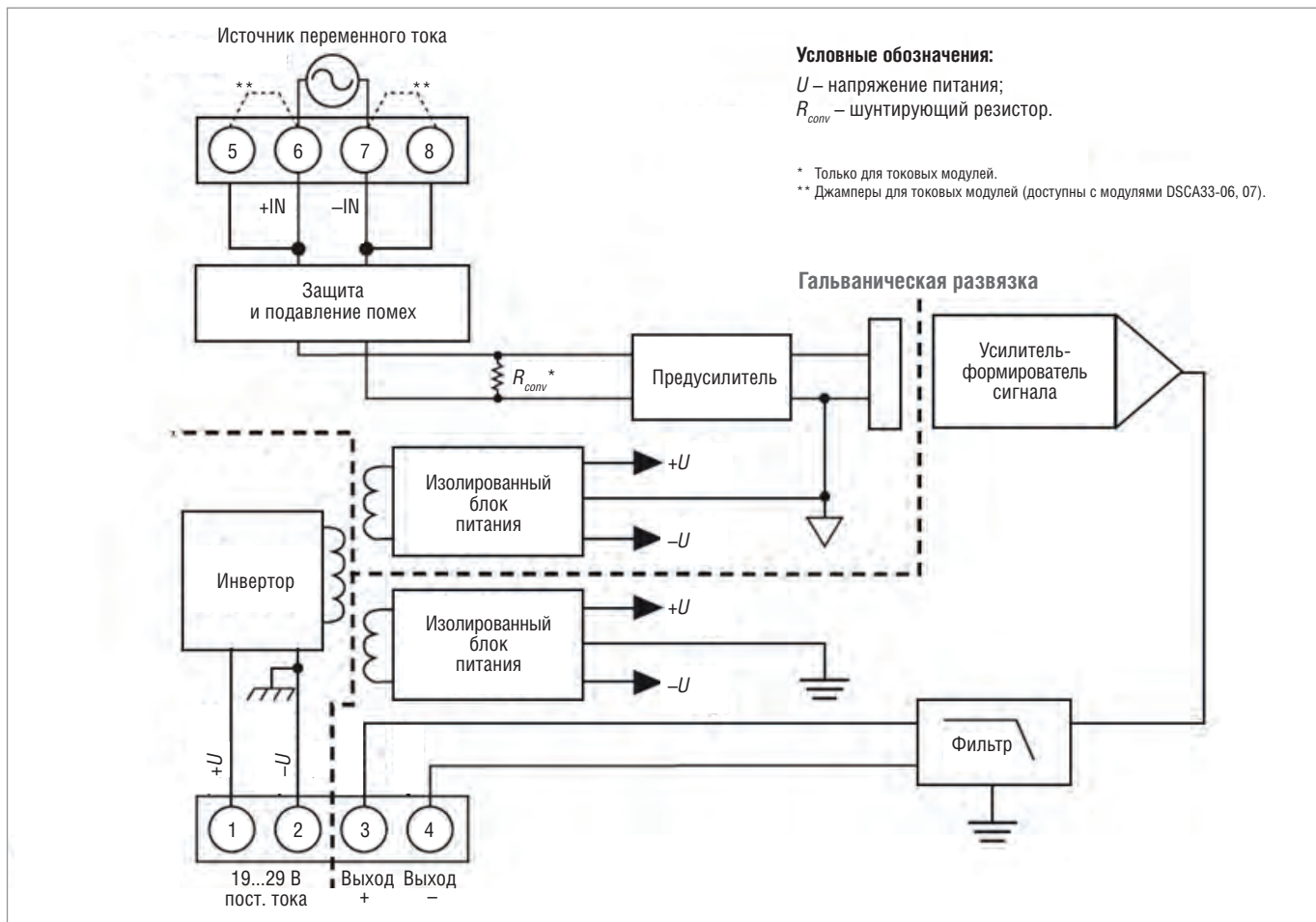


Рис. 6. Внутренняя структура модуля DSCA33

### Модуль DSCA33

Модуль ввода DSCA33 True RMS (рис. 6) по всем основным характеристикам идентичен SCM5B33. Отличие состоит в его конструктиве, оптимизированном для размещения на DIN-рейке.

Модули DSCA33 обладают превосходной стабильностью во времени и не требуют повторной калибровки, однако в ситуациях, когда необходима точная настройка, это можно сделать вручную. Регулировки выполняются с помощью потенциометров, расположенных под этикеткой на передней панели, и не являются интерактивными.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, мы увидели, что измерить и рассчитать действующее значение тока или напряжения в условиях нестабильных показателей сетей реального производства не так-то просто: для этого требуется привлечение довольно сложного математического аппарата либо использование готовых качественных измерительных модулей из разряда рассмотренных в этой статье. Второе, разумеется, будет более практичным и простым решением. Что же касается надёжности и качества этих модулей Dataforth, то можно отметить их широкий диапазон рабочих температур  $-40...+80^{\circ}\text{C}$ , малую погрешность измерений (класс точности 0,2), как для синусоидальных, так и для несинусоидальных токов, а также соответствие требованиям директивы 2014/34/EU (ATEX) для взрывозащищённого оборудования. ●

Статья подготовлена по материалам компании Dataforth

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Контроллер Regul R500S соответствует требованиям SIL3

Программируемый логический контроллер **Regul R500S** производства компании «Прософт-Системы» получил сертификат соответствия требованиям международных стандартов IEC 61508 (Part 1–7: 2010), IEC 61511 (Part 1–3: 2016), IEC 62061:2005+AMD1:2012+AMD2:2015, идентичных ГОСТ, на возможность применения в электронных системах безопасности (SIS) до третьего уровня полноты безопасности (Safety Integrity Level – SIL3).

Документ выдан сертифицированным TÜV SÜD экспертом по функциональной безопасности на основании анализа предоставленной подтверждающей документации, в том числе результатов испытаний модуля центрального процессора, модулей дискретного и аналогового ввода/вывода.

В комплекс проверок вошли анализ резервированной архитектуры модулей и возможных конфигураций систем, интенсивности отказов всех элементов, оценка объёма встроенной диагностики, интервала контрольных испытаний и прочее.

Согласно результатам испытаний Regul R500S рекомендован для построения отказоустойчивых систем противоаварийной автоматической защиты.

Создание специализированного контроллера для противоаварийных систем стало новым этапом расширения линейки ПЛК Regul, запущенной в 2013 году. Regul R500 Safety объединяет знания специалистов компании «Прософт-Системы» в области функциональной безопасности с колоссальным опытом разработки контроллерного оборудования для автоматизации технологических процессов. ●





## ЖУРНАЛ «СТА»

ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ  
подписка с гарантированной доставкой

**ОНЛАЙН** подробная информация на сайте [cta.ru](http://cta.ru)  
Позвоните в редакцию +7 495 234-0635  
Напишите нам [info@cta.ru](mailto:info@cta.ru)

**НА ПОЧТЕ** по каталогу агентства «Урал-Пресс»  
на год – 81872, на полугодие – 72419

Юрий Широков

# Измерение температуры термопарой

Термоэлектрический эффект был открыт случайно в 1821 году немецким физиком Томасом Иоганном Зеебеком в процессе эксперимента: небольшой кусок висмута припаивался с обоих концов к медной спирали. Если один его конец нагревался с помощью лампы, а другой оставался холодным, то магнитная стрелка, помещённая внутри спирали, поворачивалась, указывая на прохождение тока, который в холодном спае шёл в направлении от меди к висмуту. Таким образом Зеебек экспериментально определил, что, когда концы проводника имеют разные температуры, между ними возникает разность потенциалов. Этот эффект назван эффектом Зеебека. Работа ученого показала также, что возникающее напряжение всегда пропорционально разнице температур. Его открытие вскоре легло в основу создания термопары, которая сегодня является одним из самых распространённых и экономичных датчиков температуры.

Итак, Зеебек провёл опыт (рис. 1), в ходе которого выяснил, что разность потенциалов между концами проводника  $V_{12}$  оказывается пропорциональна разности температур спаев  $(T_1 - T_2)$ , как это показано в формуле (1). Коэффициент пропорциональности  $S_a$  в этой зависимости – коэффициент Зеебека, определяемый как термоэлектрическая способность пары. Его также называют коэффициентом термоЭДС.

$$V_{12} = S_a \times (T_1 - T_2). \quad (1)$$

Аналитическое объяснение эффекту Зеебека дают современные теории поведения электронов в молекулярной структуре материала. Точный математический описательный аппарат очень сложен и обращается к электронной квантовой теории, однако фундаментальная концепция проста. Молекулярные структуры электрических проводников таковы, что электроны в материале слабо связаны с их узлами-решётками (ядрами) и могут перемещаться по всему материалу под влиянием приложенной к проводнику разности потенциалов. Когда один конец проводящего материала нагревают до температуры, большей, чем на противоположном конце, электроны на горячем конце приобретают большую энергию, чем электроны на холодном конце. Эти более энергичные электроны начинают диффундировать к холодному концу. Процесс накопления заряда продолжается до тех пор, пока воз-

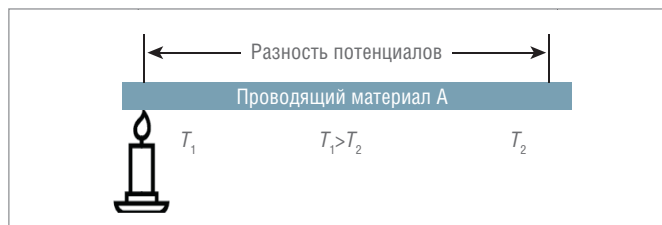
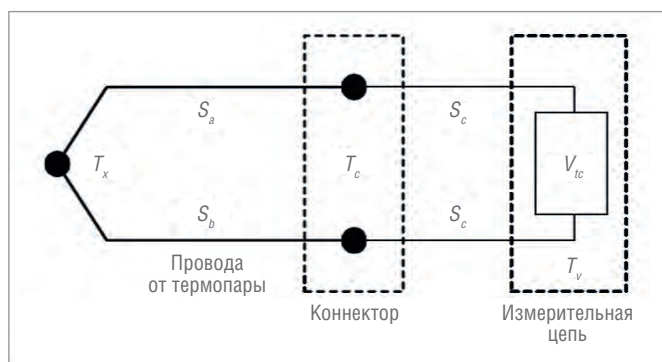


Рис. 1. Опыт Зеебека с холодным и горячим спаями разных металлов



**Условные обозначения:**

$T_x$  – измеряемая температура;  $T_c$  – температура на разъёме вольтметра (предполагается одинаковой для обоих проводов);  $T_v$  – внутренняя температура всех элементов цепи вольтметра;  $S_a$  – коэффициент Зеебека материала термопары  $a$ ;  $S_b$  – коэффициент Зеебека материала термопары  $b$ ;  $S_c$  – коэффициент Зеебека проводников, используемых в цепи измерения напряжения;  $V_{TC}$  – напряжение разомкнутой цепи термопары. Измерительная цепь измеряет  $V_{TC}$ . Чтобы минимизировать ток контура, цепь имеет высокий импеданс.

Рис. 2. Подключение термопары для измерения температуры

никая разность потенциалов не вызовет поток электронов в обратном направлении, равный первичному, благодаря чему установится равновесие. Следовательно, нагрев одного конца проводника вызывает разность потенциалов из-за перераспределения подогретых электронов в материале. Это и есть эффект Зеебека и основной принцип термопар.

Формула (1) обеспечивает аналитическое выражение для этого явления, а коэффициент  $S_a$  в ней скрывает все сложные

## ПЕРВЕНСТВО ОТКРЫТИЯ

Знаменитый физик и химик Майкл Фарадей (1791–1867) родился в семье английского кузнеца. В 1831 году Фарадей открыл электромагнитную индукцию.

В том же году независимо от него это открытие совершил американский физик Джозеф Генри (1797–1887), однако все лавры достались Фарадею, поскольку результаты его работ были опубликованы первыми. Генри тем не менее прославился многими другими

работами. В частности, он известен открытием самоиндукции – явления возникновения ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении протекающего через контур тока. После смерти Джозефа Генри единица индуктивности получила в его честь название генри.

А вот единица измерения электрической ёмкости в Международной системе единиц (СИ) носит название фарад в честь Фарадея. ■

квантовые электронные поведения в твёрдом теле и полностью зависит от молекулярной структуры материала. Как и следовало ожидать, термоэлектрическая способность ( $S_a$ ) является нелинейной зависимостью от внутренней молекулярной структуры материала и его температуры.

Экспериментальная работа Зеебека показала, что если проводники цепи вольтметра и тестируемый проводник сделаны из одного материала, то напряжение в этой петле будет равно нулю:  $S_a \times (T_1 - T_2) + S_a \times (T_2 - T_1) = 0$ . Напряжение в контуре появится только тогда, когда измерения будут проводиться на открытых концах двух разнородных проводников, соединённых с другого конца, при наличии разности температур этих соединений. Топология этой ситуации показана на рис. 2, иллюстрирующем типичное подключение термопары для измерения разности температур.

Вспомним правило напряжений (второе правило) Кирхгофа, которое гласит, что при отсутствии в замкнутом контуре источника ЭДС алгебраическая сумма напряжений на его резистивных элементах равна нулю. Применение формулы (1) для контура этой цепи даёт:

$$S_a \times (T_x - T_c) + S_c \times (T_c - T_v) + V_{TC} + S_c \times (T_v - T_c) + S_b \times (T_c - T_x) = 0, \quad (2)$$

где  $T_x$  – измеряемая температура;  $T_c$  – температура на разъёме вольтметра;  $T_v$  – внутренняя температура всех элементов цепи вольтметра;  $S_b$  – коэффициент Зеебека материала термопары  $b$ ;  $S_c$  – коэффициент Зеебека проводников, используемых в цепи измерения напряжения;  $V_{TC}$  – напряжение разомкнутой цепи термопары.

Или в упрощённом виде:

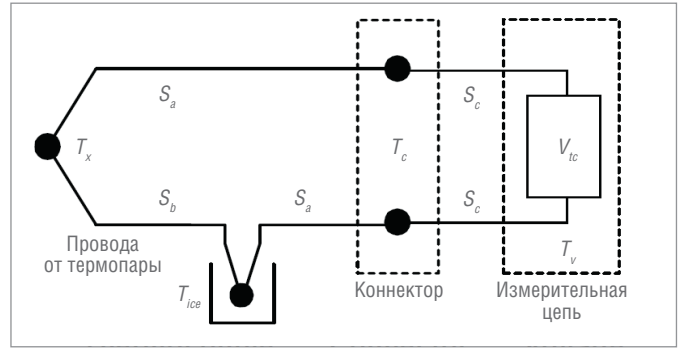
$$(S_a - S_b) \times (T_x - T_c) = V_{TC}. \quad (3)$$

Значения  $S_a$  и  $S_b$  определяют полярность  $V_{TC}$  ( $S_a - S_b$ ) =  $= S_{ab}$  и  $(S_b - S_a) = -S_{ab}$ . Эти термины определены отраслевыми стандартами как коэффициент Зеебека  $S_{ab}$ , обозначающий термопару типа  $ab$ , изготовленную из материалов  $a$  и  $b$ .

Из формулы (3) вытекают следующие важные характеристики поведения термопары.

1. Действие термопары из двух различных материалов (эффект Зеебека) – это физическое явление, зависящее исключительно от внутренней молекулярной структуры материала и не зависящее от типа соединения между материалами: соединение просто должно обладать хорошим электрическим контактом.
2. Термопары измеряют разницу температур между концом соединения и открытым концом, но вовсе не абсолютную температуру на спае.
3. Оба провода термопары на соединении со схемой измерения напряжения создают нежелательные соединения термопары между разъёмом при температуре  $T_c$  и проводами цепи вольтметра при температуре  $T_v$ . Если эти паразитные соединения имеют температуру  $T_c$  и если все элементы в цепи вольтметра имеют температуру  $T_v$ , то действие этих паразитных соединений взаимно компенсируется. Данное условие становится обязательным требованием для использования термопар.
4. Напряжения термопары должны измеряться с помощью цепей с максимально высоким полным сопротивлением, чтобы ток измерительного контура был близок к нулю. Протекание тока в термопарах может создавать ошибки, нарушая тепловое распределение электронов.

Формула (3) является основным рабочим уравнением для измерения температуры с помощью термопар. Учитывая  $S_{ab}$



**Условные обозначения:**

$T_x$  – измеряемая температура;  $T_c$  – температура на разъёме вольтметра (предполагается одинаковой для обоих проводов);  $T_v$  – внутренняя температура всех элементов цепи вольтметра;  $S_a$  – коэффициент Зеебека материала термопары  $a$ ;  $S_b$  – коэффициент Зеебека материала термопары  $b$ ;  $S_c$  – коэффициент Зеебека проводников, используемых в цепи измерения напряжения;  $V_{TC}$  – напряжение разомкнутой цепи термопары;  $T_{ice}$  – температура плавления льда.

**Рис. 3. Топология подключения термопары с эталонным узлом ледяной бани**

и температуру  $T_c$ , можно определить неизвестную температуру  $T_x$ . Схема подключения термопары, показанная на рис. 3, представляет собой основу для определения стандартных таблиц термопар. В схему добавляется дополнительный спай, удерживаемый в ледяной бани при температуре плавления льда  $T_{ice}$  (0°C/32°F).

Разработчики стандартов и производители термопар используют эту топологию для создания таблиц зависимости напряжения термопары от температуры.

Анализ схемы на рис. 3 с помощью формулы (1) и методики, использованной для вывода формул (2) и (3), даёт:

$$S_a \times (T_x - T_c) + S_c \times (T_c - T_v) + V_{TC} + S_c \times (T_v - T_c) + S_a \times (T_c - T_{ice}) + S_{cb} \times (T_{ice} - T_x) = 0. \quad (4)$$

Или в упрощённом виде:

$$S_{ab} \times (T_x - T_{ice}) = V_{TC}. \quad (5)$$

Важное замечание: из формулы (5) исключены как температура разъёма  $T_c$ , так и температура цепи измерения напряжения  $T_v$ . Температура ледяной бани  $T_{ice}$  фиксирована; следовательно, неизвестная температура  $T_x$  всегда может быть определена путём измерения напряжения  $V_{TC}$  по любой соответствующей таблице поиска термопары (на основе эталонной точки плавления льда).

Эта методика измерения температуры при помощи термопары была разработана примерно в 1828 году. С тех пор материалы, таблицы и аналитические модели термопар прошли путь совершенствования длиной более 170 лет и стали очень эффективной системой измерения температуры.

Современные модули формирования сигнала используют полупроводниковую электронику, которая устраняет неуклюжие ледяные ванны, электронно моделируя температуру точки плавления льда эталонного спае. Этот процесс называется компенсацией холодного спае (CJC – Cold Junction Compensation). Кроме того, современные модули формирования сигнала линеаризуют нелинейное поведение коэффициентов Зеебека и обеспечивают линейные масштабированные выходные данные в вольтах или амперах на °C. О методах реализации CJC и линеаризации сигнала термопар будет рассказано далее.

## ТИПЫ ТЕРМОПАР

Как мы увидели, термопары стали стандартом в отрасли как экономически эффективный метод измерения температуры. Со времени их изобретения Томасом Иоганном Зеебеком в 1821 году на предмет использования в термопарах были исследованы термоэлектрические свойства множества различных материалов. Исследователи, применяя достижения современной металлургии, разработали специальные пары материалов, оптимальные для использования в качестве датчиков термопар.

В табл. 1 представлены восемь стандартных термопар, популярных в промышленности, и их типичные характеристики. Буквы в таблице обозначают зависимость температуры от напряжения, а не конкретный химический состав. Производители могут изготовить термопары данного типа с изменениями в составе, однако результирующие зависимости температуры от напряжения должны соответствовать стандартам термоэлектрического напряжения, связанным с конкретным типом термопары.

Полные наборы таблиц температуры и напряжения с привязкой к 0 °С, включая математические модели для всех популярных промышленных термопар, доступны на сайте NIST

Таблица 1

Стандартные типы термопар

Тип	Обозначение промышленного термопреобразователя	Типовой диапазон температур
T	ТМК [медь/медь – никель (медь/константан)]	-270...+400 °С
J	ТЖК [железо/медь – никель (железо/константан)]	-210...+1200 °С
K	ТХА [никель – хром/никель – алюминий (хромель/алюмель)]	-270...+1370 °С
E	ТХКн [никель – хром/медь – никель (хромель/константан)]	-270...+1000 °С
S	ТПП (платина – 10% родий/платина)	-50...+1768 °С
B	ТПР (платина – 30% родий/платина – 6% родий)	0...+1820 °С
R	ТПП (платина – 13% родий/платина)	-50...+1768 °С
N	ТНН [никель – хром – кремний/никель – кремний (нихросил/нисил)]	-270...+1300 °С

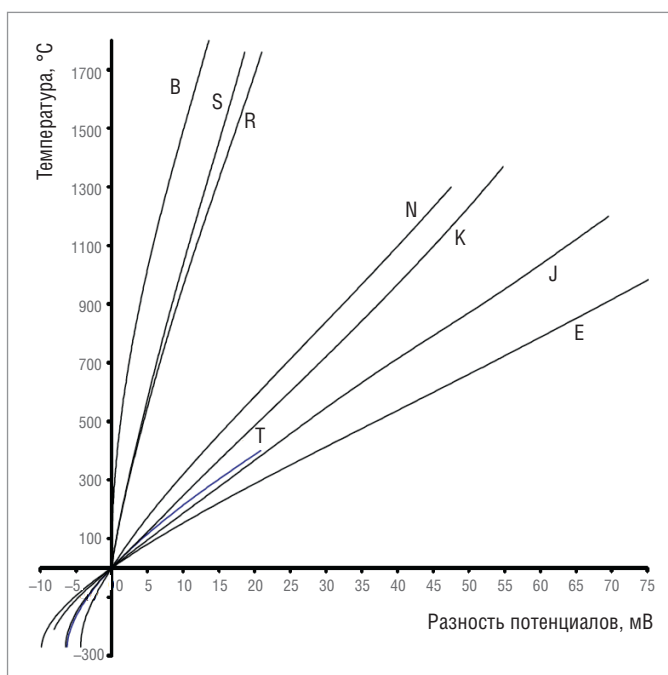


Рис. 4. Вольт-температурные характеристики термопар типов B, E, J, K, N, R, S, T

(Национального института стандартов и технологий США), откуда их можно бесплатно скачать. В России аналогичные таблицы содержит ГОСТ Р 8.585-2001.

Параметры термопар типа L и U регламентируются стандартом DIN 43710; однако они не так часто используются в новых установках, как более популярные стандарты термопар типов T и J. Термопара типа U похожа на популярный стандартный тип T, а термопара типа L аналогична популярному стандарту типа J.

Для измерений высоких температур используются три дополнительных типа термопар: C, D и G. Их буквенные обозначения (C, D, G) не признаны стандартами ANSI, тем не менее такие термопары тоже доступны. Применяемые в них композиции материалов следующие:

- тип G: W и W – 26% Re,
  - тип C: W – 5% Re и W – 26% Re,
  - тип D: W – 5% Re и W – 25% Re,
- где W – вольфрам, Re – рений.

Таким образом, с помощью термопар, несмотря на то что их выходное напряжение составляет милливольты, а чувствительность – микровольты на °С, да ещё при нелинейных характеристиках, могут быть довольно точно измерены температуры практически во всех диапазонах. На рис. 4 и 5 представлены типичные характеристики напряжения и температуры для указанных термопар. Эти кривые обеспечивают визуальное представление диапазонов термопар, масштабных коэффициентов, чувствительности и линейности.

Компания Dataforth предлагает модули ввода для термопар, которые взаимодействуют со всеми указанными их типами. Для получения более подробной информации об этих и других современных модулях посетите веб-сайт Dataforth.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМОПАРЫ

Для каждого типа термопар были разработаны стандартные математические модели в виде степенных рядов. Эти модели используют уникальные наборы коэффициентов, различных для разных температурных сегментов и типов термопар. Если не указано иное, все стандартные модели и таблицы термо-

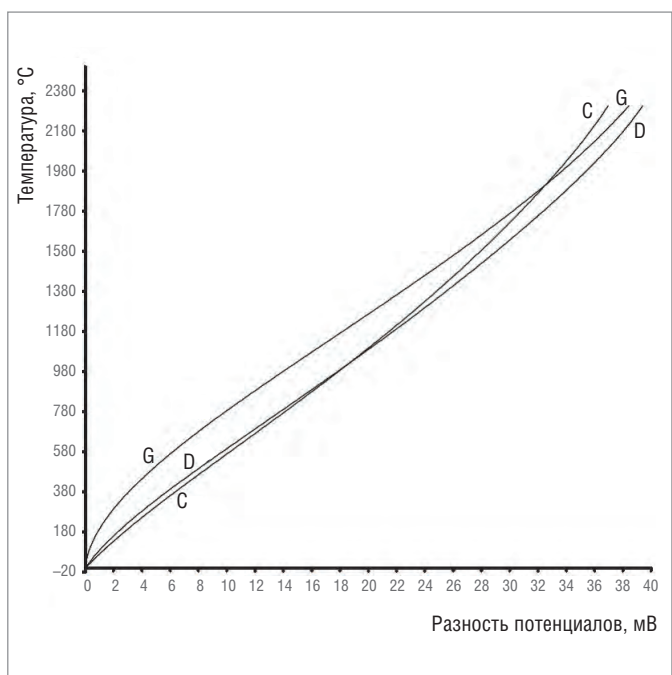


Рис. 5. Вольт-температурные характеристики термопар типов G, D, C

пар имеют привязку к 0°C. Формула (6) иллюстрирует модель степенного ряда, используемую для описания всех термопар, кроме типа К, модель которой иллюстрируется формулой (8).

$$V_{TC} = \sum_{i=0}^n C_i \times T^i, \tag{6}$$

где  $T$  – температура, °C.

Набор коэффициентов  $C_i$ , используемых в формуле (6) для описания модели термопары типа E для трёх значащих цифр, показан в табл. 2.

Но когда известно только измеренное напряжение термопары  $V_{TC}$ , эти уравнения с различными наборами коэффициентов трудно использовать для непосредственного определения фактических температур, поэтому были разработаны обратные модели для определения температуры по измеренным напряжениям термопары. Уравнение (7) представляет обратную модель:

$$T = \sum_{i=0}^n D_i \times V_{TC}^i, \tag{7}$$

где  $V_{TC}$  – напряжение в мВ.

Набор обратных коэффициентов  $D_i$  для термопар типа E показан для шести значащих цифр в табл. 3.

Как было сказано, для термопар типа К требуется другая математическая модель, представленная формулой (8):

$$V_{TC} = \sum_{i=0}^n C_i \times T^i + A_0 \times e^{A_1 \times (T - A_2)^2}. \tag{8}$$

Экспоненциальная часть  $e^{A_1 \times (T - A_2)^2}$  формулы (8) добавлена для описания особых эффектов, возникающих в термопарах типа К, где  $A_0, A_1, A_2$  – справочные полиномиальные коэффициенты.

### КОМПЕНСАЦИЯ ХОЛОДНОГО СПАЯ

Стандартные справочные таблицы и модели термопар имеют привязку к нулевой температуре спая, в то время как полевые измерения выполняются термопарой, подключённой к разъёму, температура которого отлична от 0°C. Следовательно, фактическое измеренное напряжение должно быть скорректировано таким образом, чтобы оно отображалось относительно 0°C. Современные модули формирования сигнала разрешают эту ситуацию электронным образом и, кроме того, линеаризуют выходное напряжение термопары. Эти кондиционирующие модули обеспечивают конечному пользователю линейный выходной сигнал, масштабируемый до вольт или ампер на °C (°F). Концепция электронной привязки измерений термопары к 0°C показана на рис. 6. Этот метод известен как компенсация холодного спая, или СЖС.

На рис. 6 напряжение  $V_1$  представляет собой напряжение термопары Зеебека, генерируемое разностью между неизвестной температурой  $T_x$  и температурой разъёма  $T_c$ , как показано в формуле (9):

$$V_1 = S \times (T_x - T_c). \tag{9}$$

Температура разъёма  $T_c$  измеряется датчиком, работающим не на эффекте термопары (диод, RTD-диод и т.п.), и соответствующее напряжение датчика  $V_2$  масштабируется электронным способом для представления того же напряжения термопары Зеебека (относительно 0°C), которое термопара считала бы при использовании для измерения  $T_c$ , как показано в формуле (10):

$$V_{2 \text{ прив.}} = S \times (T_c - T_{ice}). \tag{10}$$

Это приведённое  $V_2$  соответствует термопаре того же типа, что и для измерения  $T_x$ .

Формула (9) может быть математически преобразована для учёта температуры точки плавления льда  $T_{ice}$ :

$$V_1 = S \times (T_x - T_{ice}) - S \times (T_c - T_{ice}). \tag{11}$$

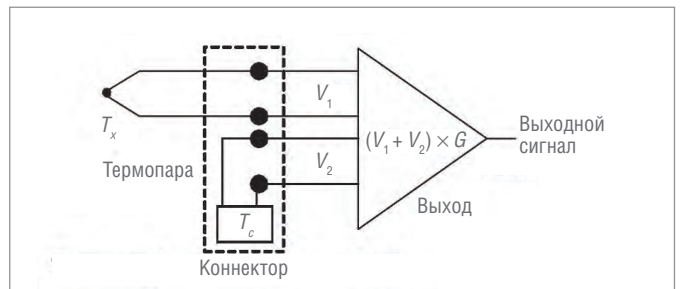
Формула (11) показывает, что напряжение термопары  $V_1$  складывается из двух частей, каждая из которых зависит от  $T_{ice}$ . Компонент  $S \times (T_x - T_{ice})$  является стандартным значе-

Таблица 2  
Коэффициенты  $C_i$  для термопары типа E

Коэффициенты $C_i$	В диапазоне -270...0°C	В диапазоне 0...+1000°C
$C_0$	0,00 мВ/°C	0,00 мВ/°C
$C_1$	$5,87 \times 10^{-2}$ мВ/°C	$5,87 \times 10^{-2}$ мВ/°C
$C_2$	$4,54 \times 10^{-5}$ мВ/°C	$4,50 \times 10^{-5}$ мВ/°C
$C_3$	$-7,80 \times 10^{-7}$ мВ/°C	$2,89 \times 10^{-8}$ мВ/°C
$C_4$	$-2,58 \times 10^{-8}$ мВ/°C	$-3,31 \times 10^{-10}$ мВ/°C
$C_5$	$-5,95 \times 10^{-10}$ мВ/°C	$6,50 \times 10^{-13}$ мВ/°C
$C_6$	$-9,32 \times 10^{-12}$ мВ/°C	$-1,92 \times 10^{-16}$ мВ/°C
$C_7$	$-1,03 \times 10^{-13}$ мВ/°C	$-1,25 \times 10^{-18}$ мВ/°C
$C_8$	$-8,04 \times 10^{-16}$ мВ/°C	$2,15 \times 10^{-21}$ мВ/°C
$C_9$	$-4,40 \times 10^{-18}$ мВ/°C	$-1,44 \times 10^{-24}$ мВ/°C
$C_{10}$	$-1,64 \times 10^{-20}$ мВ/°C	$3,60 \times 10^{-28}$ мВ/°C
$C_{11}$	$-3,97 \times 10^{-23}$ мВ/°C	–
$C_{12}$	$-5,58 \times 10^{-26}$ мВ/°C	–
$C_{13}$	$-3,47 \times 10^{-29}$ мВ/°C	–

Таблица 3  
Обратные коэффициенты  $D_i$  для термопар типа E

Обратные коэффициенты $D_i$	В диапазоне -220...0°C выход -8,825...0 мВ	В диапазоне 0...+1000°C выход 0...+76,373 мВ
$D_0$	0,00000 °C/мВ	0,00000 °C/мВ
$D_1$	$1,69773 \times 10^1$ °C/мВ	$1,70570 \times 10^1$ °C/мВ
$D_2$	$-4,35150 \times 10^{-1}$ °C/мВ	$-2,33018 \times 10^{-1}$ °C/мВ
$D_3$	$-1,58597 \times 10^{-1}$ °C/мВ	$6,54356 \times 10^{-3}$ °C/мВ
$D_4$	$-9,25029 \times 10^{-2}$ °C/мВ	$-7,35627 \times 10^{-5}$ °C/мВ
$D_5$	$-2,60843 \times 10^{-2}$ °C/мВ	$-1,78960 \times 10^{-6}$ °C/мВ
$D_6$	$-4,13602 \times 10^{-2}$ °C/мВ	$8,40362 \times 10^{-8}$ °C/мВ
$D_7$	$-3,40340 \times 10^{-4}$ °C/мВ	$-1,37359 \times 10^{-9}$ °C/мВ
$D_8$	$-1,15649 \times 10^{-5}$ °C/мВ	$1,06298 \times 10^{-11}$ °C/мВ
$D_9$	0,00000 °C/мВ	$-3,24471 \times 10^{-14}$ °C/мВ



**Условные обозначения:**

$T_x$  – измеряемая температура;  $T_c$  – температура на разъёме вольтметра (предполагается одинаковой для обоих проводов);  $V_1$  – напряжение термопары Зеебека;  $V_2$  – напряжение датчика;  $G$  – коэффициент усиления усилителя.

Рис. 6. Компенсация холодного спая термопары (СЖС)

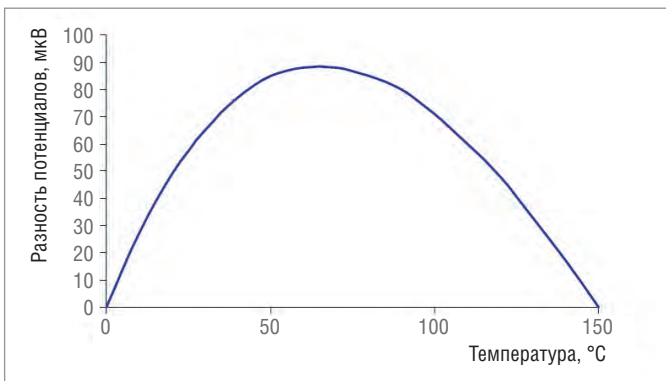


Рис. 7. Разница выходного напряжения между линейным датчиком и термопарой типа J

нием справочной таблицы, необходимым для определения искомой температуры  $T_x$ . Компонент  $S \times (T_c - T_{ice})$  представляет собой напряжение, полученное, если бы температуру соединителя  $T_c$  измеряли с помощью термопары того же типа, что и для измерения  $T_x$ . Напомним, что  $V_2$  было масштабировано электронным способом, так что  $V_2$  равно этому напряжению:  $V_2 = S \times (T_c - T_{ice})$ . На рис. 6, если коэффициент усиления  $G = 1$ , то

$$V_{out} = (V_1 + V_2) \times G = S \times (T_x - T_{ice}). \quad (12)$$

Выходное напряжение  $V_{out}$  в формуле (12) может быть введено непосредственно в справочную таблицу термопар соответствующего типа для определения измеренной температуры.

### ЛИНЕАРИЗАЦИЯ

Для точных измерений при помощи термопары необходимы модули формирования сигнала с линейно масштабируемыми выходами. Выходные напряжения модуля, которые имеют линейные масштабные коэффициенты в вольтах или амперах на °C, устраняют необходимость в применении справочных таблиц или в дополнительной обработке. Такие модули преобразования сигналов термопары, включая изоляцию и JCS, доступны в номенклатуре изделий Dataforth.

На рис. 4 и 5 показаны зависимости между напряжением и температурой для наиболее распространённых термопар. Эти кривые представлены здесь для визуальной оценки стандартных рабочих диапазонов термопар, величин выходных напряжений, нелинейности и чувствительности (мВ/°C). Хотя диапазоны рабочих температур, в которых могут использоваться термопары, довольно велики, их чувствительность мала и находится в диапазоне мкВ/°C. Кроме того, из рис. 4 вид-

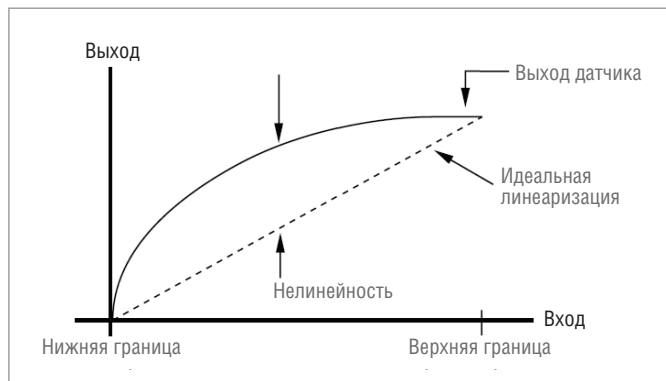


Рис. 8. Компенсация нелинейности датчика

но, что при отрицательных температурах отклик термопары очень нелинейный, однако эти кривые выглядят почти линейными для определённых диапазонов положительных температур. Тем не менее факт остаётся фактом: термопары являются нелинейными.

В качестве примера нелинейности приведём рис. 7. Он иллюстрирует нелинейность термопары, показывая разницу между идеальным линейным откликом и откликом термопары типа J в диапазоне 0...+150°C.

Чувствительность термопары типа J составляет примерно 54 мкВ/°C. Из рис. 7 видно, что игнорирование нелинейности в отклике для термопар типа J может привести почти к двум градусам погрешности.

Итак, для обеспечения точных измерений температуры с помощью термопар становится очевидной необходимость линейризации. Компания Dataforth разработала и запатентовала схемы, которые обеспечивают точную линейризацию для модулей преобразования сигналов. Хотя современные ПК или другие встраиваемые микропроцессоры могут линейризовать сигнал термопары с помощью программных методов, аппаратная линейризация обеспечивает более быстрые результаты и не потребляет ценные компьютерные ресурсы.

Для достижения линейности коэффициент усиления  $G$  на рис. 6 и в формуле (12) внутренне запрограммирован для выборочного масштабирования функции напряжения  $S \times (T_x - T_{ice})$  таким образом, чтобы она стала линейной.

Многие датчики, используемые в промышленности, демонстрируют отклонение от идеальной (линейной) связи между входом и выходом. Датчики или сигналы, имеющие такое поведение, называются нелинейными. Гипотетическая нелинейная передаточная функция показана на рис. 8. Неко-

### Многогранный Кирхгоф

Есть мнение, что знаменитую газовую горелку, описанную впервые химиком Робертом Вильгельмом Бунзеном, изобрёл не он, а его друг и коллега по работе немецкий физик Густав Роберт Кирхгоф, открывший и сформулировавший в 1847 году закономерности соотношения между токами и напряжениями в электрических цепях, известные ныне как правила Кирхгофа. Кирхгоф совместно с Бунзеном совершил и другое важнейшее открытие – изобрёл принцип спектрального анализа, благодаря которому было открыто множество редких химических элементов. Кстати, Кирхгоф родился в 1824 году в немецком городе Кёнигсберге (ныне это российский Калининград) и учился в Кёнигсбергском университете на физико-математическом факультете. ■

### Эффект Пельтье

Существует эффект, обратный эффекту Зеебека. Он называется эффектом Пельтье и состоит в переносе энергии от одного проводника к другому при прохождении электрического тока в месте контакта (спая) двух разнородных проводников. Это явление было открыто французским физиком Жаном Шарлем Пельтье в 1834 году. Родившийся в 1785 году Пельтье по настоянию отца чуть не стал часовщиком, но всё же посвятил себя изучению электричества, магнетизма и метеорологии. Ныне элементы Пельтье производятся на основе полупроводников, в частности, теллурида висмута ( $Bi_2Te_3$ ). Несмотря на относительно низкий КПД, они широко используются в качестве генераторов холода для термостатирования электронных узлов в радиоэлектронике и в портативных холодильных установках. ■

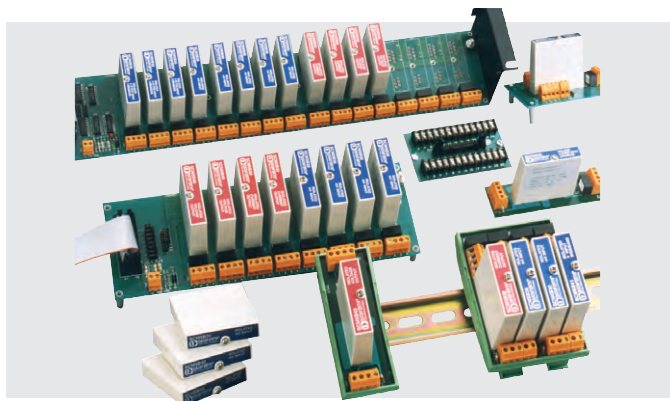


Рис. 9. Модули Dataforth серии SCM5B

торые из модулей серии SCM5B (рис. 9) имеют возможность формирования нелинейной передаточной функции средствами самого модуля. Эта функция нелинейного преобразования настраивается на заводе и предназначена для зеркальной компенсации равных и противоположных по значению нелинейностей характеристик датчика. В результате выходной сигнал модуля является линейным по отношению к данному входному значению температуры. Выходной сигнал SCM5B, линеаризованный аппаратными средствами, удобен для клиента, поскольку устраняет необходимость в программной компенсации, создающей линеаризованный сигнал с помощью полиномов высокого порядка или справочных таблиц. Для исправления нелинейности сигнала в модулях SCM5B используется аппаратная техника кусочно-линейной аппроксимации. Разница между нелинейностью датчика и результатом линеаризации, обеспечиваемой модулем SCM5B, называется ошибкой соответствия. Этот параметр является мерой того, насколько хорошо техника линеаризации соответствует нелинейной кривой. Точки перегиба расположены вдоль кривой так, чтобы выровнять ошибки положительного и отрицательного несоответствия. Для исправления нелинейности модули SCM5B используют 9 точек перегиба (кривая разбивается на 10 сегментов), что позволяет добиться типичного соответствия в пределах  $\pm 0,015\%$  во всем диапазоне. Нормализованный график нелинейности датчика и аппаратной линеаризации показан на рис. 10. Линеаризация сигнала гарантируется в пределах заявленного минимума и максимума входного сигнала. Для любого значения в этих пределах выход модуля будет линейным, но если входной сигнал превышает минимальное или максимальное значение, линейность выходного сигнала модуля не гарантируется. Это также показано на рис. 10. По этой причине работа модуля SCM5B за пределами указанного входа не рекомендуется.

## Виды термопар

В настоящее время выпускаются термопары с открытым, с изолированным незаземлённым и с заземлённым спаями. Термопары с открытым спаем имеют меньшую постоянную времени, но худшую коррозионную стойкость. Термопары двух других типов применимы для измерения температуры в агрессивных средах. Производятся также микроминиатюрные термопары по тонкоплёночной и полупроводниковой технологии для измерений температуры тел малых размеров (описана термопара с диаметром рабочего спая 1 мкм, имеющая постоянную времени 1 мкс), в частности, поверхности полупроводниковых приборов. ■

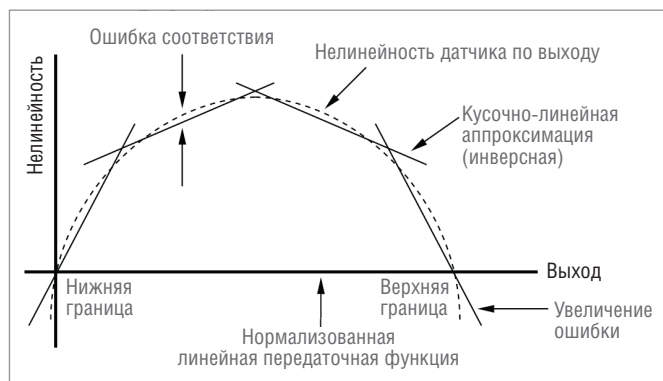
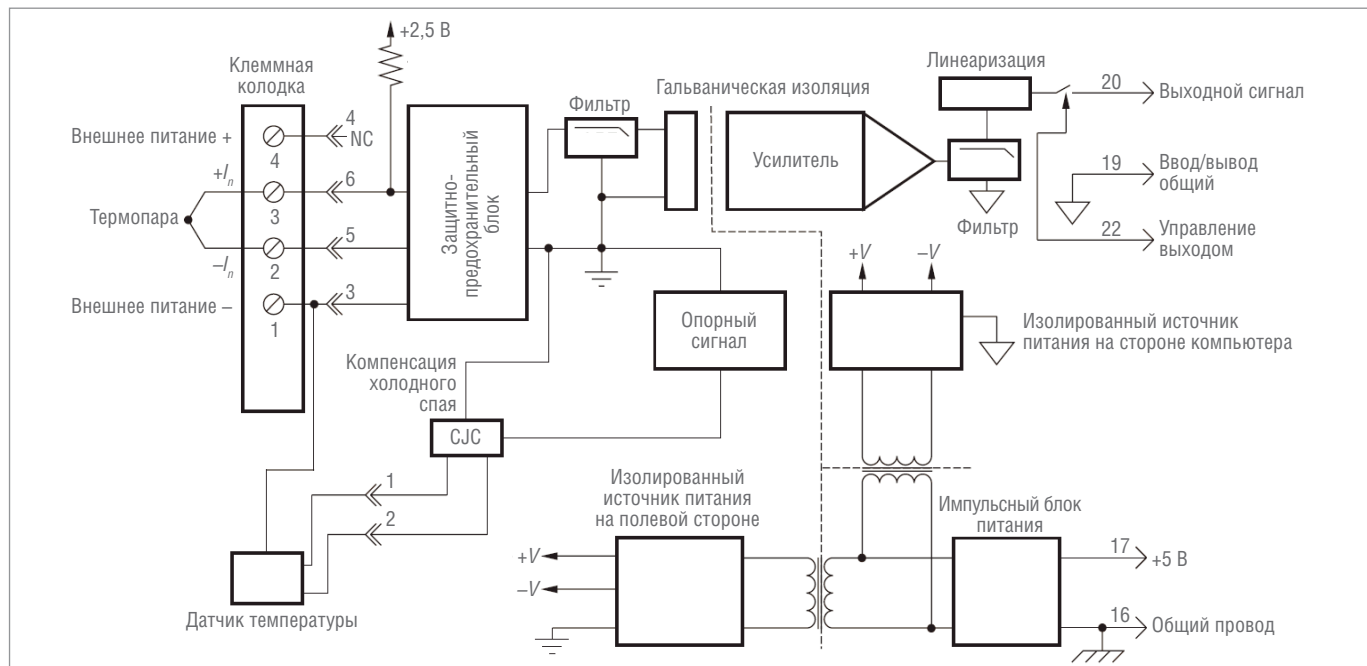


Рис. 10. Нормализованный график нелинейности датчика и её аппаратной линеаризации

## ПРАКТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ

Далее приведены полезные советы, которые следует учитывать при измерении температуры с помощью термопар.

1. Всегда проверяйте спецификации производителей термопар на соответствие стандартам, указанным температурным диапазонам и взаимозаменяемости.
2. Следует изучить воспроизводимость и взаимозаменяемость между марками термопар. Нужно избегать ошибок, возникающих из-за замены термопары.
3. Чтобы избежать возникновения контуров заземления, используйте изолированные модули формирования сигнала.
4. Всегда используйте модули формирования сигнала термопары с соответствующей входной фильтрацией. Это поможет избежать серьёзных шумовых ошибок.
5. Все провода термопары, подключённые к сенсорному модулю, должны иметь одинаковую температуру. Разъёмы модуля не должны иметь температурных градиентов между отдельными соединениями.
6. Поведение термопары зависит от молекулярной структуры материалов. Условия окружающей среды, такие как механические деформации, химическая коррозия, радиация и т.д., которые влияют на молекулярную структуру в любом месте по длине провода термопары, могут приносить ошибки. Например, термопары с железом в их составе подвержены ржавлению, что может привести к ошибкам.
7. Используйте удлинительные провода для витой пары и модули формирования сигнала с соответствующей фильтрацией, чтобы избежать ошибок EMI (Electromagnetic Interference — электромагнитные помехи) и RFI (Radio Frequency Interference — радиочастотные помехи).
8. Делайте соединительные провода термопары по возможности короткими.
9. Если необходимы длинные провода термопары, используйте удлинители, рекомендованные производителем.
10. Всегда соблюдайте полярность цветового кода: некоторые европейские производители, в отличие от североамериканских, используют противоположные цвета для маркировки положительной и отрицательной полярности.
11. Избегайте тепловых помех при установке термопар. Любой теплопроводящий материал, например массивные свинцовые провода, может отводить тепло от термопары, создавая ошибку.
12. Агрессивные среды в сочетании с влагой и теплом могут вызвать коррозию, которая способна стимулировать гальваническое воздействие и создавать электрохимические ошибки напряжения.



Условное обозначение: NC – свободный вывод.

Рис. 11. Структура изолированного модуля линеаризации Dataforth SCM5B47

13. Напомним, что на время отклика термопары существенно влияет время отклика контура измерения температуры. Например, установленные в термальном колодце термопары имеют медленное время отклика, что может вызвать нежелательное рассогласование в контуре управления.
14. Некоторые термопары доступны в конструктивах с соединением с корпусом. Это заземлённые термопары, которые могут вызвать проблемы с контуром заземления. Рассматривайте использование изолированных модулей, чтобы избежать таких проблем.
15. Убедитесь, что в модулях формирования сигнала с электронными методами CJC используются чувствительные к температуре устройства, у которых время теплового отклика равно времени измерения используемых термопар.

### ЕЩЁ НЕМНОГО О МОДУЛЯХ DATAFORTH SCM5B

Dataforth предлагает полную линейку модулей для всех типов термопар. Эти модули обеспечивают отличную изоляцию, превосходную точность и линейность. На рис. 11 показана функциональная блок-схема модуля изолированной линеаризованной термопары Dataforth SCM5B47. Каждый входной модуль термопары SCM5B47 имеет один канал ввода термопары, который фильтруется, изолируется, усиливается, линеаризуется и преобразуется в аналоговый выход высокого напряжения. Этот выход напряжения управляется логическим переключателем, что позволяет модулям использовать общую аналоговую шину без необходимости применения внешних мультиплексоров.

Модули SCM5B спроектированы с полностью изолированной схемой на стороне компьютера, которая может быть подключена к  $\pm 50$  В от общего источника питания, вывод 16. Такая полная изоляция означает, что для правильной работы выхода не требуется никакого соединения между общим входом/выходом и общим питанием. Этот модуль может взаимодействовать с семью типами промышленных термопар: J, K, T, E, R, S, N и W. Его выходной сигнал линеен в диапазоне 0...+5 В. Модуль имеет компенсацию холодного спая для коррекции паразитных термопар, образованных проводом термопары и винтовыми клем-

мами на монтажной задней панели. Эффективное обнаружение обрыва термопары обеспечивается внутренним подтягивающим резистором. Индикация обрыва может быть реализована путём установки внешнего резистора между винтовыми клеммами 1 и 3 на задних панелях SCMPB01/02/03/04/05/06/07.

Фильтрация сигнала осуществляется с помощью шестиплюсного фильтра, который обеспечивает подавление помех в нормальном режиме на уровне 95 дБ при 60 Гц и на уровне 90 дБ при 50 Гц. Два полюса этого фильтра находятся на полевой стороне изолирующего барьера, а остальные четыре – на стороне компьютера. После начальной фильтрации на полевой стороне входной сигнал развязывается от выхода запатентованной цепи. Изоляция обеспечивается с помощью трансформаторной развязки, с использованием запатентованной технологии подавления передачи синфазных пиков и скачков напряжения. Модуль питается от +5 В постоянного тока  $\pm 5\%$ . Специальная входная цепь модулей SCM5B47 обеспечивает защиту от случайного подключения напряжений линии питания до 240 В переменного тока.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

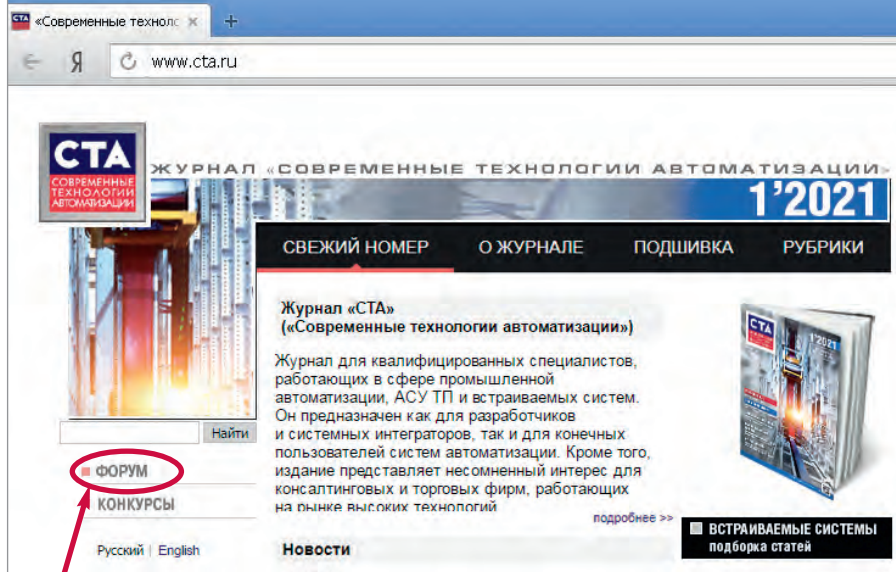
Такая, казалось бы, простая и знакомая любому инженеру вещь, как термопара, прошла в своём развитии путь длиной почти в 200 лет. В основе точных измерений температуры сегодня лежат достаточно сложная физическая теория, математический аппарат, а также достижения современной электроники и вычислительной техники. В качестве примера практического воплощения мы привели изделия компании Dataforth, с 1984 года являющейся экспертом в области промышленных средств сбора и передачи данных, а также формирования сигналов. Если ваша система автоматизации потребует подобной функциональности, смело обращайтесь к продуктам Dataforth – эталону надёжности и промышленного качества. ●

Статья подготовлена на основе материалов компании Dataforth

E-mail: [textoed@gmail.com](mailto:textoed@gmail.com)



## «СТА» в Internet: www.cta.ru



Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: [www.cta.ru](http://www.cta.ru)

### Уважаемые читатели!

Присылайте в редакцию вопросы, ответы на которые вы хотели бы увидеть на страницах журнала. Мы также будем благодарны, если вы сообщите нам о том, какие темы, по вашему мнению, должны найти своё отражение в журнале.

### Приглашаем к сотрудничеству

Редакция журнала «СТА» приглашает к сотрудничеству авторов и научных редакторов.

Телефон: +7 (495) 234-0635  
E-mail: [info@cta.ru](mailto:info@cta.ru)

### Уважаемые рекламодатели!

Журнал «СТА» имеет тираж 10 000 экз., распространяется по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также по прямой рассылке ведущим компаниям стран СНГ, что позволит вашей информации попасть в руки людей, принимающих решения о применении тех или иных аппаратных и программных средств.

### Платные публикации

Все вопросы, касающиеся размещения и оформления Вашей публикации, можно выяснить с Ириной Савиной.

Звоните прямо сейчас:  
Телефон: +7 (495) 234-0635  
E-mail: [savina@soel.ru](mailto:savina@soel.ru)



### Журнал СТА доступен в печатной и электронной версиях

Для квалифицированных специалистов, работающих в сфере промышленной автоматизации, АСУ ТП и встраиваемых систем, на сайте журнала [www.cta.ru](http://www.cta.ru) может быть оформлена **БЕСПЛАТНАЯ** подписка на **электронную версию**. Ссылка на электронную версию журнала будет приходить на e-mail адрес, указанный в анкете на сайте.



Для гарантированного и регулярного получения **печатной версии** журнала необходимо оформить на неё **ПЛАТНУЮ** подписку через

подписное агентство  
«Урал-Пресс»  
Телефон: +7 (499) 391-6821  
+7 (499) 700-0507



### ЧИТАЙТЕ В ЖУРНАЛЕ «Современная электроника» № 1/2021

- Рынок производителей соединителей и разъёмов
- Цифровое моделирование узлов радиоэлектронных устройств
- Управление крутящим моментом коллекторного двигателя
- Введение в платформу Rodin
- Микросхемы SRAM-памяти от GSI Technology
- Телемеханика Александра Фёдоровича Шорина

Оформляйте подписку на журнал «Современная электроника» и читайте печатную версию или электронную версию на сайте [www.soel.ru](http://www.soel.ru)

## РЕКЛАМА В НОМЕРЕ

Компания или бренд	Страница
ACME	29
ADLINK	27, 89, 90, 91
Advantech	32, 53, 88, 93
AdvantiX	2-я обл., 19, 34, 90, 92
Apacer	33, 88
Aplex	89
Fastwel	2, 19, 23, 94
GeoVision	90
Getac	88
GMI	90
Hirschmann	3-я обл., 89, 90
IBASE	90, 91, 92
ICONICS	22
Ikey	1
Indukey	1
Innodisk	65
MasterSCADA	19
NSI	1, 88, 91
ORing	91, 95
PFORT	35
QNX	34
Regul	4-я обл.
Revisor Lab	94
Schroff	47, 91, 92
Spectrum	92, 95
TDK-Lambda	88, 91, 92
VIPA Yaskawa	89
VIVOTEK	92
WAGO	89, 94
Wind River	34
АВД Системы	15, 93
ДОЛОМАНТ	21
ПРОСОФТ	20, 34
Прософт-Биометрикс	89
Прософт-Системы	95
Экспотроника	52

## Система температурной стабилизации с использованием ПЛК Regul R200

### Методы стабилизации температуры

Наиболее простым, но и наименее точным методом регулирования и стабилизации температуры является двухпозиционный (релейный) метод. При этом методе на электрический нагреватель подаётся полная мощность до тех пор, пока нагреваемый объект не достигнет заданного значения температуры (уставки), после чего подача мощности прекращается. Несмотря на это, разогретый нагреватель продолжает отдавать тепло, и температура объекта некоторое время продолжает нарастать, что приводит к перегреву, иногда значительному. При последующем остывании объекта по достижении заданной температуры на нагреватель вновь подаётся полная мощность. Нагреватель сначала разогревает себя, затем окружающие области объекта. Однако вследствие тепловой инерционности объекта охлаждение будет продолжаться до тех пор, пока волна тепла не достигнет температурного датчика. Следовательно, реальная температура объекта может оказаться значительно ниже уставки. Таким образом, при релейном методе возможны значительные колебания температуры вокруг заданной уставки.

Этот недостаток можно уменьшить или даже вовсе устранить, применяя пропорционально-интегрально-дифференциальный метод регулирования (ПИД-метод). Этот метод предполагает уменьшение электрической мощности, подаваемой на нагреватель, по мере приближения температуры объекта к уставке. В современных ПИД-регуляторах, построенных с использованием ПЛК, мощность подаётся в виде импульсной последовательности, модулированной по длительности (ШИМ-сигнал). При этом частота следования импульсов **постоянна**.

В установившемся режиме при таком методе определяется величина тепловой мощности, необходимой для компенсации тепловых потерь и поддержания заданной температуры.

Пропорционально-интегрально-дифференциальный метод обеспечивает значительно более высокую точность поддержания температуры, чем релейный. Мощность  $N$ , которая должна выделяться нагревателем, выраженная в процентах от его максимального значения, рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{100}{K_p} \left( \Delta T + \frac{1}{K_i} \int_0^1 \Delta T dt - K_d \frac{dT}{dt} \right),$$

где  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  – пропорциональный, интегральный и дифференциальный коэффициенты регулирования соответственно (ПИД-коэффициенты).

Первое слагаемое в формуле (пропорциональная составляющая) прямо пропорционально разности уставки  $T_{yc}$  и из-

меренного значения текущей температуры  $T$ :  $\Delta T = T_{yc} - T$ . Его смысл состоит в том, что при  $\Delta T = K_p$  (в °C) регулятор начнёт снижать мощность.

Второе слагаемое (интегральная составляющая) в установившемся режиме равно величине тепловой мощности, необходимой для компенсации тепловых потерь при  $\Delta T = 0$ .

Третья составляющая пропорциональна скорости изменения температуры с обратным знаком и должна препятствовать резким изменениям температуры объекта (дифференциальная составляющая).

Для того чтобы достичь высокого качества регулирования температуры (отсутствия перерегулирования, колебательного процесса и оптимальной скорости достижения уставки), необходимо правильно настроить регулятор – задать указанные три коэффициента. Нахождение и настройка ПИД-коэффициентов – сложный и трудоёмкий процесс. Даже для одного и того же объекта настройку ПИД-регулятора нужно повторять, если, например, изменились во времени параметры объекта.

Всё это обуславливает определённые трудности при практической реализации ПИД-метода, особенно в случае его использования для поддержания заданной температуры объекта с меняющимися во времени параметрами. Поэтому желательно использовать такой метод стабилизации температуры, который обладал бы простотой двухпозиционного регулирования и точностью ПИД-регулятора.

### Принцип построения системы температурной стабилизации

Описываемый далее метод стабилизации температуры и, соответственно, регулирования выходной мощности регулятора учитывает не **абсолютное** значение ошибки рассогласования, а её **относительное** значение. Кроме того, вместо широтно-импульсного генератора с **постоянной** частотой следования импульсов предлагается использовать два последовательно соединённых в кольцо таймера. Они формируют импульсную последовательность, модулированную по длительности.

При этом второй таймер отмеряет **заданный** интервал времени, соответствующий интервалу между импульсами. Первый таймер, запускаемый по окончании интервала второго таймера, формирует положительный импульс, длительность которого пропорциональна относительной текущей ошибке рассогласования. После компенсации этой ошибки формирование положительного импульса прекращается и его задним фронтом запускается второй таймер. Далее процесс повторяется до равенства текущей температуры уставке.

При использовании этого метода в процессе регулирования изменяется длительность положительного импульса, определяющего мощность выходного сигнала (как и при ПИД-методе). При равенстве текущей температуры уставке относительная ошибка, а вместе с ней и мощность, используемая на нагрев (охлаждение), становятся равными нулю. Длительность интервала остаётся при этом постоянной. Данный параметр является единственным, который зависит только от качества термоизоляции объекта регулирования и подбирается при настройке регулятора. Чем лучше термоизоляция объекта стабилизации, тем большее значение может иметь этот параметр и тем экономичнее будет вся система.

Таким образом, в предлагаемом методе вместо трёх подбираемых параметров (коэффициентов ПИД-регулятора) используется только один, имеющий размерность времени. Значение этого параметра может устанавливаться в достаточ-

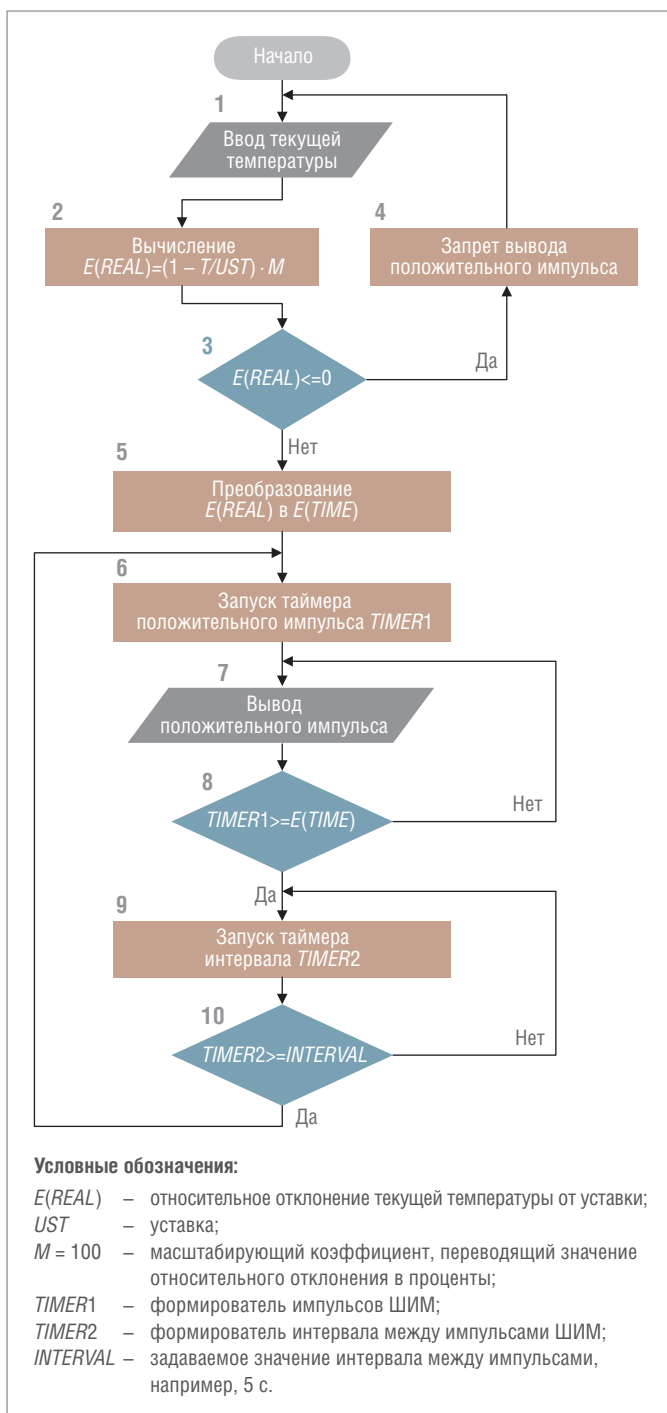


Рис. 1. Схема алгоритма работы стабилизатора температуры

но широких пределах. Исходя из сказанного, схема алгоритма работы стабилизатора температуры представлена на рис. 1.

Символы схемы алгоритма обозначают следующие операции.

1 – значение текущей температуры  $T$  вводится с выхода модуля аналогового ввода;

2 – вычисляется процентное отклонение  $E(REAL)$  значения текущей температуры от уставки  $UST$  ( $M = 100$ );

3 – осуществляется проверка: если  $E(REAL) \leq 0$ , то есть  $T \geq UST$ , то

4 – завершается подача мощности на нагреватель и продолжается ввод значения текущей температуры; в противном случае

5 – процентное отношение типа  $REAL$  преобразуется в тип  $TIME$ ;

6 – запускается формирователь положительных импульсов ШИМ  $TIMER1$ ;

7 – положительный импульс выводится на нагреватель (включается нагреватель);

8 – осуществляется проверка: если длительность положительного импульса больше или равна эквивалентной длительности процентного отклонения текущей температуры от уставки, то

9 – запускается формирователь интервала между положительными импульсами  $TIMER2$  и выключается нагреватель; в противном случае продолжается формирование положительного импульса;

10 – осуществляется проверка: если длительность интервала больше или равна заданному значению  $INTERVAL$ , то запускается формирователь положительных импульсов  $TIMER1$  и вновь включается нагреватель; в противном случае продолжается формирование интервала.

## ПРОГРАММА ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

Прикладная программа, реализующая указанный алгоритм, разработана с учётом применения отечественного программируемого контроллера Regul R200 с использованием распространяемого бесплатно программного обеспечения EPSILON LD, созданного на основе CODESYS V3. При написании программы использовался редактор CFC (рис. 2).

Представленные в программе модули выполняют следующие операции.

0 – модуль выбора минимального значения из двух, поступающих на его входы. В нормальном режиме стабилизации текущая температура  $T$  всегда меньше или равна уставке  $UST$ . В случае превышения текущей температуры над уставкой на выходе модуля 10 (LT) формируется сигнал, запрещающий выдачу положительного импульса на включение нагревателя через выход  $OUTIMP$ . Вследствие этого исключается переуправление;

1 – модуль получения относительного значения текущей температуры в результате деления значения температуры на температурный гистерезис. Последний представляет собой уставку, уменьшенную на  $0,5^\circ$ . Введение температурного гистерезиса позволяет уменьшить среднюю ошибку стабилизации;

2–3 – эти модули используются для вычисления значения разностной относительной текущей температуры, выраженной в процентах;

4 – модуль подготавливает полученное значение относительной температуры в виде переменной типа  $REAL$  к преобразованию в тип  $TIME$ , выраженный в секундах;

5 – модуль преобразует переменную типа  $REAL$  в тип  $TIME$  и запускает  $TIMER1$ ;

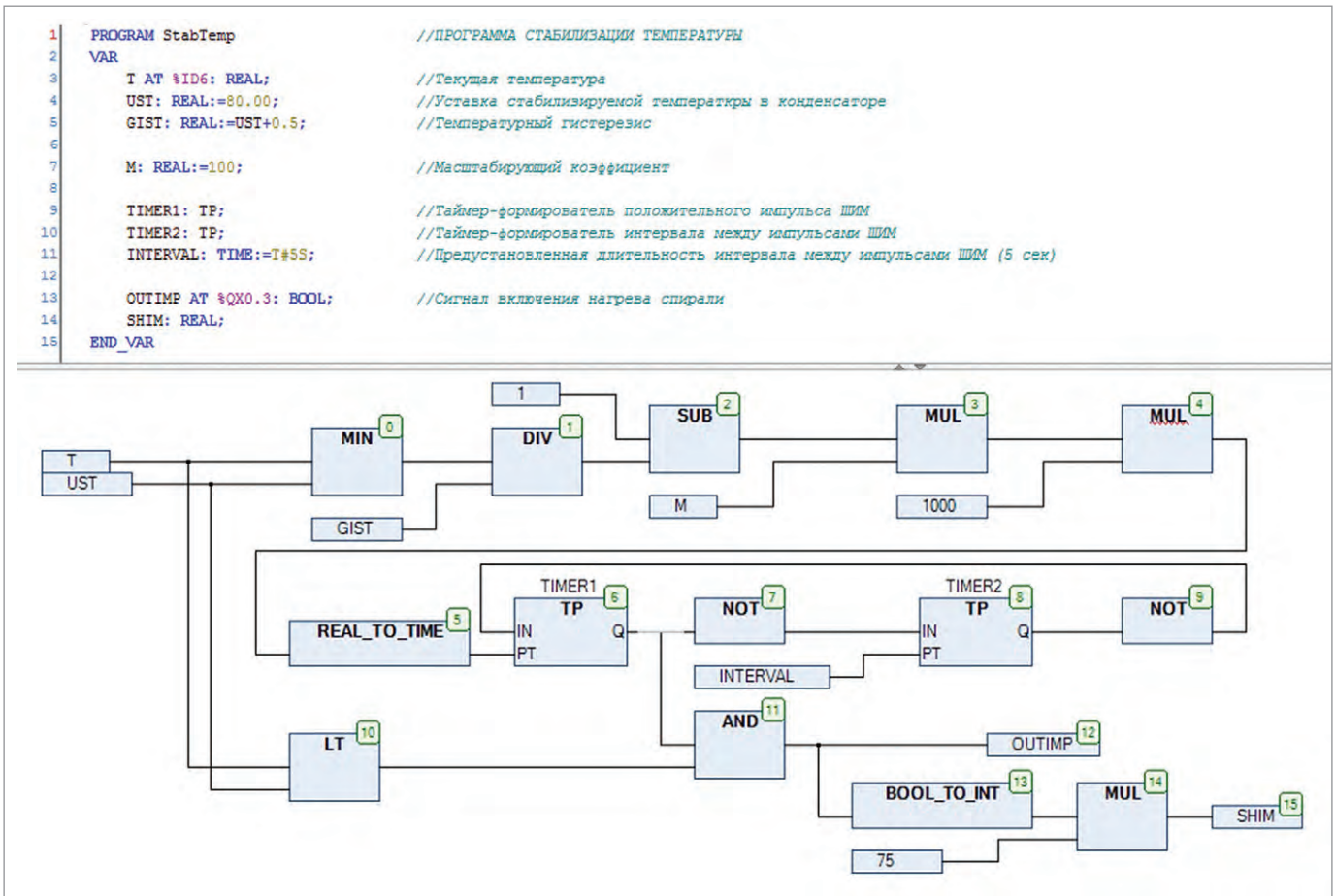


Рис. 2. Программа стабилизации температуры, написанная в редакторе CFC

6 – *TIMER1* формирует положительный импульс с длительностью, эквивалентной значению текущей ошибки, выраженной в виде переменной типа *TIME*;

7 – этот модуль инвертирует положительный импульс, формируя сигнал запуска таймера *TIMER2*;

8 – на выходе модуля *TIMER2* формируется импульс, длительность которого равна входному предустановленному значению *INTERVAL*;

9 – после инвертирования задний фронт этого импульса запускает *TIMER1*;

11 – при наличии разрешающего сигнала на входе модуля 11 положительный импульс с таймера *TIMER1* в виде переменной типа *BOOL* поступает на выход *OUTIMP*;

13–15 – эта же переменная после преобразования в целое число *INT* в виде ШИМ-сигнала (*SHIM*) со сдвигом в 75° поступает на визуализацию графика изменения температуры и представления ШИМ-сигнала.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА

Для проверки работоспособности написанной программы использовалась опытная установка, состоящая из сосуда с водой с помещённым в него нагревателем и термодатчиком (термосопротивлением), твердотельного реле для управления нагревателем и программируемого логического контроллера Regul R200 с модулями аналогового ввода AI 02 031 и дискретного вывода DO 08 011. Теплоизоляция сосуда не применялась (рис. 3).

Перед экспериментальной проверкой программы в неё предварительно были введены следующие значения: уставка *UST* = 80°С и длительность интервала между положительными импульсами ШИМ *INTERVAL* = 5 с.

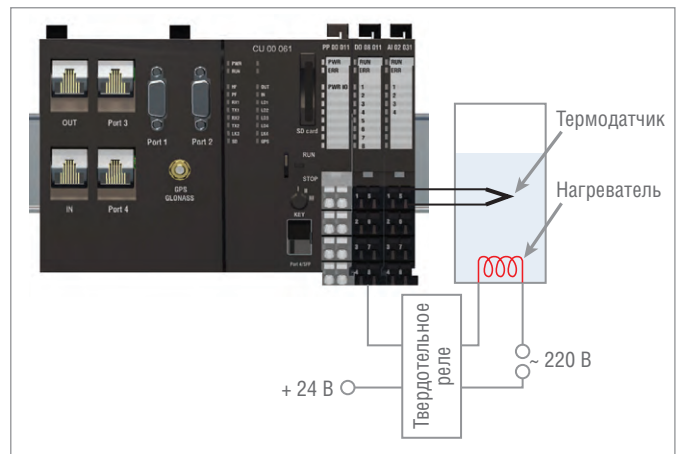


Рис. 3. Схема опытной установки

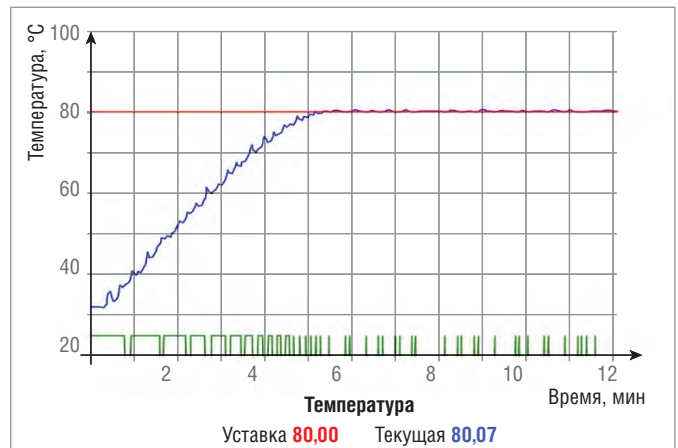


Рис. 4. График изменения текущей температуры в переходном и стационарном режимах

В процессе проверки на экране дисплея отображались стабилизируемая температура и выходной сигнал модуля дискретного вывода (сигнал ШИМ). Кроме того, автоматически протоколировались значения текущей температуры на протяжении всего эксперимента. По его окончании результаты 40 последовательных выборок в стационарном режиме из протокола были обработаны с помощью программы Excel с целью определения среднего значения температуры и среднего квадратичного отклонения в стационарном режиме стабилизации.

Результаты эксперимента приведены на рис. 4.

На графике текущая температура представлена линией синего цвета, а красная прямая представляет уставку. В нижней части графика показана импульсная последовательность ШИМ, поступающая на нагреватель. Из графика видно уменьшение длительности положительных импульсов ШИМ-сигнала по мере плавного приближения текущей температуры к уставке в переходном режиме. Перерегулирования при этом не наблюдается. В стационарном режиме положительные импульсы формируются в случайные моменты времени, компенсируя тепловые потери во время стабилизации температуры.

Далее представлены выборки из протокола регистрации результатов измерений текущей температуры в стационарном режиме:

80,0	80,0	80,1	80,1
80,0	79,9	80,0	80,2
80,0	80,0	80,0	80,1
80,0	79,9	80,0	80,3
79,9	79,9	80,0	80,3
80,0	79,9	80,0	80,3
80,0	79,9	80,1	80,3
80,0	80,1	80,0	80,3
79,9	80,2	80,0	80,0
79,9	80,3	80,1	80,0

В результате обработки 40 выборок получено среднее значение стабилизируемой температуры со средним квадратичным отклонением, равным  $(80,05 \pm 0,13)^\circ\text{C}$ .

Эксперимент подтвердил простоту и высокую точность предлагаемого метода стабилизации температуры.

**Вывод.** Использование предложенного метода позволит создать относительно простые контуры регулирования в любых задачах, требующих поддержания заданных параметров с высокой точностью. ●

**Телефон:** (812) 448-0444

**E-mail:** info@spb.prosoft.ru

## НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

### Искусственный интеллект управляет беспилотными автомобилями на гонках IAC

Компания ADLINK Technology Inc., мировой лидер в области граничных вычислений, стала официальным спонсором первой в мире высокоскоростной гонки автономных машин Indy Autonomous Challenge (IAC), запланированной на 23 октября 2021 года.

IAC – это двухлетний конкурс среди университетов Европы, Азии, Ближнего Востока и Америки с призовым фондом 1,5 миллиона долларов по созданию программ управления модифицированными гоночными автомобилями Dallara IL-15 для участия в первой в мире автономной гонке на знаменитом автодроме Motor Speedway (IMS) в г. Индианаполисе.

Компания ADLINK предоставит командам-участницам IAC надёжные бортовые компьютеры со встроенным искусственным интеллектом и техническую поддержку. Также участники получают доступ к программному обеспечению с открытым исходным кодом и поддержку промежуточного программного обеспечения ADLINK на основе операционной системы роботов ROS, включая оптимизацию ROS 2 Open Robotics с помощью ПО Eclipse Cyclone DDS, интегрированного с набором автомобильных датчиков IAC и моделированием VREXPERIENCE от Ansys.

– Одним из заметных препятствий на пути коммерческого использования беспилотных транспортных средств, участвующих в IAC, является решение проблем пограничных вычислений, возни-

кающих при экстремальных рабочих нагрузках, таких как объезд препятствий на высоких скоростях и сохранение контроля над транспортным средством, – считает Мэтт Пик, управляющий директор Energy Systems Network, основного организатора IAC. – Мы приветствуем опыт, который ADLINK может передать университетским командам в использовании реальных решений для управления беспилотными автомобилями.

Команды со всего мира будут использовать модифицированные гоночные автомобили Dallara IL-15, оснащённые контроллером робота ADLINK серии DLAP-8000. Это надёжная система со встроенным искусственным интеллектом, которая была протестирована на открытых программных платформах автономного управления автомобилями, включая Autoware.Auto, Open Robotics ROS 2, Eclipse iceoryx, Eclipse Zenoh и Eclipse Cyclone DDS.

Компания ADLINK помогла объединить усилия нескольких организаций, таких как Autoware Foundation, Open Robotics, OpenCV и Eclipse Foundation, для поддержки IAC и 39 университетов, участвующих в решении этой первой в своём роде глобальной задачи. Их совокупный вклад позволит бортовым системам автомобилей за доли секунды принимать решения, основанные на данных реального времени, что является критическим фактором на скоростях автомобиля до 200 миль в час.

– ADLINK стремится сделать искусственный интеллект доступным для промышленных применений, и беспилотный автомобиль является ключевым приложением, – сказал Джо Спид, технический директор ADLINK. – Мы зависим от следующего поколения технологических новаторов, продолжающих раздвигать границы автономного управления. IAC – прекрасная платформа для сближения образования и промышленности, делающая автономное управление автомобилем реальностью. ADLINK гордится тем, что участвует в таких соревнованиях.

Благодаря этому спонсорству ADLINK присоединяется к элитной группе автомобильных и технологических партнёров, имеющих общую цель – повышение осведомлённости общественности о воздействии автоматизации, включая улучшение безопасности и качества окружающей среды. ●



## Новая реальность с ICONICS: виртуальная конференция "Connect 2020"

Ольга Киселёва

Компания **ICONICS** — всемирно известный производитель программного обеспечения для автоматизации, диспетчеризации и аналитики — показала новый сверхсовременный уровень организации и решений на виртуальном мероприятии "ICONICS Connect 2020 Virtual: Digital Transformation Solutions for a New Normal", успешно проведённом 15 октября 2020 года.

Все сессии этого мероприятия в записи доступны на сайте **ICONICS** в разделе Events (события). Во время просмотра виртуального мероприятия посетители ждут яркие доклады, мастер-классы и тематические сессии, которые раскроют способы трансформации бизнеса в условиях новой реальности и добавят знания и навыки, необходимые для успеха в различных отраслях промышленности, максимального повышения производительности труда и дистанционного использования технологий.

Виртуальное посещение конференции начинается со знакомства с ведущим мероприятия — Thom Singer, который моментально поднимает настроение профессиональными манерами церемониймейстера и сразу заражает оптимизмом, вселяет уверенность в том, что четырёхчасовое прослушивание веб-сессий будет полезным и нескучным занятием.

Уже на пятой минуте вступительной сессии Кейноте «Прорывные решения для следующего десятилетия» представлено видео о современных решениях **ICONICS**, которые прогнозируются как перспективные на многие годы вперёд (рис. 1).

Со вступительной речью на сессии Кейноте выступил основатель **ICONICS Russ Agrussa** — он успешно руководит этой компанией уже 34 года. Russ рассказал о новом уровне сотрудничества с компанией **Mitsubishi Electric** (более года **ICONICS** является «частью семьи» **Group Company of Mitsubishi Electric**) и о новых перспективах, которые открывает это сотрудничество на пути цифровой трансформации для любой отрасли промышленности.

В этой же вступительной сессии идут короткие выступления основных представителей топ-менеджмента **ICONICS**. Руководство **ICONICS** уверено, что в текущей ситуации цифровая трансформация требуется каждой организации. **ICONICS** советует использовать путь трансформации и адаптации к новой реальности, чтобы выжить и процветать, чтобы обеспечить безопасность биз-



Рис. 1. Цифровое будущее представлено в видео **ICONICS** по новым программным технологиям

неса в будущем, используя правильные про- грывные технологии.

Из презентаций этой сессии вы узнаете, с какими программными достижениями нового поколения мы отправляемся в будущее, поймёте мегатренды цифровой трансформации, определите, в чём состоит энергия и сила **ICONICS**, увидите, как рассматриваемые решения помогут вашему бизнесу стать более конкурентоспособным.

Акцент презентаций периодически фокусируется на продукте **GENESIS64 Suite**. Компания **ICONICS** является первой из независимых (**ISV**) производителей программного обеспечения, которая добавила 3D-визуализацию в **SCADA**-систему **GENESIS64** уже более 10 лет назад. За прошедшие годы этот продукт впитал в себя самые современные технологии и тенденции — в рамках сессии будет рассказано о новых релизах, инновациях и планах на будущее.

Далее слушатели конференции познакомятся с демонстрацией возможностей нового продукта **ICONICS CFSWorX** для сервисного обслуживания в варианте с геозонированием. Демо-пример рассматривает виртуальное место диспетчера единого операторского центра системы управления территориально-распределённых объектов, который через веб-браузер **Google Chrome** в **Geo-SCADA** видит состояние активов контролируемого оборудования, предупреждения и аварии, а также местонахождение выездных специалистов, обслуживающих эту территорию. Когда под-

ключённое к системе оборудование генерирует состояние тревоги или неисправности, **CFSWorX** подсказывает диспетчеру, какой работник лучше всего подходит для выполнения конкретной заявки. Диспетчер может настроить тип уведомления выездных специалистов вручную или автоматически. Прибыв на площадку с неисправным оборудованием, специалист через мобильное приложение получает детальную информацию о проблеме, а также полную историю ремонта и рекомендации о необходимых деталях и инструментах для быстрого устранения неисправности.

В последней презентационной части этой сессии следует потрясающая презентация от Hajime Suiyama из **Mitsubishi Electric**, который на постоянной основе участвует на международных конференциях по инновационным технологиям и с очень интересной подачей материала в рамках конференции **ICONICS** рассказывает о перспективах инноваций с **5G**, искусственным интеллектом (**AI**) и Интернетом вещей (**IoT**).

Сессия Кейноте «Прорывные решения для следующего десятилетия» завершается демонстрацией решения **ICONICS** для удалённого эксперта с очками смешанной реальности **HoloLens** (рис. 2).

Далее сессия виртуальной конференции разделяется на две группы: первая — с темой «Внести коренные перемены или потерпеть крах: использование расширенной аналитики для трансформации ваших операций» об аналитических решениях **ICONICS**. Слова

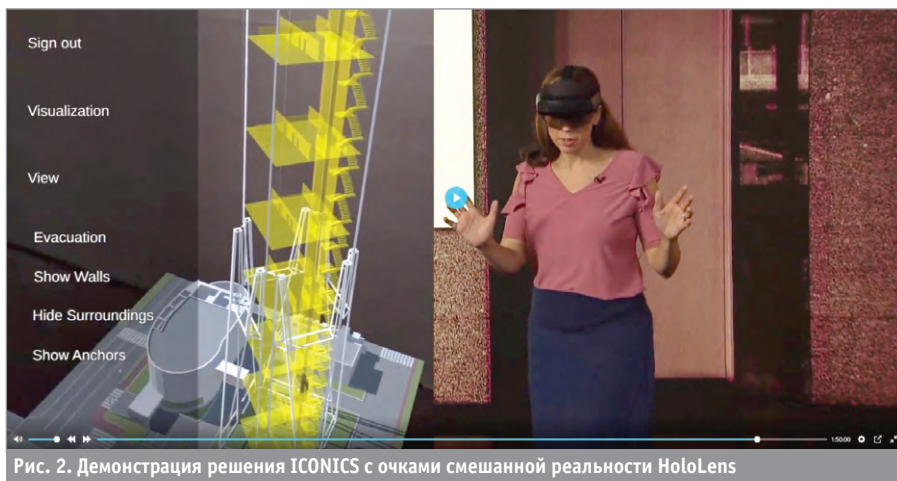


Рис. 2. Демонстрация решения **ICONICS** с очками смешанной реальности **HoloLens**

из презентации подкрепляются мастер-классом с демонстрацией настройки модулей ICONICS группы AnalytiX. Все модули ICONICS настраиваются через единую среду централизованного конфигурирования – Workbench. В рамках мастер-класса вкратце продемонстрированы настройка FDD, HyperHistorian и AnalytiX-BI. FDD – Fault Detection Diagnostic – это модуль предиктивной аналитики диагностики оборудования. В мастер-классе показано, как создать правило генерации предупреждающего отказа, как подключить теги в сервер предприятия HyperHistorian и загрузить расчёты OEE (общей эффективности оборудования) в модель аналитики AnalytiX-BI. Результаты аналитики выводятся на дисплей в мобильном приложении MobileHMI через модуль KPIWorX (который в варианте Read-only поставляется бесплатно). Ключевой особенностью KPIWorX является предоставление пользователю возможности самостоятельно создавать экранные формы и подключать к ним данные. Конфигурирование осуществляется в режиме Drag&Drop: пользователь выбирает из библиотеки графический шаблон и перетаскивает его на будущий экран, затем из обозревателя добавляет необходимые данные и подключает их к этому шаблону – остальное происходит автоматически. Пример создания такой инфопанели KPIWorX также показан в рамках мастер-класса этой группы сессии (рис. 3).

После мастер-класса идёт презентация от президента компании Data Acuity – системного интегратора ICONICS, заслужившего статус Gold (высший золотой уровень сертификации). Он рассказывает о лучших практиках применения модулей аналитики на объектах в различных отраслях промышленности (рис. 4).

Вторая группа сессии представлена темой «Расширение возможностей работы удалённых специалистов с помощью интерактивной мобильной экспертизы в режиме реального времени». Базовый сценарий для применения такого решения (типичный для АСУ ТП): у заказчика имеется SCADA-система для мониторинга объекта с отображением данных реального времени и истории, которая управляется операторами из диспетчерской, при этом существует децентрализация активов и персонала, а также требуется интеграция с системой управления рабочими заказами на уровне обмена данными и задачами создания заявок на работы. Решение использует классические модули ICONICS: WebHMI для просмотра экранов на любом HTML-5 и WPF-совместимом веб-браузере, AlarmWorX64 – сервер генерации предупредительных и аварийных сообщений, EarthWorX – модуль визуализации данных с привязкой к картам Bing

Maps, Google Maps, ESRI. Поверх этих базовых модулей добавляются различные варианты технологий для удалённого уведомления – через AI, FDD, CRM. Основными целями совмещения этих модулей является передача нужной информации специалистам, которые ответственны за обслуживание объекта, но не находятся в диспетчерской; передача знаний новому поколению обслуживающего персонала – обучение и контроль. В результате наложения этих модулей и технологий компа-

ния ICONICS выпустила несколько продуктов для удалённых экспертов. Один из них – CFSWorX, который может подключаться к AlarmWorX-серверу предприятия и интегрироваться с ERP-системой заказчика. CFSWorX позволяет динамически уведомлять удалённых специалистов, предоставляя им ключевую информацию, помогать с рабочими инструкциями, проводить аудит – отслеживать производительность и улучшение качества выполнения работ (рис. 5).



Рис. 3. Мастер-класс по AnalytiXBI

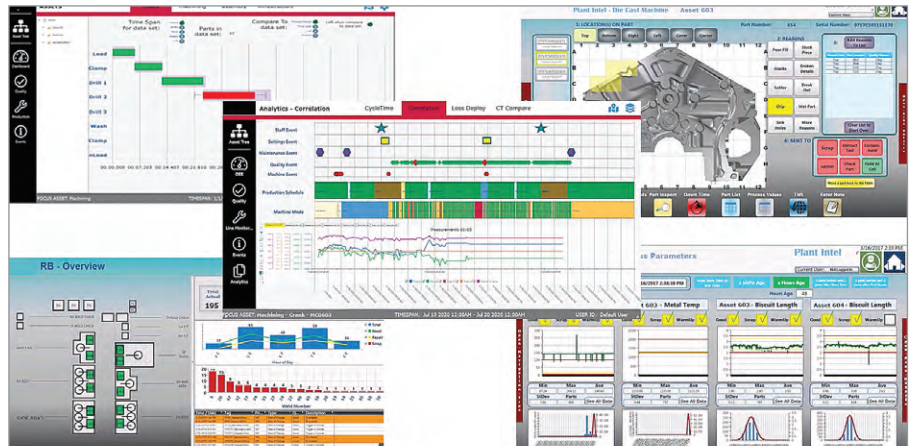


Рис. 4. Экранные формы AnalytiX

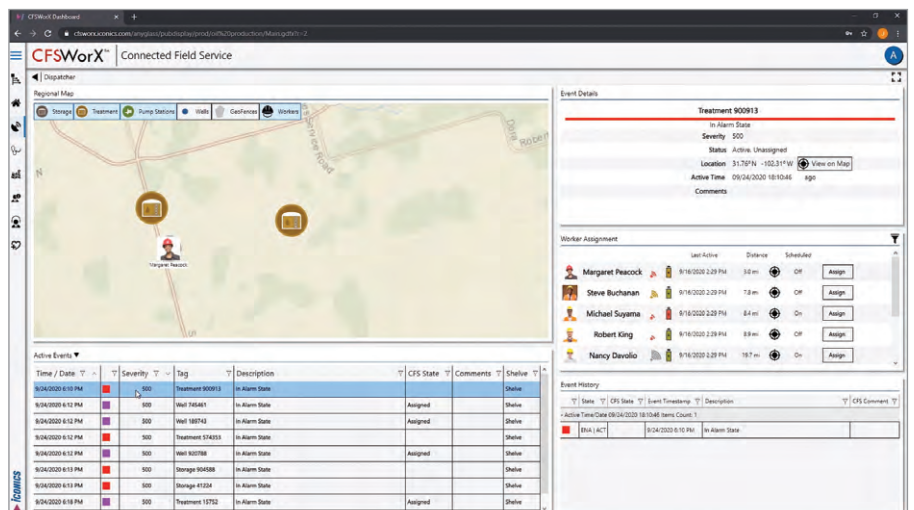


Рис. 5. Демонстрация работы специалистов с CFSWorX

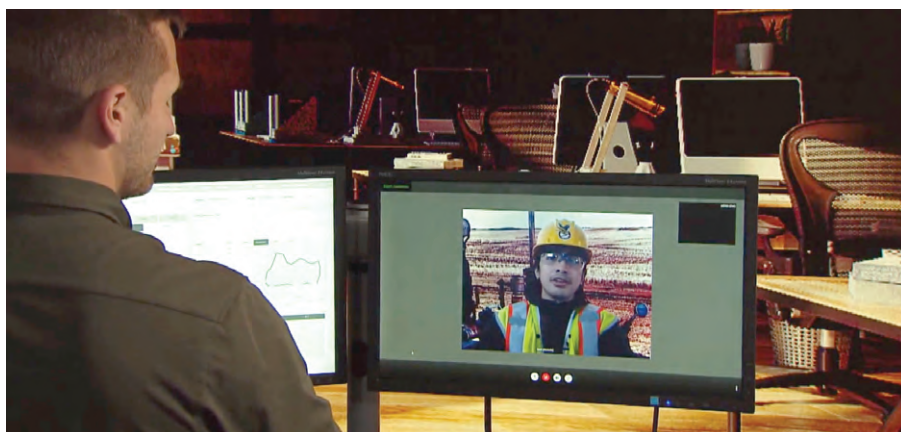


Рис. 6. Работа эксперта в удалённом режиме

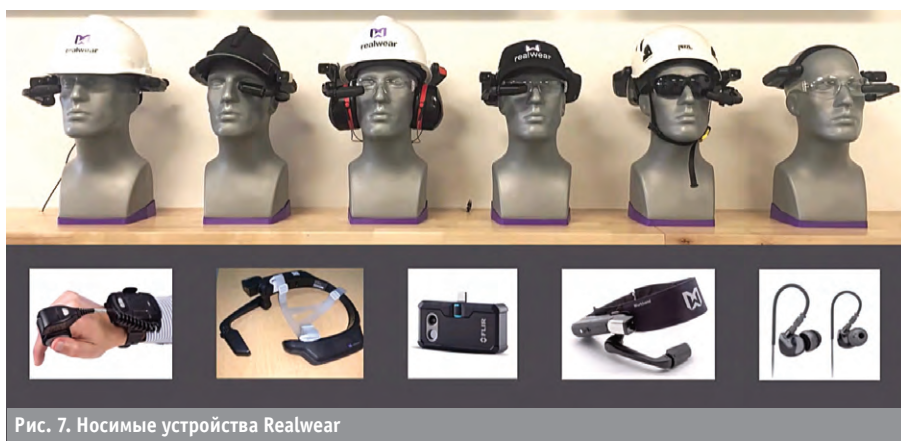


Рис. 7. Носимые устройства Realwear

Ещё одним вариантом сценария применения удалённой экспертизы является взаимодействие между техническим специалистом на объекте и экспертом, работающим удалённо (например, из дома). В этом случае может потребоваться подключение элементов дополненной реальности (AR), носимых мобильных устройств, в том числе промышленного исполнения, а также передача видео- и аудиоинструкций онлайн с примечаниями. В таком варианте в качестве базы используется решение ICONICS MobileHMI – приложение, которое трансформирует пользовательский интерфейс для работы с любым устройством, делая

пользователя мобильным без каких-либо дополнительных затрат на стандартизацию полученного программно-аппаратного решения.

Помимо голосовых команд, в ICONICS MobileHMI уже сейчас доступны варианты считывания QR-кодов, RFID-меток, NFC и OCR для полного погружения в мир дополненной реальности.

Такой вариант работы удалённого эксперта представлен в рамках сессии в двух модификациях: демо-примера работы с использованием планшета (рис. 6) и примера с переносным устройством промышленного исполнения – Realwear (рис. 7). Используя

связку Realwear с ICONICS, специалист, когда смотрит на промышленное оборудование, может видеть дополнительный слой реальности с наложенными техническими показателями (расход, температура, КPI и т.п.).

Следующая сессия представлена не менее интересными темами о новых тенденциях. Первая из них – «Решение для цифрового рабочего пространства – Workspace AnalytiX», которое представил директор по инновациям и «инкубационным» сервисам ICONICS – Zhi Wei Li. В старые добрые времена руководители предпочитали создавать офисы в стиле “open space” с принципами открытого пространства.

Текущая ситуация новой реальности заставляет трансформировать рабочее пространство. Большинство сотрудников сейчас работают дистанционно с подключением к работе из любого места, где есть Интернет. В случае необходимости социальных контактов к рабочему месту предъявляются дополнительные требования, в первую очередь связанные с безопасностью: социальное дистанцирование, доступность рабочего пространства, ограничения по совместимости рабочих графиков, отслеживание контактов, бесконтактное взаимодействие. Решение Workspace AnalytiX специально разработано для цифровой трансформации современного рабочего пространства. В сессии проведена детальная демонстрация этого решения (рис. 8).

Компания ICONICS не обошла вниманием и одну из самых обсуждаемых, но всё ещё считающейся современной тенденцией промышленного Интернета вещей. Тема «Подключите ваше оборудование: быстро, легко и безопасно через IoT» расскажет о том, как создать консоль оператора для безопасного сбора данных с существующих систем управления, провести edge-аналитику и предиктивную диагностику оборудования в сочетании с сервисами облачной платформы Microsoft Azure (рис. 9).

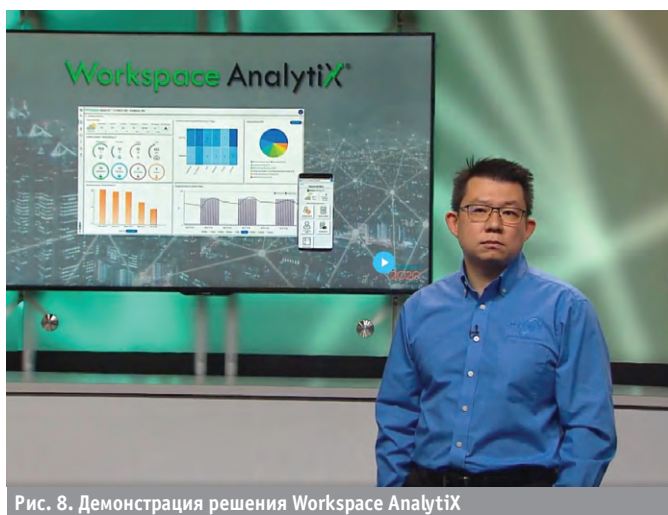


Рис. 8. Демонстрация решения Workspace AnalytiX

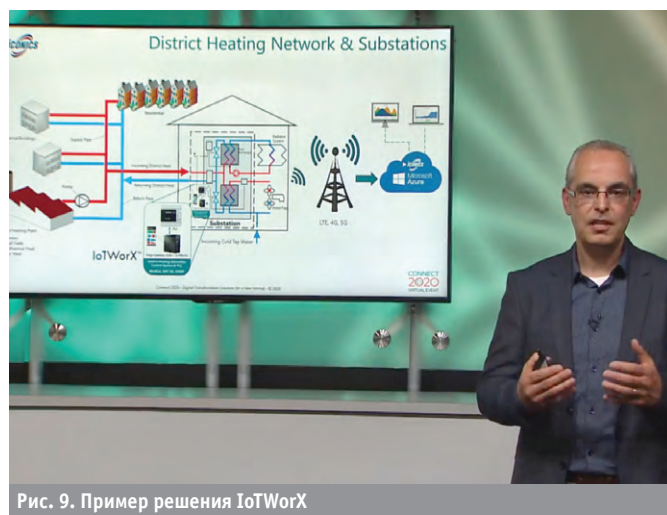


Рис. 9. Пример решения IoTWorkX



Следующую сессию об архитектуре современных систем подключения данных представил глобальный директор по отраслевым стандартам Mitsubishi Electric Automation, Inc. — Tom Burke — один из основателей OPC Foundation, он являлся президентом этой ассоциации и исполнительным директором вплоть до ноября 2018 года. В своей презентации он представил способы эффективного взаимодействия и обмена информацией уровень человек—робот—машина и рассказал о существующих принципах для превращения данных в полезную информацию. Его слова подтверждаются следующим за презентацией мастер-классом о том, как легко и просто подтягивать данные в структуру ICONICS AssetWorX для последующей аналитики, визуализации и прогнозной диагностики отказов оборудования. После мастер-класса идет описание реального проекта по цифровой трансформации для системы водоотведения Madison Metropolitan Sewerage District. Проект реализован на базе ПО ICONICS, охватывающего 38 000 активных точек, 5000 распределённых активов, 6000 тревог и 4000 архивируемых точек. Система работает совместно с Citrix, что позволило создать надёжную безопасную распределённую систему управления с удалённых рабочих мест любого типа.

Завершает конференцию панельная дискуссия, в которой спикеры отвечают на вопросы слушателей, в том числе «Как начать работать с ICONICS?», «Выработана ли общая стратегия развития после слияния ICONICS и Mitsubishi Electric?», «Какие задачи наиболее востребованы для решения через программное обеспечение и оборудование для AR (дополненной реальности) и какие из них показали наибольшую эффективность после внедрения?», а также делают выводы о том, как ПО ICONICS Suite помогает решать вопросы в новой реальности — для удалённой работы, безопасного подключения к машинам, безопасного взаимодействия с людьми, чтобы повысить производительность и эффективность.

Онлайн-сессии доступны в записи на английском языке, а также можно оформить запрос на получение презентаций и перевода на русский язык по интересующей вас теме по e-mail: [iconics@prosoft.ru](mailto:iconics@prosoft.ru). ●

## «День решений Фаствел»: итоги

В 2020 году «День решений Фаствел» прошёл в формате вебинаров, тем не менее он собрал хорошую аудиторию благодаря интересной программе и расширенной возможности участия без ограничений, связанных с местом проведения.

Компания «Фаствел Групп» традиционно занимается разработкой и серийным про-

изводством современной сложной электроники для промышленной автоматизации и специализированных систем управления. С учётом насущных потребностей рынка тема выпуска доверенного отечественного оборудования и развития импортозамещающих решений прозвучала во всех выступлениях.

В первом докладе была представлена программа развития линеек продукции Fastwel на период до 2025 года. Основные сегменты встраиваемых решений Fastwel — это процессорные модули стандартов MicroPC, PC/104, CompactPCI Serial 3U и мезонинные процессорные модули COM Express. На них системные интеграторы могут легко разрабатывать прикладные системы управления любого уровня сложности. Примером готовой системы является модульный компьютер МК150-02 в стандарте StackPC с поддержкой шины FBUS, выполненный на базе процессорного модуля CPC313 с процессором «Байкал-Т1». Эта модель успешно применяется для разнообразных задач АСУ ТП, например, в нефтегазовом секторе.

В линейке модулей CompactPCI Serial 3U (CPCI-S) остаются актуальными модели CPC514 и CPC516 на базе процессоров «Эльбрус-4С» и «Байкал-Т1» соответственно. Развитие получают системы повышенной производительности. Модуль CPC520 на базе CPU AMD Ryzen Embedded будет доступен для тестирования уже в I квартале следующего года, далее до 2022 года появятся ещё более мощные системы на процессорах Intel. Подобные модели будут доступны и в формате CompactPCI Serial 6U.

Расширяется номенклатура и других видов продукции: это одноплатные компьютеры 3,5" и EPIC, корпусированные модульные компьютеры МК3xx, коммутаторы Ethernet, планшетные и панельные компьютеры. В планах производителя также выпуск твердотельных дисков SATA III.

В следующем докладе были рассмотрены решения для построения доверенных систем. Это оборудование востребовано госкомпаниями, организациями, работающими с критически важной информацией, а также предприятиями в таких отраслях экономики, как нефтегазовая, энергетика, транспорт и другие. Компания «Фаствел Групп» выпускает устройства высокого качества с гарантированным сроком жизни разработки (то есть присутствия в каталоге) не менее 10 лет. Политика компании основана на принципах импортонезависимости и применения современных доверенных платформ ПО. Такие аппаратные решения разрабатываются в тесном сотрудничестве с ведущими отечественными производителями комплектующих и ПО.

Далее в двух выступлениях были описаны способы эффективного взаимодействия для

выполнения заказных разработок для индивидуальных задач клиента и представлены возможности производственной базы «Фаствел Групп» для контрактного производства электроники, включая выпуск небольшими сериями устройств для ответственных применений.

Второй вебинар «День решений Фаствел» был посвящён семейству ПЛК Fastwel I/O. Универсальный программно-аппаратный комплекс Fastwel I/O — это уже хорошо известный продукт в сегменте контроллеров для жёстких условий эксплуатации. Запас устойчивой работоспособности при экстремальных значениях температур (–40...+85°C) и влажности (до 95%), представительный список разрешительных документов и качественная техническая поддержка — всё это важные факторы в пользу Fastwel I/O. Контроллер часто применяется в различных отраслях промышленности, где востребованы надёжные решения для автоматизации.

В настоящее время компания развивает традиционную линейку Fastwel I/O и готовит к серийному производству систему нового поколения **Fastwel I/O 2**. Эти линейки полностью совместимы на базе шины FBUS.

Для системы первого поколения выпускаются новые управляющие модули и расширяется номенклатура модулей ввода-вывода, что позволяет пользователям легко модернизировать и масштабировать систему. Среди серийно выпускаемых новинок можно отметить управляющий модуль CPM723-01 с поддержкой среды CODESYS v.3, а также ряд производственных модулей CPM71x с CODESYS v2.3. Для организации доверенной среды в составе ПЛК можно использовать модульный компьютер МК150-2 с процессором «Байкал-Т1».

Продукт нового поколения Fastwel I/O 2 поддерживает CODESYS и FBUS SDK. Система получила более компактное конструктивное решение крепления модулей на DIN-рейку и возможность «горячей» замены модулей. Один процессорный модуль поддерживает до 20 периферийных, для масштабирования применяются модули расширения шины. Процессорные модули серии CPM810 выполнены на базе ЦП Vortex86DX3 800 МГц, поддерживают до 2 ГБ ОЗУ, NandFlash 32 ГБ, слот расширения microSD. CPM810 поддерживают до 24 каналов дискретного ввода-вывода, CODESYS v.3 или ОС FreeDOS. Из периферии уже доступен выбор модулей дискретного и аналогового ввода, интерфейсных и служебных плат.

Опытный образец Fastwel I/O 2 доступен для тестирования по заявкам клиентов.

Если вы хотите ознакомиться с докладами мероприятия «День решений Фаствел», можете написать на [info@fastwel.ru](mailto:info@fastwel.ru). ●

В этой рубрике мы представляем новые аппаратные средства, программное обеспечение и литературу. Материалы рубрик «Демонстрационный зал» и «Будни системной интеграции» снабжены QR-кодами со ссылками на соответствующие сайты. QR-код можно «прочитать» с помощью любого Smart-устройства и утилиты сканирования кода.

Запросить дополнительную информацию можно, заполнив карточку на сайте журнала «Современные технологии автоматизации»: [www.cta.ru/demo](http://www.cta.ru/demo)

## Медицинский источник питания TDK-Lambda мощностью до 600 Вт



Серия CUS от TDK-Lambda пополнилась одноканальными компактными AC/DC источниками питания 600 Вт – CUS600M, одобренными для применения в медицинском оборудовании. Выходная мощность составляет 600 Вт при принудительном охлаждении и 400 Вт с возможностью длительных пиковых 600-ваттных нагрузок при конвекционном охлаждении без внешнего потока.

Для заказа доступны блоки с номиналами выходных напряжений 12, 19, 24, 28, 32, 36 и 48 В DC с возможностью подстройки. Есть возможность удалённого включения/выключения, мониторинг состояния выходного напряжения, канал вспомогательного напряжения номиналом 5 В DC. Серия имеет повышенную прочность изоляции вход-выход 4000 В AC (2×MoPPs), вход-земля 2000 В AC (1×MoPP) и выход-земля 1500 В AC в течение 1 минуты. Максимальный ток утечки на землю не более 0,2 мА. Возможные исполнения корпуса – бескорпусное или в кожухе с вентилятором. На все модели данной серии распространяется гарантия 5 лет. ●



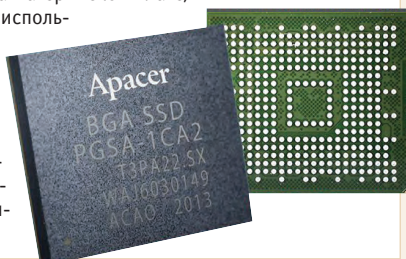
## Промышленный PCIe SSD для 5G от Apacer



В ответ на тенденцию развития высокоскоростных сетевых приложений 5G и увеличивающуюся миниатюризацию интеллектуальных устройств компания Apacer объявляет о выпуске самого маленького в мире твердотельного накопителя PCIe BGA промышленного класса, добавляя ещё одну сильную серию к своей линейке твердотельных накопителей PCIe.

Apacer использует чип 3D TLC и технологию BGA для создания устройства с превосходной производительностью и высокой стабильностью. Версия PCIe Gen 3x4 обеспечивает самую высокую теоретическую скорость в мире до 4 Гб/с. Версия Gen3x2 имеет минимальный размер – всего 11,5×13 мм. Технология Chip On Board (COB) позволяет монтировать её либо непосредственно на материнской плате, либо через интерфейс M.2 с использованием процесса SMT.

PCIe BGA SSD будет использоваться многими промышленными и высокоскоростными приложениями 5G, включая IIoT, облачные вычисления, серверы, сети и высокопроизводительные вычисления. ●



## Обновление популярной модели V110 6-го поколения Getac



Компания Getac Technology Corporation обновила популярную модель ноутбука-трансформера V110 G6. Устройство по умолчанию поставляется с 11,6" сенсорным экраном с разрешением Full HD и яркостью 800 кд/м<sup>2</sup>. В ноутбук предустановлены современные процессоры 10-го поколения Intel Core i7/i5, предлагающие пользователям максимальную производительность, а также 8 Гб оперативной памяти с возможностью расширения до 64 Гб. Жёсткий диск PCIe SSD имеет объём 256 Гб с возможностью расширения до 1 Тб. Представлен широкий набор интерфейсов ввода-вывода: порты RS-232, USB 3.0, 2×USB 3.1 Gen 2 Type-A, сетевой порт RJ-45 и HDMI. Время автономной работы может быть увеличено благодаря двум батареям ёмкостью по 2100 мА·ч с возможностью «горячей» замены.

Ноутбук можно эксплуатировать в широком диапазоне температур –29...+63°C. Он сертифицирован по стандартам MIL-STD-810H, MIL-STD-461G, IP65, устойчив к вибрациям и падениям с высоты 1,2 м. ●



## Прикроватный терминал HIT-512 Advantech совершенствует уход за пациентами



Компания Advantech анонсировала выпуск 11,6" информационной панели медицинского класса, рекомендуемой вместе с интегрированной системой вызова медицинского персонала в качестве готового решения.

Процессор Intel Celeron J3455 и проекционно-ёмкостный экран (P-CAP) в составе терминала HIT-512 обеспечивают необходимую надёжность и производительность. Поддержка Windows 10 IoT (64 бит), Android 8.1, Linux 18.04, проводных и беспроводных стандартов связи гарантирует гибкое внедрение медицинских приложений.

Соответствие стандартам безопасности IEC 60601 для медицинского оборудования способствует скорейшему выводу HIT-512 на отраслевой рынок. Для оптимального использования в составе комплексного медицинского оборудования либо в качестве легко интегрируемого HMI в панели управления HIT-512 предусмотрены разъёмы ввода-вывода для подключения дополнительных периферийных устройств. ●



## Водонепроницаемая медицинская силиконовая мышь от ProKeys (NSI)



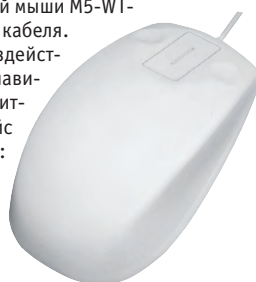
К компьютерным медицинским изделиям предъявляются особые требования: помимо стойкости к биологическим и химическим загрязнениям, медицинская мышь со степенью защиты IP68 не должна иметь скрытых полостей, в которых могут развиваться болезнетворные организмы. M5-WT-USB отличается компактными размерами и наличием сенсорной площадки для скроллинга.

Она легко подвергается чистке и обработке обеззараживающими составами, а её лазерный сенсор точно позиционирует курсор на экране медицинского компьютера.

Помимо стандартных изделий возможны заказные конфигурации, а именно: изменение цвета медицинской мыши M5-WT-USB, разъёма и длины интерфейсного кабеля.

Мышь имеет степень защиты от воздействия окружающей среды IP68, 2 клавиши + слайдер для скроллинга, габаритные размеры 65×115×41 мм. Интерфейс подключения к компьютеру на выбор: USB или PS/2.

Гарантийный срок 12 месяцев с возможностью расширения до 60 месяцев. ●



### Бесконтактный сканер вен ладони BioSmart PALM JET



Компания «Прософт-Биометрикс» представила бесконтактный сканер рисунка вен ладони **BioSmart PALM JET**. Модель выпускается в двух исполнениях – с монтажом в подрозетник или на плоскость. Это первое в России инновационное комплексное решение для бесконтактной идентификации человека по венам ладони.

СКУД на основе PALM JET – комплексная анти-COVID система, избавляющая сотрудников от необходимости прикасаться к замкам, турникетам или кнопкам для открытия дверей. PALM JET сканирует сеть подкожных вен и успешно распознаёт человека даже по грязной руке, руке с порезами, мозолями или ожогами. PALM JET защищён против подлога – его невозможно обмануть с помощью силиконового муляжа или фотографии.

Прибор может быть оснащён термометрическим датчиком для дистанционного измерения температуры запястья. Термометрия запястья считается одним из наиболее достоверных методов термометрии, она более надёжна, чем измерение температуры лица. ●



### Модули безопасности для сети EtherCAT



Компания **VIPA GmbH**, входящая в корпорацию Yaskawa, продолжает расширять свои линейки систем ввода/вывода. В серии **SLIO** появились два новых модуля безопасности – **021-1SD10** и **022-1SD10**, поддерживающих протокол безопасности FSoE (Fail Safe over EtherCAT). Они могут использоваться в составе станций распределённой периферии сети EtherCAT на базе интерфейсного модуля IM 053-1EC01, свободно сочетаясь при этом с обычными сигнальными модулями этой же серии. Поскольку они используют EtherCAT в качестве одноканальной среды передачи данных, нет никаких ограничений на скорость передачи и время цикла.

Модули имеют 4 изолированных от основной шины дискретных канала ввода (021-1SD10) и вывода (022-1SD10). Они оснащены светодиодами для индикации состояния каждого канала.

В составе систем безопасности модули обеспечивают выполнение функции автоматического отключения оборудования в соответствии с IEC 61508 SIL3 и EN ISO 13849-1, Cat. 4/PL e. ●



### PXES-2314T – шасси PXI Express с интерфейсом Thunderbolt



Компания **ADLINK** запустила в производство портативное PXI Express-шасси **PXES-2314T** с интерфейсом Thunderbolt, традиционно используемым для портативных компьютеров.

Обычно для интеграции PXI системе требуются плата расширения, шасси и соединительный кабель, что сильно ограничивает мобильность, но в данном случае применение Thunderbolt позволяет значительно упростить процесс подключения и настройки тестовой системы.

Для начала работы потребуются только ноутбук и кабель, питание реализовано от выносного адаптера. Помимо высокой портативности, шасси поддерживает четыре PCIe гибридных слота для установки измерительных модулей PCI Express Gen2/3, все разъёмы обратно совместимы с PXI и CompactPCI, что исключает дорогостоящую замену и допускает применение уже имеющихся модулей. Шасси имеет триггерный порт ввода-вывода для синхронизации, встроенный вентилятор охлаждения корпуса, потребляемая мощность до 160 Вт. ●



### Новая версия ПО HiOS v08.03.00 Hirschmann для BOBCAT и Octopus



Компания **Hirschmann** представила новую версию операционной системы Hirschmann Operating System (**HiOS**) с индексом **08.03**, которая включает в себя все последние исправления и патчи, анонсированные производителем. Для серии BOBCAT доступны версии L2S и L2A. Набор функций L2A включает такие возможности, как Multi-client authentication, MAC authentication bypass, Syslog over TLS, LDAP и Subring Manager.

Для серии Octopus обновление стало более существенным. HiOS v08.03.00 обеспечивает управление посредством протокола IPv6, востребованного в современных промышленных сетях. Это важно для приложений, где частные сети подключаются к сетям общего пользования. В HiOS v08.03.00 поддерживается полный набор протоколов управления: SSH, Telnet, HTTP/HTTPS, SNMP, LDAP, SNMP, Syslog, DNS, DHCP relay agent (IPv6), CLI, IPv6 file transfer remote (SCP, TFTP). Новая версия ПО бесплатна и доступна для скачивания с сайта производителя. ●



### Беспроводная передача данных для серии AEX от Arplex



Современные высокотехнологичные производства активно используют беспроводные способы передачи данных. В сфере взрывоопасных производств беспроводная связь обеспечивает дополнительный уровень безопасности, минимизируя количество физических подключений устройств друг к другу и исключая возможность образования искры.

Популярная взрывозащищённая серия **AEX** тайваньской компании **Arplex** дополнительно может быть оснащена внешней антенной с маркировкой Ex. В базовом варианте модуль беспроводной связи Wi-Fi внутри компьютера подключается через miniPCIe-слот. Альтернативно, если клиенту необходимо наличие двух дисков SSD, – через отдельный USB-порт.

Серия AEX компании Arplex сертифицирована по нормам TR TC 012 и имеет маркировку 2Ex nA ic IIC T4 Gc X, что позволяет осуществлять установку в зоне 2.

Устройства имеют степень защиты IP66 и оснащены надёжными и безопасными коннекторами типа M12 для подключения периферийных устройств. ●



### Многофункциональная система распределения устройств ввода/вывода WAGO I/O



Разработанная в соответствии со стандартом передачи данных в реальном масштабе времени в корпусе со степенью защиты IP67 система распределения устройств ввода/вывода **WAGO I/O** предназначена для жёстких условий эксплуатации вне шкафов управления. Поддерживает стандарты Fast Ethernet (PROFINET), технологии OPC UA, Bluetooth® и Web-серверов, а также MQTT в качестве протокола подключения к облачным SCADA-системам. Важнейшим компонентом является процессор со встроенными средствами безопасности, обеспечивающими подключение устройств нижнего уровня автоматизации и защищённое подключение к облачным сервисам.

Система может быть выполнена в герметичном металлическом корпусе для суровых условий эксплуатации или в облегчённом пластиковом корпусе, функционирует при температурах –25...+70°C. Тонкопрофильные варианты корпуса с боковыми креплениями подходят для размещения в ограниченном пространстве. ●

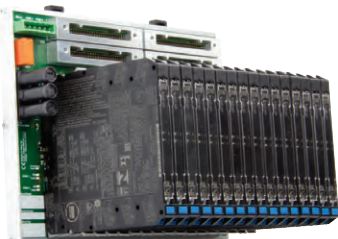


### Терминальные платы GMI – новый уровень надёжности



Популярные барьеры компании **GM International** серии **D5000** и нормализаторы сигналов серии **D6000** имеют очень компактные размеры. Модули имеют специальный разъём на тыльной стороне для монтажа на терминальные платы. Применение терминальных плат позволяет экономить время на подключении групп из 8, 16 или 32 модулей к контроллеру верхнего уровня через специальный кабель. Предусмотрены терминальные платы для многих производителей DCS: Emerson, Yokogawa, Honeywell, Schneider Electric. Для увеличения жёсткости конструкции и сокращения времени монтажа все терминальные платы изготавливаются в специальном алюминиевом корпусе.

Новые платы имеют маркировку **TBE** вместо **TB**. Они фиксируются на DIN-рейке специальными зажимами: TBE-FIX-PL-001 – из пластика или TBE-FIX-MT-001 – из металла. Платы TBE могут быть дополнительно покрыты защитным лаком G3 Coating для противостояния влаге и агрессивным средам – такая опция идет под кодом TBE-STG-002. ●



### NEON-2000-JT2 на базе NVIDIA Jetson для автоматизации производства



Компания **ADLINK** выпустила новую серию интеллектуальных камер **NEON-2000-JT2** с поддержкой искусственного интеллекта (ИИ). Камера оснащена модулем NVIDIA Jetson TX2 AI, отличается универсальным дизайном, небольшими размерами, включает в себя интерфейс ввода-вывода на основе FPGA, предустановленное ПО глубокого обучения и готовый к использованию образец кода для быстрой разработки приложений машинного зрения.

NEON-2000-JT2 предназначена для повышения эффективности в производстве потребительских товаров, продуктов питания и в сельском хозяйстве, там, где гарантия качества и контроль имеют решающее значение. Например, заказчик, использующий для контроля качества продукции данное решение ADLINK, смог проверить в 50 раз больше единиц продукции и достичь точности 95%, что в 3 раза больше, чем ранее.

NEON-2000-JT2 устойчива к ударам, вибрации и температуре, безопасность подтверждается сертификатами CE и FCC. ●



### Материнская плата форм-фактора Mini-ITX от IBASE



Компания **IBASE Technology Inc.** выпустила в продажу материнскую плату форм-фактора Mini-ITX **MI996** на базе процессоров 9-го поколения Intel Xeon E или Intel Core. Она поддерживает одновременное отображение видео благодаря четырём выходам: eDP, HDMI (2.0a), DisplayPort и DVI-D.

MI996 обладает мощной функциональностью в компактном форм-факторе Mini-ITX (170x170 мм). Усовершенствованные возможности подключения и расширения ввода/вывода включают шесть портов USB 3.1, четыре USB 2.0, четыре последовательных порта, четыре SATA III, MiniPCI-E, а также два слота M.2. Материнская плата оснащена двумя гигабитными сетевыми портами и до 32 Гб оперативной памяти DDR4-2666 SODIMM (с ECC и без ECC).

Объединяя превосходную производительность, универсальность и масштабируемость, MI996 является высокооптимизированным встраиваемым решением. Плата подходит для широкого спектра применений, включая медицину и промышленную автоматизацию. ●



### PTZ-камера GeoVision GV-QSD5731-IR



**GV-QSD5731-IR** – уличная сетевая PTZ-камера с 33-кратным оптическим зумом, способная демонстрировать плавный ход в реальном времени с высокой детализацией. Она может одновременно передавать три видеопотока с разрешением до 5 Мпк (2592x1944) при 30 кадр/с. При низкой освещенности за счёт мощных светодиодов обеспечивается видимость до 150 м. Камера обрабатывает сцены с высоким контрастом и создаёт чёткое изображение благодаря технологии WDR Pro.

Она поддерживает видеокodeк H.265 для достижения лучшей степени сжатия, сохраняя высокое качество изображения при уменьшенной пропускной способности сети.

Широкий охват наблюдения возможен благодаря бесконечному панорамированию на 360° и наклону –20...100°. Функции PTZ, такие как Preset, Auto Pan и Patrol, могут быть запрограммированы и активированы по расписанию. Камера поддерживает скорости панорамирования и наклона от 280 до 0,1°/с с точностью в 0,1° для быстрого и точного отслеживания. ●



### Автоматизированные рабочие места Advantix на базе ЦПУ «Эльбрус 8С1»



АРМ операторов среднего уровня **ВН-ЭЛ8С/АРМ** и **ВН-ЭЛ8С/АРМ-М** поставляются с высокопроизводительным 8-ядерным ЦП архитектуры «Эльбрус» (1891ВМ028) с тактовой частотой до 1300 МГц.

Они оснащены дискретной видеокартой ASUS ATI R7 240-2GD5-L, установленной в слот PCI Express 2.0 x16. В ВН-ЭЛ8С/АРМ-М есть ещё 1 слот M.2 USB для модуля аппаратной доверенной загрузки, 16 Гб ОП DDR3-1600 ECC (расширение до 32 Гб), диск 1 Тб HDD. В ВН-ЭЛ8С/АРМ есть ОП 16 Гб (расширение до 64 Гб), 1 Тб HDD и набор слотов расширения: 2xPCI Express 2.0 x16 (1 занят дискретной видеокартой), 1xPCI Express 2.0 x4, 1xPCI 2.0 на 32 бита. Доступны интерфейсы: 4xUSB 2.0 на передней панели, 6xUSB 2.0 на задней панели, видеовыходы HDMI и DVI, последовательный порт RS-232 (DB-9), 3 порта LAN (RJ-45), 5 аудиовыходов.

Оба устройства укомплектованы клавиатурой, мышью, а также 21,5" монитором и полностью готовы для оснащения высокопроизводительных доверенных АРМ. ●



### IP65/67 Ethernet-коммутатор линейки Octopus от Hirschmann



Компания **Hirschmann** пополнила линейку коммутаторов для жёстких условий эксплуатации новой моделью **Octopus 8TX-EEC-M**. Устройство представляет собой управляемый промышленный Ethernet-коммутатор, который имеет степень защиты IP65/67 и соответствует требованиям стандартов EN 50155, EN 50121-4 и EN 45545.

Новый коммутатор оснащается 8 портами типа M12, способными обеспечить скорость передачи данных до 100 Мбит/с. Из программных особенностей можно отметить, что устройство функционирует на базе операционной системы HiOS, коммутатор оснащён рядом функций по диагностике (Syslog, Port mirroring, Vlan mirroring) и защите (RADIUS VLAN, DHCP Snooping, MAC based ACL) сетевых соединений.

Также важной особенностью являются поддержка работы с протоколом кольцевого резервирования MRP и вариации с агрегированием каналов MRP over LACP, что может существенно повысить гибкость и отказоустойчивость системы в целом. ●



### IGS-RX164GP+ – первый коммутатор ORing с поддержкой TSN



Компания **ORing** представила новый мощный полностью гигабитный управляемый промышленный L3-коммутатор – **IGS-RX164GP+**. Новинка позволяет создавать резервированные топологии на базе протоколов канального уровня 0-ring <30 мс, 0-chain, RSTP/MSTP, а также использовать L3-протоколы маршрутизации и резервирования RIP v1/v2, OSPF, PIM-SM, PIM-DM, VRRP для создания гибких и надёжных сетевых структур.

Одним из плюсов новинки является возможность работы в TSN-сетях за счёт поддержки протоколов IEEE 802.1AS, 802.1Qav и 802.1Qat. Дополнительным преимуществом служит поддержка ПО Open-Vision, которое позволяет задать конфигурацию сразу для нескольких устройств.

Коммутатор оснащён 16 гигабитными портами RJ-45, а также 4 SFP-портами, способными работать с модулями SFP+ со скоростью 1/10 Гбит/с. IGS-RX164GP+ выполнен в металлическом корпусе IP30 и предназначен для монтажа на DIN-рейку. Диапазон рабочих температур –40...+60°С. ●



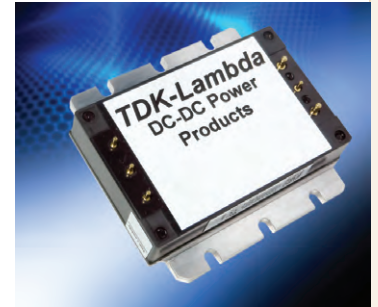
### Высоконадёжные DC/DC-фильтры TDK-Lambda на 40 В и 20 А



Фильтры модульного типа серии **FQA** компании **TDK-Lambda** с номиналами напряжения и тока 40 В и 20 А соответственно подходят для тяжёлых условий эксплуатации, включающих бортовые наземные и воздушные применения, а также соответствующие стандарту MIL-STD-461G. Фильтры отвечают высоким требованиям к подавлению как синфазных, так и дифференциальных помех, имеют стойкость к входным всплескам в соответствии с MIL-STD-1275D и два варианта исполнения корпуса.

Фильтры **FQB** имеют дополнительные функции, такие как изолированный сигнал On/Off стойкость к кратковременным броскам в соответствии с MIL-STD1275E/MIL-STD704F/RTCA/DO-160G, а также цепи защиты преобразователей от переполюсовки и превышения максимального порога по току.

Обе линейки подходят для интеграции совместно с преобразователями серии HQA/HQB. Корпус фильтров имеет форм-фактор Quarter-Brick, диапазон рабочих температур на подложке составляет –55...+115°С. ●



### Защищённая клавиатура с креплением VESA от PrintecDS (NSI)



VESA-крепление нужно, чтобы надёжно закрепить защищённую клавиатуру на месте использования. Это может быть стол или другая ровная поверхность либо специальный монтажный подвижный VESA-кронштейн. Такая возможность есть у клавиатуры **DS104W** немецкого производителя **PrintecDS (NSI)**. Она имеет USB-интерфейс, 104 длинноходовые русифицированные клавиши. Сила нажатия на клавишу составляет 0,65 Н, а ход – 3,25 мм. Это позволяет операторам набирать на DS104W неограниченные объёмы текста даже в неблагоприятных условиях (степень защиты IP65 по всему корпусу).

DS104W оснащена регулируемой зелёной подсветкой для работы в условиях недостаточной освещённости, минимальное значение температуры составляет –20°С. Клавиатура DS104W сочетает в себе наиболее востребованные в промышленности характеристики: морозостойкость, степень защиты IP65, подсветку для работы в условиях недостаточной освещённости и VESA-крепление 75 мм. ●



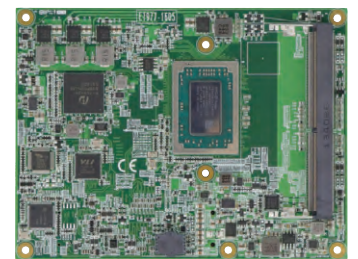
### Процессорный модуль ET977 от IBASE



Компания **IBASE Technology Inc.**, один из ведущих мировых производителей материнских плат и встраиваемых систем, выпустила в продажу серию процессорных модулей **ET977**.

Эти процессорные модули выполнены по стандарту COM Express 6, на плате установлены процессоры AMD Ryzen встраиваемых серий V1000 и R1000. Устройство предоставляет обширное множество возможностей подключения: 2 последовательных порта, 4 порта USB 3.1, 8 портов USB 2.0 и 2 порта SATA 6 Гбит/с, а также высокоскоростные линии PCIe 3.0. Все модули данной серии оснащены двумя слотами для оперативной памяти DDR4 SODIMM. Процессорные модули ET977 поддерживают операционные системы Windows и Linux Ubuntu.

Высокая производительность процессоров и широкий набор интерфейсов позволяют использовать данные модули в проектах различных направлений: в медицине, транспортной инфраструктуре, в промышленной автоматизации и в сфере розничной торговли, а также для создания устройств Интернета вещей. ●



### Блок мониторинга и контроля микроклимата Guardian nVent Schroff



Компания **nVent Schroff** представила блок мониторинга **Guardian** для контроля параметров и управления микроклиматом в шкафах с электронным и телекоммуникационным оборудованием.

Устройство выполнено в компактном алюминиевом корпусе, оснащено мощным двухъядерным процессором, цветным сенсорным ЖК-дисплеем, а также имеет полный набор внешних интерфейсов, как для подключения датчиков (температуры, влажности, протечки контроля доступа и других устройств с интерфейсом Modbus), так и для подключения к сети (Gigabit Ethernet), загрузки ПО и конфигурирования (USB). Кроме того, устройство может также управлять воздушно-водяными теплообменниками серий RackChiller, SHX, IRC от nVent Schroff используемыми для охлаждения мощного IT-оборудования в дата-центрах.

Благодаря наличию встроенного веб-сервера настройка и ввод оборудования в эксплуатацию выполняются быстро и просто, без дополнительного программирования. ●



### cExpress-AR – компьютер на модуле с 8-ядерным процессором AMD

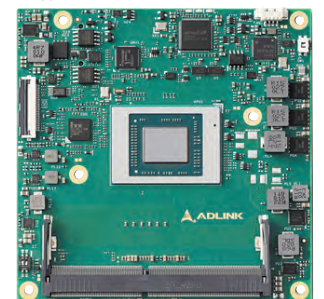


Компания **ADLINK** выпустила первый COM Express модуль тип 6, оснащённый новым процессором AMD Ryzen V2000 с графикой Radeon. **cExpress-AR** поддерживает 8- и 6-ядерные процессоры с TDP 10...54 Вт, память DDR4 с ECC, 2×SODIMM до 64 Гб, работу 4 дисплеев (DisplayPort, HDMI, DVI, LVDS). По запросу предлагается eDP либо VGA.

Модуль располагает высокоскоростными интерфейсами: 2,5 GbE, 6×PCIe x1 Gen3 (опция до 8) и 1×PCIe x8 Gen3 (на выводах PEG), 4 порта USB 3.2, поддерживает HEVC (H.265) со встроенным аппаратным ускорением. Он полностью совместим с COM Express Rev. 3, что позволяет обновлять существующие системы и повышать производительность без изменения нисущей платы.

cExpress-AR рекомендован для ресурсоёмких приложений:

- обработка ультразвуковых изображений;
  - высокоскоростное кодирование и потоковая передача видео 4K;
  - информационно-развлекательные системы;
  - граничные приложения с ИИ.
- Диапазон рабочих температур –45...+80°С. ●



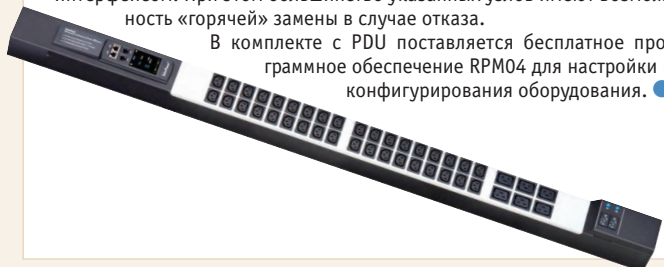
### Интеллектуальная система распределения питания в шкафах от компании nVent Schroff



Компания **nVent Schroff** представила новое семейство интеллектуальных систем распределения питания (PDU) серии **RP3000** для IT-оборудования в шкафу.

Модульная конструкция интеллектуальной системы распределения питания позволяет сочетать в одном PDU до 21 розетки различных типов (C13, C19, SHUKO и т.д.), а также использовать дополнительные опции, такие как одно- и трёхфазное исполнение, питание от двух независимых фидеров, встроенные электронные предохранители и расцепители нагрузки, индивидуальное включение и выключение отдельных розеток при помощи бистабильных реле, сменный блок учёта электроэнергии, шлюз IP SNMP для подключения до 32 PDU на один IP-адрес с беспроводным интерфейсом. При этом большинство указанных узлов имеют возможность «горячей» замены в случае отказа.

В комплекте с PDU поставляется бесплатное программное обеспечение RPM04 для настройки и конфигурирования оборудования. ●



### HybridNETBOX – многоканальный генератор и дигитайзер в одном корпусе



Компания **Spectrum Instrumentation** представила LXI-прибор **HybridNETBOX** – 6 моделей с 2, 4 или 8 парами каналов генерации и сбора, с частотой 40, 80 и 125 Мсэмпл/с.

Все каналы синхронизированы, генерируются сигналы с амплитудой до  $\pm 12$  В. Входные каналы от  $\pm 200$  мВ до  $\pm 10$  В, с программируемым смещением и сопротивлением (50 Ом и 1 МОм). Доступны несимметричный и дифференциальный режимы. Поддерживаются различные виды опроса и запуска, что гарантирует достоверность и надёжность. На передней панели есть разъёмы цифрового ввода/вывода.

В комплекте поставки ПО Spectrum – SBench 6 для отображения, обработки, хранения и создания отчётов, драйверы для Windows и Linux, примеры C++, LabVIEW, MATLAB, Visual Basic .NET, Python и др. Прибор предназначен для приложений автоматического тестирования с обратной связью, радаров, лидаров, ультразвуковых устройств, где требуется одновременно воспроизводить и улавливать эхо-сигналы. ●



### Промышленный источник питания TDK-Lambda 4080 Вт с трёхфазным входом



Компания **TDK-Lambda** обновила серию промышленных источников питания **TPS**. Доступны модели с выходной мощностью до 4080 Вт. При выходном напряжении номиналом 24 или 48 В блок может быть запитан от трёхфазной сети по схеме «звезда» или «треугольник». Это возможно благодаря широкому рабочему диапазону входного напряжения 350...528 В АС. С КПД до 92% TPS4000 работает при температурах окружающей среды  $-40...+70^{\circ}\text{C}$  с линейным снижением мощности до 55% при  $+70^{\circ}\text{C}$ .

Скорость вращения вентилятора источника питания изменяется в зависимости от температуры, что существенно снижает акустический шум. Блок питания имеет вес 4 кг и габариты 107×84,4×335 мм, что позволяет устанавливать его в корпусах и стойках высотой от 2U. Благодаря универсальности и высокой удельной мощности серия TPS4000 может использоваться в таких сферах, как связь, полупроводниковое производство, измерительные комплексы и другие ответственные применения. ●



### Камера Vivotek FD9392-EHTV-0 со встроенной аналитикой



Интеллектуальная сетевая камера **AIoT Vivotek FD9392-EHTV-0** использует чип Qualcomm и работает под управлением S&ST OS, которая представляет собой операционную систему, основанную на Android Open Source Project. Она может выполнять анализ видеоконтента и граничные вычисления для приложений, связанных с ИИ.

Пользователи могут загружать и устанавливать приложения на FD9392-EHTV-0 через магазин приложений S&ST и дополнять его различными приложениями интеллектуального анализа видеоконтента, такими как распознавание лиц, автомобильных номеров и т.д. Пользователи могут устанавливать несколько универсальных, интеллектуальных и эффективных приложений на FD9392-EHTV-0 одновременно и управлять ими.

FD9392-EHTV-0 оснащена Quad-Core SoC на основе платформы Qualcomm Vision Intelligence, технологиями искусственного интеллекта и механизмом нейронной обработки графического процессора Adreno 615, Spectra ISP и Hexagon DSP. ●



### APM AdvantiX ВН-ЭЛ1С на базе ЦПУ «Эльбрус»



Автоматизированное рабочее место начального уровня **AdvantiX ВН-ЭЛ1С** создано на базе экономичного одноядерного процессора общего назначения «Эльбрус-1С+» (1891ВМ11Я) с тактовой частотой до 1000 МГц и интегрированным ускорителем с поддержкой 3D-графики.

Система обеспечивает вывод изображения высокой чёткости на два монитора с разрешением Full HD 1920×1080 точек или на один монитор с разрешением Quad HD 2560×1440 точек. В компьютер по умолчанию устанавливаются 8 ГБ оперативной памяти DDR3-1600 ECC (с возможностью расширения до 16 ГБ) и жёсткий диск HDD объёмом 1 ТБ. Набор интерфейсов включает сетевой порт Ethernet, 2×USB 2.0 на передней панели, 4×USB 2.0 на задней панели. При необходимости компьютер может быть укомплектован монитором, клавиатурой и мышью.

Это решение хорошо подойдёт для использования в качестве доверенного рабочего места оператора, поскольку сочетает в себе оптимальную стоимость и широкие возможности расширения. ●



### Тонкий безвентиляторный компьютер с процессором Intel Core 8-го поколения



Компания **IBASE Technology Inc.** объявила о выпуске тонкого безвентиляторного ПК **ASB200-919** на базе 3,5" диска SBC IB919. Система предназначена для промышленных и коммерческих приложений, включая автоматизацию производства, оборудование производственных линий, кассовые аппараты и др.

ASB200-919 оснащён процессорами Intel Core i7/i5/i3/Pentium/Celeron 8-го поколения и двумя слотами DDR4 SODIMM 8 ГБ с возможностью расширения до 32 ГБ. Несмотря на компактный размер 180×150×66 мм, система имеет необходимые порты ввода-вывода: USB 3.1, DisplayPort, COM, LAN, разъёмы расширения M.2 (E-Key и M-Key) для интеграции периферийных устройств.

ASB200-919 с широким диапазоном входной мощности от 12 до 24 В создан для надёжной работы 24/7 и устойчив к вибрации. Преимущества: простая замена SSD, дополнительный адаптер питания 90 Вт и комплект антенны Wi-Fi. Поддерживаемые ОС: Win10 IoT Enterprise, WES8 и Linux Ubuntu. ●



## PikeOS сертифицирована для бортовых железнодорожных систем



Компания SYSGO, производитель операционной системы реального времени с гипервизором **PikeOS**, получила сертификат соответствия европейскому железнодорожному стандарту EN 50657 "Railways Applications – Rolling stock applications – Software on Board Rolling Stock". ОСРБ/гипервизор PikeOS сертифицирована на уровень целостности безопасности SIL 2 для процессорных архитектур ARM7, ARM8 и X86-64.

Стандарт EN 50657 со временем заменит стандарт EN 50128 при сертификации ПО бортовых систем управления подвижным составом, а стандарт EN 50128 "Communication, signalling and processing systems. Software for railway control and protection systems" будет применяться только для систем сигнализации, централизации и блокировки. ОСРБ/гипервизор PikeOS сертифицирована по EN 50128 на уровень целостности безопасности SIL 4, а также по международному стандарту информационной безопасности ИСО/МЭК 15408 на уровень доверия EAL3+. ●



## Компактный модульный IoT-шлюз от Advantech



Компания **Advantech** выпустила компактный модульный IoT-шлюз **UNO-2372G-J1**. Устройство оснащено четырёхъядерным процессором Intel Celeron с 4 Гб оперативной памяти, двумя графическими портами (HDMI и DisplayPort), двумя высокоскоростными LAN-портами Gigabit Ethernet, USB 3.0 и последовательными портами RS-232/422/485.

Чтобы обеспечить гибкость конфигурации и возможность применения в различных отраслях промышленности, UNO-2372G-J1 имеет оптимизированный ввод/вывод, а также может быть оснащён вторым стеклом расширения, поддерживающим технологию Advantech iDoor, в котором можно разместить различные модули расширения, в том числе беспроводные модули Wi-Fi, Bluetooth, GSM. Кроме того, прочная безвентиляторная архитектура UNO-2372G-J1 обеспечивает входное напряжение 10...36 В постоянного тока и поддерживает широкий диапазон рабочих температур –20...+60°C, что позволяет выдерживать работу в суровых условиях эксплуатации. ●



## Защищённый планшет AIM-68 от Advantech



Новинка **AIM-68** на базе процессора Qualcomm SD660 имеет дисплей 10,1" с разрешением 1200×1920 пикселей, с проекционным ёмкостным сенсорным экраном с покрытием Gorilla Glass 3.

Конфигурация системы включает порты ввода/вывода: 1×USB 3.1, аудио, слот для SIM-карты, 1×micro HDMI, 1×micro SD, WLAN/Bluetooth. Устройство оснащено 5-мегапиксельной фронтальной камерой и 8-мегапиксельной тыльной камерой, считывателем NFC, считывателем смарт-карт и сканером штрих-кодов.

Защищённый планшет AIM-68 способен работать в диапазоне температур –10...+50°C, соответствует стандарту MIL-STD-810G по устойчивости к ударам и вибрации и имеет степень защиты IP65 от пыли и влаги по всему корпусу. Устройство питается от сети постоянного тока 19 В. Автономная работа в течение 8 часов обеспечивается за счёт двух литиевых батарей: одной внутренней и одной внешней с функцией «горячей» замены. Модель работает под управлением операционной системы Android 10. ●



## В портфолио Intel Select Solutions войдут серверы Advantech SKY-8101D



Intel Select Solution в рамках ускоренного развития технологий виртуализации NFVI для сетей нового поколения предлагает протестированные готовые решения для ЦОД. Такое решение – компактный сервер **Advantech SKY-8101D** с масштабируемыми процессорами Intel Xeon 2-го поколения и четырьмя сетевыми адаптерами серии Intel Ethernet 800, обеспечивающими передачу данных на скорости до 100 Гбит/с.

SKY-8101D разработан для отказоустойчивых сетей, обладает повышенной функциональной надёжностью, с поддержкой интеллектуального интерфейса управления серверными платформами IPMI 2.0, созданием резервных образов микропрограммного обеспечения с отказоустойчивыми обновлениями, резервированием питания, «горячей» заменой компонентов.

Комплексное решение может быть развёрнуто как виртуальный широкополосный сетевой шлюз vBNG для коммерческого использования, с оптимизацией рабочей нагрузки в сетях стандарта 5G. ●



## Терминал DLT-V7210 от Advantech



Защищённый терминал **DLT-V7210** на базе процессора Intel Atom E3845 имеет дисплей 10,1" с разрешением 1200×800 пикселей, с проекционным ёмкостным сенсорным экраном с функцией дефростации.

Модель оснащена полноразмерной 55-клавишной клавиатурой (с подсветкой) и 12 дополнительными боковыми функциональными клавишами. Конфигурация системы включает порты ввода/вывода: 2×RS-232, 4×USB 2.0, 1×USB 3.0, 1×GbE, аудио, WLAN/WWAN/Bluetooth 5.0.

Новинка способна работать в диапазоне температур –30...+50°C. DLT-V7210 имеет степень защиты IP65 от пыли и влаги по всему корпусу, степень защиты корпуса IK08 от внешних механических воздействий (ударов) в соответствии со стандартом EN 62262 и соответствует стандарту MIL-STD 810F. Устройство работает от сети постоянного тока с напряжением 12/24/48 В, есть функция автоматического включения компьютера при активации зажигания автомобиля. Имеется опция установки аккумулятора с автономной работой до 20 минут. ●



## Компания Advantech выпустила IoT-устройство UNO-137



**UNO-137** – надёжное промышленное решение, подходящее для промышленной автоматизации и предназначенное для работы в качестве периферийного контроллера. В компактном и прочном корпусе с возможностью крепления на DIN-рейку разместились четырёхъядерный процессор Intel Atom 9-го поколения, по 8 изолированных портов дискретного ввода и вывода, 2 COM-порта, LAN, USB и графические порты для поддержки HDMI/DVI. Есть поддержка M.2 интерфейса, беспроводных модулей Wi-Fi, 4G и 5G.

Благодаря широкому диапазону рабочих температур (–40...+70°C) и входного напряжения (10...36 В), безвентиляторному дизайну алюминиевого корпуса и отсутствию внутренних кабелей UNO-137 подходит для применения в тяжёлых условиях эксплуатации. Базовый блок устройства имеет два слота расширения – 1×mPCIe и 1×M.2 – для интеграции различных модулей, что увеличивает функциональные возможности системы и обеспечивает поддержку широкого спектра приложений. ●



Наш журнал продолжает рубрику «Будни системной интеграции». Её появление не случайно и связано с растущим числом интересных системных решений в области АСУ ТП, с одной стороны, а с другой – с участвовавшими запросами в адрес редакции от различных предприятий с просьбами порекомендовать исполнителей системных проектов.

Цель рубрики – предоставить возможность организациям и специалистам рассказать о внедрённых системах управления, обменяться опытом системной интеграции средств автоматизации производства, контроля и

управления. Публикация в этой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков.

Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

## Отечественные контроллеры Fastwel I/O работают на газозаправочных станциях

В конце октября в Москве «Газпром» открыл ещё две станции, осуществляющие заправку автотранспорта экологичным топливом – природным газом. Для автоматизации работы новых объектов используется ПТК на базе российского ПЛК **Fastwel I/O**. «Газпром» последовательно развивает сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). В московском регионе их уже 7. Новые объекты – АГНКС № 2 на пересечении улиц Зенитчиков и Дубравной и АГНКС № 5 на ул. Подольских Курсантов – вошли в сеть экологичных автозаправок, которыми активно пользуются предприятия столичного жилищно-коммунального хозяйства, например, ГУП «Мосгортранс» (пассажирские перевозки), ГУП «Экотехпром» (вывоз бытовых отходов) и другие.

Специалисты компании «Фаствел» подтверждают, что типовое решение для автоматизации



АГНКС на основе ПЛК Fastwel I/O было разработано ещё в 2015 году и успешно применяется при создании новых объектов газозаправочной инфраструктуры.

Контроллеры Fastwel I/O надёжно функционируют при температуре  $-40...+85^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха до 95% при  $+50^{\circ}\text{C}$  без конденсации влаги. Они устойчивы к вибрации в диапазоне частот 10–500 Гц с ускорением до 5g и способны выдерживать удары: одиночные с пиковым ускорением до 100g и



многократные с пиковым ускорением до 50g. В ближайшее время году в Москве планируется открытие ещё двух новых АГНКС, оснащённых по последнему слову техники. В масштабах страны сеть АГНКС «Газпрома» динамично развивается уже в 62 регионах от Калининграда до Камчатки. ●

## Дозирование с точностью до микролитра от WAGO

Соответствие высоким стандартам авиационного транспорта делает самолёты самым безопасным видом транспорта. Качество топлива является ключевым фактором безопасности. С НПЗ авиационное топливо поступает в виде продуктов высокой степени очистки, однако загрязнения

могут проникать в топливо во время транспортировки до топливных баков самолёта. Наибольшую опасность представляет вода. Когда температура падает, молекулы воды высвобождаются из углеводородов и образуют лёд.

В 2018 году компания FAUDI Aviation GmbH из Германии взялась оптимизировать процесс добавления новой топливной присадки, которая должна была решить проблему с содержанием

воды. Сложность заключалась в том, что присадку можно добавить в узком промежутке времени обслуживания. Автоматизированная система должна быть компактной и гибкой в настройке. Само дозирование тоже представляло проблему: требовалась система дозирования, которая была бы точной на уровне микролитра и включала контроллер и рабочий интерфейс.

Контроллер **PFC200 WAGO-I/O-SYSTEM** полностью соответствует профилю требований и способен работать во взрывоопасной зоне 2. Чтобы удовлетворить особые климатические требования в аэропортах от Анкориджа до Абу-Даби, FAUDI выбрала версию контроллера XTR. Серия XTR обеспечивает диапазон рабочих температур  $-40...+70^{\circ}\text{C}$ . Благодаря наличию сертификатов ATEX на серию XTR система от FAUDI используется во всём мире. Контроллер программируется в среде CODESYS, что играет важную роль в доступе к данным из топливных систем более высокого уровня. ●



## Интеграция Revisor VMS со считывателем документов Regula

В 2020 году компанией **Revisor Lab** были реализованы несколько интересных проектов по распознаванию лиц с использованием считывателей документов Regula. Одному из столичных банков требовалось решение для организации системы распознавания и идентификации лиц по паспорту в отделении банка.

Решение на базе цифровой системы видеонаблюдения **Revisor VMS** включает использование программного аналитического модуля распознавания лиц **Revisor FR** и разработку специализированного ПО для интеграции со считывателем документов Regula 7017.

В отделении банка был установлен программно-аппаратный комплекс, состоящий из нескольких IP-видеокамер высокого разрешения, сетевого оборудования, нескольких считывателей документов Regula 7017, сервера и ПО

Revisor VMS, включая модуль распознавания и аналитики лиц Revisor FR. ПО Revisor VMS позволяет в автоматическом режиме определять наличие в потоковом видео с видеокамер человеческого лица, обрезать видеокادر с лицом до размеров этого лица, строить по полученной фотографии математическую модель. Программный аналитический модуль Revisor FR в реальном времени проводит сравнение математических моделей появляющихся в кадре лиц с математическими моделями лиц, хранящимися в базе данных системы видеонаблюдения.

Совместное использование системы распознавания лиц Revisor FR и считывателя документов Regula позволяет выполнять двухфакторную идентификацию клиентов и предотвращать махинации с поддельными и чужими документами. ●





## Сетевые решения ORing как основа безопасности и производительности золотодобывающих шахт

Золотодобывающий рудник Zijinshan является одним из самых важных в Китае. С 1980 года он вносит существенный вклад в золотовалютные резервы страны. Понимая значимость объекта, правительство Китая выпустило предписание по повышению уровня безопасности критически важного объекта, включая несколько дополнительных систем безопасности, таких как системы мониторинга, позиционирования, водоснабжения, контроля сжатого воздуха, связи и аварийная система.

Рудник Zijinshan является обширным по площади объектом и состоит из 6 уровней, расположенных на высотах от 50 до 330 м, где производится добыча. Для реализации всех необходимых систем на каждой секции были сформированы мультисервисные оптоволоконные подсети. За основу сетевой инфраструктуры взяты решения компании **ORing** – промышленные Ethernet-коммутаторы серий **RGS** и **IGS**, которые стали основой новой высокоскоростной сети. На каждом уровне созданы резервированные соединения на базе коммутаторов



**IGS-3044GC** и высокоскоростного протокола 0-ring (время восстановления <30 мс). Основу ядра сети составили гигабитные коммутаторы **RGS-7244GP**, подклю-

чённые по топологии резервированного магистрального кольца и функционирующие на скорости 1 Гбит/с.

В качестве системы управления сетью заказчик применил ПО **ORing Open-Vision**, которое обеспечивает полный контроль сетевого оборудования. В итоге на базе решений ORing была создана единая сеть, которая полностью соответствует требованиям заказчика. ●

## СТГТ и «Прософт-Системы» реализовали САУ турбины SGT5-2000E

Предприятие «Сименс Технологии Газовых Турбин» (СТГТ) и компания «Прософт-Системы» совместно разработали и локализовали систему автоматического управления (САУ) газотурбинной установки (ГТУ) SGT5-РАС 2000Е на базе газовой турбины большой мощности SGT5-

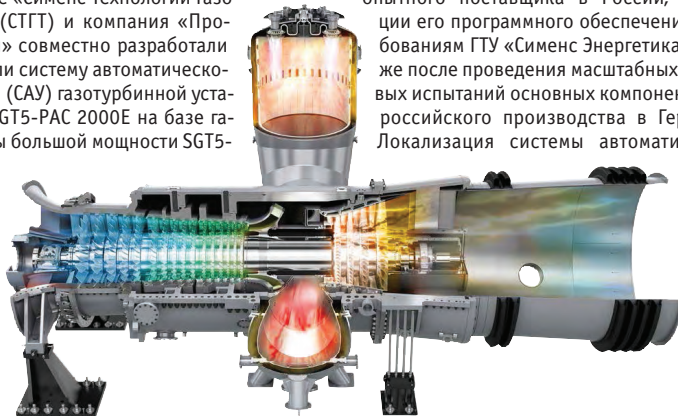
2000Е. Теперь СТГТ будет предлагать заказчикам ГТУ с российской САУ.

Это стало возможным в результате длительной работы по выбору профессионального и опытного поставщика в России, адаптации его программного обеспечения к требованиям ГТУ «Сименс Энергетика», а также после проведения масштабных стендовых испытаний основных компонентов САУ российского производства в Германии. Локализация системы автоматического

управления является одним из ключевых требований постановления Правительства РФ от 17.07.2015 № 719 «О подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации» для участия компаний в реализации проектов КОММОД (ДПМ-2). ПЛК **Regul**, на котором построена САУ, как и сама турбина SGT5-2000Е, соответствует требованиям постановления Правительства РФ № 719.

Также стоит отметить, что опыт локализации САУ ГТУ для компании «Прософт-Системы» не первый. Ранее она совместно с АО «РЭП Холдинг» проводила работы по локализации САУ ГТУ General Electric MS5002E.

В результате турбины, производство которых уже было локализовано в России, смогли работать под управлением отечественной САУ «КАСКАД», полностью соответствующей всем требованиям General Electric, что подтверждается испытаниями по четырёхэтапной методике GE. ●

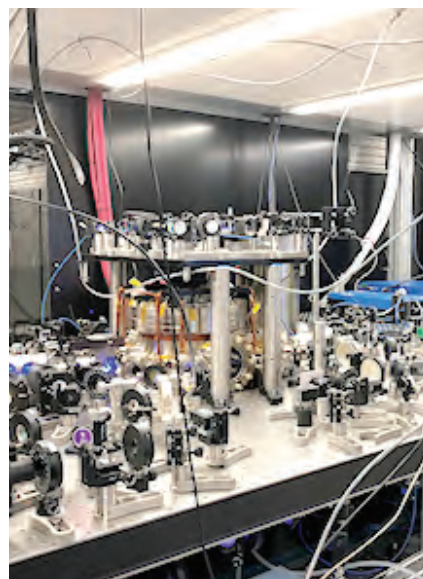


## Непревзойдённая точность в новаторских исследованиях второй квантовой революции

Решение, использующее генератор сигналов произвольной формы (AWG) **Spectrum Instrumentation M4i.6622-x8** для исследования квантового поведения электронов в решётке ионов, разработано в Университете Сан-Диего, Калифорния.

Идея состоит в том, чтобы построить модель с наблюдаемыми компонентами атомов, движущихся в оптической решётке. Цель – охладить атомы почти до абсолютного нуля, а затем переместить их в треугольную решётчатую структуру с помощью сверхточных импульсов лазерного излучения, практически не создающих шум в управляющем сигнале лазерного луча.

Первый шаг – охладить несколько миллионов атомов стронция в вакуумной камере. Следующий шаг – переместить ультрахолодные атомы на плоский лист с помощью лазерных импуль-



сов. Затем три лазера по очереди запускают атомы, чтобы сформировать синхронизированные треугольники.

Эти «танцующие» атомы моделируют квантовое поведение электронов в треугольной решётке ионов.

«Танец» атомов в решётке обеспечивается множеством триплетов частот лазерного излучения, управляемых AWG Spectrum M4i.6622-x8 с помощью его многоканальных выходов. Решение легко запрограммировать с помощью ПО Spectrum.

Приложения данного фундаментального исследования Blue-Sky, являющегося частью второй квантовой революции, включают изучение квантовых эффектов в образцах материалов для производства квантовых компьютеров и молекулярных структур для квантовой химии, которые могут быть использованы также для создания новых лекарств. ●





## REVIEW/Technology

### 6 Open Source Vein Recognition Platform. Part 1

By *Dmitriy Shvetsov*

An affordable toolkit for vein vascular bed pattern recognition is one of the main requirements in industrial applications and research. Currently, the most complete toolkit for limb vein recognition is available in the PLUSOpenVein Toolkit software package.

## REVIEW/Industrial Networks

### 10 How to Choose the Right Antenna for Industrial Wi-Fi Applications

By *Sergey Vorobyev*

The article provides an overview of the main types of industrial Wi-Fi antennas. It also discusses cases of using wireless technology to control the loading of sand and gravel, to track the process of filling fuel tanks, and to create a complex coverage area of a production workshop.

## REVIEW/Hardware

### 16 Versatile Protected Notebooks: Durabook Z141 and Panasonic CF-31

By *Dmitriy Kabachnik*

The article provides a detailed overview of two protected notebooks from two world leading companies – Durabook and Panasonic. Both computers are positioned by their manufacturers as protected mobile computing systems for a wide range of field tasks, including critical applications. The article focuses on the results of operational tests of both notebooks.

### 24 For All Occasions: Industrial Input Devices for Extreme Conditions. Part 2

By *Yurii Shirokov*

Computer equipment is increasingly used in human activities where unprotected devices are inadmissible; there is therefore a growing demand for devices specially designed to operate in harsh environments. The requirements imposed on such devices are also getting tougher. Continuing the article on protected input devices, we will illustrate this with several models of keyboards, mice, trackballs, and joysticks for industrial use.

## DEVELOPMENT/Monitoring and Measuring Systems

### 30 Sensorik 4.0 Solutions Change the Approach to Automation

By *Yurii Shirokov*

The practical implementation of the Industry 4.0 concept requires testing many engineering and process solutions. Pepperl+Fuchs is developing the business line known as Sensorik 4.0. This initiative to create smart automation solutions is already paying off. The article describes two of the company's new projects.

### 36 SCAIME: a Weighing Expert

By *Yurii Shirokov*

Sensors for measuring various physical parameters are the basis of industrial automation systems; their precision and accuracy determine the quality of the entire system. Sensors of force, weight, momentum, deformation, displacement and acceleration from SCAIME are used in virtually all sectors. The article provides a brief overview of the company's products and their areas of application.

## DEVELOPMENT/Railway Transport

### 42 Railway Rolling Stock Modernization in Partnership with Schroff

By *Victor Garsia*

The article discusses special solutions from nVent SCHROFF for compact installation of electronic equipment on railway rolling stock as part of large-scale modernization and digitalization of railway infrastructure using 5G wireless communication technology and the Industrial Internet of Things – IIoT. The article emphasizes the leading role of modular structures with a high level of electromagnetic fields shielding in ensuring the electromagnetic compatibility of equipment.

## HARDWARE/Industrial Controllers

### 48 Regul R500S Programmable Logic Controllers for Building EAP Systems

By *Nikita Yakubov*

In some industries, it is extremely important to provide reliable protection of people, process equipment and the environment in case of an emergency at the controlled facility, the development of which may lead to an accident. In these areas, the standard means of the distributed control system are not enough for the automation of production processes. In addition to this, an independent system must be built for emergency automatic protection – EAP. Russian and international standards impose very high requirements on EAP systems and on the controllers based on which they are built. The article describes the line of Regul R500S controllers produced by a domestic company – Prosoft-Systems, who hold a SIL 3 certificate for building EAP systems.

### 56 Industrial Controller: from Elementary “Building Blocks” to the “Brain” of Automation Systems

By *Yulia Garsia*

Progress in microelectronics has influenced the development of programmable logic controllers, transforming them from highly specialized automation tools into multifunctional devices adapted for the Industrial Internet of Things. An example of such multifunctional devices is Advantech PAC solutions.

## HARDWARE/Flash Memory

### 62 InnoAGE SSD: Innodisk's Innovative Approach to the Internet of Things

By *Anna Klekot*

Billions of new devices are connected to the Internet of Things every year, which means that device protection is now more important than ever. InnoAGE SSD with Azure Sphere support helps ensure your data and infrastructure security, as well as privacy and physical safety. This integrated solution for IoT devices is based on years of experience in hardware, software, and cloud technology from Innodisk and Microsoft.

## ENGINEER'S NOTEBOOK

### 66 Measurement of Effective Voltage and Current Values

By *Yurii Shirokov*

In some cases, measuring effective voltage and current values, especially with high accuracy, can be a nontrivial task. The article provides theoretical information that explains the subtleties of such measurements, and describes industrial measurement modules from Dataforth.

### 72 Temperature Measurement Using a Thermocouple

By *Yurii Shirokov*

The article discusses the basic operating principles of a thermocouple, its advantages, drawbacks and limitations. Using Dataforth devices as an example, the article shows how to accurately take temperature measurements using a thermocouple.

### 80 Temperature Stabilization System Using the Regul R200 PLC

By *Vladimir Kraskin and Dmitriy Bakaev*

The article describes a temperature stabilization system using the Regul R200 PLC and demonstrates the simplicity of setting up the control software.

## EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

### 84 New Reality with ICONICS: Connect 2020 Virtual Event

By *Olga Kiseleva*

### 87 Fastwel Solutions Day: Summary

## SHOWROOM

88

## SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

94

## NEWS

9, 46, 54, 55, 70, 83

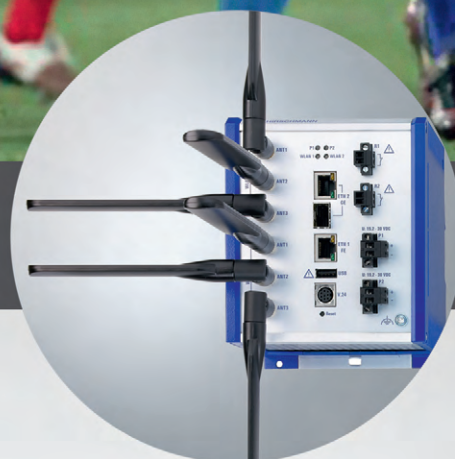


Radio

Clear Space®  
**WLAN**

**WLAN проходит без помех**

**Clear Space® — запатентованная технология получения чистого сигнала в шумных средах**



Серия Hirschmann OpenBAT

**Беспроводное оборудование стандарта IEEE 802.11n (Wi-Fi)**

- 1 или 2 радиомодуля IEEE 802.11a/b/g/h/n
- Скорость передачи до 450 Мбит/с
- Технологии MIMO 3x3, MESH, WDS
- -40...+75°C, конформное покрытие
- Внутреннее и внешнее исполнение IP40/IP67

Вся необходимая инфраструктура:

**BAT-C** – простой и компактный клиент сети

Антенны, кабели, грозозащита

**BAT-Controller** – аппаратный централизованный контроллер точек доступа

**BAT-Planner** – ПО для расчёта зон покрытия и скоростей передачи на плане объекта



# ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ REGUL R500

ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВЫХ  
СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ



СДЕЛАНЫ В РОССИИ



ОДОБРЕНЫ РМРС

для автоматизации судовых систем и механизмов на морских судах, плавучих сооружениях, морских стационарных платформах



«горячее» резервирование



«горячая» замена модулей



поддержка визуализации



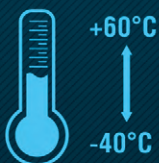
время цикла от 1 мс



веб-интерфейс



встроенные архивы



диапазон рабочих температур от  $-40$  до  $+60^{\circ}\text{C}$



высокоточные измерительные каналы



единое ПО Epsilon LD с поддержкой 5 языков стандарта IEC 61131-3



МОСКВА • (495) 234-0636 • info@prosoft.ru  
Санкт-Петербург • (812) 448-0444 • info@spb.regionprof.ru  
Казань • (843) 203-6020 • kazan@regionprof.ru

