

4DIAC ТАМ ПРАВИТ БАЛ:
от классических АСУ ТП – к распределённым
системам управления нового поколения

ПРЕДУПРЕЖДЁН – ЗНАЧИТ ВООРУЖЁН:
математический анализ и цифровая диагностика,
которые предотвращают аварии

КАЖДОМУ ЦОД – СВОЮ MASTERSCAD:
как экономить киловатты,
не выходя за рамки эффективности.

4'25

WWW.CTA.RU

Электронная
версия этого
журнала



**РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

PIEZUS

**ДАТЧИКИ
ДАВЛЕНИЯ И УРОВНЯ**

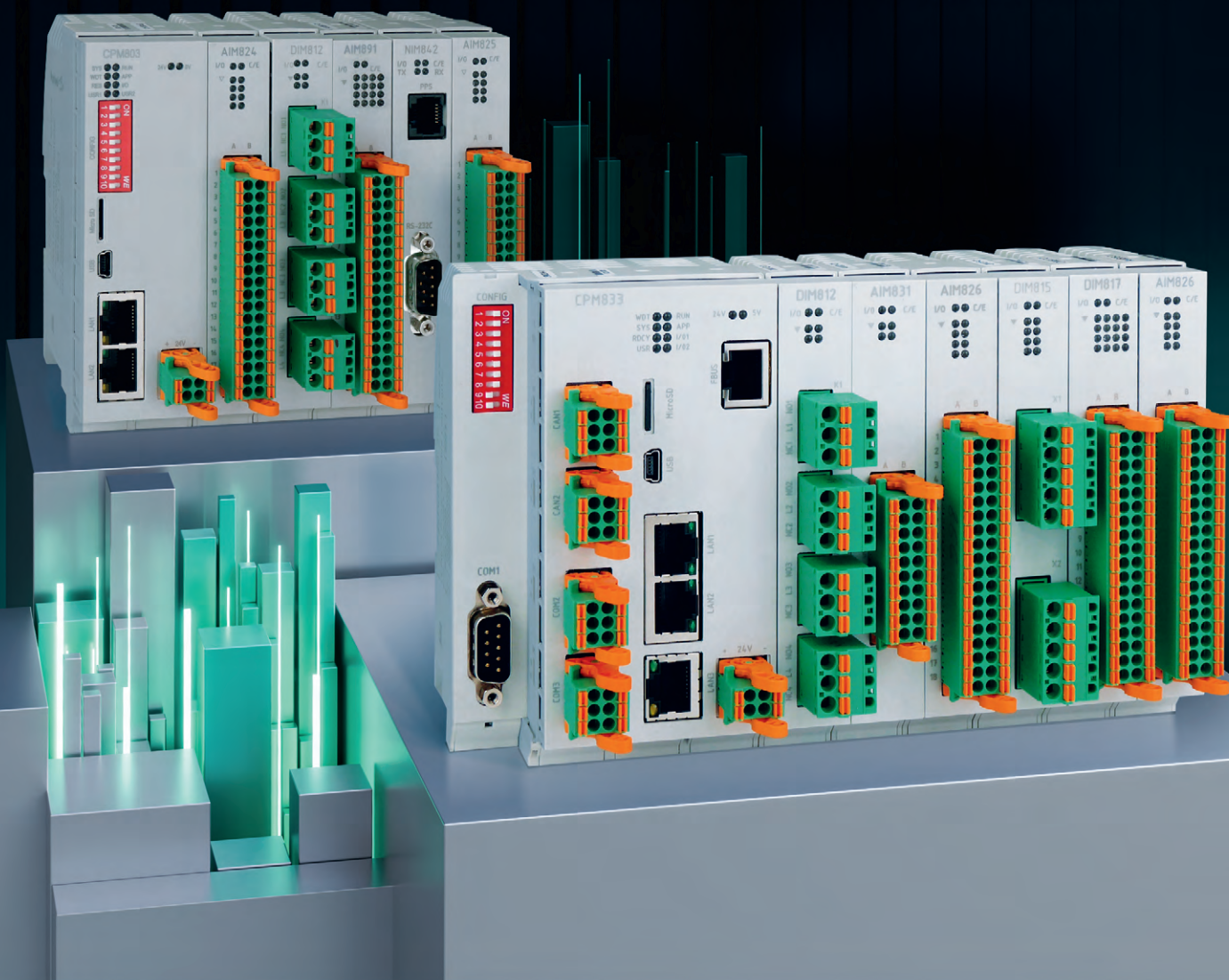
РАСХОДОМЕРЫ

**УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ
ДАТЧИКИ**



Fastwel F800

ПЛК для АСУ ТП
ПОВЫШЕННОЙ НАДЁЖНОСТИ



МОЩНЫЙ
НАДЁЖНЫЙ
НАШ

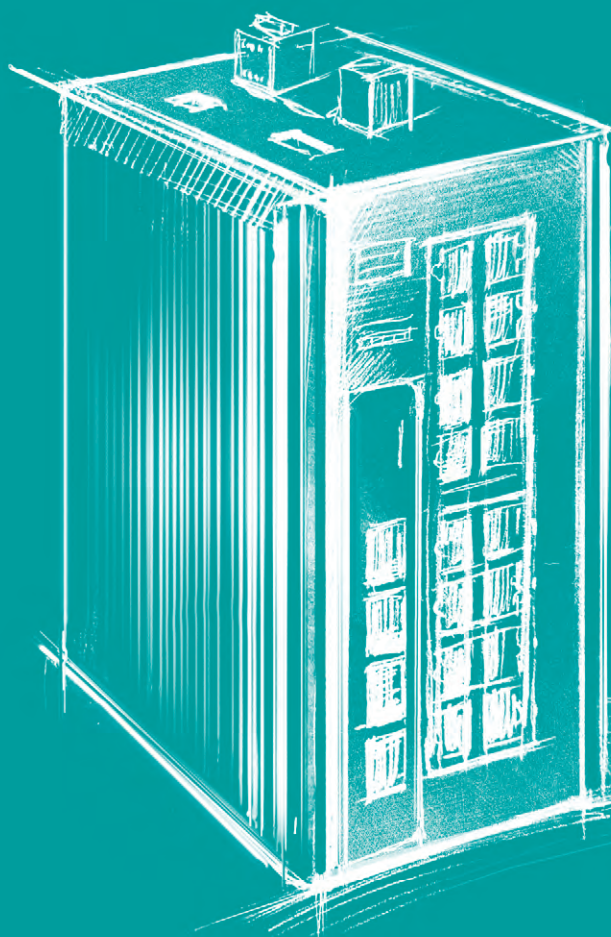
До 8000 каналов ввода-вывода
Время цикла программы от 1 мс

«Горячая» замена модулей ввода-вывода
Поддержка функции резервирования

Разработан
и производится в России



Сетевое оборудование Fastwel NM800



10 GbE

Полностью гигабитная платформа



L2/L3

Широкий набор функционала



IP30/IP65

Различный конструктив
и степень защиты



-40...+70°C

Расширенный диапазон
рабочих температур



Возможна модификация изделий
под серийный проект заказчика



Промышленные коммутаторы Ethernet



ДЛЯ АСУ ТП

NM800

До 4 портов 1/10 Гбит/с SFP+
До 16 портов 10/100/1000Base-T
Поддержка PoE



ДЛЯ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ
СЕТЕЙ

NM801

4 порта 1/10 Гбит/с SFP+
40 портов 10/100/1000Base-T
Монтаж в стойку 19"



СПЕЦИАЛЬНОГО
НАЗНАЧЕНИЯ

NM802

6 портов 1000Base-BX
10 портов 1000Base-T
Степень защиты IP65





Специализированные конференции

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2026

Промышленная автоматизация

Цифровизация производства

Интернет вещей и большие данные

Искусственный интеллект

Информационная безопасность

Автоматизация зданий и инженерных систем

21-я специализированная конференция

11.02 ПТА – ЕКАТЕРИНБУРГ

7-я специализированная конференция

24.03 ПТА – КАЗАНЬ

17-я специализированная конференция

26–27.05 ПТА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

5-я специализированная конференция

22.09 ПТА – УФА

16-я специализированная конференция

27.10 ПТА – НОВОСИБИРСК

www.pta-expo.ru



Производственно-практический журнал
«Современные технологии автоматизации»

Главный редактор С.А. Сорокин

Зам. главного редактора Ю.В. Широков

Редактор И.Г. Гуров
Редакционная коллегия А.П. Гапоненко,
А.В. Головазов,
В.К. Жданкин,
А.В. Малыгин,
В.М. Половинкин,
Д.П. Швецов,
В.А. Яковлев

Дизайн и вёрстка А.Ю. Хортова
Распространение Ю.А. Фенчева
E-mail: shop@cta.ru
Служба рекламы Н.А. Антипов
E-mail: antipov.n.@cta.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

Почтовый адрес: 117437, Москва,
Профсоюзная ул., 108
Телефон: (495) 234-0635
Web-сайт: www.cta.ru
E-mail: shop@cta.ru

Выходит 4 раза в год
Журнал издаётся с 1996 года
№ 4'2025 (117)
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, 2025



Здравствуйте, уважаемые друзья!

Автоматизация и цифровизация промышленности продолжают уверенно задавать вектор технологического развития. В новом выпуске нашего журнала мы собрали для вас самые актуальные разработки и решения, отражающие передовые тенденции отрасли – от диагностики оборудования до построения современных архитектур АСУ ТП.

В этом номере вы познакомитесь с тестовой программой для проверки контроллеров – практическим инструментом, разработанным автором статьи специально для специалистов по ремонту и обслуживанию ПЛК. С её помощью можно оперативно выявлять неисправности и значительно ускорять процесс восстановления оборудования.

В материале об отечественной системе мониторинга энерго-климатических параметров ЦОД на базе MasterSCADA 4D представлено эффективное решение задачи энергопотребления дата-центров – одной из ключевых проблем современной ИТ-инфраструктуры.

Для тех, кто ищет универсальные средства регистрации технологических данных, предлагаем обзор видеографического многоканального регистратора ИНТЕГРАФ-1100 с распределённой архитектурой – простого, надёжного и многофункционального решения для сбора, анализа и визуализации параметров производственных процессов.

Продолжает тему измерений статья о роли нормализации и преобразования сигналов в современных системах управления, где подробно раскрывается значение этих процессов для повышения точности, безопасности и эффективности автоматизированных производств.

Поклонникам инновационных аппаратных решений будет интересен материал о безвентиляторном промышленном компьютере ER-8200 от AdvantiX – устройстве, в котором надёжность выведена в абсолют, а конструкция адаптирована к работе в самых жёстких условиях эксплуатации.

В статье «От мала до велика: широкий спектр российских ИБП для любых задач» рассказывается о продуктах компании «Сайбер Электро» – отечественного производителя источников бесперебойного питания, сумевшего за короткое время создать линейку устройств полного цикла, сопоставимых с лучшими мировыми аналогами.

Тем, кто занимается эксплуатацией и диагностикой оборудования, будет полезен материал о применении численных и математических методов при диагностике динамических систем – наглядный пример внедрения технологий параметрической диагностики в промышленную практику.

Познакомьтесь вы и с продолжением статьи о развитии архитектуры АСУ ТП на платформе 4DIAC и Ethernet APL. В нём представлены практические наработки компании ИНСОЛ, формирующие новое поколение распределённых систем управления, построенных в полном соответствии со стандартом IEC 61499.

Читайте наш журнал в электронном виде на портале www.cta.ru, подписывайтесь на наши социальные сети, делитесь ссылками на публикации и видеоматериалы.

Благодарим вас за внимание, доверие и неизменный интерес к отечественным инновациям!

Всего вам доброго и успешных проектов!

Сорокин

Скорость и надежность
современных
технологий

SATA

SUPER SPEED
USB

GIGABIT

PCI
EXPRESS



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



Возможна модификация
изделий под серийный
проект заказчика

Совместимые ОС



CPC524

3U CompactPCI Serial
ЦП Эльбрус-2C3
ОЗУ 16 Гб DDR4 с ECC
2×Gigabit Ethernet



CPC516

3U CompactPCI Serial
ЦП Baikal-T1
ОЗУ 4 Гб DDR3 с ECC
2×Gigabit Ethernet



CPC520

3U CompactPCI 2.30
ЦП AMD Ryzen Embedded
ОЗУ 8 Гб DDR4 с ECC
2×Gigabit Ethernet



CPC522

3U CompactPCI Serial
ЦП Intel Coffee Lake HR
ОЗУ до 16 Гб DDR4 с ECC
2×10/100/1000/2500BASE-T



CPC507

6U CompactPCI 2.0, 2.16
ЦП AMD Ryzen Embedded
ОЗУ 16 Гб DDR4 с ECC
1×Gigabit Ethernet



НОУ-ХАУ

6 Численный и математический анализ при диагностике динамического оборудования

Николай Лунцев

В последние десятилетия наблюдается значительное усложнение технологических процессов, на промышленных предприятиях применяется всё более эффективное оборудование, которое требует более внимательного подхода к его диагностике. Следствием этого стало появление отдельного класса промышленных информационных систем – систем параметрической диагностики. Помимо систем параметрической диагностики в последнее время стали появляться Системы Поддержки Принятия Решений, которые, помимо прочих функций, успешно решают задачи диагностики. Пример такой системы мы и рассмотрим в этой статье, ориентированной на технических руководителей и эксплуатирующий персонал промышленных предприятий.

16 Тестовая программа для проверки контроллеров

Олег Вальпа

Представлена тестовая программа, разработанная автором статьи, позволяющая проверять исправность программируемых логических контроллеров и помогающая при их ремонте.

ПРОЕКТЫ

18 Отечественная система мониторинга энерго-климатических параметров ЦОД на базе ПО MasterSCADA 4D

Ольга Киселёва (ПРОСОФТ),
Андрей Бусаров (Sitronics Group)

Согласно международной статистике, около 46% эксплуатационных затрат центров обработки данных (ЦОД) идёт на оплату электроэнергии [1]. Вопрос предоставления льготных тарифов на электроэнергию для ЦОД в РФ обсуждается с конца 2023 года [2], но по состоянию на сентябрь 2025 года ещё не решён. Производители дата-центров решают задачу оптимизации энергозатрат разными способами. Один из них описан в этой статье – программное решение мониторинга и контроля энергоучёта.

ОБЗОРЫ

22 ИНТЕГРАФ-1100 – видеографический многоканальный безбумажный регистратор технологических параметров с распределённой архитектурой

Алексей Костерин

В статье приведено простое и удобное многофункциональное решение для регистрации, обработки, визуализации и хранения данных технологических процессов.

28 От мала до велика: широкий спектр российских ИБП для любых задач

Василий Лисин

В современном мире, где цифровая инфраструктура развивается семимильными шагами, стабильность электропитания становится ключевым элементом безопасности данных и непрерывности бизнес-процессов. Однако в России долгое время рынок ИБП был зависим от зарубежных производителей. Поворотным моментом стало появление компании «Сайбер Электро» – российского бренда полного цикла, основанного в 2021 году и базирующегося в г. Одинцово (Московская область). С начала существования компания позиционирует себя в качестве поставщика надёжных, технологичных и конкурентоспособных ИБП российского производства.

32 Развиваем архитектуру АСУ ТП: от стандарта IEC 61499 к готовому решению на платформе 4DIAC и Ethernet APL

Максим Рафальсон (ИНСОЛ)

В нашей предыдущей статье мы рассмотрели стандарт IEC 61499 и его реализацию в решении 4DIAC аппаратной платформе с поддержкой Ethernet APL. В данной статье предлагаю рассмотреть более предметно технические и структурные решения, разрабатываемые компанией ИНСОЛ.

36 Безвентиляторный компьютер ER-8200 от AdvantiX: новое слово в промышленных вычислителях

Василий Лисин

В эпоху Industry 4.0, когда каждый простой технологического процесса измеряется миллионами рублей убытков, надёжность промышленных компьютеров становится критически важным фактором. Статистика отказов промышленного оборудования показывает следующую картину: до 40% отказов встраиваемых компьютеров связано с выходом из строя систем охлаждения. Пыль, влага, вибрации и экстремальные температуры превращают традиционные вентиляторы в слабое звено всей автоматизированной системы.

42 Роль нормализации и преобразования сигналов в современных системах измерения и управления

Андрей Краснов

Необходимость измерения и контроля работы машин и технологического оборудования возникла ещё в эпоху промышленной революции. С тех пор контрольно-измерительные приборы превратились в неотъемлемый элемент современных производственных процессов, став своего рода «нервами и мозгом» предприятий. Именно благодаря им осуществляется автоматизация, повышается безопасность и оптимизируется работа технологических линий.



Численный и математический анализ при диагностике динамического оборудования

Николай Лунцев

В последние десятилетия наблюдается значительное усложнение технологических процессов, на промышленных предприятиях применяется всё более эффективное оборудование, которое требует более внимательного подхода к его диагностике. Следствием этого стало появление отдельного класса промышленных информационных систем – систем параметрической диагностики. Помимо систем параметрической диагностики в последнее время стали появляться Системы Поддержки Принятия Решений, которые, помимо прочих функций, успешно решают задачи диагностики. Пример такой системы мы и рассмотрим в этой статье, ориентированной на технических руководителей и эксплуатирующий персонал промышленных предприятий.

Введение

Системы параметрической диагностики узко специализируются на анализе какой-либо группы параметров (вибродиагностика, термодиагностика, акустико-эмиссионная диагностика и т.д.), в силу чего спектр выявляемых ими неисправностей достаточно узок, при этом стоимость таких систем высокая.

В предыдущей статье «Проактивный риск-ориентированный подход в управлении технологическими процессами» излагались основные принципы работы современных Систем Поддержки Принятия Решений, в настоящей статье приводятся примеры использования численных и математических методов анализа, реализованных в программном комплексе Sdisol PAD для диагностики широкого спектра неисправностей динамического оборудования.

Постановка задачи

На одном из промышленных предприятий нашей команде поставили задачу реализовать непрерывную диагностику работы компрессорной установки, обеспечить раннее выявление аномалий в её работе для минимизации

количества аварийных остановов и простоя.

Дополнительным требованием заказчика было использование программных средств из Единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных (reestr.digital.gov.ru), поэтому для решения этой задачи мы использовали программный комплекс «Система Поддержки Принятия Решений с функциями предиктивного анализа Sdisol PAD» (далее по тексту – СИППР Sdisol PAD) собственной разработки.

Чтобы не компрометировать нашего заказчика, далее мы будем рассматривать не реальный объект, а абстрактную компрессорную установку, состоящую из паровой турбины и компрессора, однако методы анализа и выявленные неисправности будут описаны достоверно.

Заказчик сообщил нам о регулярных проблемах с турбиной компрессорной установки, обратив наше внимание на вибропараметры.

Для online-анализа нам были доступны контролируемые параметры, передаваемые в historian-систему с периодичностью 1 раз в секунду. Также заказчик предоставил нам исторические данные за последний год, которые мы

загрузили в СИППР Sdisol PAD для предварительного анализа и определения стратегий диагностики.

Данная компрессорная установка обладает развитой системой автоматизации и телемеханизации. Поэтому рассмотреть в одной статье возможные методы анализа для всех предусмотренных контролируемых параметров – практически невыполнимая задача. В этой статье остановимся на рассмотрении параметров вибродиагностики и термодиагностики.

Вал паровой турбины соединён муфтой с валом компрессора. Турбина имеет опорный подшипник со стороны муфты и упорно-опорный подшипник с противоположной стороны, причём упорная часть упорно-опорного подшипника паровой турбины является сегментной и состоит из восьми сегментов. Компрессор имеет опорный подшипник со стороны паровой турбины и упорно-опорный подшипник с противоположной стороны.

Предусмотрены датчики температуры масла после каждого подшипника. Помимо этого, сегментная упорная часть упорно-опорного подшипника турбины оснащена восемью датчиками температуры каждого из сегментов.

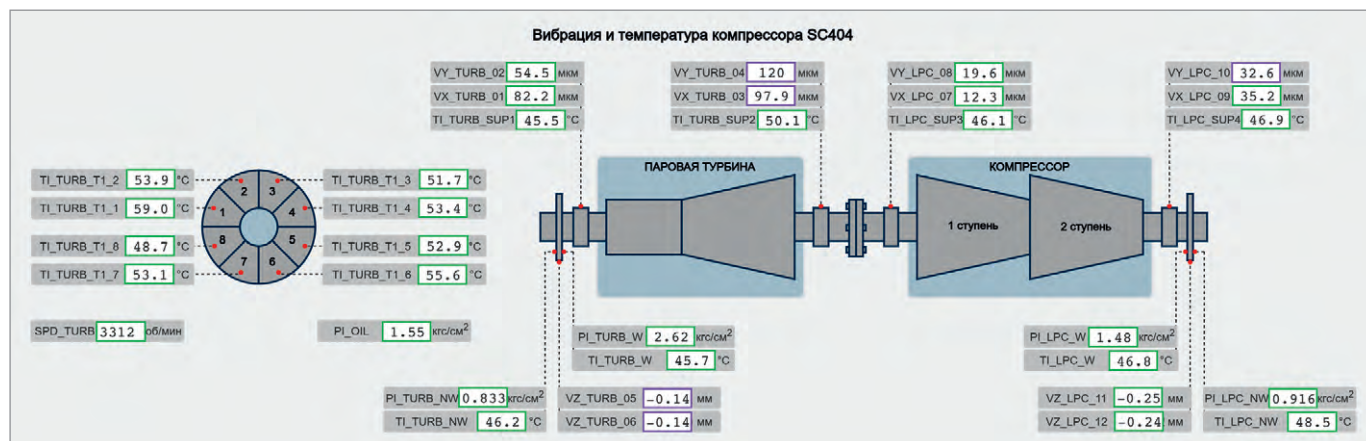


Рис. 1. Мнемосхема механической части компрессорной установки

На каждой опоре вала турбины и вала компрессора установлено по два датчика виброперемещения в двух взаимоперпендикулярных плоскостях.

В местах установки упорно-опорных подшипников установлено по два датчика осевого сдвига и по два датчика давления и температуры масла осевого сдвига с рабочей и нерабочей стороны.

Мнемосхема установки с вышеуказанными контролируемыми параметрами представлена на рис. 1.

Анализ вибропараметров

Вибропараметры являются наиболее значимыми при диагностике динамического оборудования, их аномальные значения в большинстве случаев указывают на уже имеющиеся дефекты отдельных узлов оборудования.

Предварительно изучив предоставленные эксплуатирующей организацией исторические данные, мы сразу обратили внимание на высокие значения виброперемещений вала турбины, особенно со стороны муфты (компрессора), где значения вибрации доходили до 180 мкм, при этом значения предусмотренных предупредительных и аварийных уставок составляли 150 и 200 мкм соответственно.

Несмотря на то что в настоящий момент ГОСТ 27165-97 на территории РФ утратил силу, отметим, что сама турбина – отечественного производства и была изготовлена и введена в эксплуатацию в составе компрессорной установки в период действия этого ГОСТ, в соответствии с которым работа со значениями виброперемещений вала турбины более 150 мкм при скорости вращения вала более 3000 об/мин (как у нашей турбины) более 30 суток не допускается.

Однако не будем забегать вперёд и последовательно расскажем о нашем опыте в диагностике этой установки.

В штатной АСУ ТП компрессорной установки для всех вибропараметров предусмотрены соответствующие уставки, при достижении которых выдаются либо предупредительные сообщения эксплуатирующему персоналу, либо выполняется аварийный останов установки. В таком подходе есть ряд недостатков.

- В большинстве случаев в нормальном режиме работы установки значения вибропараметров находятся значительно ниже предупредительных уставок, соответственно, с момента появления аномалии, при которой начинают расти значения вибрации или осевого сдвига, до реакции на это системы – срабатывания предупредительной сигнализации может пройти значительное время, в течение которого эксплуатирующий персонал не будет знать об уже появившихся предпосылках к аварии.
- В случае, когда предупредительная уставка уже достигнута одним из вибропараметров, но эксплуатирующий персонал предотвратил дальнейший рост значений этого параметра и квитировал соответствующее событие, повторное появление роста значений этого параметра не приведёт к срабатыванию предупредительной сигнализации, так как её значение уже достигнуто. Соответственно, при достижении аварийных значений произойдёт аварийный останов установки без каких-либо предупредительных сообщений.

Для решения обозначенных проблем необходимо анализировать не только статические значения контролируемых параметров, но и динамику их изменения.

В СПИР Sdisol PAD для анализа динамики изменения контролируемых параметров предусмотрены следующие функции:

- функция выявления тенденции на изменение параметра;
- функция расчёта мгновенной скорости изменения параметра;
- функция расчёта времени до достижения уставки параметром;
- функция расчёта размаха значений параметра.

Рассмотрим функцию выявления тенденции: она как раз и позволяет своевременно определять начало изменения значений параметра и формировать соответствующие события для информирования эксплуатирующего персонала.

Функция подсчитывает усреднённые значения абсолютных приращений значений заданного параметра. Конфигурирование функции для конкретного параметра сводится к подбору определённых коэффициентов:

- \bar{X} – интервал усреднения исторических значений в секундах;
- $\bar{X}(\Delta)$ – количество усредняемых приращений;
- Δ – пороговое значение усреднённых приращений;
- N – количество подряд следующих пороговых значений усреднённых приращений.

Для удобства подбора вышеуказанных коэффициентов в системе предусмотрена возможность непосредственного отображения на временных диаграммах результата работы этой функции на исторических данных.

Для этого на форме временных диаграмм выбирается участок времени, как с характерным ростом или снижением значений заданного параметра, так и с отсутствием значительных изменений этих значений, после чего подбираются такие коэффициенты, при которых момент выявления тенденции и её пропадания соответствуют желаемому.



Рис. 2. Временная диаграмма с отображением результата работы функции выявления тенденции

На рис. 2 представлена экранная форма, на которой подобраны коэффициенты выявления тенденции для параметра виброперемещения вала турбины со стороны муфты (компрессора) по оси Y (VY_TURB_04). Жирные участки временной диаграммы соответствуют интервалам времени, в которые должно быть активно событие «Выявлена тенденция на рост параметра VY_TURB_04». Соответственно в будущем при возникновении схожего либо более явно выраженного роста значений параметра будут сформированы соответствующие события.

С целью выявления относительно быстрого изменения виброперемещений и осевых сдвигов мы по предоставленным эксплуатирующей организацией историческим данным настроили конфигурации выявления тенденций для всех вибропараметров с глубиной анализа до нескольких часов.

Помимо этого, для каждой пары параметров виброперемещений (по осям X и Y) мы предусмотрели расчётные значения векторных сумм этих параметров, для которых, в свою очередь, настроили конфигурации выявления тенденций с глубиной анализа до суток. Такие конфигурации позволят выявлять медленный длительный монотонный рост вибрации, характерный при появлении признаков износа подшипников.

В СИПР Sdisol PAD при возникновении тенденций, помимо формирования соответствующих событий и их отображения в области уведомлений (рис. 3), предусмотрена также цветовая подсветка параметров, по которым выявлена тенденция на мнемосхемах, что видно на рис. 1 для параметров: VX_TURB_03, VY_TURB_04, VZ_TURB_05, VZ_TURB_06 и VZ_LPC_10, которые вы-

делены фиолетовой рамкой. После того как мы предусмотрели выявление рисков аварийных остановов по вибропараметрам (а появление тенденций изменения значений параметров в сторону уставок – это и есть риски аварийных остановов), нам потребовалось оценить эти риски. Для этого мы использовали функцию расчёта времени до достижения уставки значениями параметра и функцию расчёта мгновенной скорости изменения значений параметра.

Для работы обеих этих функций требуется настроить конфигурации аппроксимаций исторических значений необходимых параметров, так как, в отличие от выявления тенденции, расчёт мгновенных скоростей и времени до уставок выполняется по аппроксимирующим функциям, а не по «сырым» историческим данным.

В настоящий момент в системе предусмотрены следующие типы аппроксимирующих функций:

- линейная;
- квадратичная;
- кубическая;
- функция 4-го порядка;
- функция 5-го порядка.

Наиболее часто используются квадратичная и линейная аппроксимиру-

ющие функции, реже – кубическая, функции 4-го и 5-го порядков практически не используются.

Помимо типа функции, при настройке конфигураций аппроксимации необходимо указать глубину истории, по которой будет рассчитываться аппроксимирующая функция от текущего момента времени. Сама функция расчёта времени до уставки осуществляет решение уравнения, которое составляется из рассчитанной аппроксимирующей функции и значения соответствующей уставки. Минимальный вещественный корень этого уравнения и есть время до соответствующей уставки.

После настройки конфигураций аппроксимаций и функций расчёта времени до уставок в области уведомлений для параметров, по которым была выявлена тенденция, будут отображаться значения прогнозного времени до достижения соответствующих уставок (см. рис. 4). Эти прогнозные значения будут непрерывно обновляться до тех пор, пока значения соответствующих параметров будут приближаться к заданным уставкам.

Такие прогнозы позволяют оперативному персоналу наиболее точно оценивать критичность ситуации в стрессовой обстановке и не тратить время на «прикидывание» оставшегося времени до срабатывания сигнализаций или блокировок.

Ранее уже указывался ГОСТ-27165-97, который хоть и утратил силу в РФ, однако остаётся полезен, особенно когда речь касается паровых турбин, изготовленных на территории нашей страны в период его действия. В соответствии с этим ГОСТ:

- при скачкообразном изменении вибрации (одновременном изменении вибрации вала хотя бы у одной опоры по обоим направлениям на значение более 40 мкм от любого начального уровня) должны быть приняты оперативные меры по выявлению его причин;

Текущие события	Последние события	Текущие прогнозы		
Дата и время	Сообщение	Класс события	Источник	
15.07.2025, 09:15:01	VY_LPC_10. Выявлена тенденция на рост	Прогнозное	SC404	
15.07.2025, 09:15:01	VY_LPC_09. Выявлена тенденция на рост	Прогнозное	SC404	
15.07.2025, 07:45:04	VY_LPC_08. Выявлена тенденция на рост	Прогнозное	SC404	
14.07.2025, 15:04:57	Компрессорная установка SC404 в работе	Информационное	SC404	

Рис. 3. Область уведомлений с активными прогнозными событиями

Текущие события	Последние события	Текущие прогнозы		
Дата и время	Имя прогнозной переменной	Время до уставки	Источник	
15.07.2025, 09:23:37	VX_LPC_09-H	22:29:17	SC404	
15.07.2025, 09:23:37	VX_LPC_09-НН	1д. 00:10:18	SC404	
15.07.2025, 09:23:36	VY_LPC_10-H	1д. 19:28:57	SC404	
15.07.2025, 09:23:36	VY_LPC_10-НН	2д. 16:29:28	SC404	

Рис. 4. Прогнозные значения времени до уставок в области уведомлений

- при возрастании в сравнимых установившихся режимах вибрации вала у одной из опор по любому направлению более чем на 85 мкм за период до 3 суток или возрастании вибрации более чем на 100 мкм независимо от продолжительности возрастания должны быть приняты меры по выявлению его причин.

Исходя из указаний ГОСТ 27165-97, мы предусмотрели по две дополнительные конфигурации аппроксимации для всех векторных сумм виброперемещений, рассчитываемых по данным за последние 5 секунд и 3 суток. Для каждой из этих аппроксимирующих функций мы предусмотрели расчёт мгновенной скорости её изменения – скорости изменения соответствующего значения векторной суммы виброперемещений.

Мгновенная скорость изменения значений параметра рассчитывается как значение первой производной от аппроксимирующей функции, рассчитанной по значениям заданного параметра.

Далее, для значений скорости изменения виброперемещений, рассчитанных по аппроксимирующим функциям за 5 секунд, мы предусмотрели предупредительные уставки 55 мкм, а для значений скорости, рассчитанных по аппроксимирующим функциям за 3 суток, мы предусмотрели уставки 120 мкм. Значения уставок обусловлены тем, что мы считаем мгновенные скорости не самих параметров виброперемещений, а их векторных сумм. Таким образом, мы обеспечили информирование эксплуатирующего персонала о соответствующих рисках.

Помимо этого, для каждого подшипника мы предусмотрели метрику величины общего негативного воздействия на него, которая рассчитывается накопительным итогом.

Суть метрики заключается в подсчёте суммарного времени по каждому негативному событию (достижение предупредительных или аварийных уставок по вибрации или температуре масла после подшипника), связанному с заданным подшипником. Полученные значения умножаются на заданный коэффициент критичности события, после чего складываются между собой. Таким образом, по каждому подшипнику мы получаем интегрированную оценку негативного воздействия на него в ходе эксплуатации. Эта оценка непрерывно записывается в систему как

значение внутренней переменной, для которой впоследствии можно использовать любые предусмотренные функции анализа.

Учитывая, что предусмотреть какие-либо уставки для этой метрики, соответствующие значениям выхода из строя подшипника или появления у него явных дефектов, без наличия обширной статистической базы не представляется возможным (а в условиях параллельного импорта, когда происхождение отдельных узлов оборудования достоверно неизвестно, никакая статистическая база не может использоваться для оценки его состояния), мы предусмотрели две сравнительные оценки по этой метрике:

- мгновенная скорость изменения значения этой метрики для каждого подшипника, которая рассчитывается как значение первой производной от аппроксимирующей функции для заданной метрики в текущий момент времени;
- отклонение значения этой метрики для заданного подшипника от среднеарифметического значения, рассчитанного для аналогичных метрик всех подшипников данного типа.

В первом случае мы получаем динамическую оценку негативного воздействия на подшипник, высокое значение которой говорит о скором выходе из

строения соответствующего узла. Во втором случае нам становятся доступны сравнительные оценки суммарных негативных воздействий для каждого подшипника, по которым видно, какой именно узел испытал наибольшее негативное воздействие и, соответственно, с большей вероятностью по сравнению с другими выйдет из строя первым.

Вышеописанные методы позволяют выявлять и качественно оценивать риски отказа оборудования, анализируя изменение значений отдельных параметров и связанных с ними событий.

Помимо анализа динамики изменения значений параметров, мы решили использовать статистические методы анализа, а именно анализ корреляций вибропараметров. Для этого нам необходимо было определить степень корреляционных связей между этими параметрами.

В СПИР Sdisol PAD предусмотрена функция автоматического расчёта коэффициентов корреляции для всех возможных комбинаций пар заданных параметров по заданной временной выборке исторических данных. Вышеуказанная функция выполняет расчёт трёх типов коэффициентов корреляции: коэффициент Пирсона, коэффициент Спирмена, коэффициент Кендалла.

Из рис. 5, на котором представлен результат работы вышеуказанной функ-

Переменные	Коэффициент Пирсона ▼	Коэффициент Спирмена	Коэффициент Кендалла
SC404.VXY_TURB_01-02 SC404.VZ_TURB_05	+0.9423459375687802	-0.9134031134929933	-0.7656478124447837
SC404.VZ_LPC_11 SC404.VZ_TURB_05	0.919674461745045	0.9401280820259541	0.7839826473833829
SC404.VXY_TURB_01-02 SC404.VZ_LPC_11	-0.9044594326953073	-0.8863600311618521	-0.7149101476788294
SC404.VXY_LPC_09-10 SC404.VZ_TURB_05	-0.871218284495786	-0.9094982286683069	-0.7297647173917592
SC404.VXY_LPC_07-08 SC404.VXY_TURB_01-02	0.8711012679501482	0.895540273101715	0.7090707727362062
SC404.VXY_LPC_09-10 SC404.VXY_TURB_01-02	0.8630529710245345	0.8288707369806843	0.6274795782697479
SC404.VXY_TURB_01-02 SC404.VXY_TURB_03-04	-0.8471601001484762	-0.8289870156328585	-0.6287491462670759
SC404.VXY_LPC_07-08 SC404.VXY_TURB_03-04	-0.8471121955288123	-0.8398829684238188	-0.6665910218622763
SC404.VXY_LPC_09-10 SC404.VXY_TURB_03-04	-0.8268471768181186	-0.8183900620988749	-0.6377388008384456
SC404.VXY_LPC_07-08 SC404.VZ_TURB_05	-0.7843731500073631	-0.7399778305365943	-0.5399991248175
SC404.VXY_LPC_09-10 SC404.VZ_LPC_11	-0.7713786738228724	-0.8157810036290127	-0.6023587426686479
SC404.VXY_LPC_07-08 SC404.VXY_LPC_09-10	0.7612696962458766	0.7321273250537381	0.5376840134661053
SC404.VXY_TURB_03-04 SC404.VZ_TURB_05	0.750128008995824	0.7248708439510693	0.5336566125198857
SC404.VXY_LPC_07-08 SC404.VZ_LPC_11	-0.7305805511099953	-0.7355916148214289	-0.5391077930171874
SC404.VXY_TURB_03-04 SC404.VZ_LPC_11	0.6301083496759591	0.6087128771265948	0.4236347625702439

Рис. 5. Рассчитанные коэффициенты корреляций

ции, наибольшее по модулю значение коэффициента Пирсона рассчитано для вибрации вала турбины со стороны упорно-опорного подшипника и осевого сдвига этого вала. Природа этой корреляции объясняется снижением вибрации при более сильном прижатии привалочной поверхности вала к упорной части упорно-опорного подшипника.

Учитывая, что конструкция упорной части подшипника представляет собой 8 сегментов, каждый из которых имеет антифрикционное покрытие, износ антифрикционного покрытия хотя бы на одном сегменте упорной части подшипника приведёт к нарушению этой корреляционной связи, так как более сильное прижатие привалочной поверхности вала к упорной части подшипника с неравномерным коэффициентом трения на всех сегментах будет приводить к росту вибрации, а не к её снижению.

Для выявления этой неисправности мы использовали предусмотренную в системе функцию расчёта корреляционного отклонения.

Для расчёта корреляционного отклонения предварительно рассчитывается аппроксимирующая функция по историческим данным двух интересующих параметров, значения которых откладываются на координатной плоскости по осям X и Y. Далее рассчитывается расстояние от точки, координаты которой соответствуют поступающим значениям двух заданных параметров, и ранее рассчитанной аппроксимирующей функции – это расстояние и является корреляционным отклонением. Результат этого расчёта записывается во внутреннюю переменную, для которой доступны все вышеописанные функции анализа.

Продолжая анализировать рассчитанные коэффициенты корреляции, мы обратили внимание, что наибольшие по модулю значения коэффициентов Спирмена и Кендалла рассчитаны для осевого сдвига вала турбины и осевого сдвига вала компрессора (**VZ_TURB_05**, **VZ_LPC_11**). Столь сильная корреляция показалась нам странной, так как компрессорная установка имеет муфту между валами компрессора и турбины, которая, в свою очередь, предусматривает их независимое перемещение вдоль продольных осей. Впоследствии, после останова установки, внимательно обследовав муфту, эксплуатирующая организация сообщила о выявленном дефекте в муфте, который приводил к

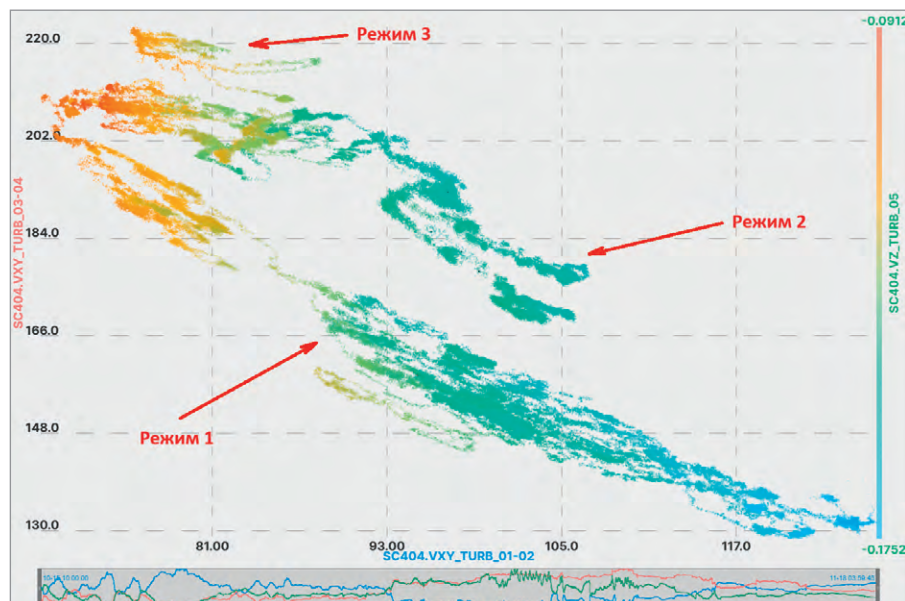


Рис. 6. Визуализация корреляции виброперемещений вала турбины с разных сторон и его осевого сдвига

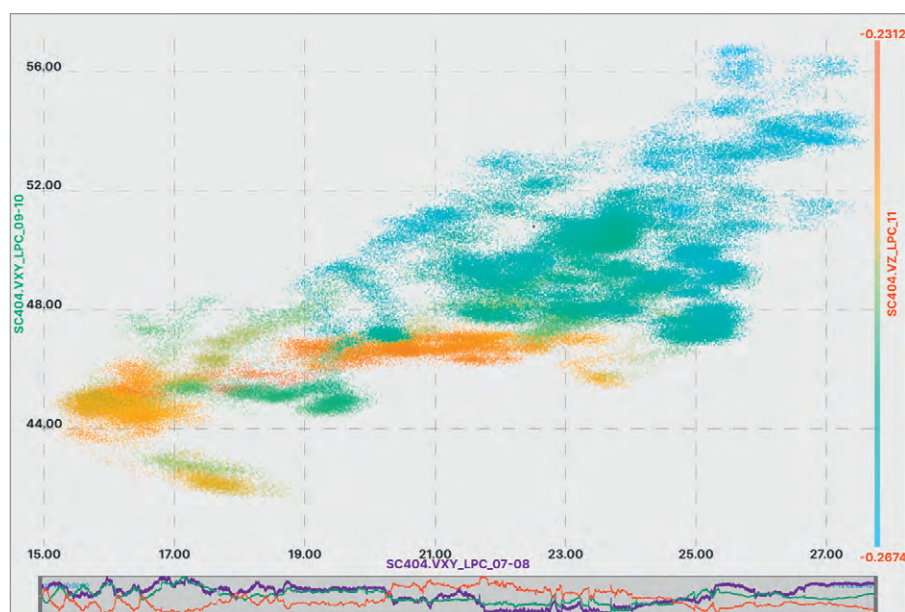


Рис. 7. Визуализация корреляции виброперемещений вала компрессора с разных сторон и его осевого сдвига

«закусыванию» валов при наличии момента на муфте и, как следствие, передаче усилия осевого сдвига с одного вала на другой, что не допускается конструкцией данной компрессорной установки. Таким образом, уже на этапе конфигурирования системы, в ходе анализа исторических данных, была выявлена неисправность, которая не могла быть определена предусмотренными системами параметрической диагностики и пока ещё не привела к негативным последствиям.

Особенно интересной нам показалась отрицательная корреляционная связь между значениями вибрации вала турбины с разных сторон (на рис. 5 она выделена красной рамкой). Для более вни-

мательного изучения этой зависимости мы использовали визуальный способ анализа, который также предусмотрен в нашей системе. При визуальном анализе на координатную плоскость наносятся точки, координаты которых соответствуют значениям пары параметров в единый момент времени, при этом распределение этих точек показывает корреляционную связь между этими двумя параметрами.

Также в СПИР Sdisol PAD предусмотрена возможность отображения цветовым градиентом значений третьего параметра, благодаря чему становится возможным одновременный анализ корреляционной связи между тремя параметрами.

На рис. 6 представлена корреляционная связь между векторными суммами вибрации вала турбины с разных сторон и его осевого сдвига. Ясно прослеживаются три режима работы, при этом на каждом режиме явно видны корреляционные зависимости, соответствующие ранее рассчитанным коэффициентам. Причину наличия корреляции между осевым сдвигом вала турбины и его виброперемещением со стороны упорно-опорного подшипника мы объяснили выше, однако виброперемещение вала турбины со стороны муфты не должно так сильно зависеть от осевого сдвига этого вала при нормальных режимах работы.

Более того, мы обратили внимание на то, что диапазон виброперемещений вала турбины со стороны муфты в разы превосходит диапазон виброперемещений этого же вала со стороны упорно-опорного подшипника.

Объяснить такие закономерности на этапе конфигурирования системы мы не смогли, хотя определённые предположения у нас были. Об этом – ниже.

Настроив функции корреляционных отклонений вибропараметров турби-

ны, мы изучили корреляционные зависимости между векторными суммами виброперемещений вала компрессора с разных сторон и его осевого сдвига (см. рис. 7).

Как и у турбины, у компрессора наблюдается отрицательная корреляция между виброперемещением вала со стороны упорно-опорного подшипника и осевым сдвигом этого вала, правда, она не столь сильная, как у турбины. Ранее уже объяснялось, что природа такой корреляции объяснима и не должна вызывать опасения.

Отметим положительную корреляцию между значениями виброперемещений вала компрессора с разных сторон. Для турбины корреляция между аналогичными вибропараметрами была отрицательной.

Для контроля соблюдения корреляции между параметрами виброперемещения вала компрессора со стороны муфты и упорно-опорного подшипника мы использовали функцию расчёта корреляционного отклонения, принцип работы которой был описан выше и которую мы использовали для аналогичных вибропараметров турбины.

Анализ термопараметров

Несмотря на то что термопараметры не столь критичны, как вибропараметры, они в большей мере позволяют выявить предпосылки к возникновению неисправностей.

Как и для вибропараметров, мы настроили функции выявления тенденции для каждого параметра температуры, а также расчёт времени до соответствующих уставок.

Так как на все подшипники осуществляется подача масла из единой маслосистемы, то и температура подаваемого масла если не одинакова для всех подшипников, то, во всяком случае, изменяется идентично.

Помимо этого, нагрузка на все опорные подшипники и опорные части упорно-опорных подшипников изменяется одинаково, так как зависит от оборотов соответствующих валов, которые, в свою очередь, соединены муфтой.

Всё это позволяет утверждать, что следующие термопараметры должны изменяться одинаково при любом нормальном режиме работы:

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

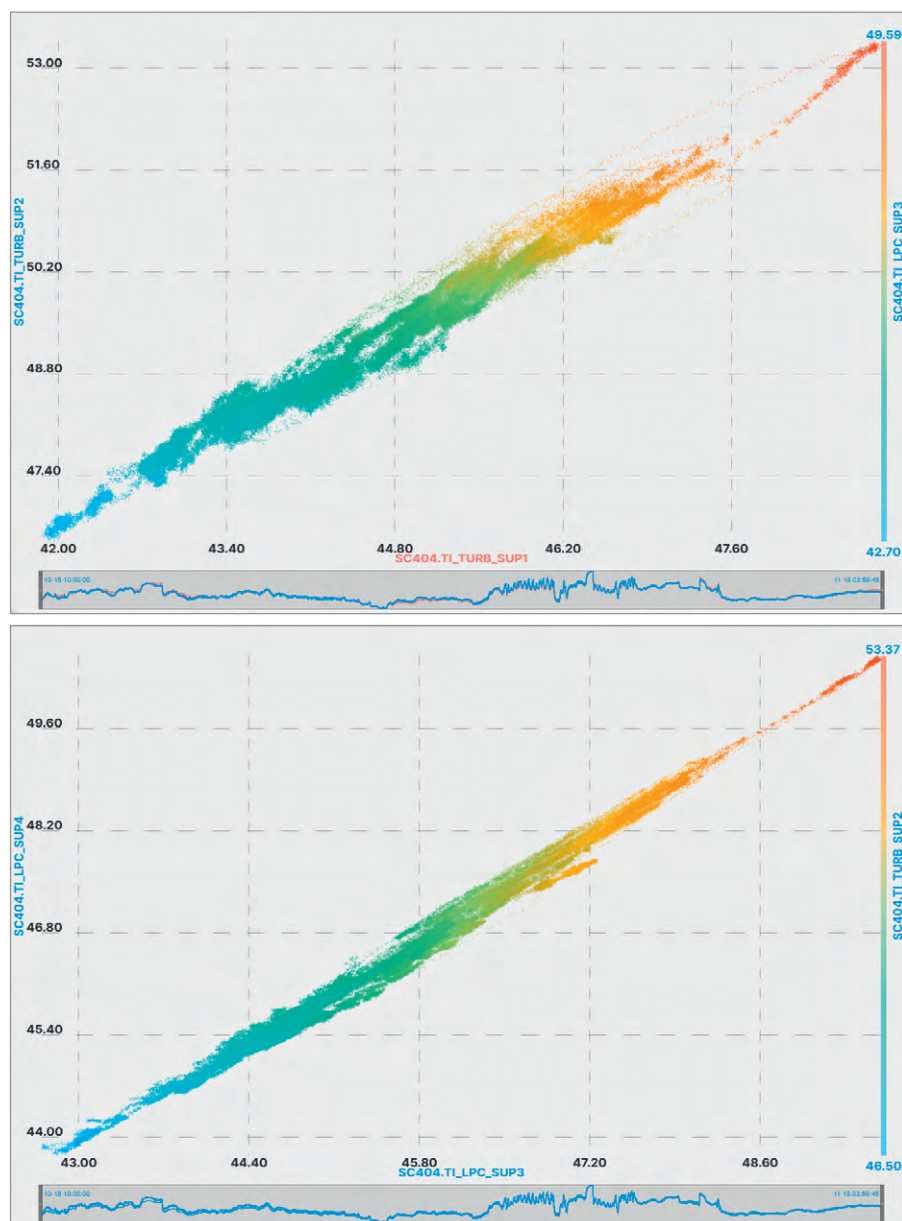


Рис. 8. Визуализация корреляции температур масла после опорных подшипников турбины и компрессора

- **TI_TURB_SUP1** – температура масла после опорной части упорно-опорного подшипника вала турбины;
- **TI_TURB_SUP2** – температура масла после опорного подшипника вала турбины;
- **TI_LPC_SUP3** – температура масла после опорного подшипника вала компрессора;
- **TI_LPC_SUP4** – температура масла после опорной части упорно-опорного подшипника компрессора.

Данное утверждение в полной мере подтверждается при анализе корреляции между этими термопараметрами.

На рис. 8 представлены две диаграммы корреляции двух групп параметров: **TI_TURB_SUP1**, **TI_TURB_SUP2**, **TI_LPC_SUP3** и **TI_LPC_SUP3**, **TI_LPC_SUP4**, **TI_TURB_SUP2**.

Видно, что все параметры обладают сильной положительной корреляцией друг с другом, которая носит линейный характер. Это даёт возможность рассчитывать качественные сравнительные оценки для данных параметров. Самым очевидным методом анализа, на первый взгляд, кажется расчёт корреляционных отклонений. Эту функцию мы использовали для векторной суммы виброперемещения вала турбины со стороны упорно-опорного подшипника и осевого сдвига этого вала. Однако в случае с термопараметрами мы имеем не два коррелирующих параметра, а группу из четырёх коррелирующих параметров.

Положительная корреляция и линейный характер зависимости позволили для каждого из вышеуказанных термопараметров предусмотреть мет-

рику его отклонения от среднеарифметического значения всех остальных параметров из группы. Ниже приведена формула расчёта отклонения температуры масла после опорной части упорно-опорного подшипника вала турбины (**TI_TURB_SUP1**).

$$T_{d1} = T_1 - \frac{T_2 + T_3 + T_4}{3},$$

где T_{d1} – отклонение температуры масла после опорной части упорно-опорного подшипника вала турбины (**TI_TURB_SUP1**) от среднеарифметического значения; T_1 – температура масла после опорной части упорно-опорного подшипника вала турбины (**TI_TURB_SUP1**); T_2 – температура масла после опорного подшипника вала турбины (**TI_TURB_SUP2**); T_3 – температура масла после опорного подшипника вала компрессора (**TI_LPC_SUP3**); T_4 – температура масла после опорной части упорно-опорного подшипника вала компрессора (**TI_LPC_SUP4**).

Значения этих метрик записываются в СППР Sdisol PAD в отдельные переменные, для которых мы предусмотрели уставки и настроили соответствующие функции выявления тенденций. При всех нормальных режимах работы значения этих метрик не превышали 10°C, поэтому значение предупредительных уставок по отклонению температур масла после опорных подшипников мы предусмотрели в 15°C. Рост и достижение уставок значениями этих метрик является признаком износа соответствующего подшипника.

Схожим методом мы решили анализировать термопараметры упорной части упорно-опорного подшипника турбины.

Как уже указывалось ранее, упорная часть этого подшипника состоит из 8 сегментов, каждый из которых имеет антифрикционный слой и оснащён датчиком температуры. Температура каждого сегмента зависит от скорости вращения вала турбины и силы прижатия привалочной поверхности этого вала к соответствующему сегменту.

Так как скользящие поверхности сегментов упорной части подшипника не могут находиться на идеально ровной плоскости, абсолютные значения температур сегментов будут отличаться друг от друга. На мнемосхеме, изображённой на рис. 1, значение температуры сегмента № 1 составляет 59,3°C, в то время как значение температуры прилегающего к нему сегмента № 8 со-

ставляет 48,5°C, разность температур составляет более 10°C.

Несмотря на отличия абсолютных значений температур сегментов, динамика их изменения будет идентичной, так как влияющие на это факторы: осевой сдвиг вала турбины, от которого зависит сила прижатия привалочной поверхности вала к упорной части подшипника, и скорость вращения турбины – одинаковы для всех сегментов.

Учитывая изложенное, для всех параметров температур сегментов упорной части упорно-опорного подшипника турбины мы предусмотрели метрики их отклонения от среднеарифметического значения. Как и для аналогичных метрик термопараметров опорных подшипников, для отклонений от среднеарифметических значений температур сегментов мы предусмотрели уставки и выявление тенденций.

Таким образом мы предусмотрели возможность диагностировать износ антифрикционного покрытия каждого сегмента. Напомним, что для вибропараметров ранее мы настроили расчёт корреляционного отклонения виброперемещения вала турбины со стороны

упорно-опорного подшипника и осевого сдвига этого вала. Соответственно увеличение этого корреляционного отклонения и одновременный рост отклонения температуры одного из сегментов упорной части подшипника от среднеарифметических значений однозначно указывают на износ антифрикционного покрытия на соответствующем сегменте подшипника.

Выявление неисправности

После завершения конфигурирования СПИР Sdisol PAD по прошествии некоторого времени наша система выявила рост осевого сдвига вала турбины. После чего в течение 20 минут были выявлены тенденции изменения отклонений значений температур нескольких сегментов упорной части упорно-опорного подшипника, а спустя ещё 10 минут система выявила рост виброперемещения вала турбины со стороны муфты по оси Y. При этом ни одна предупредительная уставка ни одним параметром не была достигнута, соответственно, в штатной АСУ ТП никаких предупредительных сообщений в течение всего этого времени не было.

На рис. 9 представлены временные диаграммы изменения виброперемещения вала турбины со стороны муфты (красный цвет), осевого сдвига этого вала (чёрный цвет) и расчётных значений отклонений температур сегментов № 7 и № 3 от среднеарифметических значений (зелёный и синий цвета соответственно).

Как было указано выше, при анализе вибропараметров нас уже заинтересовала корреляция между осевым сдвигом вала турбины и его виброперемещением со стороны муфты. Тогда одним из наших предположений был возникающий перекос опорного подшипника при продольном перемещении вала, что могло быть вызвано неправильно выставленными монтажными тепловыми зазорами опорного подшипника. В текущей ситуации эту версию в полной мере подтверждает симметричное изменение отклонений температур сегментов упорно-опорного подшипника турбины, а именно: рост отклонения температуры сегмента № 7 и снижение отклонения температуры сегмента № 3. Учитывая взаимопротивоположное расположение





**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР
ПРОСОФТ-МОСКВА**

SCADA-СИСТЕМЫ

- MasterSCADA 4D. Базовый курс
- Основы работы с программным пакетом ICONICS GENESIS64

ПРОГРАММИРОВАНИЕ ПЛК

- Работа с контроллерами FASTWEL I/O и WAGO I/O в среде CODESYS V2.3
- Интеграция панелей Weintek в АСУ ТП на базе отечественных ПЛК

Возможность разработки индивидуальных учебных программ по требованиям заказчика



КУРСЫ АТТЕСТОВАНЫ ПРОИЗВОДИТЕЛЯМИ

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU





Рис. 9. Временная диаграмма вибро- и термопараметров турбины в момент возникновения аномалии в работе

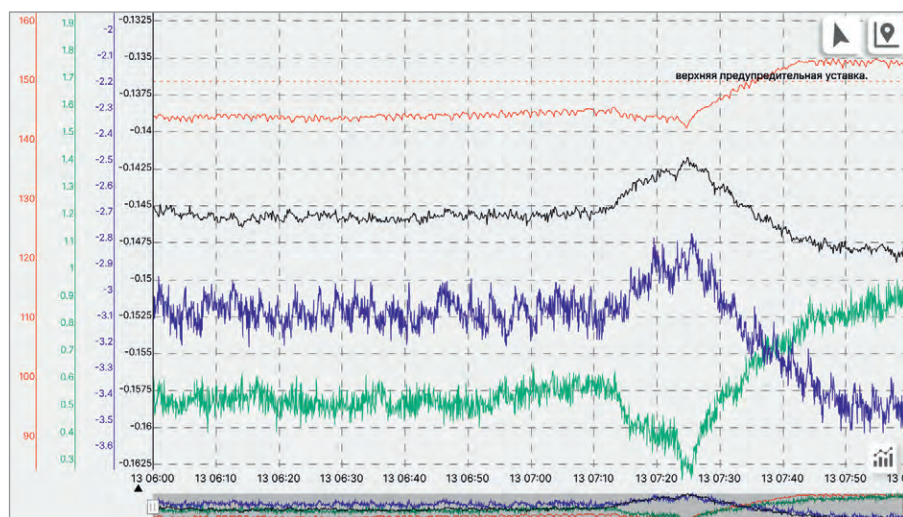


Рис. 10. Временная диаграмма диагностических параметров турбины при достижении предупредительной уставки виброперемещением вала турбины

этих сегментов, можно предположить, что симметричный характер изменения отклонений температур вызван изменением положения плоскости привалочной поверхности вала турбины относительно упорной части подшипника, в результате которого нижние сегменты начали «поджимать» сильнее верхних. В свою очередь, изменение положения плоскости привалочной поверхности вала турбины говорит об изменении положения самого вала турбины, а именно смещении вниз его продольной оси со стороны опорного подшипника, вызванном перекосом этого подшипника.

Уже через три часа после начала развития аномалии данных было достаточно для того, чтобы сделать вышеуказанные выводы. С этого момента времени эксплуатация стала готовиться к возможному вынужденному останову установки. Наша система была в диковинку эксплуатирующему персо-

налу, поэтому перейти на резервную установку и остановить основную сразу после появления соответствующих событий в СППР Sdisol PAD они не решились.

Спустя ещё 19 часов в течение последующих 30 минут наблюдалось интенсивное изменение осевого сдвига и симметричное изменение отклонений температур противоположных сегментов (№ 2, № 3 и № 6, № 7) упорной части упорно-опорного подшипника вала турбины, в результате чего виброперемещение вала турбины со стороны муфты достигло 154 мкм, превысив предупредительную уставку (см. рис. 10) и вызвав первое предупредительное сообщение в штатной АСУ ТП. Однако благодаря своевременным сообщениям СППР Sdisol PAD о выявленных тенденциях к этому моменту времени резервная компрессорная установка уже была запущена и полностью готова к выходу на рабочий режим, поэтому, несмотря на то что в даль-

нейшем рост вибрации прекратился, эксплуатирующим персоналом было принято решение остановить основную компрессорную установку.

После останова компрессорной установки в ходе её обследования наши предположения касательно неверно выставленного теплового зазора опорного подшипника турбины со стороны муфты подтвердились. После корректировки соответствующего теплового зазора абсолютные значения виброперемещений вала турбины со стороны муфты снизились до 70 мкм, а с противоположной стороны – до 50 мкм, также значительно снизилась корреляция между виброперемещением вала турбины со стороны муфты и его осевым сдвигом.

Вывод

С помощью численных и математических методов анализа, даже по обычным вибро- и термопараметрам, доступным в стандартных АСУ ТП, можно определять широкий спектр неисправностей, а главное – выявлять их на ранней стадии, что в целом позволяет:

- сократить время простоя установок;
- снизить затраты на ремонт;
- повысить уровень безопасности эксплуатации объекта.

Одновременный анализ разных типов параметров (вибропараметров, термопараметров и т.д.) в ряде случаев позволяет выявлять неявные неисправности, более сложные, чем могут выявить обычные системы параметрической диагностики. ●

Литература

1. ГОСТ 27165-97 «Агрегаты паротурбинные стационарные. Нормы вибрации валопроводов и общие требования к проведению измерений».

Автор – технический директор ООО «СЦР»
info@sdisol.ru

НОВОСТИ реклама

Выборы президента секции ISA

На прошедших выборах Президентом Санкт-Петербургской Российской секции международного общества автоматизации избран Чабаненко Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций ГУАП. Он вступит в должность 1 января 2026 года. ●



Медиапортал СЭТА

Современная Электроника и Технологии Автоматизации



ТОВАРИЩ!
БИЗНЕС РОСТ ЗАМЕДЛИЛ?

РАНО ВПАДАТЬ В СТУПОР!

НУЖНО КРИЧАТЬ О СЕБЕ НЕМЕДЛЯ,

А МЫ

ОБЕСПЕЧИМ РУПОР!



Журналы

Два наших журнала уважают в отрасли. Ваши статьи и рекламу в них увидят все наши читатели



Видеоканалы

YouTube, RuTube VK – предоставляют вам возможность интересно рассказать о себе



Медиапортал

Это ваши новости и статьи, оперативно доставленные по адресу



Конференции

На наших конференциях ПТА вы заведёте новые контакты и расскажете о себе специалистам



Дизайн-студия

Дизайнеры и верстальщики сделают для вас эффективную рекламу, баннер, ролик



СОВРЕМЕННАЯ
ЭЛЕКТРОНИКА

Издательство «СТА-ПРЕСС»

+7 (968) 567-30-06 / shop@cta.ru / www.cta.ru

Приглашаем вас к сотрудничеству!

Тестовая программа для проверки контроллеров

Олег Вальпа

Представлена тестовая программа, разработанная автором статьи, позволяющая проверять исправность программируемых логических контроллеров и помогающая при их ремонте.

Довольно часто появляется необходимость проверки программируемого логического контроллера (ПЛК), когда возникает сомнение в его исправности. Обычно рабочий проект не содержит в

себе функции диагностики контроллера, и для его проверки необходима специальная тестовая программа.

Иногда производитель поставяет контроллеры с такой тестовой программой, позволяющей убедиться в исправности своей продукции.

Например, многие контроллеры компании Segnetics [1] поставляются с тестовой заводской программой, внешний вид экрана которой представлен на рис. 1.

На этом экране можно увидеть состояние цифровых входов DIN1...8, аналоговых входов AIN1...8, значений часов, минут и секунд, а также некоторых системных параметров. Проблема за-

ключается в том, что данную заводскую тестовую программу невозможно сохранить для последующего использования, и она стирается при записи новой программы. Лишь некоторые модели ПЛК позволяют перенести внутреннюю программу на дополнительный носитель памяти.

Для того чтобы при необходимости воспользоваться такой тестовой программой, нужен её исходный код, который не предоставляется производителем.

Решение данной проблемы возможно путём разработки собственной тестовой программы, которая предлагается к рассмотрению.

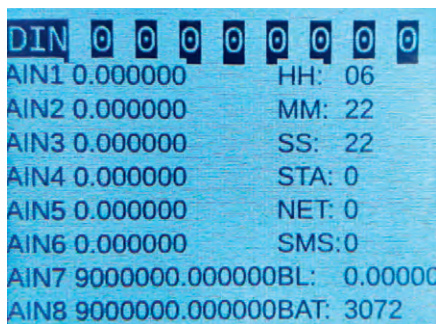


Рис. 1. Экран тестовой программы ПЛК

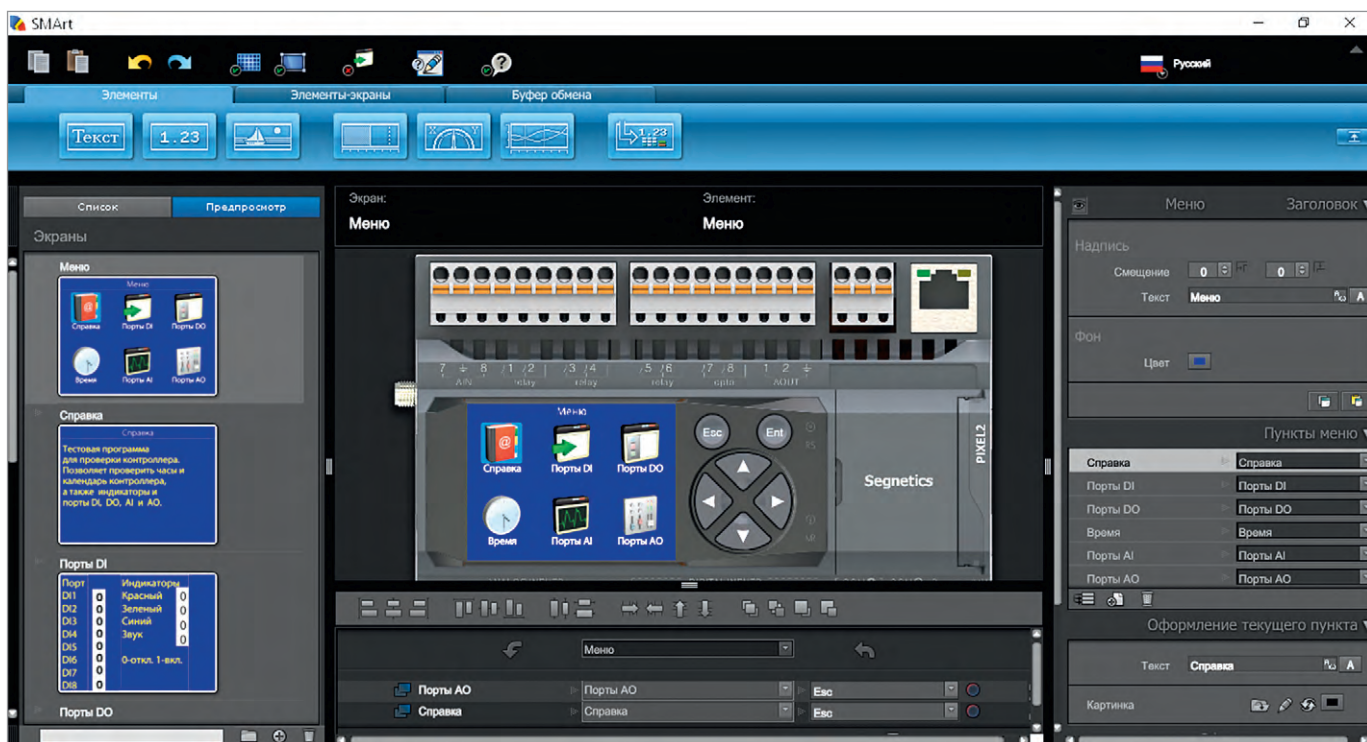


Рис. 2. Интерфейс программы

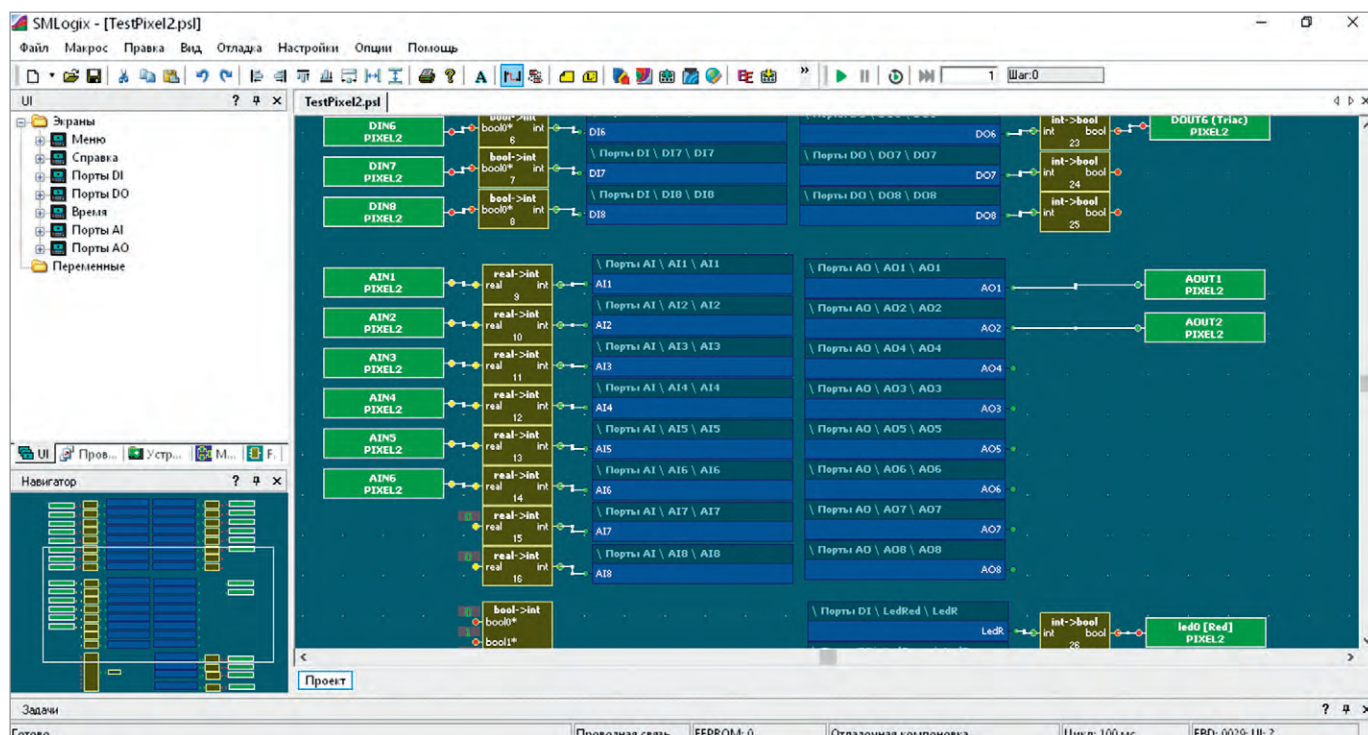


Рис. 3. Рабочее поле программы

Тестовая программа

Рассматриваемая здесь тестовая программа разработана для ПЛК Pixel 2 компании Segnetics. Данную программу можно легко преобразовать для проверки других контроллеров упомянутой компании, таких как Matrix, SMH4 и т.п. Это делается путём изменения типа модели ПЛК в проекте с последующей трансляцией и записью в контроллер.

Программа создана в свободно распространяемой среде разработки SMLogix [2] на языке программирования диаграмм функциональных блоков FBD (Function Block Diagram). Знакомство с этой средой, её установкой на компьютер и созданием проектов в ней изложено в источнике [3].

Предлагаемая тестовая программа позволяет проверить исправность экрана контроллера, его клавиатуру, часы и календарь, световые и звуковые индикаторы и все порты ввода и вывода.

Интерфейс оператора разработан с помощью встроенного в среду разработки программного инструмента SMArt и представлен на рис. 2. Он состоит из нескольких элементов меню с пиктограммами и названиями, поясняющими назначение этих элементов.

В меню «Справка» приводится краткое описание программы. Меню «Время» позволяет настроить часы и календарь и проверить их работу. Остальные разделы меню: «Порт DI», «Порт DO», «Порт AI» и «Порт AO» предназначены для проверки соответствующих портов.

В разделе меню «Порт DI», кроме того, можно проверить все программно доступные индикаторы. При разработке данной программы были использованы простейшие библиотечные элементы для преобразования сигналов и порты ввода-вывода с индикаторами.

Вся программа на поле рабочего пространства представлена на рис. 3.

Здесь видно, как организованы связи между портами и элементами интерфейса с использованием преобразователей типа. При работе программы сигналы, формируемые на входных портах контроллера, будут отображаться с помощью элементов интерфейса на экране ПЛК. А значения, вводимые оператором для редактируемых элементов интерфейса, будут транслироваться в сигналы выходных портов контроллера и индикации. Таким образом, можно легко проверить все порты и индикаторы ПЛК. Данный метод позволяет произвести и поиск неисправностей контроллера, если они существуют, с помощью дополнительной контрольно-измерительной аппаратуры.

Для проверки последовательных портов ПЛК в тестовую программу добавлен один элемент вывода, на входе которого формируется проверочный код: 10101010, соответствующий значению 0xAA в шестнадцатеричном коде и 170 в десятичном. Этот код доступен для чтения через любой из последовательных портов как регистр Input Reg по адресу 0. Проверка последовательных

портов производится чтением данного регистра и сравнением полученного кода с программным кодом 10101010. Для чтения можно использовать широко распространённую программу Modbus Pool или подобную ей. По результатам сравнения можно сделать вывод об исправности порта.

Загрузить проект приведённой тестовой программы для нескольких моделей ПЛК можно свободно с сайта журнала [4].

Заключение

Данная тестовая программа может быть развита для проверки других специфических узлов ПЛК. Кроме того, эту программу можно использовать в качестве заготовки для разных проектов автоматизации, поскольку она уже имеет развитое графическое меню, которое можно изменять и дополнять. А схему функциональных блоков легко заменить на необходимую для конкретной системы автоматизации. ●

Литература

1. URL: <https://segnetics.com.ru>.
2. URL: <https://segnetics.com/ru/smlgix>.
3. Вальна О. Программирование логических контроллеров // СТА. 2025. № 1. С. 18.
4. URL: <https://www.cta.ru>.

Дополнительные материалы к этой статье можно скачать, перейдя по ссылке в QR-коде



Ольга Киселёва (ПРОСОФТ), Андрей Бусаров (Sitronics Group)

Постановка задачи – импортозамещение

на работать под управлением ОС Astra Linux. Доступ к системе должен осуществляться посредством веб-интерфейса (HTML5) с использованием протокола HTTPS. Система должна функционировать в режиме горячего резервирования, а для обеспечения отказоустойчивости следует применить кольцевую топологию сети передачи данных. Для обеспечения безопасности передачи данных необходимо использование защищённых протоколов (в част-

ности, SNMP v3). Доступ к системе и её функционирование в информационной среде компании должны полностью соответствовать внутренним корпоративным регламентам заказчика в части информационной безопасности.

Также, помимо стандартных требований к функциональности системы диспетчеризации ЦОД, заказчик предъявил набор дополнительных требований к SCADA, основываясь на имеющемся опыте эксплуатации ранее вве-

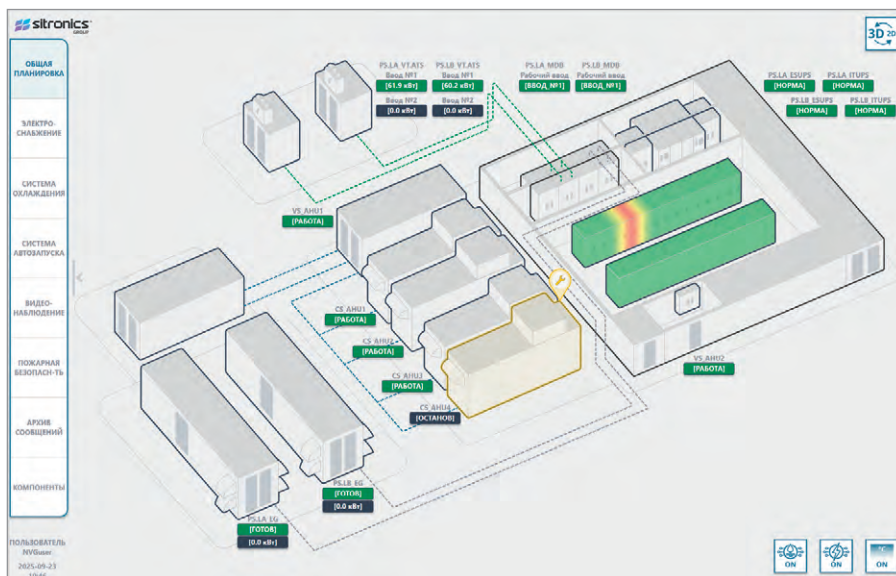


Рис. 1. Пример центральной мнемосхемы MasterSCADA 4D

дённных в работу дата-центров. Данные требования касаются как визуальной части многофункционального пользовательского интерфейса, так и его функциональной части.

Выбранная программная платформа – MasterSCADA 4D

В результате анализа технических требований (указанных в предыдущем разделе) в качестве программной платформы была выбрана MasterSCADA 4D производства IEK Digital. Помимо подходящего функционала и сертификации, это ПО показало себя как оптимальное решение, сочетающее большое количество внедрений в этой области, приемлемую стоимость, поддержку необходимых протоколов и возможность развёртывания на виртуальных серверах.

Дополнительным плюсом при выборе платформы была экспертиза сертифицированного интегратора [4] и наличие обучающих курсов [5].

Это решение позволило не только удовлетворить техническим требованиям заказчика, но и обеспечить высокую производительность и надёжность системы при круглосуточном режиме работы.

Описание функционала

Система обеспечивает отображение технологических параметров по принципу «от общего к частному». На центральной мнемосхеме отображается работа всего ЦОД. Оператор может перейти на следующие подсистемы: «Общая планировка», «Электроснабжение», «Охлаждение серверных помещений и кондиционирование», «Система автозапуска», «Видеонаблюдение», «Пожарная безопасность», «Архив сообщений» и «Управление доступом» (рис. 1, 2, 3).

Каждая из этих подсистем представлена отдельной мнемосхемой. На главной, «общей» мнемосхеме имеются кнопки навигации, а также представлены показатели KPI ЦОД, позволяющие оператору получать своевременную информацию о работоспособности подсистем, об отсутствии активных и аварийных событий.

Шаблон общего экрана можно изменять в зависимости от развития объекта и задач оптимизации его работы. В общем случае на него выводятся: энергоэффективность (PUE), статусы работоспособности оборудования, систем распределения электропитания, беспере-

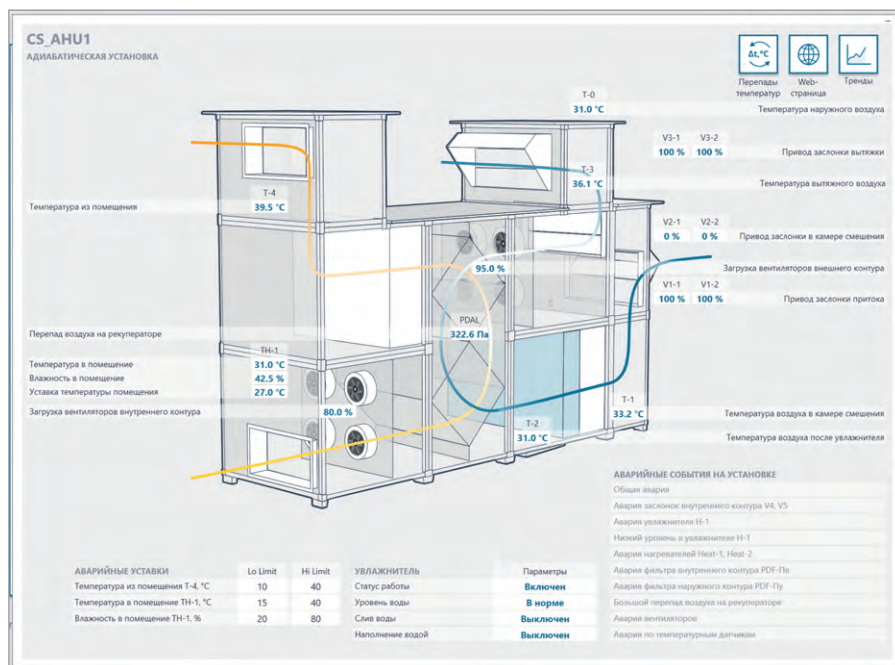


Рис. 2. Пример мнемосхемы MasterSCADA 4D «Адиабатическое охлаждение»

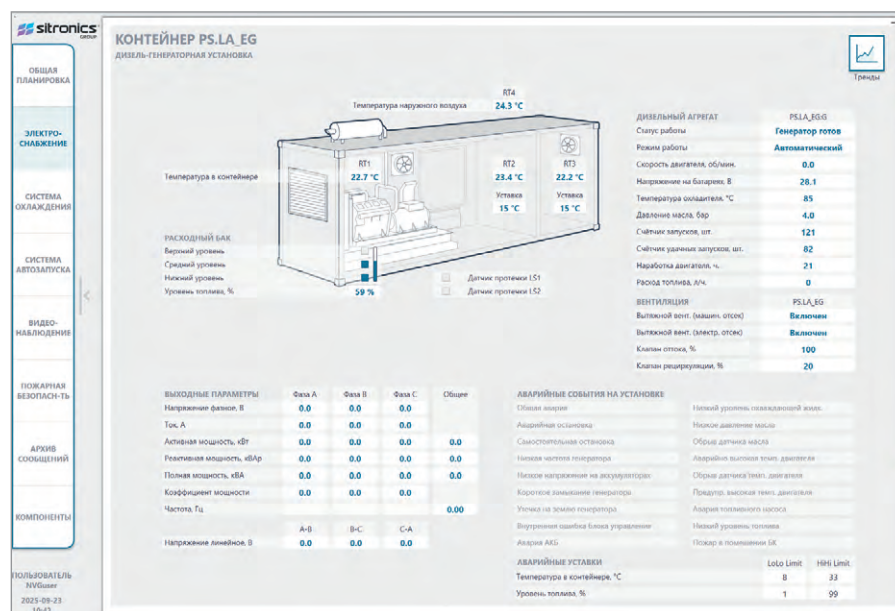


Рис. 3. Пример мнемосхемы MasterSCADA 4 «Электроснабжение»

бойного питания, состояние температуры в центре обработки данных, параметры адиабатического охлаждения, загрузка.

Система мониторинга обеспечивает самодиагностику, включая контроль питания оборудования диспетчеризации, внутренних связей, связи с контролируемым оборудованием, а также диагностику серверного оборудования и программного обеспечения.

Также обеспечивается возможность пользовательской настройки предупредительных и аварийных уставок и рассылки оповещений по индивидуальной подписке на события по выбранным группам контролируемого оборудования, используя различные

каналы связи (SMS, E-mail), в том числе с использованием сетевой инфраструктуры заказчика.

Помимо онлайн-мониторинга, доступна система отчётности и возможность выгрузки подготовленных отчётов в соответствии с ГОСТ 32144–2013 по качеству электропитания. Также присутствует функция генерации отчётов по основным контролируемым параметрам, событиям и пользовательским действиям.

Система, разработанная интегратором для заказчика, обеспечивает ведение архива 10 000 тегов данных и событий в БД PostgreSQL с резервированием, предоставляя возможность удобной фильтрации при просмотре архивов.

Таблица. Результаты внедрения системы

Безопасный монтаж оборудования	Представленная в статье система позволяет максимально эффективно и безопасно производить размещение серверного оборудования в стойках с учётом климатических параметров и уровня силовой нагрузки на стойку, уровня загрузки фаз и номинала автомата защиты
Повышение энергоэффективности и предиктивная аналитика	Внедрение системы диспетчеризации в ЦОД обеспечивает службу эксплуатации оперативной информацией о возникающих событиях на оборудовании. Большой объём данных отображается через тренды и умные панели, формируется аналитика о симптомах потенциальных отказов оборудования
Снижение энергозатрат	Система контролирует несбалансированное распределение выделенной мощности на каждом уровне электропитания, а также информирует операторов о несоответствии качества входного питания и позволяет делать выгрузки отчётов в соответствии с ГОСТ 32144–2013
Импортозамещение	MasterSCADA 4D входит в реестр отечественного программного обеспечения Минцифры РФ. В составе этого ПО нет зарубежных компонентов, которые могут привести к невозможности его использования в соответствии с требованиями регуляторов и современным российским трендом по технологической независимости. Это ПО соответствует мерам защиты, определённым приказами ФСТЭК № 31 и № 239. Специалисты могут ознакомиться с заключением и протоколами этих испытаний по отдельному запросу производителю (sales@masterscada.ru) или дистрибьютору (info@prosoft.ru)

Администратору системы предоставляются широкие возможности управления пользователями, а также ведётся логирование их действий непосредственно в исполнительной среде.

Разработчики пакета программ MasterSCADA 4D встроили в программ-

ное обеспечение набор инструментов, позволяющих реализовать средствами пакета некоторые меры защиты, определённые приказами ФСТЭК № 31 и № 239.

В частности, хорошо представлен инструментальный для групп: «Иденти-

фикация и аутентификация», «Управление доступом», «Аудит безопасности», «Обеспечение целостности», «Защита информационной (автоматизированной) системы и её компонентов» [6].

Результаты внедрения системы сведены в таблицу. ●

Литература

1. Дискуссия экспертов. Особенности выбора технических решений для ЦОД в новых реалиях, июнь 2025 г. URL: <https://www.groteck.ru/>.
2. URL: <https://tass.ru/ekonomika/19348405>.
3. URL: <https://protect.gost.ru/>.
4. Видеоорлик «Sitronics Group создаёт современные модульные центры обработки данных на базе MasterSCADA 4D». URL: <https://rutube.ru/video/233247b5e1745e1daba89fd8c2ba9b8/>.
5. URL: <https://www.prosoft.ru/support/uchebnyy-tsentr/>.
6. URL: <https://www.cta.ru/articles/cta/po/moderirovanie/181123/> – учебно-лабораторный стенд на базе отечественного ПО MasterSCADA 4D. Функции информационной безопасности в версии Enterprise.



МОДУЛИ НОРМАЛИЗАЦИИ И ИЗОЛЯЦИИ СИГНАЛОВ

- ▶ Высокий класс точности
- ▶ Трехсторонняя изоляция
- ▶ Широкий диапазон напряжений питания
- ▶ Более 300 модулей с широким выбором сигналов
- ▶ Рабочая температура $-40...+80^{\circ}\text{C}$
- ▶ Соответствие сертификации CE и ATEX
- ▶ (Class I, Division 2, Groups A, B, C, D)



PROSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

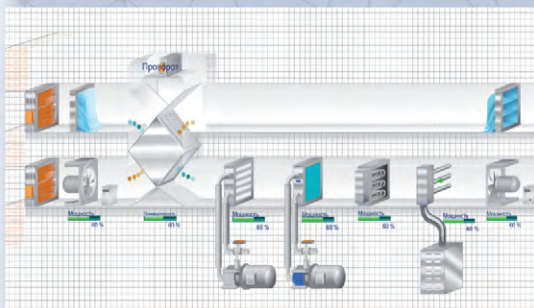
WWW.PROSOFT.RU



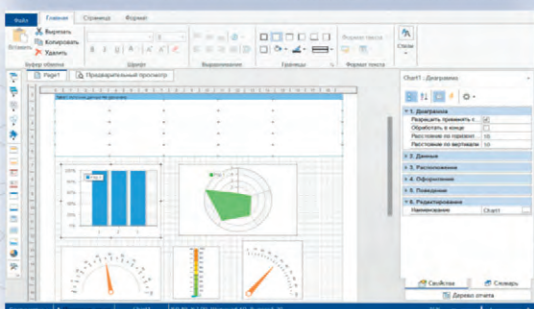
MasterSCADA 4D от IEK DIGITAL — российская программная платформа для разработки систем автоматизации и диспетчеризации в различных отраслях промышленности



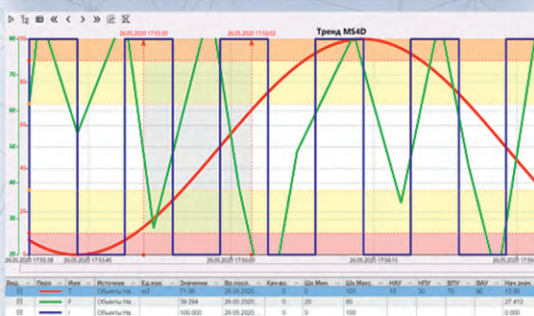
Внесена в реестр отечественного ПО № 13907



Визуализация
технологического
процесса



Формирование
и выдача
отчетов



Хранение истории
контролируемых
параметров





ИНТЕГРАФ-1100 – видеографический многоканальный безбумажный регистратор технологических параметров с распределённой архитектурой

Алексей Костерин

В статье приведено простое и удобное многофункциональное решение для регистрации, обработки, визуализации и хранения данных технологических процессов.

Производство продукции высокого качества немислимо без контроля параметров технологических процессов. Знание технологических параметров является базой для любых технологических улучшений.

Контроль над технологическим процессом подразумевает, что его параметры измеряются, измеренные значения регистрируются на самописцы или в системе сбора данных, формируются сигналы сигнализации в тех случаях, когда параметры принимают недопустимые значения, фиксируются прочие особенности протекания процесса.

Немаловажную роль играет регистрация различных нештатных ситуаций, событий и действий персонала.

Указанную задачу контроля и регистрации параметров призваны решать самописцы и регистраторы.

На современном рынке автоматизации технологических процессов представлен широкий ассортимент таких приборов. Их можно разделить на два больших класса: бумажные регистраторы, на которых регистрация ведётся на бумажном носителе, и видеографические, на которых отображение результатов происходит на электронном

дисплее, а регистрация осуществляется в электронном виде в памяти приборов.

Несмотря на то что регистрация непосредственно на бумаге имеет ряд достоинств, популярность безбумажных электронных видеографических реги-

страторов возрастает. Видеографические регистраторы активно развиваются, при их разработке производители стараются учесть все нюансы применения.

О наличии какого-либо единого стандартного подхода к регистраторам го-



Рис. 1. Внешний вид видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100

ворить не приходится, для каждой конкретной задачи можно подобрать наиболее подходящее решение.

В данной статье речь пойдёт о видеографическом многоканальном безбумажном регистраторе технологических параметров с распределённой архитектурой ИНТЕГРАФ-1100, разработанном научно-производственной фирмой «Контрафт».

Распределённый видеографический безбумажный регистратор параметров ИНТЕГРАФ-1100 представляет собой электронный регистратор аналоговых и дискретных сигналов, поступающих от технологических объектов, предназначен для их математической обработки, визуализации и архивирования, а также для выдачи дискретных сигналов на внешние устройства.

Применение видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100 обеспечивает:

- формирование протоколов о протекании технологических процессов как свидетельства качества изготовления продукции;
- формирование протоколов событий (аварийные ситуации, действия операторов, срабатывания сигнализаций и проч.);
- контроль действий оперативного персонала, повышение технологической дисциплины;
- возможность анализа технологических процессов, совершенствование технологии производства продукции;
- защиту данных от несанкционированных изменений.

Наиболее важной отличительной чертой регистратора является его распределённая модульная архитектура: ввод-вывод аналоговых и дискретных сигналов осуществляется модулями ввода-вывода, которые конструктивно не связаны с панелью, а передача данных между модулями и панелью осуществляется по интерфейсу RS-485.

Внешний вид регистратора ИНТЕГРАФ-1100 вместе с модулями ввода-вывода и блоком питания приведён на рис. 1.

Особенности распределённой модульной архитектуры

Распределённая модульная архитектура регистратора ИНТЕГРАФ-1100 (рис. 2) подразумевает, что головным устройством является сенсорная видеографическая панель, на которой собираются, обрабатываются, отображаются и архивируются все данные, форми-

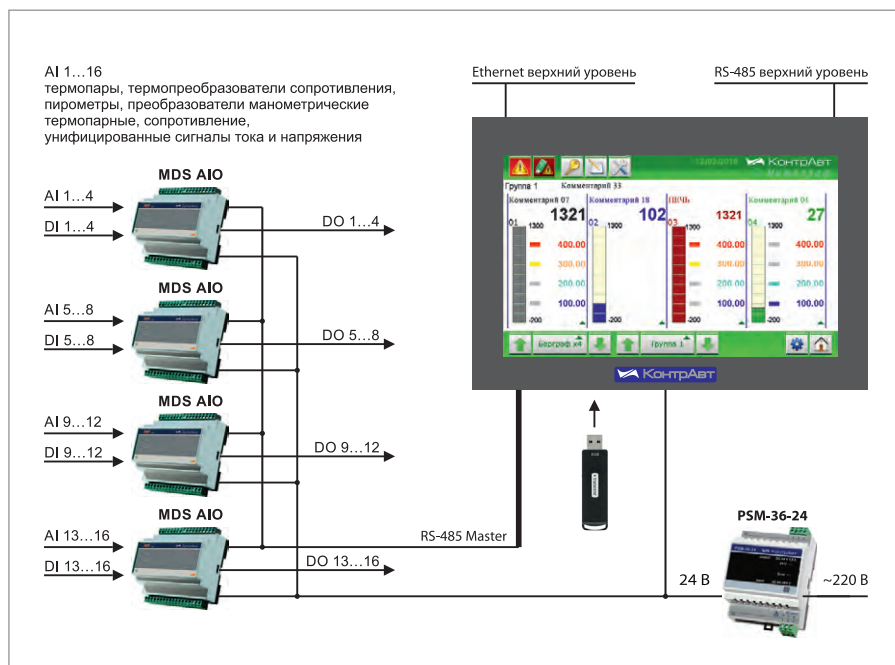


Рис. 2. Распределённая модульная архитектура видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100

руются сигналы управления и сигнализации.

Ввод и вывод сигналов осуществляется внешними модулями удалённого ввода-вывода (они входят в состав регистратора), которые могут быть пространственно разнесены на удаление до 1200 м или сосредоточены в одном шкафу управления.

Связь панели с модулями осуществляется по интерфейсу RS-485. Все данные хранятся в электронном виде. Передача данных может производиться с помощью USB flash-носителей (8 Гбайт) либо передаваться в системы верхнего уровня по интерфейсам RS-485 (протокол MODBUS RTU) или Ethernet (протокол FTP или MODBUS TCP).

С точки зрения обмена данными с рабочими станциями очень интересной является возможность обмена данными с помощью протокола VNC. На экране персонального компьютера видно дубликат изображения панели, управление также может осуществляться, но не касанием сенсорного экрана, а с помощью мыши.

Распределённая модульная архитектура регистраторов имеет ряд преимуществ.

1. В случае пространственно-распределённых технологических объектов модули можно размещать в непосредственной близости от объектов вдали от видеографической панели оператора. Это позволяет сокращать затраты на кабельно-проводниковую продукцию и её прокладку, упроща-

ет монтаж, повышает качество сигналов за счёт снижения влияния соединительных линий, электромагнитных помех, цифровой формы передачи данных.

В случае размещения модулей на объекте можно использовать модули в климатическом исполнении С4 (диапазон рабочих температур $-40...+60^{\circ}\text{C}$, влажность 95%), в то время как для панели необходимы более мягкие условия $0...+50^{\circ}\text{C}$.

2. Если модули ввода-вывода размещаются в шкафу управления, то их можно расположить в объёме шкафа оптимальным образом, что сокращает габариты шкафа. Малая глубина видеографической панели оператора позволяет использовать шкафы управления небольшой глубины – всего 80 мм.
3. Модульность видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100 повышает его ремонтнопригодность, сокращает расходы на обслуживание, поверку и ремонт.
4. Выход из строя отдельных модулей не вызывает потерю работоспособности регистратора в целом, замена модулей не требует высокой квалификации персонала.
5. Подключение сигнальных проводников к модулям ввода-вывода производится с помощью разъёмных клеммных соединителей, что упрощает монтаж-демонтаж модулей при их обслуживании и замене.

6. Решение, построенное на такой распределённой основе, является экономичным как по стоимости приобретения, так и по стоимости эксплуатации.

Функции и характеристики видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100

На рис. 3 приведена функциональная схема регистратора с указанием входящих в его состав основных блоков. Опишем далее выполняемые ими функции.

Модули удалённого ввода-вывода

Сбор и измерение аналоговых и дискретных сигналов производится комбинированными модулями ввода-вывода MDS AIO-4/4R. В состав регистратора в зависимости от модификации входит 1, 2 или 4 модуля, что обеспечивает ввод 4, 8 или 16 аналоговых входов, 4, 8 или 16 дискретных входов и 4, 8 или 16 дискретных выходов. Причём имеется в виду следующий состав одного канала – универсальный аналоговый вход, дискретный вход, дискретный выход. На каждый канал приходится 12 регистрируемых (архивируемых) параметров, глубина архива 60 суток. Таким образом регистратор обеспечивает запись 96 аналоговых и 112 дискретных сигналов.

Обмен данными с модулями ввода-вывода осуществляется по интерфейсу RS-485 с применением протокола ModBus RTU. Скорость обмена данными составляет 38 400 бит/с. На данной скорости сбор всех аналоговых и дискретных сигналов может осуществляться с периодом 1...600 с. Электропитание станции осуществляется от сети переменного напряжения 220 В с помощью отдельного блока питания PSM-36-24, обеспечивающего питанием 24 В все компоненты регистратора (входит в комплект).

В регистраторе ИНТЕГРАФ-1100 модули ввода-вывода имеют универсальные входы, которые допускают подключение как температурных датчиков (термопар и термометров сопротивления), так и унифицированных сигналов тока и напряжения. Кроме того, дискретные входы принимают импульсные сигналы, частота которых может рассматриваться как аналоговый информационный сигнал.

ИНТЕГРАФ-1100 способен измерять, проводить математическую обработку

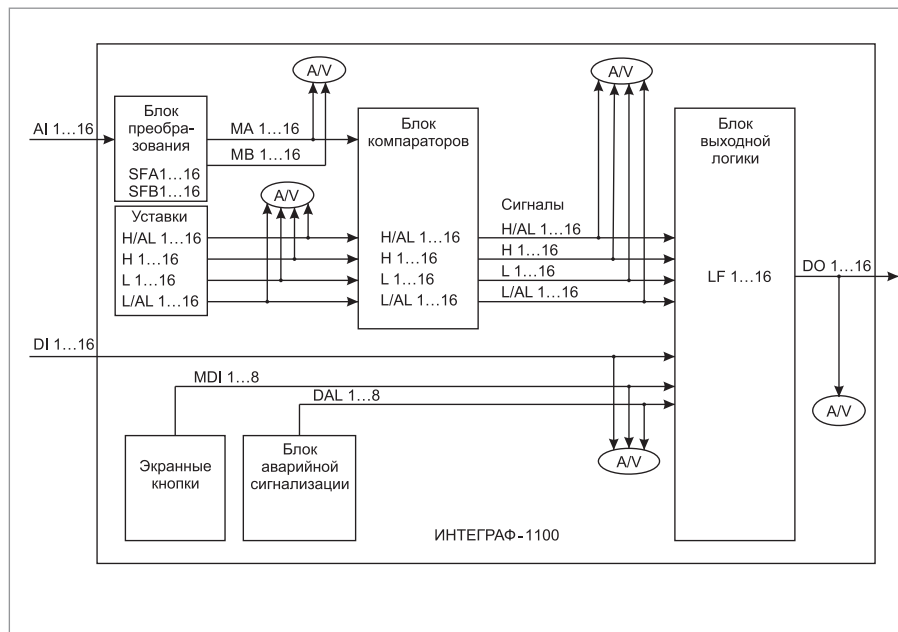


Рис. 3. Функциональная схема видеографического безбумажного регистратора ИНТЕГРАФ-1100

и регистрировать аналоговые сигналы (4/8/16 каналов) следующих типов:

- термопары ХА(К), ХК(Л), НН(Н), ЖК(Ј), ПП(С), ПП(Р), ПР(В), МК(Т), ХКн(Е), ВР(А-1), ВР(А-2), ВР(А-3);
- термопреобразователи сопротивления TCM 100М, TCM 50М, ТСП 100П, ТСП 50П, ТСП Pt100;
- напряжение (–75...+75) мВ, (0...50) мВ, (0...1000) мВ;
- ток (0...5) мА, (0...20) мА, (4...20) мА;
- сопротивление (0...100 Ом), (0...250 Ом), (0...500 Ом);
- пирометры РК-15, РС-20;
- преобразователи манометрические термопарные ПМТ-2, ПМТ-4;
- влажность психрометрическим методом.

Преобразование входных аналоговых сигналов в измеренные аналоговые сигналы осуществляется блоком преобразования регистратора в соответствии с выбранной пользователем функцией преобразования (доступно 16 функций).

Кроме того, ИНТЕГРАФ-1100 способен:

- определять и регистрировать частоту дискретных входных сигналов (4/8/16 каналов) – функция тахометра;
- подсчитывать и регистрировать число импульсов по дискретным входам (4/8/16 каналов) – функция счётчика импульсов (32 разряда);
- регистрировать дискретные входные сигналы (4/8/16 каналов);
- регистрировать дискретные сигналы состояний «экраных» кнопок (8 каналов).

Видеографические регистраторы ИНТЕГРАФ-1100 являются измерительно-

вычислительным комплексом (ИВК), который зарегистрирован в Госреестре средств измерения как средство измерения. Класс точности 0,1, межповерочный интервал – 3 года.

Здесь стоит отметить, что входящие в состав регистраторов ИНТЕГРАФ устройства ввода-вывода сами являются средствами измерения. Поэтому в зависимости от предъявляемых требований можно проводить поверку как отдельных модулей (что значительно проще и дешевле), так и всего ИВК ИНТЕГРАФ-1100 в комплексе.

Компараторы-сигнализаторы

Все аналоговые сигналы после математической обработки поступают на блок компараторов-сигнализаторов. Каждому аналоговому сигналу соответствует 4 компаратора, два из которых рассматриваются как предупредительные сигнализаторы, а два – как аварийные.

Уставки для компараторов задаёт персонал с видеографической панели. Выходные сигналы компараторов поступают на блок выходной логики.

Можно задать 4 вида функции компаратора («Прямая», «Обратная», «Попадание в интервал», «Попадание вне интервала»), а также режим отложенной сигнализации (блокировка первого срабатывания), время задержки срабатывания компаратора и гистерезис.

Блок аварийной сигнализации формирует дискретный сигнал высокого уровня при обнаружении любой из сле-



Рис. 4. Экран Дисплей x16

дующих ситуаций: обрыв (замыкание) датчика (в любом аналоговом канале), выход аналогового сигнала за верхний и нижний диапазон измерения (в любом аналоговом канале), потеря связи с модулями ввода-вывода (с любым из модулей).

Блок выходной логики

Блок выходной логики (4/8/16 каналов) преобразует дискретные сигналы от различных источников (компараторов, входных дискретных сигналов, блока «экранных» кнопок, блока аварийной сигнализации) в дискретные выходные сигналы, поступающие на модули ввода-вывода MDS DIO 4/4R. Тип дискретных выходов – электромагнитические реле ~250 В, 3 А; 24 В, 5 А с одной группой контактов на переключение.

Преобразование осуществляется в соответствии с заданной логической функцией (доступно 6 логических функций).

Выбор сигналов, которые обрабатываются блоком выходной логики, осуществляется пользователем при настройке путём задания соответствующей маски.

Функция и маска задаются при конфигурировании регистратора.

Регистрация данных, просмотр архивов

Измеренные сигналы, уставки и все дискретные сигналы, включая выходные, регистрируются, то есть записываются в электронную память на USB Flash-носитель ёмкостью 8 Гбайт. Такой объём памяти позволяет регистрировать все указанные аналоговые и дискретные сигналы с периодом 1 с в течение 60 суток.

Все зарегистрированные данные можно просмотреть в виде архива. Журнал событий всегда доступен к просмотру.

С помощью интерфейсов верхнего уровня (RS-485, протокол ModBus RTU и Ethernet, протокол ModBus TCP) текущие данные можно передавать в смежные системы верхнего уровня. Кроме того, данные можно перенести с помощью USB Flash-носителя на персональный компьютер для записи и дальнейшей обработки.

Визуализация данных

Все зарегистрированные аналоговые и дискретные сигналы визуализируются в реальном времени на дисплее панели оператора в виде графиков (трендов), цифровых индикаторов и бар-графов.

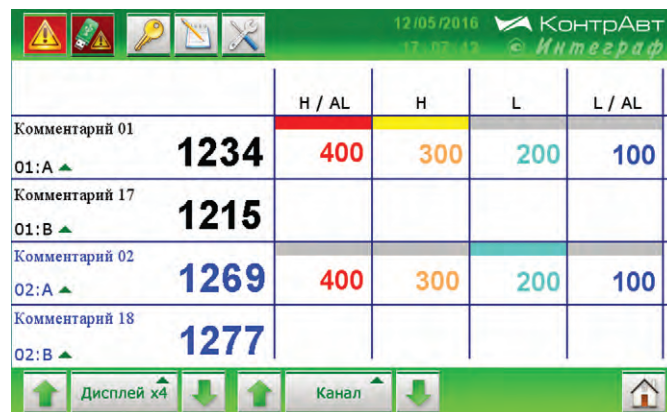


Рис. 5. Экран Дисплей x4

Доступно групповое отображение сигналов (12 групп по 4 сигнала, свободный выбор сигналов в составе группы), а также просмотр архивных данных в виде графиков (трендов).

Для измеренных сигналов доступны следующие типы отображения.

- Дисплей x16 – основной экран всех измеренных сигналов, состояния всех компараторов (рис. 4). На данном дисплее в цифровом виде отображаются все измеренные сигналы на одном экране, для каждого канала показывается состояние четырёх компараторов. К этому экрану возможен быстрый переход из любого другого экрана.
- Дисплей x4 – групповой 4-канальный дисплей (рис. 5). Отображаемая информация: значения четырёх измеренных сигналов, входящих в группу в цифровом виде, значения уставок для четырёх компараторов сигнализации для каждого сигнала, состояние всех четырёх компараторов сигнализации для каждого канала.
- Тренд x1 – одноканальный тренд измеренного аналогового сигнала и 4 уставок компараторов одного канала (рис. 6). Отображаемая информация: значение измеренного сигнала в

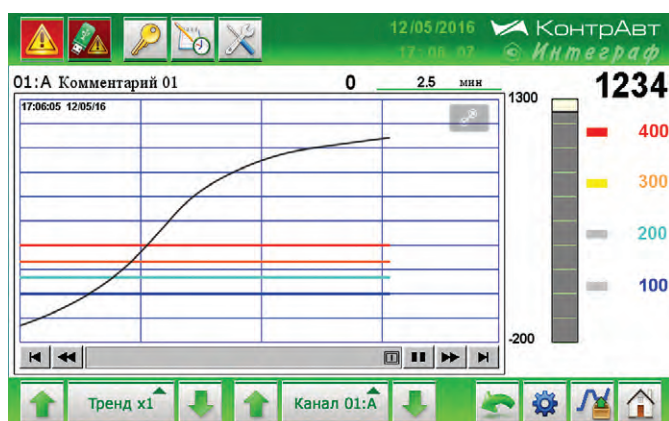


Рис. 6. Экран Тренд x1

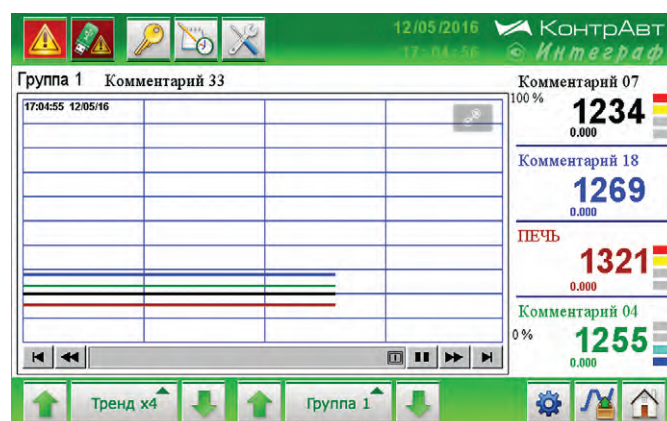


Рис. 7. Экран Тренд x4

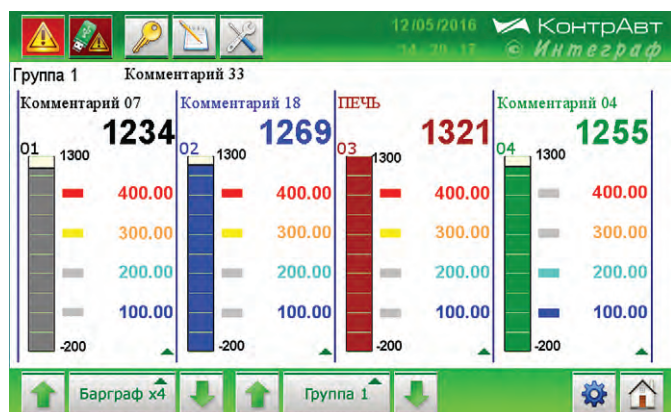


Рис. 8. Экран Барграф x4

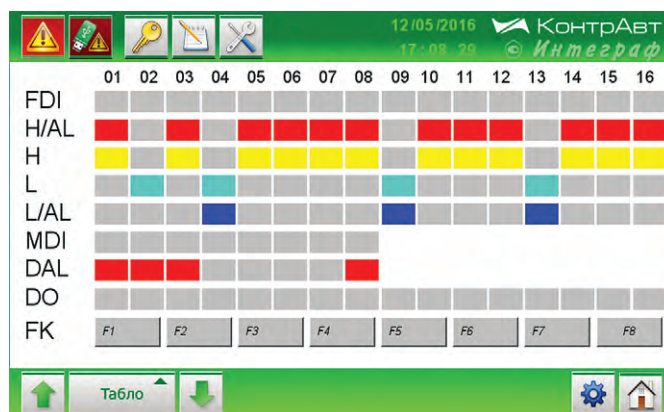


Рис. 9. Экран Табло

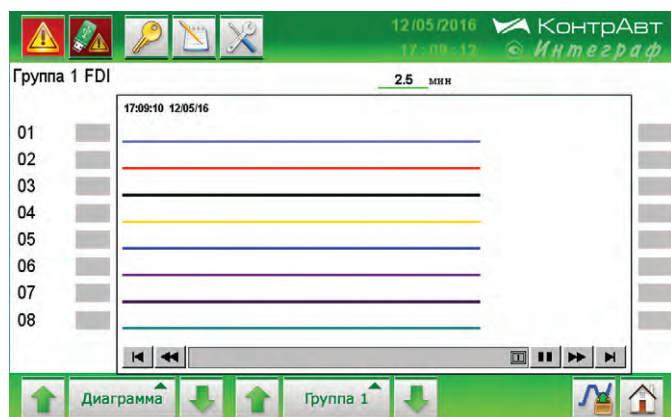


Рис. 10. Экран Диаграмма

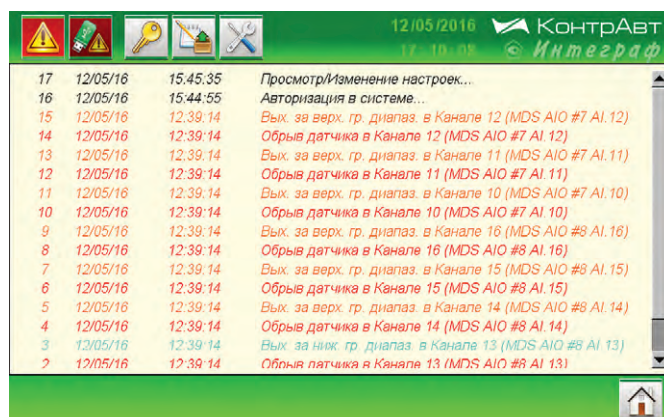


Рис. 11. Экран Журнал событий

цифровом виде, тренд (график) измеренного сигнала, тренд четырёх уставок, значения уставок для четырёх компараторов сигнализации, состояние всех четырёх компараторов сигнализации.

- Тренд x4 – групповой 4-канальный тренд аналоговых сигналов (рис. 7). Отображаемая информация: значения четырёх измеренных сигналов, входящих в группу, в цифровом виде, тренды (графики) четырёх измеренных сигналов, входящих в группу, состояние всех четырёх компараторов сигнализации для каждого канала.

- Барграф x4 – групповой 4-канальный барграф аналоговых сигналов (рис. 8). Отображаемая информация: значения четырёх измеренных сигналов, входящих в группу, в цифровом виде, барграф, значения уставок для четырёх компараторов сигнализации для каждого сигнала, состояние всех четырёх компараторов сигнализации для каждого канала.

Для дискретных сигналов доступны следующие типы отображения.

- Табло – групповое табло всех дискретных сигналов и функциональных кнопок в виде единичных индикаторов на одном экране (рис. 9). Ото-

бражаемая информация: состояния дискретных сигналов, экранные кнопки.

- Диаграмма – групповая 8-канальная диаграмма дискретных выходов (рис. 10). Отображаемая информация: текущее время и дата, графики тренда дискретных сигналов группы, текущее состояние дискретных сигналов группы, соответствующее положению временного курсора (WatchLine).

Кроме этого, всегда доступны записи событий в реальном времени на экране Журнал событий (рис. 11).

Модификации видеографического регистратора ИНТЕГРАФ-1100

При выборе конкретной модификации регистратора необходимо определить значения 5 параметров (от 1 до 5):

ИНТЕГРАФ-1100-**<1>-<2>-<3>-<4>-<5>**

<1> Размер экрана:

- 07 – 7 дюймов
- 10 – 10 дюймов

<2> Число каналов ввода-вывода:

- 04 – 4 (AI + DI + DO)

08 – 8 (AI + DI + DO)

16 – 16 (AI + DI + DO)

<3> Интерфейс верхнего уровня:

- 1 – RS-485 / Modbus RTU, Ethernet / Modbus TCP

<4> Климатическое исполнение

модулей ввода-вывода

по ГОСТ Р 52931:

- C4 – температура (–40...+60)°C, влажность 95% при 35°C

<5> Модификация:

- M0 – стандартное исполнение
- MX – модификация на заказ

Пример обозначения: ИНТЕГРАФ-1100-07-16-1-C4-M0 – видеографический безбумажный регистратор ИНТЕГРАФ-1100, диагональ экрана 7 дюймов, 16 аналоговых каналов ввода, 16 дискретных каналов ввода, 16 дискретных каналов вывода, с интерфейсом связи с верхним уровнем, группа климатического исполнения модулей ввода-вывода C4, стандартное исполнение. ●

Автор – Алексей Костерин,
генеральный директор
НПФ «КонтрАвт», г. Нижний Новгород
Тел.: +7 (831) 260-1308
www.contravt.ru
e-mail: sales@contravt.ru

РЕГИСТРАТОРЫ ВИДЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНТЕГРАФ-1100

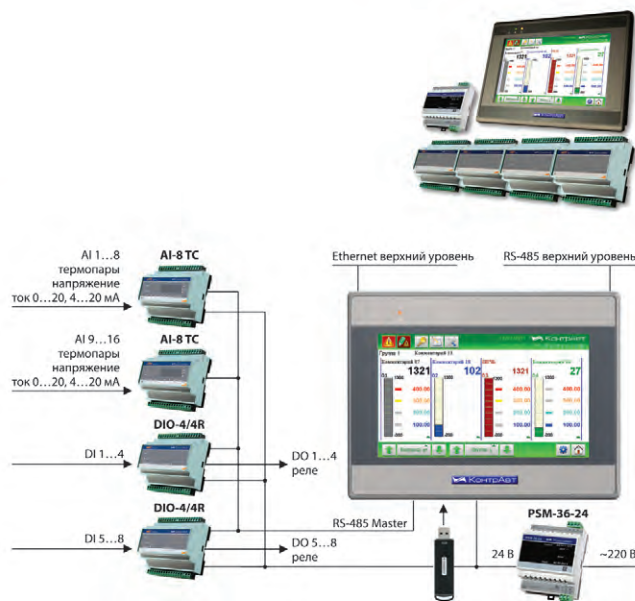
Распределённая модульная архитектура

RS-485 (Modbus RTU),
Ethernet (Modbus TCP)

4/8/16 каналов

Сенсорный экран 7" и 10"

Класс точности 0.1



НОРМИРУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ НПСИ

Класс точности 0.1



БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ СЕРИИ КА5000Ex

Сертификаты SIL2, SIL3



- бесплатная опытная эксплуатация • гарантия на продукцию – 3 года •



www.contravt.ru
+7 (831) 260-13-08
sales@contravt.ru

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗ
НИЖНЕГО НОВГОРОДА**





От мала до велика: широкий спектр российских ИБП для любых задач

Василий Лусин

В современном мире, где цифровая инфраструктура развивается семимильными шагами, стабильность электропитания становится ключевым элементом безопасности данных и непрерывности бизнес-процессов. Однако в России долгое время рынок ИБП был зависим от зарубежных производителей. Поворотным моментом стало появление компании «Сайбер Электро» – российского бренда полного цикла, основанного в 2021 году и базирующегося в г. Одинцово (Московская область). С начала существования компания позиционирует себя в качестве поставщика надёжных, технологичных и конкурентоспособных ИБП российского производства.

Цель «Сайбер Электро» – обеспечить импортонезависимость в критичной сфере энергооборудования, сочетая современные технологии (онлайн-топология, модульность, высокопроизводительные контроллеры) с качеством и доступностью отечественных решений. На фоне государственных программ по импортозамещению продукция компании сразу приобрела вес как в проектах, так и в конкурсах на построение или модернизацию сетей бесперебойного питания для ИТ-инфраструктуры, госучреждений, транспорта и различных отраслей промышленности.

Производственный комплекс «Сайбер Электро» расположен в Московской области, в г. Голицыно. Завод объединяет: проектно-конструкторское бюро – небольшой, но состоящий из опытных сотрудников отдел НИОКР, разрабатывающий схемотехнику, ПО и конструктив. Сборочный и тестовый отдел – SMT-линии, линии ручной сборки, модульное тестирование каждого ИБП. Склад компонентов и АКБ обеспечивает запасы и оперативность поставок. Объём сборки составляет до 2000 ИБП – от компактных однофазных до тяжёлых трёхфазных модульных блоков ежемесячно. Каждая линейка ИБП проходит циклы тестов по вход-

ному/выходному напряжению, перегрузкам, температурным режимам и микропроцессорному контролю и управлению. Производственные мощности «Сайбер Электро» позволяют реализовывать различные варианты доработок и кастомизации изделий под нужды заказчика: дополнение блоков иными интерфейсами управления; изменение монтажных консолей или корпусов с добавлением дополнительных фильтров или повышения степени защиты по IP; установка отличных от штатных дисплеев контроля и управления.

«Сайбер Электро» активно взаимодействует с партнёрской сетью сервисных центров по пусконаладке, настройке и обслуживанию оборудования. Сеть авторизованных партнёров представлена более чем в 80 городах России.

Основные продукты «Сайбер Электро»

Сейчас в продуктовой линейке компании можно выделить пять основных серий ИБП, подходящих под различные уровни задач и нагрузок. Кратко рассмотрим их характеристики, начиная с самой доступной бюджетной серии и заканчивая флагманской отказоустойчивой линейкой.

«Старт Плюс» (рис. 1) – это простая и надёжная серия функциональных бюджетных ИБП, доступная для домашнего и офисного использования. Они построены по линейно-интерактивной топологии и доступны с выходными мощностями на 700 или 850 ВА. Данная серия может использоваться для резервного питания и стабилизации напряжения для ПК, АРМ,



Рис. 1. ИБП «Сайбер Электро» серии «Старт Плюс»



Рис. 2. ИБП «Сайбер Электро» серии «Пилот»

офисной электроники, телефонии и сетевых роутеров.

Особенности серии:

- наличие стабилизации напряжения AVR $\pm 12\%$;
- время переключения на работу от батарей: 2–4 мс;
- наличие LED-индикации (штатная работа, заряд батареи, авария);
- возможность «холодного старта» при отсутствии входного напряжения;
- форм-фактор корпуса: компактный Tower;
- тип аккумулятора: VRLA со временем автономной работы 5–10 мин.

«Пилот» (рис. 2) – идеальный баланс в соотношении цена/качество для IT-инфраструктуры. Они могут работать в стойках в серверных комнатах, для питания тонких клиентов и VoIP-шлюзов, удалённых мультимедийных терминалов и т.д. Построены данные ИБП по линейно-интерактивной топологии с чистой синусоидой на выходе, доступные мощности: 1; 1,5; 2,2; 3 кВА. Они легко интегрируются с серверными системами и инфраструктурой.

Особенности серии:

- форм-фактор корпуса: Tower и 19" Rack (в компактном 2U-корпусе);
- широкий входной диапазон (120...270 В переменного тока) – стабилизация без перехода на батарею;
- на выходе всегда чистая синусоида;



Рис. 3. ИБП «Сайбер Электро» серии «Эксперт» / «Эксперт Плюс»

- интерфейсы: RS-232, USB, слот SNMP, наличие ЖК-дисплея;
- возможность внешнего подключения АКБ (Версия «L»);
- продвинутое ПО управления и мониторинга.

«Эксперт» / «Эксперт Плюс» (рис. 3) – это, в первую очередь, надёжность 24/7/365. ИБП этой серии отлично подойдут для критически важных систем – ЦОДы, серверные системы, дата-центры в банковских организациях, медучреждениях; бесперебойное питание для систем связи и видеонаблюдения. Данная серия построена по топологии двойного преобразования напряжения, онлайн. Предлагаемые выходные мощности на 1, 2, 3, 6, и 10 кВА.

Особенности серии:

- форм-фактор: Tower и Rack (для моделей мощностью ≥ 3 кВА);

- нулевое время переключения на работу от батарей;
- входной диапазон напряжений 110...300 В переменного тока;
- коэффициент мощности PF = 0,9...0,99;
- возможность подключения внешних батарейных модулей, что увеличивает время автономной работы;
- ЖК-дисплей с графической индикацией, а также слот расширения SNMP, RS-232, EPO.

«Легион» (рис. 4) – это серия трёхфазных ИБП для построения надёжных и стабильных цепей электропитания на промышленных объектах. Серия имеет очень широкий модельный ряд, представленный блоками с выходными мощностями от 10 до 500 кВА. Все ИБП данной серии построены по топологии online двойного преобразования напря-



Рис. 4. ИБП «Сайбер Электро» серии «Легион»



Рис. 5. ИБП «Сайбер Электро» серии «Патриот»

Таблица 1. Рекомендуемые серии «Сайбер Электро» для различных сфер применения

Сфера применения	Рекомендуемые серии	Примеры использования
Домашний и офисный сегмент	Старт Плюс, Пилот	ПК, АЮ, принтеры, роутеры, IP-телефония
Корпоративный IT	Пилот, Эксперт	Серверы, АРМ, коммутаторы, VoIP
ЦОДы и облачные провайдеры	Эксперт, Патриот	Инфраструктура вычислений, резервирование, промышленные серверы, серверы граничных вычислений
Промышленность	Легион	Станки, КИПиА, SCADA-системы, производственные линии
Медицинская техника	Легион	КТ, МРТ, ИВЛ, системы стерилизации, общая инфраструктура
Энергетика, нефтегаз	Легион, Патриот	Трансформаторные подстанции, газовые станции, системы учета ресурсов
Телеком и связи	Эксперт, Патриот	BTS, маршрутизаторы, магистральные коммутаторы
Правительство/госучреждения	Все модели	Административные, образовательные учреждения. Городская инфраструктура

жения. Они хорошо зарекомендовали себя при работе в условиях тяжёлой эксплуатации (заводы, производственные линии и т.д.) и довольно удобны в обслуживании и ремонте.

Особенности серии:

- КПД до 96%;
- возможность параллельной работы до 4 блоков;
- высокая совместимость (загруженность входных параметров) для работы с дизель-генераторами;
- контроль состояния ИБП через SNMP/ЕРО, защита от короткого замыкания, перегрузок, перегрева;
- внутренний сервисный байпас.

«Патриот» (рис. 5) – серия масштабируемых отказоустойчивых трёхфазных ИБП, которые состоят из модулей по 20 кВА с возможностью построения в одном шкафу систем от 60 до 400 кВА (масштабируемость от 3 до 20+ модулей). Ключевой фактор данной серии – это горячая замена модулей без отключения электропитания нагрузок.

Данная серия может быть применена в таких отраслях, как объекты нефтегазовой отрасли, ОПК, телекоммуникационное оборудование, объекты социальной и торговой инфраструктуры и т.д.

Особенности серии:

- модульная конструкция ИБП;
- синхронизация модулей, поддержка SNMP-карт;
- различные уровни защит и фильтрации помех;
- высокая ремонтопригодность;
- работа ИБП при пропадании одной из фаз;
- защита от влаги каждого модуля.

Сферы применения

Продукция «Сайбер Электро» может быть использована практически во

всех сферах и отраслях промышленности и экономики.

Для удобства восприятия можно выделить ключевые отрасли в табл. 1 с перечнем рекомендуемых моделей.

Курс на импортозамещение

В 2025 году были актуализированы сертификаты Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, подтверждающие статус промышленной продукции Российской Федерации, для серий источников бесперебойного питания следующих серий.

Линейно-интерактивные ИБП «РСК-Пилот» мощностью 2 кВА и 3 кВА. Высокоэффективные Smart ИБП, обеспечивающие стабилизированный выходной сигнал в виде чистой синусоиды. Эта серия отлично справится с защитой серверного оборудования в офисе или в стойке небольшого дата-центра, подойдёт для защиты телекоммуникационного, сетевого, специализированного промышленного оборудования.

Онлайн ИБП серии «РСК-Эксперт» мощностью 2 кВА и 3 кВА. Модели выполнены по технологии двойного преобразования для достижения максимального уровня защиты и обеспечения бесперебойной работы ответственного оборудования в серверных комнатах, небольших дата-центрах, на различных отраслевых и производственных объектах.

Наличие сертификатов МПТ гарантирует соответствие продукции требованиям законодательства для полноценного участия в закупках по законам № 223-ФЗ и № 44-ФЗ, включая применение механизмов национального режима.

Обновление сертификатов подтверждает стабильность производства «Сайбер Электро» на территории Российской Федерации. Актуальные сертификаты доступны для проверки в реестре Минпромторга России.

Кроме того, вся линейка источников бесперебойного питания марки «Сайбер Электро» – от компактных настольных моделей до мощных трёхфазных систем промышленного уровня – внесена в каталог Государственной информационной системы промышленности (ГИСП). Это решение подтверждает статус отечественной разработки и соответствие требованиям стратегического развития промышленного сектора. Включение в ГИСП позволяет: упростить участие в государственных тендерах и проектах, включая программы импортозамещения; повысить доверие со стороны корпоративных заказчиков благодаря подтверждению соответствия стандартам Минпромторга.

Заключение

«Сайбер Электро» – не просто альтернатива ушедшим торговым маркам ИБП. Это комплексный продукт: зрелая линейка решений от компактного домашнего уровня до тяжеловесных модульных систем; отечественная разработка и производство, включая НИОКР; адаптация к потребностям и российским условиям; сертификация и государственная поддержка.

Это выгодные ИБП, которые отвечают требованиям рынка: надёжность, масштабируемость и понятная архитектура. ●

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

Однофазные источники бесперебойного питания



- Мощность от 400 ВА до 10 кВа
- Напольное и стоечное исполнение
- Управляемая группа розеток (для моделей до 3 кВА включительно)
- Карта управления SNMP в комплекте для моделей с индексом NC
- Параллельное резервирование до трех ИБП
- «Горячая» пользовательская замена батарей
- Управляющее ПО в комплекте





Развиваем архитектуру АСУ ТП: от стандарта IEC 61499 к готовому решению на платформе 4DIAC и Ethernet APL

Максим Рафальсон (ИНСОЛ)

В нашей предыдущей статье мы рассмотрели стандарт IEC 61499 и его реализацию в решении 4DIAC аппаратной платформе с поддержкой Ethernet APL. В данной статье предлагаю рассмотреть более предметные технические и структурные решения, разрабатываемые компанией ИНСОЛ.

Введение

Предлагаемая архитектура, построенная в строгом соответствии со стандартом IEC 61499, фундаментально меняет традиционный подход к построению АСУ ТП (рис. 1). Её ключевая особенность – **полное отсутствие централизованных шкафов автоматизации**. Вместо них интеллектуальные устройства распределяются по объекту, что сокращает затраты на кабельную инфраструктуру и монтаж. В операторной требуется разместить лишь систему

бесперебойного питания (ИБП) и коммутаторы для агрегации трафика.

Данная структура является экосистемой для распределённой автоматизации нового поколения.

В разнообразии решений промышленной автоматизации всё острее ощущается потребность в комплексных решениях, которые объединяют вычислительную мощность, сетевое взаимодействие и гибкое управление в едином бесшовном пространстве.

Ответом на этот вызов становится связка двух устройств: INSOL NODE и INSOL 1000 – формирующая готовую экосистему для построения сквозных систем IIoT и Industry 4.0 (рис. 2).

INSOL NODE: универсальный вычислительный и сетевой хаб

Что получится, если объединить в одном корпусе полноценный компьютер, управляемый коммутатор 2-го уровня, внешний накопитель на сотни гига-

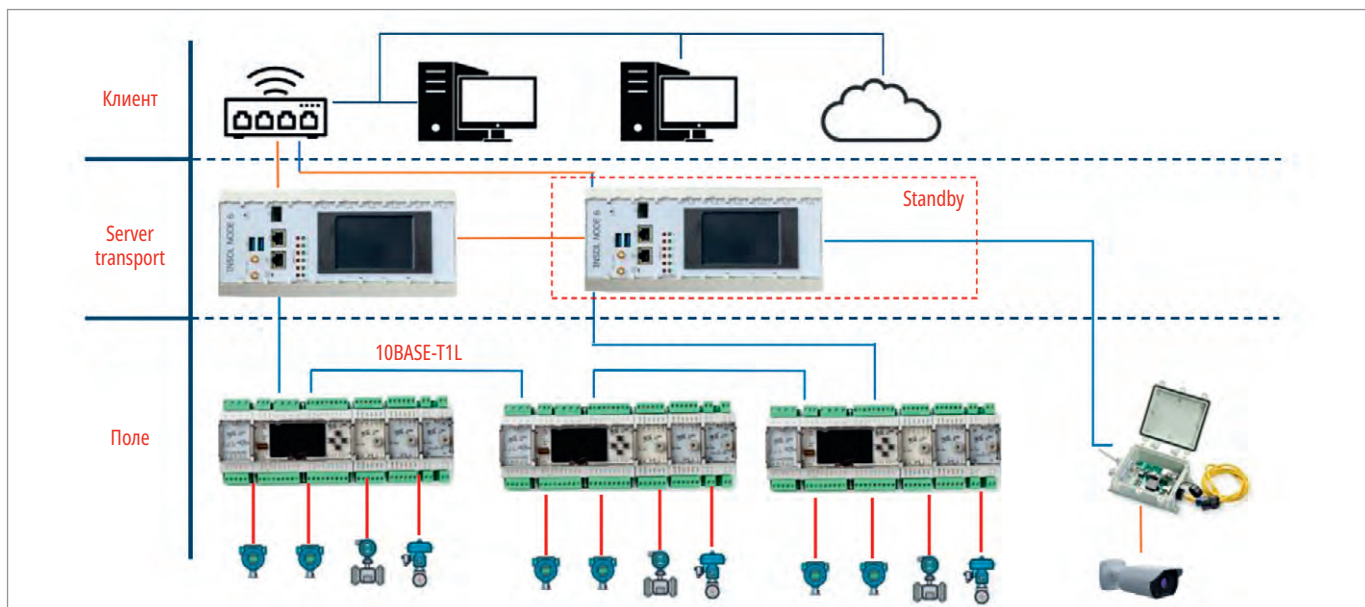


Рис. 1. Структура системы

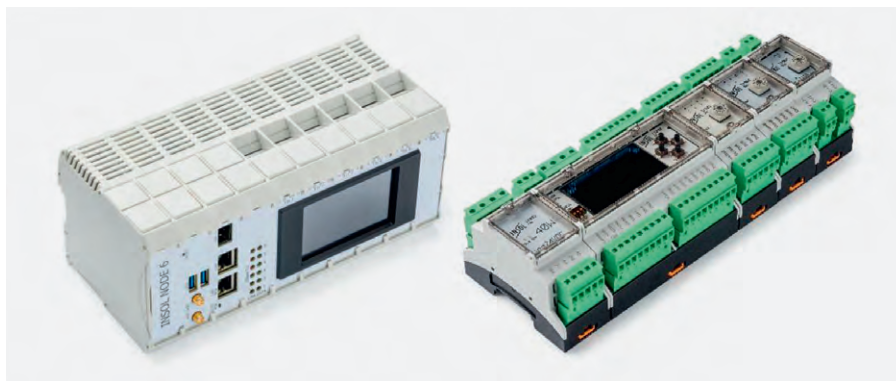


Рис. 2. INSOL NODE и INSOL 1000

байт, базу данных с OPC UA-сервером на тысячу переменных, среду исполнения для распределённых ПЛК по стандарту IEC 61499 и встроенную веб-SCADA? Ответ – INSOL NODE.

Это устройство выполняет роль мощного концентратора и шлюза верхнего уровня. Его ключевые компоненты раскрывают целый спектр возможностей.

- **Вычисления и хранение данных:** наличие полноценной вычислительной платформы позволяет запускать сложную логику, базы данных исторических трендов и аналитики, что выходит за рамки возможностей типичного программируемого контроллера.
- **Сетевое ядро:** встроенный управляемый коммутатор организует структурированную сетевую топологию, обеспечивая сегментацию трафика, приоритизацию данных и надёжное соединение между всеми элементами системы.
- **Полевая сеть:** десяток изолированных портов Ethernet-APL с поддержкой питания (PoDL) по каждому каналу – это прямой выход в поле. Технология APL позволяет по двухпроводной линии передавать данные и питание на расстояние до 1500 метров, что критически важно для подключения датчиков и исполнительных механизмов в условиях процессной автоматизации и взрывоопасных зон.
- **Единая программная среда:** интеграция OPC UA-сервера, веб-SCADA и среды выполнения IEC 61499 создаёт целостную среду для разработки, управления и визуализации.

Инженер может в одном веб-интерфейсе настраивать проект как в режиме разработки (develop), так и в режиме исполнения (runtime), без необходимости установки дополнительного ПО.

INSOL-1000: интеллектуальный распределённый контроллер

Вторым базовым элементом системы выступает распределённый контроллер INSOL-1000. Его архитектура строится на общей шине Insol-BUS, к которой подключаются необходимые модули расширения (дискретные, аналоговые и другие). Адресация модулей задаётся механическим переключателем на лицевой панели, а система их автоматически распознаёт, максимально упрощая процесс конфигурации и замены.

Ключевой особенностью контроллера является присвоение физическим каналам именных алиасов. Вместо работы с малопонятными «сырыми» адресами (вроде `addr:0,channel:1,type:dout5`) инженер оперирует понятными именами, например «Температура_Реактора_A». Эти алиасы напрямую доступны в среде разработки 4DIAC (реализация стандарта IEC 61499), что значительно ускоряет программирование и снижает количество ошибок.

INSOL-1000 также обладает развитыми коммуникационными возможностями.

- **Modbus-мастер:** два порта RS-485 работают в режиме мастера для опроса периферийных устройств (датчиков, частотных преобразователей). Переменные Modbus становятся равнозначными физическим каналам в среде 4DIAC, а конфигурация интерфейса производится через удобный веб-интерфейс.
- **Modbus TCP-клиент:** устройство может выступать в роли подчинённого Modbus TCP-устройства. В этом режиме внешние системы (например, главная SCADA завода) получают доступ как к данным физических входов контроллера, так и к переменным, созданным и вычисленным в логике 4DIAC.

Единая экосистема: синергия компонентов

Вместе INSOL NODE и INSOL-1000 образуют мощную и гибкую платформу. На текущий момент серия поддерживает ключевые промышленные протоколы:

- внутренние протоколы 4DIAC для распределённого управления;
- проприетарный протокол «Insol-NET»;
- Modbus TCP для интеграции со сторонними системами.

Находится в стадии разработки поддержка таких высокоскоростных протоколов, как Profi-Net и EtherCAT, что ещё больше расширит область применения системы.

4DIAC: Инструмент для бесшовной разработки распределённых систем управления

Среда разработки 4DIAC, являющаяся эталонной реализацией стандарта IEC 61499, предлагает интуитивно понятный и дружелюбный интерфейс для проектирования распределённых систем автоматизации.

Основная работа ведётся в **System Explorer** (рис. 3), который предоставляет доступ к трём ключевым элементам проекта.

- **Application** – создание основной логики программы.
- **System Configuration** – конфигурация аппаратного обеспечения.
- **Module Library** – хранилище программных блоков (как стандартных, так и пользовательских).

Процесс настройки оборудования интуитивно понятен и не требует написания сложных конфигурационных файлов. Инженер просто добавляет на рабочее поле Ethernet-устройства, такие как INSOL NODE и контроллеры **серии 1000**, после чего задаёт для каждого из них сетевые параметры: IP-адрес и порт (для устройств 1000 серии обычно используется порт 61499). Важно отметить, что на INSOL NODE можно разместить несколько независимых приложений, работающих на разных портах. Можно распределять нагрузку между приложениями следующим образом: одно выполняет реальные задачи, другое используется для отладки новых компонентов.

Результатом этой настройки становится схематичное изображение всей системы, наглядно отображающее состав оборудования и сетевые связи между компонентами.

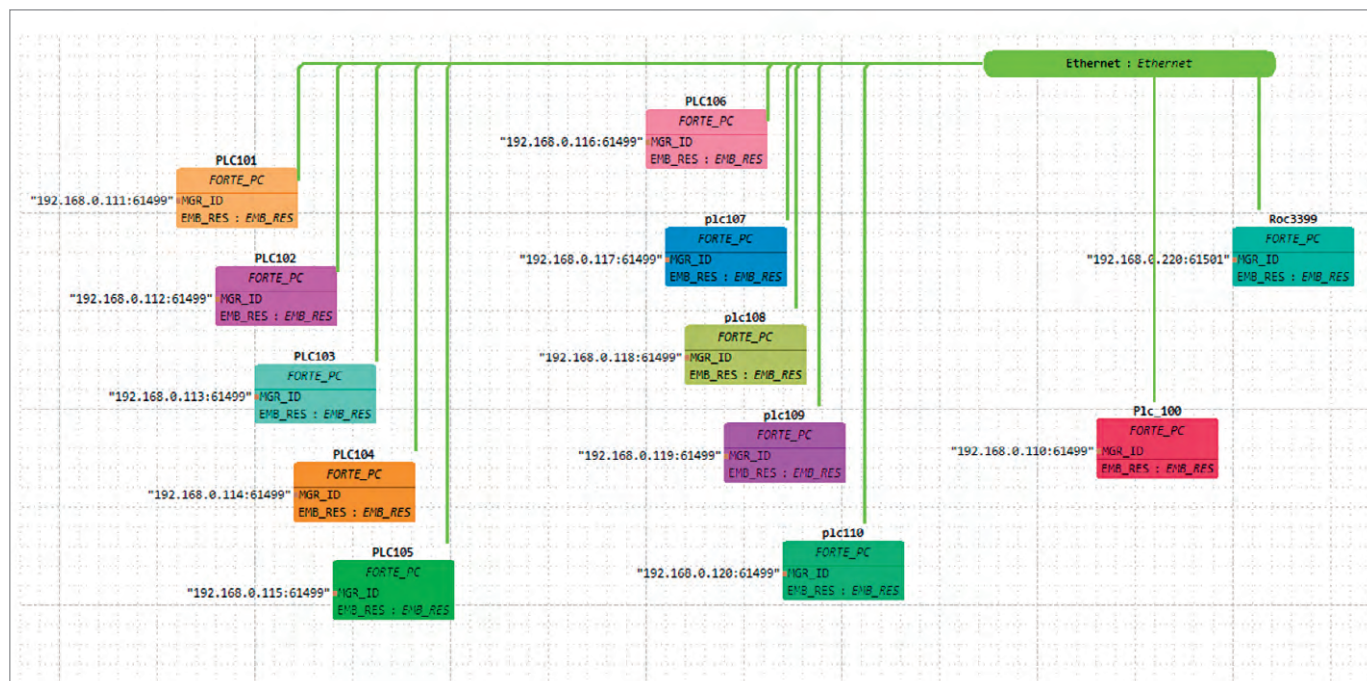


Рис. 3. System Configuration: визуальное проектирование аппаратной части

Application: визуальное программирование с событийной моделью

Непосредственное создание приложения управления заключается в компоновке программы из готовых блоков, доступных в Библиотеке элементов. Основой для их работы служит событийная модель (Event-Driven) (рис. 4).

Принцип работы событийной модели

- Включается по событию: функциональный блок выполняет свою алгоритмическую функцию только при получении сигнала на свой вход события (EI или REQ).
- Сообщает о завершении: по окончании вычислений блок генерирует вы-

ходное событие (EO или CNF), которое, в свою очередь, может запустить следующий блок в цепочке.

Структура функционального блока

- Входы/выходы событий определяют, когда блок выполняется и когда он завершает свою работу.
- Входы/выходы данных отвечают за передачу значений переменных и состояний между блоками.

Итог: среда 4DIAC позволяет не только визуально сконфигурировать систему, но и создать распределённую программу, где логика чётко разделена и выполняется строго по факту наступления определённых условий, что в пол-

ной мере соответствует принципам построения современных АСУ ТП.

Архитектура «Издатель-Подписчик»: простота, скорость и визуальное программирование

В сетевом разделе библиотеки модулей представлены два типа функциональных блоков, заслуживающих особого внимания, – «Издатель» (PUBLISH) и «Подписчик» (SUBSCRIBE).

Логика их работы проста и элегантна: блок Издатель передаёт данные по сети, используя внутренний идентификатор (ID), а неограниченное количество Подписчиков может одновре-

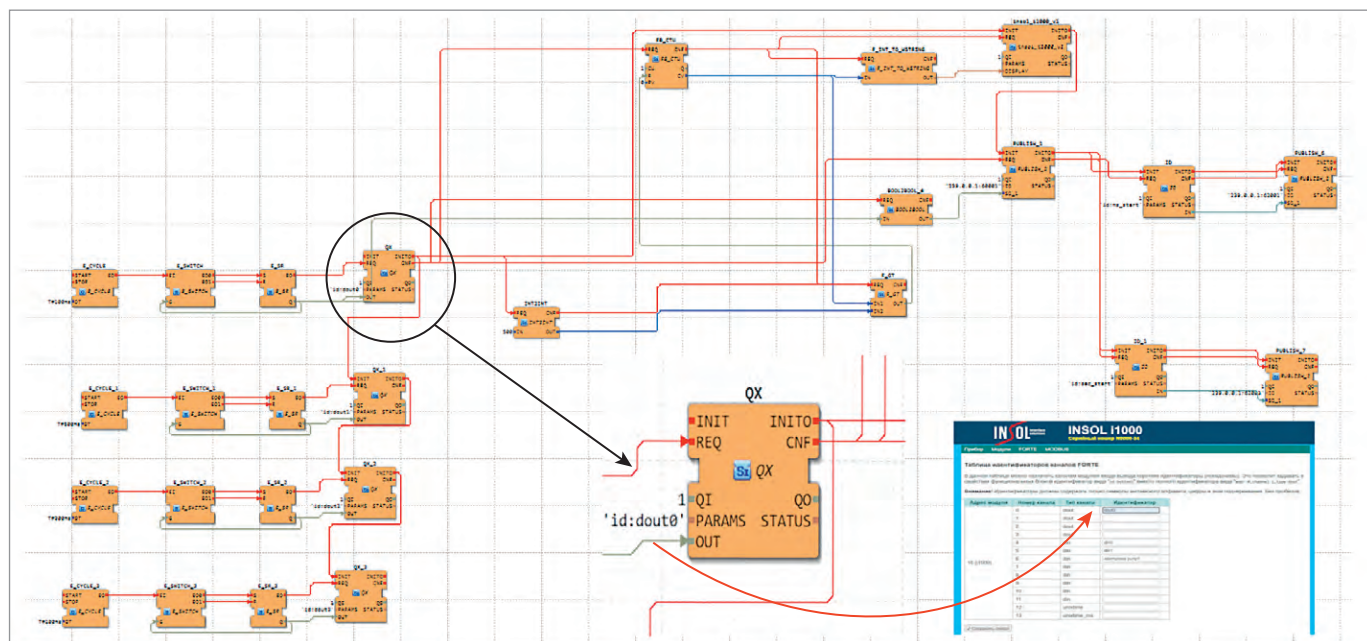


Рис. 4. Визуальное программирование с событийной моделью

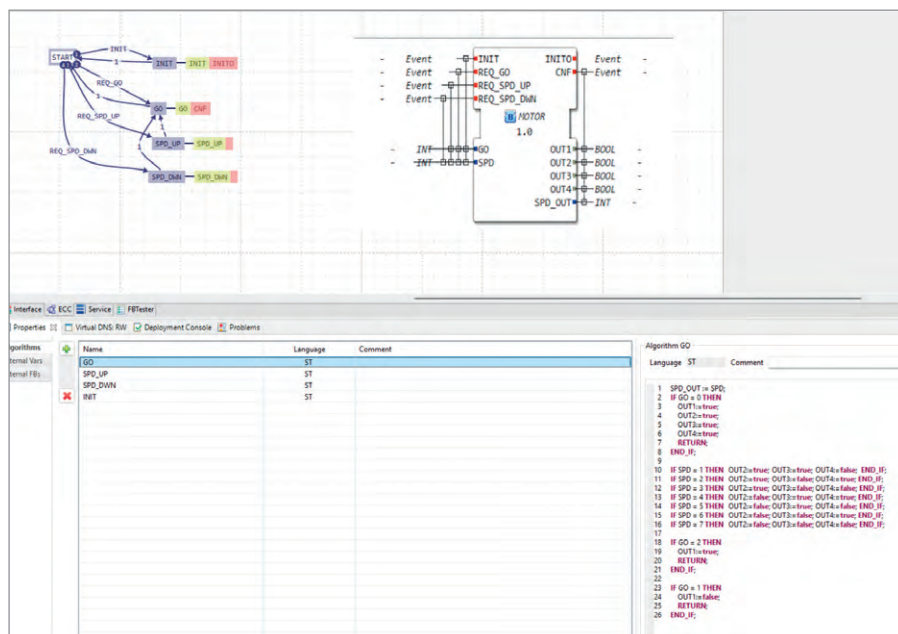


Рис. 5. Создание собственного функционального блока с 4 алгоритмами и текст одного из алгоритмов на ST

менно получать эти данные. Это формирует основу для построения масштабируемых и гибких решений.

При этом простота не достигается в ущерб производительности. Проведённый стресс-тест, в котором 30 устройств серии 1000 были соединены в последовательную цепочку (каждое устройство выступало и подписчиком, и издателем), показал впечатляющий результат: сквозная задержка распространения данных по всей цепочке не превысила 50 мс. Это доказывает, что данная архитектура идеально подходит для систем управления реальным временем.

Разработчику следует помнить, что у высокой скорости передачи есть оборотная сторона медали. 4DIAC использует UDP-соединение (без подтверждения доставки), и для критически важных событийных сигналов надо разрабатывать триггерную схему передачи данных.

Привязка к «железу» («Map to»): после создания программной логики её необходимо сопоставить с физическими устройствами. Это делается одним щелчком мыши с помощью команды «Map to» в контекстном меню. Элементы приложения автоматически окрашиваются в цвета тех устройств, за которыми они закреплены.

Инициализация и запуск (Deploy): важно подключить программу к инициализирующему событию. После этого выполняется команда «Deploy» – она загружает программу в ОЗУ целевых устройств и немедленно запускает её на выполнение.

Онлайн-отладка: система предоставляет удобные инструменты для отладки в реальном времени. Инженер может вручную инициировать события и в режиме онлайн отслеживать прохождение сигналов между блоками, что делает процесс поиска и исправления ошибок быстрым и наглядным.

Создание автономного образа (Boot File): после полной отладки программы создаётся Boot-файл. По сути, это XML-описание всего приложения: все экземпляры блоков, их параметры и связи. Этот файл записывается во флеш-память устройства и автоматически запускается при каждом его включении, обеспечивая полную автономность работы системы.

Создание собственных функциональных блоков

Любая мощная система должна позволять расширять свой функционал. 4DIAC обладает комфортным и продвинутым инструментарием для создания пользовательских функциональных блоков (ФБ) (рис. 5).

Процесс их создания выглядит следующим образом.

В интегрированной среде разработки (IDE) создаётся новый типовой ФБ, где описываются все его входные и выходные события и данные.

Типовой ФБ может содержать несколько алгоритмов, разработанных на привычном языке структурного текста (ST) стандарта IEC 61131-3.

Далее графически создаётся ECC-диаграмма (State Machine), которая опреде-

ляет, какой алгоритм и в какой последовательности будет выполняться в зависимости от того или иного события.

Система автоматически интерпретирует созданный пользовательский блок в код на языке C++.

Полученный C++ файл добавляется через веб-интерфейс INSOL NODE, где происходит его фоновая компиляция, полностью скрытая от пользователя.

После этого функционал нового блока становится доступен во всех приложениях INSOL NODE.

На данном этапе развития продукта мы убрали возможность создания пользовательских блоков для модуля INSOL-1000, чтобы повысить отказоустойчивость, учитывая тот факт, что они находятся «в поле» и оперативный доступ к ним может быть затруднён. Но создание простых ПИД-регуляторов, алгоритмов защиты и прочее доступно пользователю в полной мере.

Интеграция в базу данных и OPC UA сервер

В базовой поставке от компании «ИНСОЛ» доступны специальные функциональные блоки для записи и чтения данных различных типов во встроенную базу данных. Максимальное количество переменных для записи в БД ограничено 5000, при этом гарантированная скорость чтения/записи одной переменной не превышает 50 мс. Интеграция с внешними системами (такими как MES или ERP) осуществляется через OPC UA-сервер, который конфигурируется как отдельное приложение-надстройка над базой данных.

Визуализация: встроенная SCADA-система FUXA

«Вишенкой на торте» всей экосистемы является встроенная SCADA-система на базе FUXA. Это полностью веб-ориентированное решение, работающее как в режиме разработки, так и в режиме runtime. Система поддерживает графическую динамику, построение трендов, имеет собственную базу данных и может подключаться к данным через Modbus TCP или в качестве OPC UA-клиента к серверу, работающему на INSOL NODE.

Данный инструмент позволяет быстро, «прямо здесь и сейчас», создавать и вводить в эксплуатацию мнемосхемы и панели оператора, что делает его отличным решением для задач визуализации в составе комплексной платформы. ●



Безвентиляторный компьютер ER-8200 от AdvantiX: новое слово в промышленных вычислителях

Василий Лусин

В эпоху Industry 4.0, когда каждый простой технологического процесса измеряется миллионами рублей убытков, надёжность промышленных компьютеров становится критически важным фактором. Статистика отказов промышленного оборудования показывает следующую картину: до 40% отказов встраиваемых компьютеров связано с выходом из строя систем охлаждения. Пыль, влага, вибрации и экстремальные температуры превращают традиционные вентиляторы в слабое звено всей автоматизированной системы.

Именно на решение этой проблемы направлена серия безвентиляторных встраиваемых систем ER от российской компании AdvantiX, и конкретно самая последняя модель из этой серии – безвентиляторный компьютер ER-8200 (рис. 1).

Это решение представляет собой пересмотр подходов к промышленным вычислениям, объединяя передовые процессорные технологии Intel 11-го поколения с инновационными инженерными решениями в области пассивного охлаждения.

Но ER-8200 не просто следует современным трендам к миниатюризации и повышению энергоэффективности – можно смело утверждать, что он задаёт новые стандарты вычислителей для многих отраслей критической информационной инфраструктуры (КИИ). Компактный корпус размером всего 130×60×183 мм вмещает вычислительную мощность, которая ещё недавно требовала полноразмерного промышленного корпуса, а полное отсутствие подвижных частей гарантирует бесперебойную работу в самых жёстких условиях эксплуатации.

Tiger Lake в промышленном исполнении: процессорное сердце ER-8200

Архитектурной основой ER-8200 стали процессоры Intel 11-го поколения семейства Tiger Lake – настоящий технологический прорыв, который компания Intel реализовала после многолетних исследований в области процессорных вычислений.

Линейка представлена двумя решениями: четырёхъядерным Core i5-1135G7 с базовой частотой 2,4 ГГц (до 4,20 ГГц в режиме Turbo Boost) и более производительным Core i7-1165G7



Рис. 1. Безвентиляторный промышленный компьютер ER-8200: а – вид спереди; б – вид сзади

Таблица 1. Технические характеристики встраиваемого компьютера AdvantiX ER-8200

Процессор	Intel Core i5-1135G7, Quad-core, до 4,20 ГГц или Intel Core i7-1165G7, Quad-core, до 4,70 ГГц
Память	8–64 Гбайт, 2×DDR4-3200 non-ECC SO-DIMM
Видеоподсистема	Встроенная Intel Iris Xe G7 (80/96 блоков EU)
Слоты расширения	1×M.2 Key-M Slot (PCIe×4 NVMe / SATA SSD, 2280) SATA по умолчанию
	1×M.2 Key-E Slot (PCIe + USB 2.0, Support Wifi + BT, 2230)
	1×M.2 Key-B Slot (PCIe/USB 3.0, 2260)
Дисковая подсистема	M.2 SSD
Сеть	Два контроллера Ethernet 10/100/1000 Intel
Звук	5.1 HD Audio
Порты	6×USB 3.0
	2×HDMI
	2×LAN (RJ-45), опционально до 4×LAN
	4×COM (1×RS-232/422/485, 3×RS-232/TTL), опционально 2×RS-232/TTL
	Audio+MIC выход/вход (2 в 1) 4 мм jack
Watchdog	Программируемый
Питание	12 В постоянного тока или 9–36 В постоянного тока (опция)
Охлаждение	Конвекционное, пассивное
Рабочая температура	+5...+40°C или –40...+60°C (опционально)
Габариты (Г×Ш×В), мм	130×183×60
Вес	1,5 кг
Исполнение	Настольное или настенное (крепление в комплекте), опционально DIN-реечное крепление
Цвет	Серебристый, опционально – любой по требованию заказчика
Операционная система	Microsoft Windows 10 (64 бит), Windows 11, Astra Linux 1.8

с базовой частотой 2,8 ГГц и пиковой 4,70 ГГц.

Ключевым достижением Tiger Lake стал переход на 10-нанометровый техпроцесс SuperFin – третье поколение 10-нм технологии Intel, которое обеспечило значительный прирост производительности на единицу потребляемой мощности. По сравнению с предыдущим поколением Ice Lake новые процессоры демонстрируют до 20% прироста IPC (Instructions Per Clock), что в сочетании с увеличенными тактовыми частотами даёт суммарный прирост производительности до 40%.

Особого внимания заслуживает тепловой пакет процессоров Tiger Lake. Конфигурируемый TDP в диапазоне 12–28 Вт позволяет оптимизировать баланс между производительностью и тепловыделением в зависимости от конкретной задачи. Для промышленных применений это означает возможность тонкой настройки системы под требования конкретного применения – от энергосберегающих режимов для ав-

тономных систем до максимальной производительности для ресурсоёмких вычислений. В табл. 1 приведены основные характеристики компьютера.

Intel Iris Xe Graphics: графическая мощь для промышленности

Революционным элементом архитектуры Tiger Lake стала интегрированная графическая система Intel Iris Xe Graphics G7, построенная на архитектуре Gen 12. В модификации для i5-1135G7 графическое ядро включает 80 исполнительных блоков (Execution Units), а для i7-1165G7 – 96 EU, что обеспечивает вычислительную мощность на уровне младших дискретных видеокарт.

Практическое значение этого прорыва для промышленных применений трудно переоценить. Iris Xe Graphics поддерживает аппаратное ускорение кодирования и декодирования современных видеокодеков, включая H.264, H.265 (HEVC) и даже перспективный AV1. Это означает, что один компьютер

ER-8200 способен одновременно обрабатывать до 16 потоков видео высокой чёткости, что ранее требовало использования специализированных и дорогостоящих решений.

Архитектура Gen 12 графического процессора также привнесла поддержку машинного обучения на аппаратном уровне благодаря специализированным инструкциям и оптимизированным вычислительным блокам. Это открывает новые возможности для внедрения AI-алгоритмов непосредственно на промышленных объектах – от распознавания образов в системах контроля качества до предиктивной аналитики в задачах технического обслуживания.

Система памяти и хранения данных

Подсистема памяти ER-8200 спроектирована с учётом требований современных промышленных приложений к пропускной способности и объёмам данных.

Поддержка двухканальной памяти DDR4-3200 обеспечивает пиковую пропускную способность до 51,2 Гбайт/с, что критически важно для производительности интегрированной графики Iris Xe.

Максимальный объём оперативной памяти в 64 Гбайт позволяет реализовывать сложные алгоритмы обработки данных, включая полнофункциональные SCADA-системы с десятками тысяч точек ввода-вывода или системы видеоаналитики с обработкой множества видеопотоков в режиме реального времени.

Архитектура хранения данных основана на трёх слотах расширения: основной M.2 Key-M для высокоскоростного NVMe SSD, M.2 Key-E для модулей беспроводной связи и традиционный Mini PCI-E для специализированных промышленных модулей.

Поддержка PCIe 4.0 в основном слоте обеспечивает скорости чтения до 7 Гбайт/с, что особенно важно для приложений с интенсивным обменом данными, например, таких как системы сбора и архивирования промышленной телеметрии.

Интеграция технологий Thunderbolt 4 и USB4 открывает возможности для подключения высокоскоростных внешних накопителей и специализированного оборудования, превращая компактный ER-8200 в центр сбора и обработки данных для целого промышленного ком-

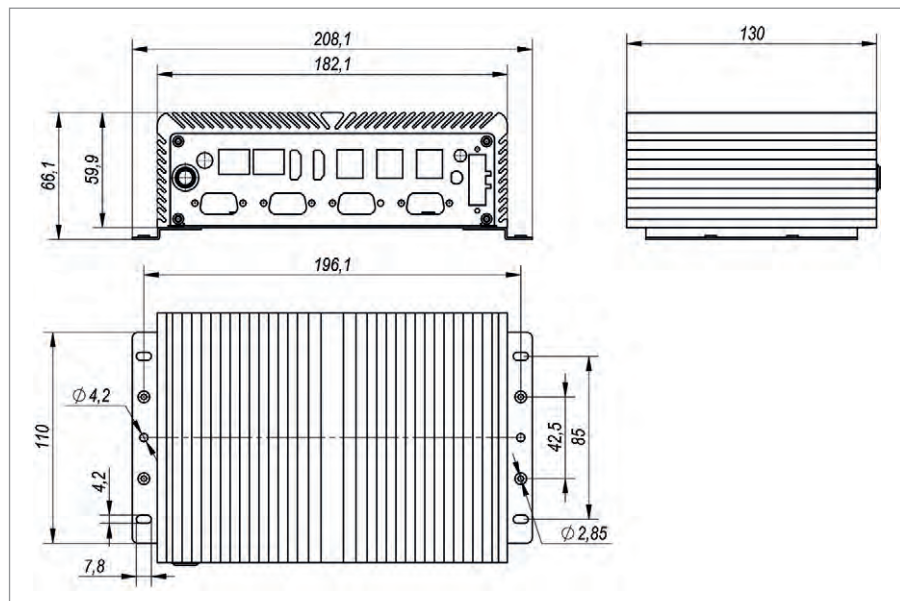


Рис. 2. Габаритные размеры компьютера ER-8200

плекса. Рис. 2 иллюстрирует габариты компьютера. Как видно из этого рисунка, ER-8200 очень компактен.

Физика теплоотвода в компактном корпусе

Создание эффективной системы пассивного охлаждения для высокопроизводительного компьютера – это настоящий инженерный вызов, требующий глубокого понимания физических процессов теплопередачи. В случае с ER-8200 инженеры AdvantiX столкнулись с задачей рассеивания до 28 Вт тепловой мощности в корпусе объёмом менее 1,5 литров при сохранении температурного режима, обеспечивающего стабильную работу процессора.

Основой работы теплоотвода служит принцип естественной конвекции, усиленный продуманной геометрией корпуса. Алюминиевый сплав с высокой теплопроводностью (около 200 Вт/м·К) образует единую тепловую массу, которая эффективно поглощает и распределяет тепло от процессора по всей поверхности корпуса.

Расчёты показывают, что при максимальной нагрузке разность температур между процессором и корпусом не превышает 15°C, что является отличным

результатом для пассивной системы. Что касается отвода тепла непосредственно от процессора, на микроуровне применяется высококачественная термопаста с теплопроводностью выше 8 Вт/м·К, обеспечивающая минимальное термическое сопротивление между кристаллом процессора и теплоотводящей пластиной.

Рёбристая структура корпуса спроектирована с использованием CFD-моделирования (Computational Fluid Dynamics) для оптимизации воздушных потоков. Вертикальные рёбра высотой до 15 мм с шагом 3 мм создают развитую поверхность теплообмена – общая площадь составляет более 0,8 м², что в 25 раз превышает площадь основания корпуса. Такая геометрия обеспечивает интенсивную естественную теплоотдачу даже при низких скоростях воздушных потоков.

Внутренняя компоновка компонентов следует принципу минимизации температурных мостиков. Процессор размещён в центральной части платы, что обеспечивает равномерное распределение тепла, а другие сильно выделяющие элементы, такие как модули памяти и SSD, расположены в зонах с оптимальным теплоотводом.

Тестирование в экстремальных условиях

Испытания ER-8200 проводились в климатических камерах, имитирующих реальные суровые условия эксплуатации. При температуре окружающей среды +40°C и 100%-ной нагрузке процессора температура кристалла стабилизируется на уровне 78°C – значительно ниже критических 100°C для Tiger Lake.

Особенно впечатляющие результаты показали испытания в расширенном температурном диапазоне. По умолчанию ER-8200 доступен с рабочим температурным диапазоном +5...+40°C, но также можно заказать и исполнение с расширенным диапазоном –40...+60°C. При температуре окружающей среды –40°C система не только сохраняет работоспособность, но и демонстрирует повышенную производительность благодаря продуманному термодизайну и использованию высоконадёжных комплектующих. Долгосрочные тесты на надёжность подтвердили отсутствие деградации производительности и стабильность температурных режимов. Эти результаты достигнуты благодаря комплексному подходу к проектированию, учитывающему не только теплофизические процессы, но и особенности эксплуатации в промышленных условиях – от вибраций до запылённости и агрессивных сред. Сведения для заказа приведены в табл. 2.

Спектр промышленных задач для ER-8200

Сценарии использования безвентиляторного встраиваемого компьютера ER-8200 довольно обширны. Это, в первую очередь, промышленная автоматизация со SCADA-системами. Мониторинг технологических процессов в режиме 24/7, интеграция с ПЛК и датчиками температуры, давления, расхода и т.д., обработка данных от сотен точек измерения – компьютер способен обрабатывать множественные протоколы связи. Для транспортной инфраструктуры и логистики ER-8200 может использоваться в диспетчеризации поездов, интеграции с системами автоблокировки, обработки данных от рельсовых датчиков. ER-8200 имеет хорошие показатели по электромагнитной совместимости, виброустойчивости и устойчивость к различным температурам, что делает его отличным вычислительным модулем как для железнодорожной инфраструктуры, так и для

Таблица 2. Параметры для заказа ER-8200 и его модификаций

Артикул	Описание
ER-8200	Безвентиляторный компьютер / Core i5-1135G7 2,4 ГГц / 8 Гбайт DDR4 / 256 Гбайт SSD / блок питания 220 В, +5...+40°C
ER-8200/WT5	Безвентиляторный компьютер / Core i5-1135G7 2,4 ГГц / 8 Гбайт DDR4 / 256 Гбайт SSD / DC питание, –40...+60°C
ER-8200-XXX / RPC-XXX	Заказная конфигурация под требования заказчика

других видов транспорта. Для объектов городской инфраструктуры ER-8200 может обеспечить обработку множественных видеопотоков высокого разрешения от 16 и более камер с применением алгоритмов компьютерного зрения. Intel Iris Xe Graphics способна одновременно анализировать несколько десятков видеопотоков, выполняя детекцию движения, классификацию объектов и распознавание аномального поведения. В рамках концепции «умного города» ER-8200 может стать основой для систем массовой видеоаналитики. Что касается энергетического сектора, то современные электрические подстанции переходят на цифровые технологии управления и мониторинга. ER-8200 подходит для реализации систем дис-

петчерского управления, интегрируясь с цифровыми реле защиты и измерительными устройствами через различные протоколы связи. А в рамках развития концепции «умных сетей» ER-8200 может обеспечить сбор и обработку данных от распределённых систем учёта. Анализ профилей потребления в режиме реального времени позволяет выявлять несанкционированное потребление и оптимизировать нагрузки в электрических сетях.

Заключение

Важно отметить, что ER-8200 – не универсальный вычислитель, а высокоспециализированный инструмент для задач, где безвентиляторная конструкция, размер и надёжность устрой-

ства крайне важны. Если ваш проект попадает в эту категорию – альтернатив практически нет. Главный совет: не экономьте на пилотном проекте. Лучше потратить дополнительные средства на расширенную конфигурацию и полноценное тестирование, чем потерять миллионы из-за неправильно выбранного оборудования. Промышленная автоматизация – это компромисс между техническими возможностями, экономической эффективностью и рисками. ER-8200 смещает этот баланс в сторону надёжности и производительности. ●

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

ABOS-921DP – Новый взгляд на промышленное управление

APLEX Technology

ABOS-921DP

Button-Integrated Panel PC for Intuitive Industrial Control

Компания APLEX Technology рада представить новую модель из серии защищённых панельных ПК с интегрированными в корпус кнопками – ABOS-921DP!

Благодаря защищённой и прочной конструкции корпуса, высокопроизводительным процессорам, сенсорному экрану и встроенным кнопкам панельные компьютеры серии ABOS идеально подходят для применения в интеллектуальном производстве со сложными и ответственными процессами. Новая модель ABOS-921DP разработана с учётом возможности обеспечения лёгкого и интуитивно понятного тактильного управления.

В современных производственных условиях точность и быстрота отклика критически важны, а традиционные сенсорные интерфейсы не всегда обеспечивают не-

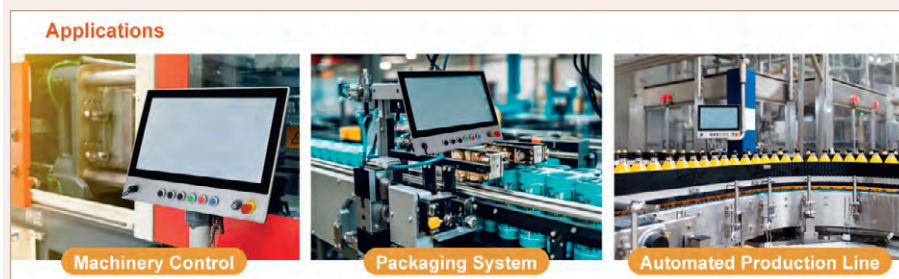
обходимую операторам мгновенную тактильную обратную связь.

Как и все панели серии, ABOS-921DP оснащена специальными кнопками запуска, остановки и сброса, а также тремя настраи-

ваемыми функциональными клавишами, что упрощает управление даже в перчатках или во влажных и пыльных условиях. Кнопка аварийной остановки обеспечивает немедленное отключение в критических ситуациях, а выключатель с ключом обеспечивает функцию дополнительного контроля доступа. Кроме того, порт USB 2.0 на передней панели позволяет подключать внешние устройства, например, клавиатуру, для более точного выполнения команд.

ABOS-921DP оснащён 21,5-дюймовым TFT-дисплеем, поддерживает до 64 Гбайт памяти DDR4 в двух слотах SO-DIMM и предлагает полный набор интерфейсов ввода-вывода, включая 2 порта USB 3.2 Gen.1, 2 порта USB 2.0, 1 COM-порт, 1 HDMI и 2 порта GbE LAN под защитной крышкой. Работает на базе высокопроизводительных процессоров Intel i3/i5 12-го поколения. Система оснащена улучшенным теплоотводом, новый дизайн задней крышки делает обслуживание более удобным, а настройку и управление – простыми.





Модель	ABOS-921DP
Экран	21,5" TFT-LCD
Разрешение	1920×1080
Процессор	Intel Core 12-го поколения
Память	2×DDR4 3200 МГц SO-DIMM, до 64 Гбайт
Порты	2×USB 3.2 Gen.1 (type-A) 2×USB 2.0 (type-A) 1×RS-232(по умолчанию)/ 422/485 через BIOS 1×HDMI 1×Intel I219LM, GbE LAN, RJ45 1×Intel I210AT, GbE LAN, RJ45 1×USB 2.0 Type-A (водонепроницаемый спереди) 1×USB 2.0 Type-A (водонепроницаемый сзади)
Интегрированные кнопки	1×Аварийное отключение 1×синяя (Reset) / 1×красная (Stop) / 1×зелёная (Start) 3×чёрные (опционально настраиваемые) / 1×Key Switch
Накопитель	1×M.2 2280 M-key (PCIe ×4) для SSD 1×2,5" HDD
Степень защиты	IP65
Рабочая температура	0...50°C
Корпус	Алюминий
Габариты	545,8×418×135 мм
Вес	~ 19 кг
ПО	Windows 10 IoT, Windows 11, Ubuntu

Алюминиевый корпус защищён от воды и пыли по уровню IP65, рассчитан на работу при температурах от 0°C до 50°C, а также имеет возможность установки на поворотный кронштейн или подставку. Доступны дополнительные аксессуары, такие как левая/правая рукоятка и держатель клавиатуры.

Подробные характеристики модели приведены в таблице выше. ●

Шкафы ELBOX EMS с роллетой для организации систем хранения от компании Remer

Корпус шкафа EMS с роллетой предназначен для использования в качестве универсального стеллажа закрытого типа и организации единой системы хранения из нескольких шкафов.

Шкаф с роллетой оптимален для размещения в ограниченном пространстве, когда нет возможности использовать шкаф с распашной дверью.



В серии представлены шкафы с различными габаритными размерами каркаса:

- высота – 2000, 2200 мм;
- ширина – 800, 1000 мм;
- глубина – 400, 500, 600, 800 мм.

Максимальная равномерно распределённая статическая нагрузка на каркас – 1800 кг. При установленных боковых стенках шкаф с роллетой обеспечивает степень защиты IP20.

Шкаф соответствует климатическому исполнению УХЛ 4 по ГОСТ 15150 и предназначен для эксплуатации в закрытых помещениях при температуре от +5°C до +40°C и относительной влажности воздуха 45–80% при температуре +25°C.

В стандартную комплектацию шкафа EMS с роллетой входят:

- каркас;
- роллета;
- сплошная крыша;
- стандартное дно;
- цоколь высотой 100 мм;
- задняя стенка.

Каркас шкафа представляет собой сварную конструкцию из оцинкованного сложного профиля с замкнутым контуром из стали толщиной 1,5 мм. Покрытие каркаса выполнено полимерной краской цвета RAL 7035 (светло-серый). Профиль имеет перфорацию с шагом 25 мм, соответствующую стандарту DIN 43660.



Роллета изготовлена из алюминия и оснащена ригельной системой запирания с точечным замком. Шкаф поставляется в собранном виде.



Съёмные панели дна и остальные элементы выполнены из оцинкованной стали толщиной 1,5 мм.

Для организации внутреннего пространства шкафа ELBOX EMS от Remer можно использовать полки, монтажные шины, профили и прочие аксессуары. ●



Модули ПЛК Fastwel
внесены в реестр
Минпромторга России

Первая группа модулей ПЛК Fastwel серий Fastwel I/O и Fastwel F800 получила положительное заключение о подтверждении их производства на территории Российской Федерации и с 04.08.2025 внесена в реестр российской промышленной продукции (ППИ РФ 719 от 17.07.2015).

Реестровый номер	Наименование изделия
10660045	Контроллер программируемый СРМ723-01-С1
10660046	Контроллер программируемый универсальный СРМ810-01
10660047	Контроллер программируемый универсальный СРМ810-03
10660048	Модуль аналогового ввода AIM73001-С1
10660049	Модуль аналогового ввода AIM73002-С1
10660050	Модуль аналогового ввода AIM791-01-С1
10660051	Модуль дискретного вывода DIM71801-С1
10660052	Модуль дискретного ввода DIM76201-С1
10660053	Модуль интерфейсный NIM745-01-С1
10660054	Модуль интерфейсный NIM745-02-С1
10660055	Модуль интерфейсный NIM741-01-С1

Ведётся работа по внесению в реестр Минпромторга других модулей ПЛК Fastwel.

Ранее, в августе 2024 года, в реестр промышленной продукции Минпромторга России была внесена большая группа вычислителей Fastwel различных форм-факторов. ●



сMT2102X – мощный
HMI-интерфейс для построения
интеллектуальных
производств



Компания Weintek рада представить новую модель панели оператора – сMT2102X. Устройство с ярким 10,1-дюймовым экраном разработано на базе совре-

менного программного пакета EasyBuilder Pro и представляет собой оптимальное сочетание высокой производительности и доступной цены для эффективного внедрения в различных системах автоматизации и технологических процессов.

ЧМИ сMT2102X оснащён производительным четырёхъядерным процессором, прочным металлическим корпусом и полным набором инструментов ПО серии сMT X. Наличие двух Ethernet-портов обеспечивает простую интеграцию с ПЛК и системами управления, включая решения на CODESYS, а встроенная поддержка современных стандартов передачи данных, таких как OPC UA и MQTT, позволяет свободно взаимодействовать с оборудованием разных производителей, удовлетворяя требованиям концепции Индустрии 4.0 и открывая новые горизонты эффективной оптимизации производственного процесса. Высокое качество исполнения и доступная цена делают сMT2102X важным элементом интеллектуальных производств.

Следуя успешному опыту предыдущих моделей семейства сMT X, новое устройство открывает дополнительные возможности для обработки мультимедийного контента, дистанционного мониторинга и взаимодействия с технологическими платформами IIoT. За счёт поддержки технологий WebView и сMT Viewer с улучшенным механизмом потоковой трансляции видео и дистанционного мониторинга устройство позволяет получать полную картину состояния производственной линии и оборудования в реальном времени непосредственно с компьютера или смартфона.

В свою очередь, EasyBuilder Pro теперь включает расширенные инструменты редактирования интерактивных элементов: условие отображения элементов, воспроизведение медиаконтента, ввод видеосигнала и поддержку JavaScript (JS), что облегчает создание удобного и функционального графического интерфейса, делая его более мощным и гибким для решения широкого спектра задач.

Поддержка стандарта SIEMENS MPI 187.5K и популярных IIoT-протоколов OPC UA и MQTT существенно повышают возможности интеграции системы с облачными сервисами или иными распределёнными вычислительными средами, ускоряя сбор и обработку данных.

Оснащённый современным четырёхъядерным процессором, флеш-памятью объёмом 4 Гбайт и 1 Гбайт оперативной памяти, сMT2102X легко справляется даже с самыми требовательными задачами. Интерфейсы включают порты RS-232, RS-485, USB 2.0 и два

Модель	сMT2168X		
Экран	15,6" (WVA)		
Разрешение	1920×1080		
Угол обзора	85/85/85/85		
Процессор	Quad-core RISC		
Flash/RAM	4 Гбайт / 1 Гбайт		
Ethernet	LAN 1: 10/100/1000 Base-T ×1		
	LAN 2: 10/100 Base-T ×1		
COM Port	Con.A: COM1 RS-485 2W/4W, COM3 RS-485 2W		
	Con.B: COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W		
USB Host	USB 2.0 ×1		
Габариты Ш×В×Г	400×263×31,3 мм		
Монтажный вырез	384×247 мм		
Степень защиты	NEMA4 / IP66 по передней панели		
Рабочая температура	0...50°C (32...122°F)		
Корпус	Алюминий		
Входное напряжение	24±20% VDC		
Вес	~ 2,1 кг		
ПО	EasyBuilder Pro	V6.10.01 или позже	
	Weincloud	Dashboard	Опционально
		EasyAccess 2.0	Опционально
	CODESYS®	Опционально	

Ethernet-порта, благодаря поддержке CODESYS панель способна выступать в роли полноценного контроллера, интегрируя и координируя работу промышленных сетей нового поколения. Опционально доступный модуль расширения M02 добавляет поддержку беспроводного соединения Wi-Fi, минимизирует необходимость прокладки проводов и увеличивает свободу установки устройства.

Экран диагональю 10,1" с разрешением 1024×600 обладает яркостью 400 кандел/м² и контрастностью 500:1, гарантируя чёткое восприятие информации даже при неблагоприятных условиях освещения. Класс защиты передней панели устройства соответствует международным стандартам NEMA 4/IP66, исключая попадание внутрь пыли и влаги, а рабочий диапазон температур от 0°C до +55°C сохраняет стабильность функционирования в промышленных условиях. Оптимальное соотношение производительности, надёжности и удобства использования делают сMT2102X идеальным решением для развития промышленности будущего.

Подробные характеристики сMT2102X представлены в таблице. ●





Роль нормализации и преобразования сигналов в современных системах измерения и управления

Андрей Краснов

Необходимость измерения и контроля работы машин и технологического оборудования возникла ещё в эпоху промышленной революции.

С тех пор контрольно-измерительные приборы превратились в неотъемлемый элемент современных производственных процессов, став своего рода «нервами и мозгом» предприятий. Именно благодаря им осуществляется автоматизация, повышается безопасность и оптимизируется работа технологических линий.

Первые приборы были простыми устройствами, такими как потенциометры, использовавшиеся для оценки изменений положения механических частей механизмов. Постепенно развитие технологий привело к созданию электронных устройств, обеспечивающих высокую точность и стабильность измерений. Сегодня многие промышленные установки оборудованы современными цифровыми приборами, способными анализировать состав веществ, регистрировать давление, температуру, расход и другие ключевые показатели. Однако, несмотря на стремительный прогресс цифровых технологий, традиционные аналоговые измерения остаются важной частью большинства автоматизированных систем. Аналоговые датчики и приборы продолжают широко применяться на предприятиях, обеспечивая непрерывный поток данных о состоянии оборудования и протекании технологических процессов.

Измерения и их значение в современных технологиях производства

Современные производственные процессы используют широкий спектр методов измерений, каждый из которых решает конкретные задачи и обес-

печивает бесперебойную работу оборудования. Все виды измерений можно условно разделить на две большие группы: физические и химико-аналитические.

Физические измерения включают оценку таких показателей, как давление, температура, скорость потока жидкости или газа, сила, вибрация, масса и плотность. Эти измерения играют важную роль в обеспечении эффективного функционирования оборудования и поддержании стабильных режимов работы производств.

Например, точное измерение давления внутри трубопроводов помогает предотвратить аварии, вызванные превышением предельных значений. Регистрация колебаний температуры позволяет своевременно выявлять перегрев деталей и узлов машин, снижая риск выхода оборудования из строя. Измерение скорости потоков жидкостей и газов даёт возможность поддерживать оптимальный режим подачи сырья и обеспечивать эффективное использование ресурсов.

Химико-аналитические измерения направлены на определение состава продуктов и реагентов, участвующих в производстве. Сюда относятся измерения уровня кислотности (рН), электропроводности растворов, содержания кон-

кретных компонентов в смеси и многое другое.

Как пример, оценка концентрации примесей в воде или топливе, отслеживание изменения кислотности растворов в химической промышленности, проверка чистоты воздуха в рабочих помещениях. Без точной регистрации этих параметров сложно гарантировать соблюдение экологических норм и стандартов качества выпускаемых товаров. В свою очередь, разнообразие областей применения промышленных измерений подчёркивает их важность не только для безопасности и надёжности производственных процессов, но и для современной экономики. Можно выделить наиболее распространённые направления.

- Измерения для индикации – служат исключительно для визуализации текущего состояния процесса. Хотя они редко влияют на управление оборудованием напрямую, они позволяют специалистам получать наглядную картину происходящего и оперативно предпринимать необходимые действия.
- Управляющие измерения – применяются для автоматического регулирования основных параметров технологического процесса. Их цель – обеспечение оптимальной произво-

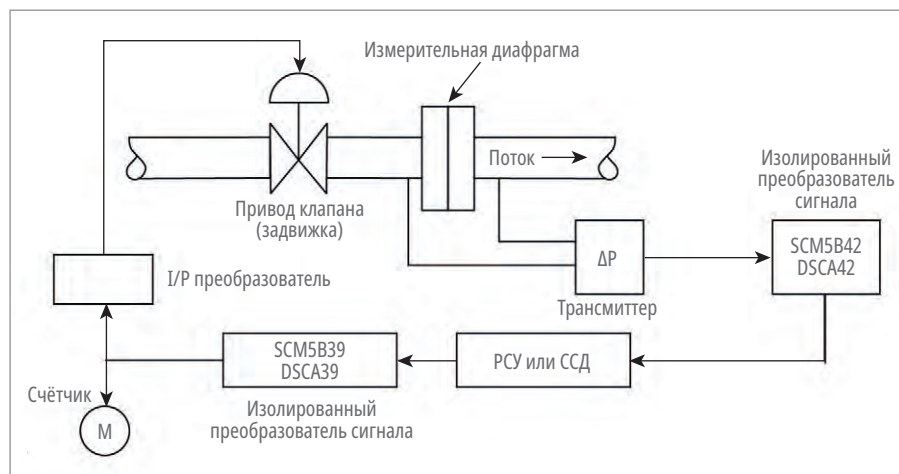


Рис. 1. Типичный контур измерения/управления

длительности, безопасности и соблюдения нормативных требований. Они интегрируются в замкнутые контуры управления, гарантирующие своевременную реакцию на любые отклонения (рис. 1).

- Коммерческие измерения – выполняются для точного учёта материальных ценностей и финансовых расчётов между предприятиями. Они фиксируются с высокой точностью и устойчивостью, поскольку оказывают непосредственное влияние на экономику компаний. Для таких измерений устанавливаются строгие правила калибровки и проверки соответствия стандартам.
- Измерения параметров окружающей среды – современные законодательства требуют постоянного мониторинга выбросов вредных веществ и отходов, образующихся в результате производственной деятельности. Специальные измерительные комплексы регистрируют концентрацию загрязняющих веществ в воздухе, почве и водоёмах, позволяя предприятиям соблюдать государственные стандарты экологической безопасности.
- Измерения для обеспечения безопасности – это отдельная категория измерений, предназначенных специально для защиты персонала и оборудования от аварийных ситуаций. Система аварийного отключения мгновенно реагирует на возникновение опасной обстановки, останавливая производство и защищая сотрудников от риска травмирования или гибели.

Также немаловажным фактором качественных и надёжных измерений является среда, в которой расположено оборудование или происходит производственный процесс, и, соответственно, её влияние. Так как система из-

мерений и управления промышленным производством представляет собой сложную структуру, можно выделить три входящих в неё ключевых компонента: оборудование в полевых условиях («поле»), управляющую систему («контроллер») и средства передачи данных («электропроводка») (рис. 2).

Под термином «поле» понимается зона размещения основного технологического оборудования, осуществляющего изготовление продукции или реализацию технологического процесса. Обычно эта область характеризуется жёсткими условиями эксплуатации: экстремальные температуры, влажность, воздействие агрессивных сред, механические нагрузки и сильные электромагнитные помехи. Именно в полевых условиях располагаются датчики и первичные преобразователи, принимающие на себя основной удар

неблагоприятных воздействий внешней среды. Поскольку точные показания зависят от исправности аппаратуры, находящейся в поле, особое внимание уделяется защите приборов от негативных влияний. Электрооборудование, используемое в поле, должно выдерживать резкие колебания напряжения, удары молний, вибрацию, высокие уровни шума и воздействия загрязнений, включая пыль, влагу и химические вещества. От устойчивости техники в полевых условиях зависит надёжность всей системы управления процессом. «Управляющая система» располагается чаще всего в специальных помещениях («центральный пульт, операторская»). Здесь сосредоточены компьютеры, панели управления и серверы, обрабатывающие поступающие данные и выдающие команды исполнительным механизмам. Отличительными чертами помещений управляющей системы являются контролируемые климатические условия, низкая влажность, отсутствие сильных электромагнитных излучений и пыли. Несмотря на относительную комфортность условий, в подобных помещениях всё равно имеются риски ухудшения качества сигнала. Связано это с наличием множества компьютеров, силовых трансформаторов и других источников помех.

Передача сигналов от полевых устройств к центру управления осуществляется посредством «специальной проводки», предназначенной для эффективной транспортировки информации.

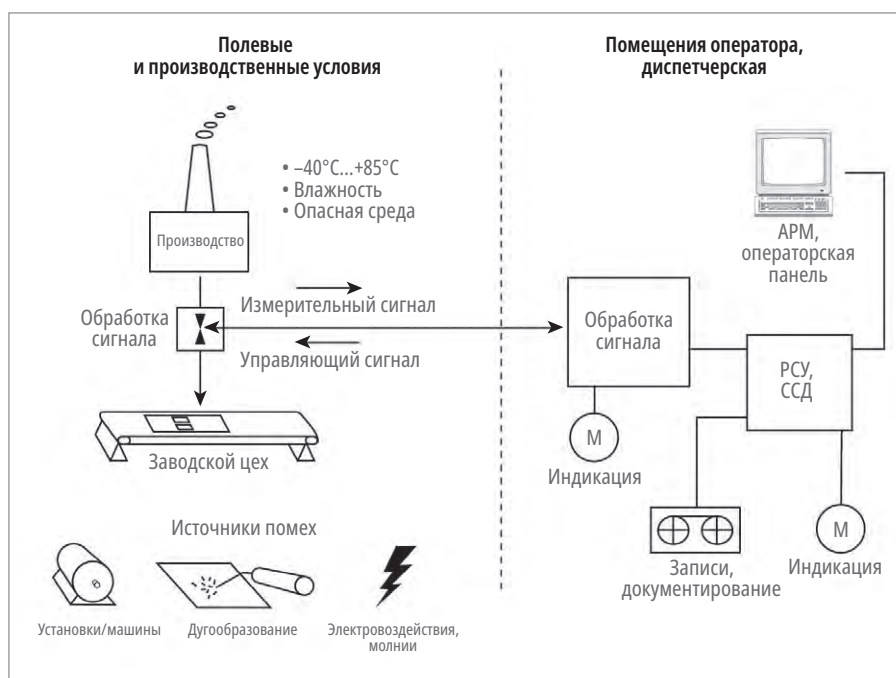


Рис. 2. Условия и среда промышленных измерений

Проводка должна обладать высокой степенью экранирования и стойкостью к внешним воздействиям. Зачастую используется специальная конструкция кабеля с защитным покрытием, дополнительно изолирующая сигнал от влияния внешних факторов. Стоимость прокладки проводки может составлять значительную долю расходов на создание и обслуживание системы управления предприятием. Особенно велики затраты на прокладку кабелей в зонах с высоким риском возгорания или взрыва, где приходится применять специальные методы защиты.

Учитывая огромную значимость систем измерения и управления в современном производстве, высокую сложность их разработки и внедрения, а также влияние множества факторов на надёжность функционирования, стабильное и своевременное получение точных сигналов приобретает решающее значение. Поэтому нормирующие преобразователи и изоляторы сигналов превращаются в важнейшие элементы данных систем. Качественное преобразование сигнала заключается не только в сохранении точности исходных измерений, минимизации потери данных и искажении сигналов, возникающих вследствие воздействия электромагнитных полей, температурных колебаний, влаги, коррозии и т.д., но и включать такие функции, как усиление слабых сигналов, фильтрация шумов, коррекция ошибок и передача данных на центральные узлы обработки информации. Правильное выполнение этих операций гарантирует высокую точность полученных данных, что позволяет быстро реагировать на отклонения, повышая общую производительность, обеспечивая стабильность и безопасность производства.

Обработка сигналов: датчик или преобразователь

Термины «датчик» и «преобразователь» часто воспринимаются как синонимы, однако между ними существуют важные различия. Датчик – это устройство, которое преобразует физическое явление (например, температуру, давление или свет) в электрическое или механическое представление, пригодное для дальнейшего анализа или управления системой. Сигнал, генерируемый датчиком, может представлять собой простое напряжение, ток или даже механические изменения (например, смещение стрелки манометра). Преобразователь, напротив, добавляет дополнительный уровень функциональности, обрабатывая исходный сигнал датчика. Такая обработка включает усиление слабых сигналов, фильтрацию шумов, изоляцию электрических цепей или цифровое кодирование аналоговых значений. Ключевое отличие состоит в том, что преобразователь обрабатывает сигнал именно там, где он формируется, обеспечивая передачу качественного сигнала высокого уровня в основную систему контроля или мониторинга. Идеально было бы разместить устройство обработки прямо рядом с каждым датчиком, передавая высокостабильный сигнал в центральную систему. Такое решение уменьшает влияние электромагнитных помех и улучшает качество передачи данных. Тем не менее экономическая целесообразность ограничивает реализацию подобного подхода повсеместно, ведь размещение множества специализированных устройств требует значительных затрат. Следовательно, выбор оптимального решения предполагает баланс между качеством сигнала и общей

стоимостью проекта. Реальные датчики редко обеспечивают идеально линейную зависимость между физическим воздействием и выходом сигнала (рис. 3). Типичный пример – большинство термопар показывают нелинейную характеристику: одно и то же изменение температуры вызывает разные изменения напряжения в разных частях рабочего диапазона. Для компенсации такой нелинейности применяются специальные методы линеаризации. Вместо сложной программы расчёта некоторые устройства, такие как серия модулей SCM5B, оснащены встроенными средствами аппаратной линеаризации. Эти средства реализуют кусочно-линейный метод: задают несколько контрольных точек («точек излома») на графике нелинейности, путём равномерного распределения положительных и отрицательных отклонений достигается минимальная суммарная ошибка соответствия, известная как «error match», в свою очередь выравнивая общую характеристику до линейной формы.

Модуль оснащён несколькими сегментами для линеаризации, каждый из которых характеризуется точкой начала и конца. Чем больше количество таких сегментов, тем точнее приближается итоговая характеристика к идеальной линейной форме. Стандартные модули предлагают до девяти точек излома, обеспечивая точность линеаризации примерно в диапазоне $\pm 0,015\%$. График нормальной нелинейности датчика и результата аппаратной линеаризации наглядно отображены на рис. 4, показывающем упрощённую версию процесса с тремя точками излома. Важно отметить, что увеличение числа таких точек ведёт к улучшению качества коррекции и снижению сум-

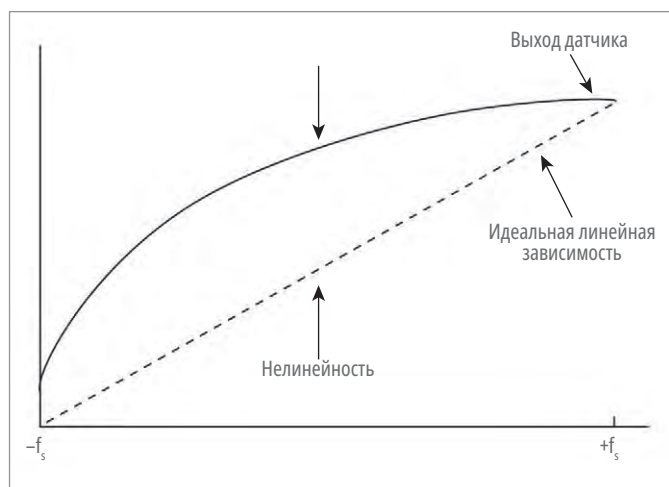


Рис. 3. Линейность на основе выводов датчика

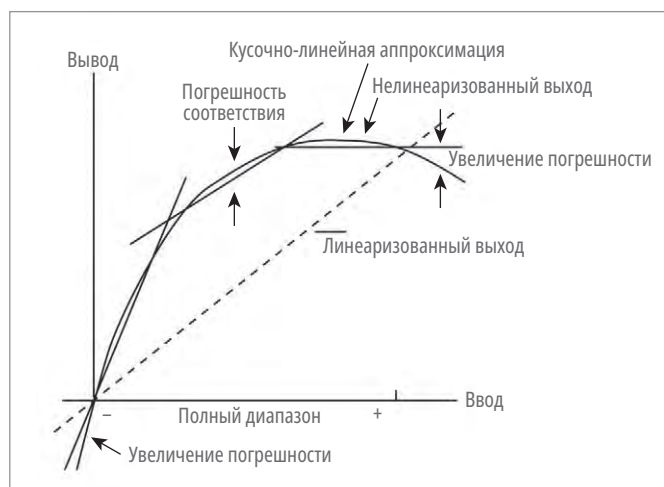


Рис. 4. Линеаризация с использованием трёх точек разрыва

КОМПАКТНЫЙ СЕРВЕР ДЛЯ ГРАНИЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ



ПРОМЫШЛЕННЫЙ
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IIoT)

ТРАНСПОРТ

ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

РОЗНИЧНАЯ
ТОРГОВЛЯ

ЭНЕРГОУЧЕТ



ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Модель: Intellect GS-204-S2
- Процессор: 1 или 2 Intel® Xeon® Scalable (LGA3647)
- Чипсет: Intel® C621A
- Память: 18 слотов, до 4 Тбайт DDR4 ECC Reg
- Дисковая подсистема: 4× 2,5" дисков с горячей заменой, поддержка RAID 0, 1 (Intel RSTe)
- Сеть: до 4 портов 10G, Ethernet 1× Mgm LAN (Aspeed BMC/RJ-45)
- Слоты расширения: 2× PCI-E 4.0 ×8, 4× PCI-E 4.0 ×16, 2× NVMe
- Видеоподсистема: дискретный графический контроллер Aspeed
- Управление: контроллер (BMC) Aspeed, Intelligent Platform Interface 2.0 (IPMI 2.0), KVM/Media over LAN, выделенный порт управления
- Порты: 2 USB 2.0 на фронт-панели, до 7 USB 3.2 портов (опция)
- Питание: резервированный блок питания 800 Вт (1+1)
- Рабочая температура: +5°C... +40°C
- Габариты (Г×Ш×В, мм): 450×438×88
- Вес: ~19 кг
- Исполнение: для монтажа в 19" стойку, 2U, цвет чёрный
- Операционная система: Windows Server, Red Hat Linux/CentOS, Astra Linux/RedOS



марной ошибки. Эффективность аппаратной линейаризации базируется на определении минимальной и максимальной границ входящего сигнала. Пока входящий сигнал находится в пределах указанных ограничений, выход модуля будет отражать точно линейное соотношение. Когда же величина сигнала выходит за рамки установленного диапазона, работа модуля нарушается, и выходной сигнал перестаёт соответствовать ожидаемой точной линейной картине. Это положение дополнительно подчёркнуто на иллюстрациях. Однако важно помнить, что использование вне пределов указанного диапазона входа приведёт к нарушению точности и увеличению ошибок преобразования. Если специфика системы требует специфического входного диапазона, лучше, конечно же, использовать соответствующий модуль. Таким образом, сочетание качественных датчиков и эффективных методов линейаризации позволяет значительно повысить точность измерений и надёжность автоматизированных систем.

Существует несколько способов классификации датчиков. Одним из наиболее важных критериев является разделение датчиков на две группы в зависимости от того, вырабатывают они выходной сигнал самостоятельно или нуждаются во внешнем источнике энергии для формирования полезного сигнала.

Самовозбуждающиеся датчики: способны выдавать собственное выходное напряжение или ток без дополнительного внешнего воздействия. Примером служат фотодиоды и пьезодатчики.

Датчики с внешним возбуждением: требуют подачи внешнего напряжения или тока для генерации сигнала. Сюда относятся ёмкостные, индуктивные и резистивные датчики.

Различия между этими группами могут показаться небольшими, однако большинство современных датчиков нуждается именно во внешнем возбуждении, причём качество подаваемого питания непосредственно влияет на точность и стабильность выходных сигналов.

Ещё одним важным критерием разделения датчиков является основной физический параметр, который они измеряют. Большинство датчиков предназначены для конкретных измерений, таких как температура, влажность или давление, хотя существуют и

многофункциональные устройства. Простейший пример – тензорезистор, представляющий собой обычный переменный резистор, который может применяться для оценки напряжённости, деформаций, весовых нагрузок, давления и даже ускорений. Однако среди промышленного оборудования наибольшей популярностью пользуется измерение температуры. Именно температурные сенсоры занимают лидирующее положение благодаря своей важности в различных технологических процессах.

Сигналы термодатчиков

Температура – ключевой показатель, определяющий условия эксплуатации многих производственных процессов. Сегодня существует три основных типа датчиков температуры, широко применяемых в промышленности:

- термопары;
- терморезисторы (RTD);
- термисторы.

Каждый из этих видов обладает своими преимуществами и недостатками, а также особыми характеристиками обработки сигнала.

Термопара представляет собой простой, недорогой и надёжный датчик, способный охватывать широкий диапазон температур. Основным преимуществом термопар является способность генерировать собственный электрический сигнал, не нуждаясь во внешнем питании. Благодаря этому они стали самыми популярными устройствами для мониторинга температуры в промышленности.

Принцип работы термопар основан на двух физических явлениях:

- эффект Томсона (возникающее напряжение при неравномерном распределении тепла вдоль металлической проволоки);

- эффект Пельтье (разность потенциалов при контакте двух разных металлов).

Суммарный эффект этих явлений называется эффектом Зеебека, который используется для расчёта температуры измерительных точек. Сигнал термопары сильно нелинеен относительно температуры, и каждый тип термопары имеет свою уникальную кривую. Обеспечить точную линейную обработку сигналов для всех возможных типов термопар достаточно сложно, но у Dataforth есть серия специализированных модулей (SCM5B47, SCM7B47, 8B47, DSCA47, DSCT47), обеспечивающих необходимую коррекцию и поддерживающих самые распространённые типы термопар (табл. 1).

Однако термопары обладают несколькими существенными ограничениями:

- замена одной термопары на другую того же типа может вызвать небольшие изменения выходного напряжения, что требует перенастройки или повторной калибровки сигнального преобразователя для сохранения высокой точности;
- окружающая среда может негативно влиять на характеристики датчика, вызывая загрязнение контактов и ухудшение качества сигнала.

Оснащая модули преобразования сигналов функциями диагностики повреждений проводников, производитель позволяет оперативно выявлять проблемы с датчиками без использования дополнительного инструментария. Так, модули SCM5B37/47, SCM7B37/47, 8B37/47, DSCA37/47 и DSCT37/47 поддерживают настройку режимов проверки целостности цепей и диагностику неисправностей. Помимо прочего, важным аспектом работы термопар является необходимость компенсации

Таблица 1. Типы и основные параметры термопар

Тип	Обозначение, состав	Диапазон измерений (°C)
J	ТЖК (Fe / Cu-Ni)	-210...760
K	ТХА (Ni-Cr / Ni-Al)	-270...1372
T	ТМК (Cu / Cu-Ni)	-270...400
E	ТХКН (Ni-Cr / Cu-Ni)	-270...1000
R	ТПП (Pt-13% Rh / Pt)	0...1768
S	ТПП (Pt-10% Rh / Pt)	0...1768
B	ТПР (Pt-30% Rh / Pt-6%Rh)	0...1820
C	W-5% Re / W-26% Re	0...2320
N	ТНН (Ni-14,2% Cr-1,4% Si / Ni-4,4% Si-0,1%Mg)	-270...1300

влияния так называемого «холодного спая». Точность показаний термопар определяется составом и чистотой применяемых материалов, а также технологией производства. Как правило, максимальная погрешность термопары составляет порядка 0,5...1% относительно общего диапазона температурных измерений. Это означает, что для определённых видов термопар отклонения могут достигать значений вплоть до $\pm 2^\circ\text{C}$. Помимо прочего, использование термопар почти всегда требует дополнительного оборудования для усиления сигнала и реализации метода компенсации температуры холодного спая.

Необходимо подчеркнуть важный аспект функционирования термопар: они фиксируют именно разность температур между двумя своими концами (спаями). Нас интересует значение температуры непосредственно на измерительном конце, тогда как второй конец (называемый опорным спаем) удерживается при определённой эталонной температуре (чаще всего это 0°C), либо данная ситуация воспроизводится искусственно с использованием электронных схем. Физически поддерживать постоянную температуру опорного спая крайне сложно и неудобно в производственных условиях, поэтому применяется иной подход: провода термопары подводятся к специальному устройству – усилителю, подключаются к специальной клеммной коробке, называемой изоблоком (или изотермическим соединением). Благодаря хорошей теплопроводности материала термопары обеспечивается равномерность температуры контактов. Современные модули серии SCM5B применяют метод измерения падения напряжения на кремниевом диоде для точного воспроизведения условий поддержания опорного спая при температуре ледяной ванны (0°C). Данный процесс носит название компенсации холодного спая, а соответствующая электроника именуется компенсатором холодного спая (КХС).

Несмотря на кажущуюся сложность этой технологии, реализация электронной компенсации достаточно проста и широко распространена. Представленная на рис. 5 блок-схема наглядно демонстрирует принцип действия системы КХС. Такая система обеспечивает повышение точности приборов примерно в два-три раза по сравнению с точностью самой термопары. Таким образом, современные высокоточ-

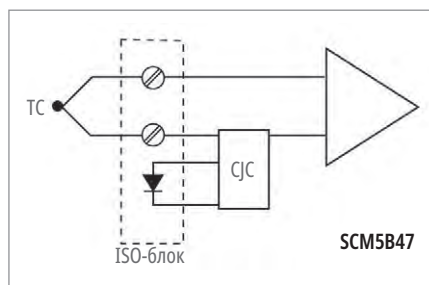


Рис. 5. Компенсация холодного спая

ные устройства способны давать надёжные показания температуры даже при значительных изменениях температуры окружающей среды, характерных для промышленного сектора.

Термометры сопротивления (RTD) относятся к числу наиболее надёжных и точных устройств для измерения температуры, используемых в промышленности. RTD представляют собой прецизионные резисторы с чёткой зависимостью изменения сопротивления от температуры. Классификация RTD осуществляется по материалу изготовления и характеру изменения сопротивления с температурой (коэффициент α). Наибольшее распространение получи-

ли медные, никелевые и платиновые датчики, причём именно платиновые RTD стали стандартом де-факто для современных промышленных решений благодаря своей исключительной точности, широкому рабочему диапазону и химической устойчивости даже в жёстких эксплуатационных условиях. Наиболее популярной среди RTD является кривая PT100, демонстрирующая сопротивление 100 Ом при температуре замерзания воды. Эта кривая соответствует европейским стандартам и поддержана Международной электротехнической комиссией (IEC). Появившиеся позже PT200, PT500 и PT1000 сохраняют пропорциональность с PT100: например, датчик PT500 при одинаковой температуре покажет пятикратное увеличение сопротивления относительно PT100. Высокое номинальное сопротивление позволяет уменьшить массу чувствительного элемента и сократить расходы материалов, однако при работе с миниатюрными датчиками важно контролировать уровень тока возбуждения, поскольку чрезмерный ток вызывает саморазогрев уст-

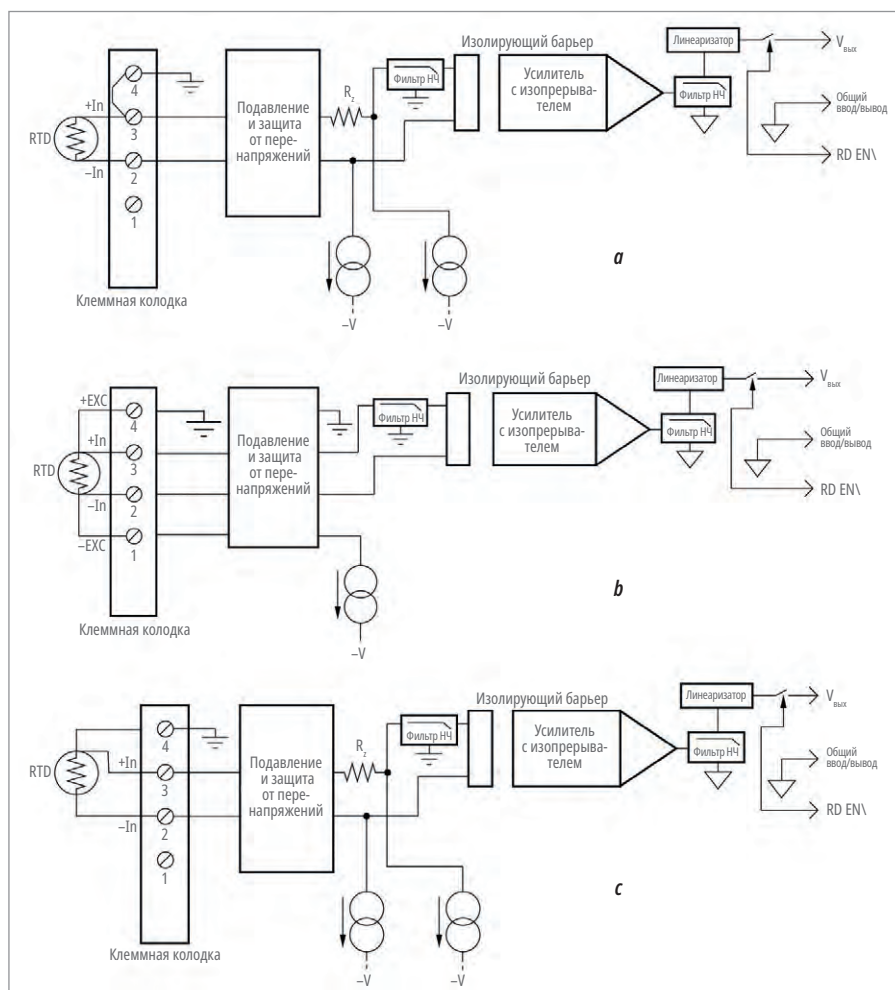


Рис. 6. Конфигурации подключения: а) двухпроводное (модули SCM5B34/8B34), б) четырёхпроводное (модули SCM5B35/8B35), в) трёхпроводное (модули SCM5B34/8B34)

ройства и снижает точность показаний. Для предотвращения этого эффекта модули преобразователей сигналов серии SCM5B34 и SCM5B35 оснащены током возбуждения всего 0,25 мА. Конфигурация подключения RTD зависит от конкретных требований проекта: соотношения затрат и необходимой точности. Стандартные схемы включают двух-, трёх- и четырёхпроводное соединение (рис. 6). Двухпроводная схема применяется там, где длина соединительных линий невелика, а погрешность менее критична, чем экономия средств. Из-за наличия паразитного сопротивления в проводниках возникают ошибки измерения, обусловленные изменением сопротивления проводов при изменении температуры окружающей среды.

Самый надёжный метод подключения предусматривает подачу питания на RTD двумя отдельными линиями и измерение выходного напряжения на отдельной паре высокочувствительных выводов. Данная методика представлена модулем SCM5B35/8B35 и идеально подходит для лабораторий и прочих приложений, требующих максимальной точности. Промежуточным вариантом служит трёхпроводная схема, сочетающая приемлемый баланс цены и качества измерений. Этот режим широко востребован в производственной среде, обеспечивая достаточную точность и разумную стоимость монтажа. Равномерность тока достигается использованием симметричных источников питания модуля SCM5B34 и специальной разводки проводов, позволяющей компенсировать разницу потенциалов.

Один из ключевых факторов ограничения применения RTD – незначительная нелинейность характеристики их сопротивления с ростом температуры. Например, датчик PT100 демонстрирует ошибку около 2% в диапазоне от 0 до 450°C. Тем не менее эта проблема легко решается применением специальных модулей коррекции, таких как серия SCM5B, обеспечивающих коррекцию нелинейности на уровне порядка 0,015%. Именно сочетание высоких показателей точности, стабильности и взаимозаменяемости сделало термометры сопротивления предпочтительными приборами для большинства высокоточных технологических процессов.

Термисторы представляют собой доступные и эффективные сенсоры, ха-

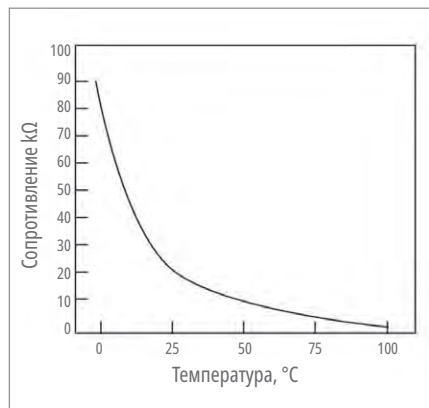


Рис. 7. Типичная характеристика термистора

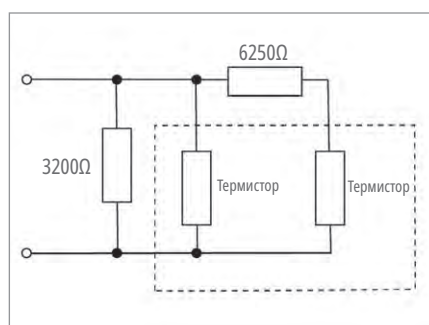


Рис. 8. Линейная термисторная сеть

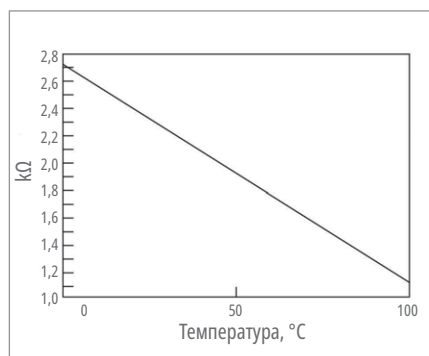


Рис. 9. Характеристики термисторной сети

рактеризующиеся высокими изменениями сопротивления при минимальных колебаниях температуры (около 4...6% на градус Цельсия). Так, стандартный термистор способен продемонстрировать сопротивление 30 кОм при комнатной температуре (25°C), снижаясь до 2,5 кОм при нагревании до 85°C. Благодаря таким существенным изменениям сопротивления влияние длины соединительных проводов становится несущественным фактором ошибок, позволяя отказаться от сложных схем подключения, таких как трёх- и четырёхпроводные конфигурации, используемые для термометров сопротивления (RTD). Исторически термисторы отличались низкой степенью взаимозаменяемости. После калибровки прибора для конкретного термистора замена

на новый элемент требовала значительной перенастройки оборудования. Даже внутри одной партии датчики могли существенно отличаться по соотношению температура/сопротивление. Современные бюджетные модели продолжают сохранять этот недостаток, тогда как ведущие производители предлагают термисторы с заметно улучшенными показателями взаимозаменяемости. Несмотря на улучшение, существуют ограничения: взаимозаменяемость гарантируется лишь в ограниченных участках полного рабочего диапазона, обычно охватывая интервал от 50°C до 100°C. Производители способны обеспечивать точность взаимозаменяемости вплоть до $\pm 0,1^\circ\text{C}$, но лишь в определённых интервалах, таких как от 0°C до 70°C или от 120°C до 180°C. Полный рабочий диапазон термисторов находится в пределах от -100°C до $+450^\circ\text{C}$, что сужает область их применения в ряде промышленных задач, одновременно делая их оптимальным выбором для точного и экономичного контроля температуры в заданных рамках.

Одной из особенностей термисторов является их ярко выраженная нелинейность. График на рис. 7, иллюстрирующий зависимость сопротивления от температуры, ясно отражает характерные особенности поведения термистора. Впрочем, термисторы могут встраиваться в специальные резисторные цепи (рис. 8), которые демонстрируют значительную линейность в рабочей области. На рис. 9 приведена диаграмма, отображающая характеристику простой резисторной цепи с термистором, обладающую достаточно линейным поведением в узком рабочем диапазоне.

Следует отметить, что сопротивление подобной схемы приближается к уровню сопротивления стандартных платиновых датчиков температуры (RTD), следовательно, для достижения максимальной точности могут потребоваться трёх- или четырёхпроводные подключения, аналогичные применяемым для RTD-датчиков.

Главное преимущество термисторов заключается в их компактных размерах, что способствует исключительно быстрому реагированию на изменения температуры – некоторые модели способны регистрировать колебания за считанные миллисекунды. Вместе с тем малая масса создаёт проблему теплового самовоздействия: протекание боль-

ПРОСТО. НАДЁЖНО. ДОСТУПНО



IES6200-PN

IES618 – управляемые промышленные коммутаторы с поддержкой PROFINET

- 8 x 10/100BASE-T(X) (RJ45)
- 6 x 10/100BASE-T(X) (RJ45) + 2 x 100BASE-FX/LX (SC/ST/FC)
- 4 x 10/100BASE-T(X) (RJ45) + 4 x 100BASE-FX/LX (SC/ST/FC)
- Поддержка протоколов резервирования ERPS V2, SW-RING, RSTP, LACP
- Резервированный вход по питанию 12...60 В (DC)
- Диапазон рабочих температур: -40...+75°C



ших токов возбуждения может привести к локальному перегреву и ошибкам измерения. Важно учитывать рекомендации производителя касательно выбора оптимального уровня тока для конкретной модели термистора.

Сигналы датчиков перемещения

Датчики перемещения находят применение в большом количестве областей. Среди них два популярных типа, основанных на принципе изменения сопротивления: реохорд и тензодатчик. Ещё одним распространённым устройством является акселерометр, предназначенный для регистрации быстрых изменений положения. Мы рассмотрим данные типы датчиков преимущественно с точки зрения интерфейсных решений и методик обработки сигналов, оставляя детальное обсуждение конкретных измерений за рамками нашего обзора.

Для отслеживания перемещений широко применяют вращающиеся либо линейные переменные резисторы. Перемещения могут включать небольшие деформации мембран, ход поршня гидросистемы или угол поворота оси вращения. Подключив постоянный источник напряжения (5...10 В DC) и используя потенциометр, мы получаем выходное напряжение, соответствующее части подаваемого напряжения. Такой способ измерения называют реохордовым методом. Обычно подобные системы выдают сигналы в диапазоне 0...5 В или 0...10 В постоянного тока. Когда исследуемое перемещение характеризуется нелинейностью, пропорция между смещением и сопротивлением должна быть скорректирована для формирования линейного выхода. Постоянный ток позволяет удобно настраивать шкалу измерения. Допустим, имеется линейный потенциометр длиной от 1 до 20 дюймов с фиксированным сопротивлением, скажем, 1 кОм на дюйм. Применяя ток возбуждения 0,25 мА, мы можем получать точные замеры расстояния от 1 до 20 дюймов, сохраняя постоянную чувствительность 0,25 В постоянного тока на каждый дюйм, вне зависимости от общей длины потенциометра. Решения на основе реохордов привлекательны своей простотой и невысокой стоимостью. Но имеются и недостатки: механические контакты вносят помехи, а также подвержены износу резистивных дорожек. Маленькие отклонения перемещения приводят к неста-

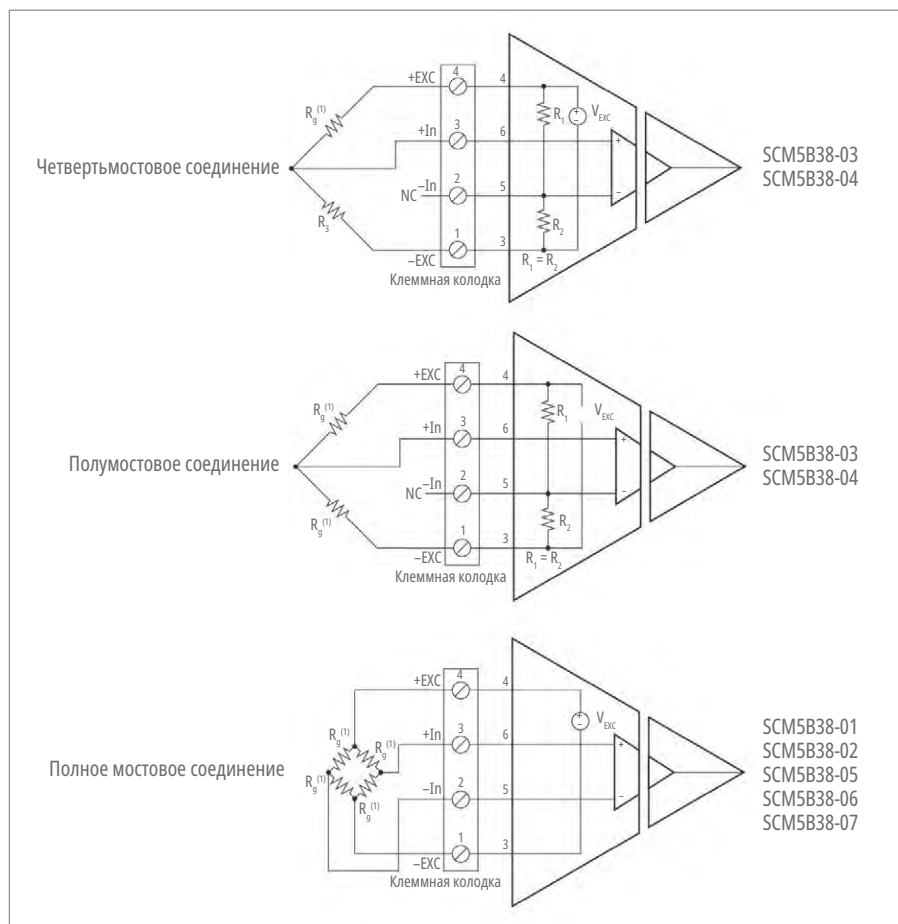


Рис. 10. Схемы подключения к модулям тензодатчиков серии SCM5B38

бильной работе контактов. Примером такого недостатка служат датчики давления с реохордовыми элементами, ресурс которых определяется числом рабочих циклов. Специальные модули семейства SCM5B36, SCM7B36, 8B36, DSCA36 и DSCT36 предоставляют эффективное решение данной проблемы путём фильтрации низкочастотных шумов и поддержки режима постоянного тока. Однако физический износ устраняется только полной заменой датчика.

Тензорезистор – специализированный вариант резистивного датчика, предназначенного для регистрации механических воздействий посредством изменения своего сопротивления. В отличие от обычных реохордов, где подвижный контакт перемещается вдоль дорожки, тензорезистор меняет свою длину и площадь поперечного сечения. Согласно закону Ома сопротивление прямо пропорционально удельному сопротивлению материала и длине проводника и обратно пропорционально его площади. Растягивая или сжимая проводник, изменяем его геометрическую форму, что ведёт к увеличению или уменьшению сопротивления.

Например, при растяжении проводящего тензорезистора его длина воз-

растает, а диаметр уменьшается, оба фактора усиливают рост сопротивления. При сокращении длины обратная ситуация приведёт к падению сопротивления. Данный эффект позволяет точно определять степень растяжения или сжатия объекта, к которому крепится тензорезистор. Такие элементы активно применяются для мониторинга нагрузок на строительные конструкции, крыло самолёта, космическую технику, а также регистрируют давление, силу, вес и ускорение. Широко распространены мостовые схемы для считывания малых изменений сопротивления тензорезисторов. Поскольку изменение сопротивления тензорезистора сравнительно незначительно, для повышения точности используется мостовая схема. Классическим примером является четвертьмостовая схема (рис. 15), где тензорезистор включён в одно плечо моста Уитстона. Изначально мост настроен на равновесие (нулевое выходное напряжение), но при воздействии механической нагрузки сопротивление тензорезистора меняется, вызывая дисбаланс моста. Выходной сигнал, измеренный чувствительным вольтметром, коррелирует с силой или давлением, приложенными к устрой-

ству. Чем больше активных плеч моста задействовано, тем выше точность и амплитуда выходного сигнала. Поэтому чаще используются полумостовые и полномостовые схемы, позволяющие добиться лучшей линейности и чувствительности (рис. 10).

Тензорезисторы представлены несколькими технологиями исполнения.

- **Проволочные.** Исторически первые тензорезисторы, редко встречаемые сегодня ввиду устаревших технологий.
- **Наклеиваемые.** Металлоплёночные элементы, закрепляемые на основании специальным клеем. Обладают хорошими характеристиками, но склонны к появлению дрейфа («ползучесть») вследствие несовершенства адгезии. Требуют повышенного напряжения питания (до 10 В постоянного тока).
- **Кремниевые.** Монолитные структуры, объединяющие силовой элемент и резистивный слой. Отличаются высоким выходом мощности, малым энергопотреблением и хорошей линейностью. Главный минус – сильная температурная зависимость и необходимость защиты от агрессивных сред.
- **Осаждённые плёночные.** Композитные элементы, формируемые методом вакуумного напыления металла на поверхность основания. Подобная технология совмещает преимущества обоих подходов: устойчивость к температурам и линейность характеристик, аналогичную кремнию, при меньшей цене.

Таким образом, выбор подходящего тензорезистора определяется условиями эксплуатации, требованиями к точности и долговечности. Системы обработки сигналов для тензорезисторов должны обладать высокой стабильностью возбуждения и чувствительностью, такими качествами обладает, например, устройство Dataforth SCM5B38, которое обеспечивает качественную обработку слабых сигналов и защиту от электромагнитных наводок.

Акселерометры подразделяются на две ключевые категории. Первая группа основана на применении тензорезистивной технологии. Здесь небольшая масса присоединяется к упругому элементу, создающему усилие, пропорциональное воздействию ускорения. Далее тензорезистор преобразует данное воздействие в электрический сигнал. Сигнал обрабатывается аналогичным образом, как и при измерении давления или усилий. Датчики подобного

типа могут регистрировать минимальные значения скоростей изменения ускорения, однако их рабочая частота зачастую ограничена пределами до 25 кГц.

Вторая категория акселерометров построена на основе сильного пьезоэффекта, проявляющегося в определённых видах кристаллов и керамических материалов. При деформации такие материалы генерируют электрические заряды, пропорциональные силе, создаваемой массой, подвергшейся ускорению. Поскольку сами материалы характеризуются низким уровнем электропроводности, электрически они действуют подобно последовательному включению конденсатора, пропускающего ничтожные или вовсе отсутствующие токи без снижения точности измерений. Наличие длинных кабелей может негативно сказываться на параметрах этих устройств, увеличивая общую ёмкость тракта передачи сигнала. По этой причине пьезоакселерометры оснащаются встроенными предусилителями непосредственно рядом с местом расположения самого датчика. Данные усилители предназначены для согласования высокого внутреннего импеданса датчика с нагрузкой внешнего оборудования, обеспечивая надёжную передачу сигнала на длинные дистанции.

Представленный на рис. 11 усилитель заряда может применяться для мониторинга вибраций подшипников и сейсмостойкости сооружений. Пьезоакселерометры достигают чрезвычайно высоких частот измерений (100...300 кГц), однако их показатели на низких частотах обычно оставляют желать лучшего. Всегда обращайте внимание на спецификацию изделия перед покупкой, так как технологии непрерывно развиваются и улучшаются.

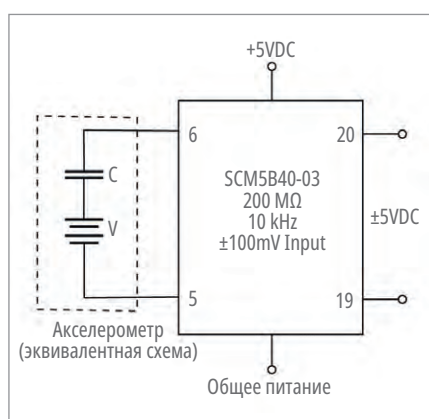


Рис. 11. Усилитель акселерометра (в системе мониторинга вибрации подшипников)

Измерительные контуры: конфигурации и подключение

Датчики интегрируются в комплексы для преобразования сигналов, подсистем сбора данных и управляющих устройств, образуя систему, известную в профессиональной сфере как измерительный контур. Классификация контуров производится исходя из характера проводимых измерений, назначения системы или формата электрического сигнала, связывающего датчик с остальными компонентами комплекса. Исключением являются цифровые системы, такие как Fieldbus, остальные контуры используют сигналы напряжения, тока или частоты. Чаще всего предпочтение отдаётся напряжению или току. Потребляемая мощность играет ключевую роль при выборе топологии контура. Газовый хроматограф, применяемый для химического анализа, требует большого количества энергии, чем стандартные контуры с сигналом 4...20 мА, и обычно подключается по четырёхпроводной схеме с питанием от электросети. Напротив, автономные датчики или приборы с минимальным энергопотреблением прекрасно работают с двухпроводной схемой, позволяющей экономить на прокладке кабелей и поддерживать взрывобезопасность, что выгодно с финансовой точки зрения.

Измерительные контуры реализуются тремя способами: двухпроводные, трёхпроводные и четырёхпроводные. Отдельные датчики могут функционировать самостоятельно или интегрироваться напрямую в систему сбора данных без дополнительного преобразования сигнала. Примером первой группы выступают термодары, а второй – потенциометры, управляемые датчиками давления. Большинство измерительных контуров нуждается в предварительном возбуждении и обработке сигнала. Выбор подходящей конфигурации зависит от специфики задачи и финансовых ограничений.

Четырёхпроводные контуры отличаются наибольшей универсальностью, так как питание и возврат сигнала организованы отдельно, что снимает ограничения по потребляемой мощности и устраняет возможные ошибки, вызванные замыканиями на землю. Именно поэтому данная конфигурация является приоритетной для большинства приложений. Основной недостаток – повышение издержек на монтаж, услож-

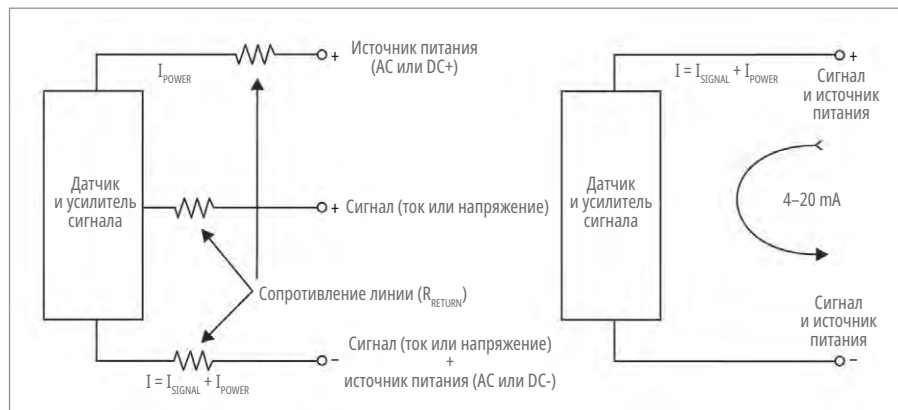


Рис. 12. Схемы трёх- и двухпроводного контура

нённость реализации искробезопасных решений и дополнительные расходы на кабельную инфраструктуру. Тем не менее в отдельных случаях, например при работе с энергоёмкими датчиками и системами анализа, четырёхпроводная система остаётся единственным возможным вариантом.

Трёхпроводные контуры занимают промежуточное положение между четырьмя и двумя проводами, предлагая некоторую свободу выбора, характерную для четырёхпроводных цепей, при одновременном снижении расходов на монтаж за счёт сокращения числа проводов. Основным недостатком данной конфигурации является совмещение земляного и сигнального проводников, что влечёт за собой риск возникновения значительных потерь напряжения (IRDROP) на общем заземляющем проводе при высоком токе потребления или увеличенной длине линии. Этот фактор отрицательно сказывается на точности передачи сигнала в режиме напряжения. Проблему удаётся обойти при работе в режиме токового или частотного сигнала (рис. 12).

При упоминании двухпроводных контуров многие сразу вспоминают схему с сигналом 4...20 мА, однако сюда входят и другие типы измерений, такие как работа с термопарами, датчиками pH и окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). Эти устройства вырабатывают собственные сигналы, обычно имеющие небольшой размах (от 0 до 500 мВ), и сильно зависят от влияния электромагнитных помех. Дополнительно их функционирование ограничено факторами, связанными с сопротивлением изоляции и параметрами входных каскадов усилителей. Двухпроводная конфигурация с токовым сигналом решает многие из перечисленных проблем. Локальная обработка сигнала позволяет

минимизировать негативное воздействие посторонних помех, сделав её стандартом для большинства жизненно важных измерений в автоматизированных системах управления производством. Экономичность обусловлена снижением расходов на проводку и лёгким внедрением методов взрывозащиты. Ограниченность подхода связана с необходимостью соблюдения строгих лимитов по энергоснабжению.

Передачик обязан выполнять все операции в рамках ограниченного ресурса питания. Источник возбуждения, усиление и преобразование сигнала обязаны укладываться в рамки 4 мА тока и 12–36 В напряжения. Получатель сигнала обычно вынужден сначала преобразовывать ток в напряжение и сдвигать уровень сигнала в нулевую точку, чтобы полноценно задействовать весь диапазон аналого-цифровых преобразований. Неправильно спроектированная схема способна вносить дополнительные ошибки как в нулевой отметке, так и в диапазоне измерений.

Контуры напряжения передают системе сбора данных величину напряжения, пропорциональную измеряемым физическим параметрам. Факторы, определяющие качество сигнала, включают природу источника напряжения, внутренний импеданс, длину линии и характеристики приёмного оборудования. Принцип построения такой цепи представлен на рис. 13, где изображены важные моменты, подлежащие учёту при проектировании контура напряжения. Схема универсальна и применима ко всем видам контуров (двух-, трёх- и четырёхпроводным).

Источником напряжения может выступать как самостоятельный генератор сигнала (термопара), так и внешний усилитель-кондиционер. Любой источник напряжения обладает внутренним сопротивлением, подключённым после-

довательно с самим сигналом. Провода линии также вносят своё сопротивление, а приёмник воспринимает сигнал как нагрузку. Совместно эти элементы формируют делитель напряжения, влияющий на точность измерения. По этой причине импеданс приёмника стараются сделать максимальным. Для сигналов от термопар, терморезисторов (RTD) или тензодатчиков (примерно 10...300 мВ) рекомендуемый импеданс достигает 100 МОм. Для измерения значений pH, ОВП, акселерометров или фотодиодов импеданс должен превышать 200 МОм. Значительное влияние оказывают влажность воздуха и целостность изоляции кабеля, из-за чего целесообразно размещать средства обработки сигнала вблизи места измерения.

Высокий импеданс повышает восприимчивость контуров напряжения к внешним электромагнитным помехам и межземельным потенциалам. Электромагнитные поля создаются близко расположенными энергетическими установками или импульсными источниками питания. Повышение уровня подавления синфазных сигналов и правильное экранирование кабельных трасс помогают справиться с этими проблемами. Трансформаторная гальваническая развязка считается наилучшим способом преодоления последствий разности потенциалов земли.

Главным достоинством контуров напряжения является возможность их простого объединения в единые мультиплекслируемые системы. Одно дорогостоящее устройство обработки сигнала способно обслуживать несколько контуров, снижая совокупные расходы на единицу измерения. В большинстве случаев подобные контуры не требуют отдельного смещения нуля и точного подбора резисторов для преобразования тока в напряжение.

Петли с передачей тока известны своей повышенной устойчивостью к электростатическим помехам, однако

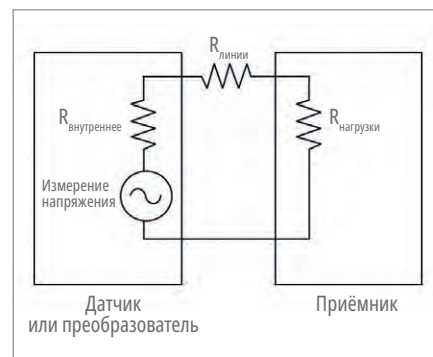


Рис. 13. Петля напряжения



ЧИТАЙТЕ В КОМФОРТЕ



ПЕЧАТНАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА «СТА»

подписка с гарантированной доставкой



онлайн: www.cta.ru • +7 495 234-0635 • info@cta.ru

на почте: по каталогу «Урал-Пресс» (на год – 81872, на полугодие – 72419)

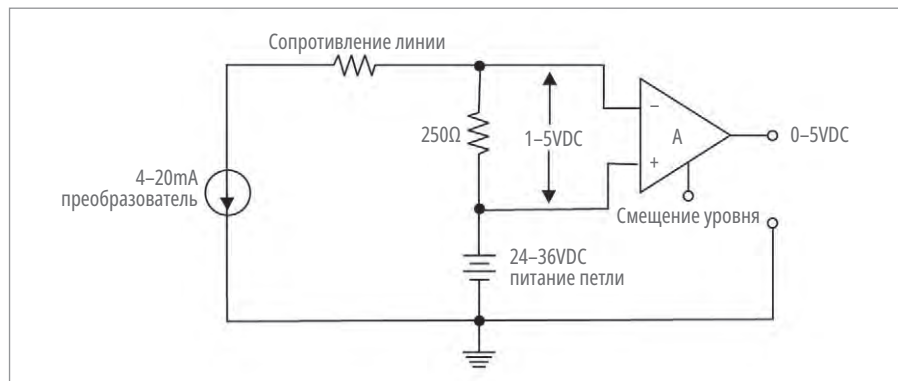


Рис. 14. Токовая петля

уязвимы к негативному воздействию магнитных полей. Эффективным способом борьбы с подобными искажениями является использование скрученных пар проводов для передачи сигналов и соблюдение изоляции от силовых кабелей, линий управления реле и иных источников магнитного излучения. Аналогично контурам напряжения токовые петли тоже сталкиваются с проблемой разнородности потенциалов земли, и лучшим решением опять выступает трансформаторная развязка.

Несмотря на лучшее противодействие шумам, токовые петли предъявляют повышенные требования к приёмнику: необходим дополнительный этап преобразования тока в напряжение, а также часто требуется операция сдвига уровня сигнала для возвращения исходного нулевого уровня. Особенно проблематичной оказывается прямая мультиплексировка двухпроводных петель 4...20 мА, поскольку

необходимо поддерживать постоянное питание контура для избегания задержек восстановления сигнала усилителем. Показательная схема типичной токовой петли приведена на рис. 14. Большинство существующих мультиплексоров испытывают затруднения с совместимым напряжением питания, поэтому процедуры преобразования и выравнивания уровней проводятся заранее, что добавляет издержки на стороне приёмника. Тем не менее именно токовые петли завоевали статус стандарта для множества важнейших задач автоматизации благодаря своему надёжному иммунитету к помехам.

Частотные сигналы уступают по популярности аналоговым сигналам напряжения и тока, но имеют очевидные достоинства. Фиксированные по частоте сигналы обладают цифровой природой и показывают высокий уровень устойчивости к постороннему шуму и помехам извне. Используются они

иногда просто потому, что иной тип сигнала оказался неэффективным. Есть также классы датчиков, естественным образом продуцирующих периодические последовательности импульсов, такие как турбинные расходомеры или расходомеры, основанные на эффекте вихревого следа. Модули приёма частотных сигналов серий SCM5B45, 8B45, DSCA45 и MAQ20-FREQ принимают как сигналы уровня ТТЛ, так и переменного тока, конвертируя их частоту в пропорциональный выходной сигнал напряжения (0...5 В или 0...10 В постоянного тока). Входные частоты могут достигать до 100 кГц.

Критерии выбора уровня сигнала, помехи и воздействия

Отсутствует универсальный рецепт выбора оптимального типа и уровня сигнала для приёмного оборудования, но существуют весомые аргументы, касающиеся массовых измерений. Прежде всего, затраты на прокладку кабельной инфраструктуры и трудозатраты играют важную роль в общей экономике владения оборудованием. Во-вторых, важна способность системы оперативно выявлять неисправности, такие как обрыв или короткое замыкание в кабеле. Наконец, убытки предприятий от аварийного останова производства оцениваются от десятков тысяч до полумиллиона долларов в час, поэтому целесообразнее заменить отказавший прибор временно рабочим

Таблица 2. Стандарты выходных сигналов

Тип сигнала	Стандартный диапазон
Напряжение	От 0 до 500 мВ (нестандартные диапазоны для термопар, терморезисторов и др.)
	0...1 В
	0...5 В
	1...5 В
	0...10 В
	±1 В
	±2,5 В
	±5 В
Ток	±10 В
	0...1 мА
	0,2...0,5 мА
	0...20 мА
	4...20 мА
Частота	10...50 мА
	От 0...500 Гц до 0...100 кГц

Таблица 3. Основные источники ошибок и способы их устранения

Источник ошибки	Возможные решения
Ёмкостная связь	Экранирование Разнесение кабелей в пространстве Витая пара
Магнитная муфта	Витая пара Разнесение кабелей в пространстве Устранение контуров заземления Заземление экрана Изоляция
Контур заземления	Правильное заземление экрана Изоляция
Перенапряжения и переходные процессы/импульсы	Экранирование Изоляция Правильный монтаж и установка Правильный выбор оборудования Разнесение кабелей в пространстве
Электромагнитные и радиочастотные помехи	Экранирование Витая пара Правильный выбор оборудования
Алиасинг (наложение)	Фильтры на входе Правильный выбор оборудования Проектирование системы – выбор правильной частоты дискретизации

экземпляром, а затем произвести полноценный ремонт отдельно. Возможность быстрой замены обеспечивается наличием резервных комплектующих, что оправдывает стандартизацию на один-два стандартных типа входных сигналов. Список распространённых стандартов представлен в табл. 2.

Кабельные трассы и помещения производственного цеха заполнены оборудованием, которое может вызвать помехи в передаваемых измерительных сигналах. Эти приборы вместе с искусственными и природными источниками шума создают условия, опасные для электрооборудования. Устранить внешние шумы и сбои нельзя, но можно минимизировать их влияние на измерительные системы, понимая механизмы проникновения помех и предпринимая необходимые меры профилактики или исправления. Основные источники ошибок и способы их устранения описаны в табл. 3.

Каждый из указанных ниже факторов способен существенно ухудшать качество измерительных сигналов. Способы их предупреждения или минимизации изложены далее.

Ёмкостная связь. Практически любое промышленное оборудование способно накапливать электрический заряд. Пока этот заряд стабилен, его влияние на работу измерительной системы незначительно. Однако каждое работающее устройство неизбежно испытывает изменения напряжения или заряда, которые могут происходить постепенно или резко (скачком). В процессе изменения напряжение порождает вокруг себя меняющееся электрическое поле, способное взаимодействовать с датчиком средствами предварительной обработки сигнала или сигнальным кабелем. Эффект ёмкостной связи становится особо ощутимым при разрядах статического электричества или ударах молний, которые наносят серьёзный ущерб приборам.

Магнитная связь. Протекание электрического тока сопровождается обра-

зованием магнитного поля. Любое движение проводника в таком поле провоцирует возникновение электродвижущей силы, вызывающей появление тока в самом проводнике. Аналогично изменение тока в одном проводнике индуцирует ток в соседних проводящих линиях. Индукционные токи способны нарушать стабильность измерений или провоцировать нежелательные напряжения на концах проводника. Основная причина появления магнитной связи в измерительных системах кроется в близости проводов к мощному силовому оборудованию.

Контуры заземления. Проблематика правильного понимания термина «заземление» носит хронический характер в электротехнике. Название «земля» ассоциируется с поверхностью планеты, куда стекаются все токи и напряжения. Действительно, система электроснабжения использует заземляющие штыри или металлические трубы, погружённые в грунт, обозначая их термином «земля». Однако реальность сложнее. Потенциал местной «земли» под ногами оператора может существенно отличаться от ближайшей постройки или технического узла на несколько вольт. В экстремальных ситуациях, например, при попадании молнии, различия достигают сотен или даже тысяч вольт (рис. 15). Исследования энергетических компаний зафиксировали всплески напряжения до 2000 В при включении бытовых приборов вроде масляных обогревателей.

Само по себе напряжение не единственная угроза измерительному процессу. Токи, вызвавшие его образование, также индуцируют нежелательные возмущения в ближайших сигнальных проводах. Подобные токи могут носить как временный, так и регулярный характер.

Один из примеров – наличие замкнутых контуров заземления, образуемых линиями переменного тока (50 или 60 Гц). Если цепь заземления

включена в измерительный тракт, появляются побочные переменные токи, которые воспринимаются как ошибка измерения или в виде синфазного сигнала на входе системы. Правильно организованное заземление и подбор соответствующего преобразователя сигнала с высоким коэффициентом подавления синфазных помех становятся ключевыми инструментами поддержания чистоты сигнала.

Высокие напряжения в сигнальных проводах могут появляться помимо колебаний земных потенциалов. Причинами служат ёмкости, индуктивные эффекты, случайные статические разряды или близость мощных высоковольтных аппаратов, таких как сварочное оборудование. В реальных условиях современные промышленные объекты нередко размещают контрольные устройства рядом с силовыми линиями, несмотря на потенциальные риски. Случаи непреднамеренного попадания в измерительную цепь напряжения бытовой сети (110 или 240 В AC) далеко не уникальны.

Наводки или ЭМП и РЧП

Электромагнитные помехи (ЭМП) обобщают группу явлений, провоцирующих появление посторонних сигналов в измерительных трактах. Традиционно это относится к проблемам, рассмотренным ранее, но в современном оборудовании термин чаще употребляется в узком смысле – радиочастотные помехи (РЧП). Распространённым источником сильных помех являются радиостанции. Если неподалёку расположена радиостанция или телецентр, такие помехи легко выявить. Гораздо чаще помехи носят спорадический характер и маскируются под случайные изменения сигнала. Источниками обычно оказываются мобильные устройства, рации или прочие беспроводные системы, действующие на территории предприятия. Прямого усиления радиосигнала большинством измерительных блоков не происходит, так как их рабочие частоты гораздо выше. Однако слабые радиочастотные сигналы могут приводить к некорректному поведению чувствительных компонентов электроники (например, выпрямляются аналогично примитивным детекторным приёмникам прошлого века), создавая видимость дрейфа или резкого смещения показаний. При выборе преобразователя показатель «менее 0,5%-го смещения при интенсивно-

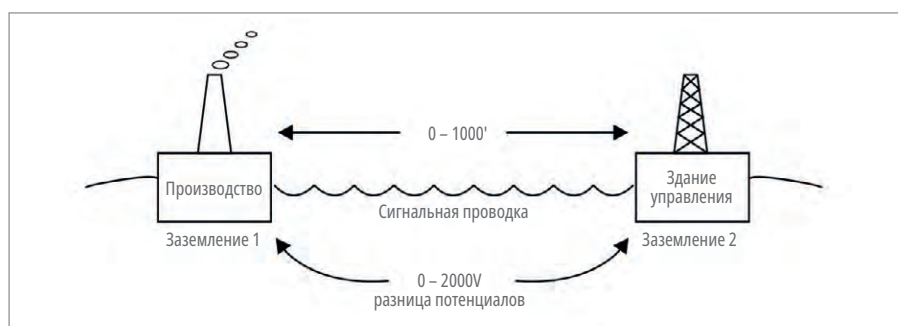


Рис. 15. Разность потенциалов заземления

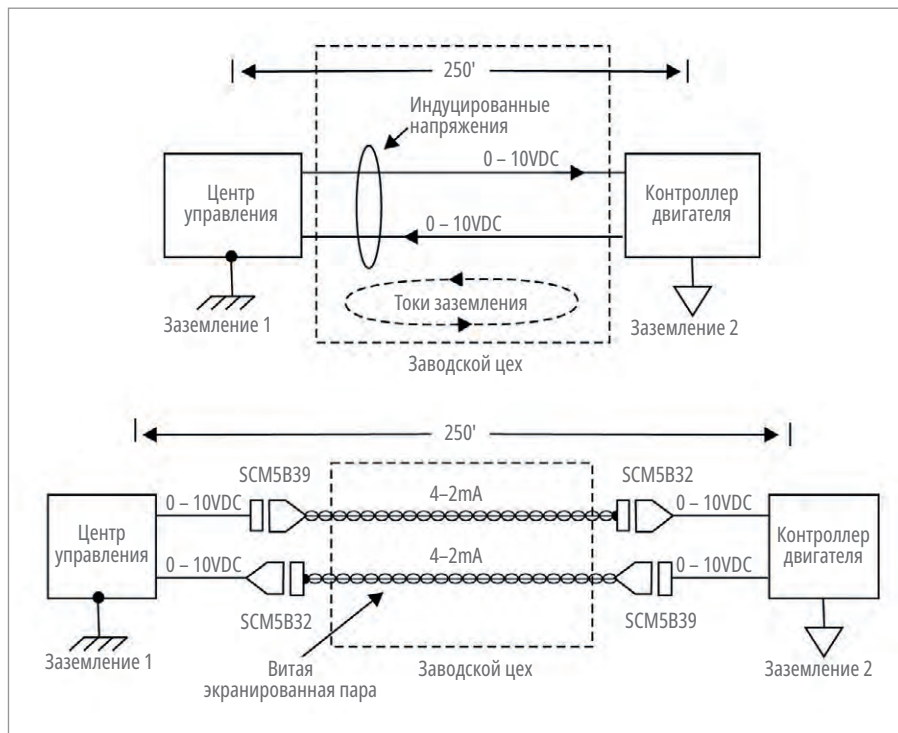


Рис. 16. Схема конфигурация обработки сигнала на примере сервоуправления

сти поля 10 В/м» является хорошим индикатором качества.

Феномен наложения спектров возникает при переходе от аналоговых измерений к цифровому представлению данных. Многие специалисты неправильно понимают суть вопроса. Суть проблемы состоит в особенностях процесса аналого-цифрового преобразования. Рассмотрим ситуацию подробнее. Предположим, у нас есть система, состоящая из генератора синусоидального сигнала и последующего цифрового преобразователя (рис. 16). На входе присутствует сигнал, состоящий из двух составляющих с разными частотами (f_1 и f_2). Система осуществляет выборку сигнала с частотой f_s . При восстановлении сигнала на выходе наблюдается картина, похожая на оригинал, но с появлением артефактов. Новая составляющая появляется зеркально на частоте ниже частоты дискретизации ($f_s/2$). Это явление получило название «алиасинг» (ложная репрезентация или искажение сигнала) и характерно для любых систем, осуществляющих дискретизацию аналоговых сигналов. Важно подчеркнуть, что максимальная воспроизводимая частота сигнала без искажений ограничивается половиной частоты дискретизации (так называемая частота Найквиста). Сигналы, чья частота превышает этот порог, восстанавливаются некорректно и приобретают ложные низкие частоты. Такой дефект серьезно нарушает достоверность

результатов измерений и требует тщательного планирования процедуры выборки и фильтрации сигнала.

Защита и сохранение целостности сигналов

Поддержание качественной передачи измерительного сигнала базируется на сочетании грамотного проектирования системы, высококачественных инструментов измерения и правильной организации инсталляции оборудования. Даже самые продвинутые инструменты могут оказаться бессильны против дефектов, допущенных при установке или несоблюдении рекомендаций по монтажу. Особое внимание уделяется вопросам экранирования кабелей и выбору правильных методов коммутации. Помимо технических аспектов, важными являются архитектурные решения самой системы.

Экранирование. Главная цель экранирования – снижение влияния ёмкостных связей и устранение ошибок, вызванных радиочастотными помехами. Вопросы заземления экрана являются предметом постоянных дискуссий среди инженеров. Одни утверждают, что экран необходимо заземлить в обеих точках подключения, другие настаивают на единственном контакте заземления. Оптимальным решением считается заземление экрана на стороне приёмника сигнала. Бывает и так, что рекомендации производителя порой вводят путаницу, предлагая ва-

рианты, противоречащие теории. Главное правило – избегать множественности точек заземления, иначе образуется незапланированный контур заземления, чреватый возникновением токов и сопутствующих проблем. Экранирование выполняется путём размещения металлических оболочек поверх сигнальных жил. Идея заключается в создании поверхностного слоя с однородным потенциалом, поглощающим электромагнитные волны и направляющим их к «земле», не допуская взаимодействия с внутренними проводами. Присутствие второго заземляющего контакта вынуждает токи проходить через экран, вызывая новые помехи. Строго соблюдая принцип однократного заземления, удаётся свести к минимуму негативные последствия.

Витые пары. Простейший способ улучшения качества сигнала – применение витых пар проводов. Эта мера эффективна как для экранированных, так и для открытых кабелей, снижая влияние магнитных полей. Скрутка минимизирует площадь контура, подверженного действию магнитного поля, тем самым снижая индуцированную разность потенциалов. Дополнительным плюсом является компенсация индуцированного напряжения соседними участками провода, чьи вектора напряжения направлены противоположно.

Прокладка кабелей. Ошибка начинающих инженеров – попытка сэкономить пространство, прокладывая кабели приборов и силовой проводки в одном канале. Связь между ними неизбежна, что непременно приводит к возникновению перекрёстных помех. Силовую проводку и линию данных необходимо располагать отдельно, соблюдая достаточное расстояние между ними.

Изоляция. Применение электронной изоляции – универсальный способ избавления от негативных эффектов контуров заземления. Путём разрывания непрерывности путей прохождения токов изоляции решаются многие проблемы, связанные с разницей потенциалов между удалёнными частями системы. Применение специализированных устройств развязки (изолирующих барьеров) гарантирует сохранность сигнала с минимальной деградацией точности. Практически все модули серии SCM5B оборудованы встроенной изоляцией.

Фильтрация сигналов. Высокая частота входящего сигнала может создать

дополнительную полосу в спектре выходного сигнала, нарушающую первоначальную картину. Фильтры нижних частот эффективно удаляют высокочастотные составляющие, предотвращая подобное наложение. Чем сильнее спад характеристики фильтра, тем эффективнее подавление ненужных сигналов. Серия фильтров серии SCM5B зарекомендовала себя отличным инструментом подавления спектральных искажений.

Ещё один важный фактор – частота дискретизации. Она должна значительно превышать верхнюю границу полезных частот сигнала, минимум в три-десять раз. Степень превышения зависит от крутизны среза фильтра. Необходимо помнить, что наложение спектра не подлежит восстановлению и сохраняется в дальнейшем цифровом сигнале.

Теория измерений на практике

Приведённые ниже примеры наглядно демонстрируют типичные проблемы, возникающие при проектировании систем преобразования сигналов и последующей установке оборудования, а также иллюстрируют оптимальные подходы к их решению. Описываемые случаи соответствуют реальным ситуациям, в которых успешное устранение неполадок стало возможным благодаря применению продуктов линейки SCM5B и проверенных инженерных практик.

Автоматизированный производитель оборудования использовал сигналы напряжения 0–10 В постоянного тока для передачи команд управления и

получения обратной связи между управляющим центром и двигателями сервосистемы. Монтаж оборудования проводился на обычном производственном участке, где кабельная трасса составляла около 76 метров. Проектировщики приняли меры предосторожности при укладке сигнальных кабелей, стараясь защитить их от сторонних воздействий. Однако установка являлась ключевым элементом технологического цикла, где малейшие нарушения точности позиционирования объектов приводили к большому количеству брака и финансовым убыткам.

На рис. 17 представлена оригинальная схема системы, выделяющая очаги возникновения проблем. Основными причинами неудовлетворительного функционирования оказались электромагнитные наводки от смежного оборудования и наличие паразитного контура заземления. Решением проблемы стало введение преобразователей сигналов и выполнение оптимальной компоновки кабелей. Модуль SCM5B39 преобразовывал сигнал 0...10 В в токовый сигнал 4...20 мА, защищая его от помех и снимая проблему синфазных напряжений. Витая экранированная пара кабелей позволяла минимизировать электромагнитные влияния. На другом конце цепи установлен модуль SCM5B32, восстанавливающий исходный сигнал 0...10 В и завершивший цикл управления двигателем. Он также защищал вход от помех и заземления. Дополнительно настройки полосы пропускания модулей адаптированы под динамику контура управления, что позволило уве-

личить устойчивость к высокочастотным шумам, сохранив при этом быстродействие и точность системы. Особенностью таких контуров является требование сверхмалого масштаба изменения управляющего сигнала, что ставит жёсткие ограничения на качество обработки сигнала. Некорректно выполненные узлы изоляции могут добавить существенные шумы, разрушающие полезные сигналы. Продукция Dataforth специально разрабатывалась с учётом минимизации собственного шума и гарантировала сохранение отношения сигнал-шум на требуемом уровне.

Ещё один пример: производство алюминия, основанное на процессах электролиза в специальных ваннах (электролизёрах). Современный алюминиевый завод может содержать тысячи таких ванн, каждая из которых оснащена стальным корпусом с внутренней угольной облицовкой. Аноды, подвешенные на шинах, снабжаются электричеством для осуществления реакции выделения чистого алюминия из руды. Процесс электролиза управляется подачей напряжения и мониторингом износа анодов. Ключевой задачей является точное измерение падения напряжения на каждом электролизёре. При прохождении большого тока (десятки тысяч ампер) наблюдаются колебания напряжения, достигающие нескольких вольт. Замена отработавших анодов является дорогостоящей операцией, поэтому правильный мониторинг состояния электролизёра позволяет повысить производительность и снизить затраты. Типичные проблемы данной задачи вклю-

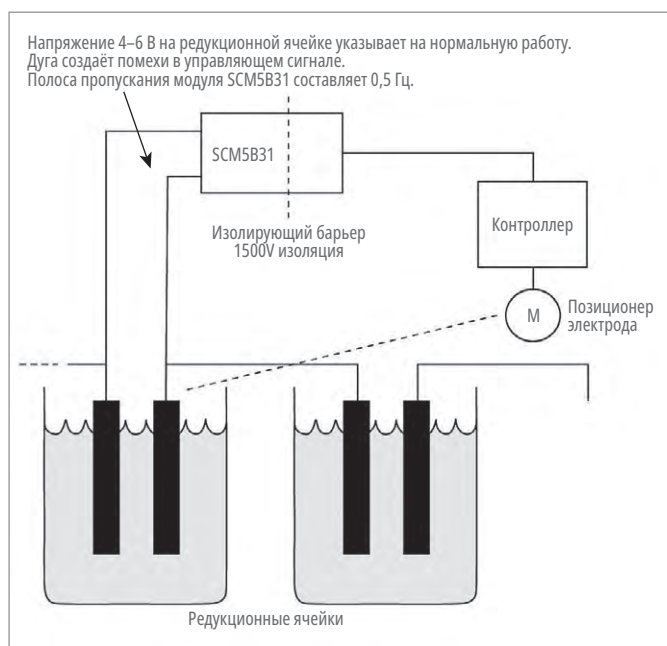


Рис. 17. Применение в процессе плавки алюминия

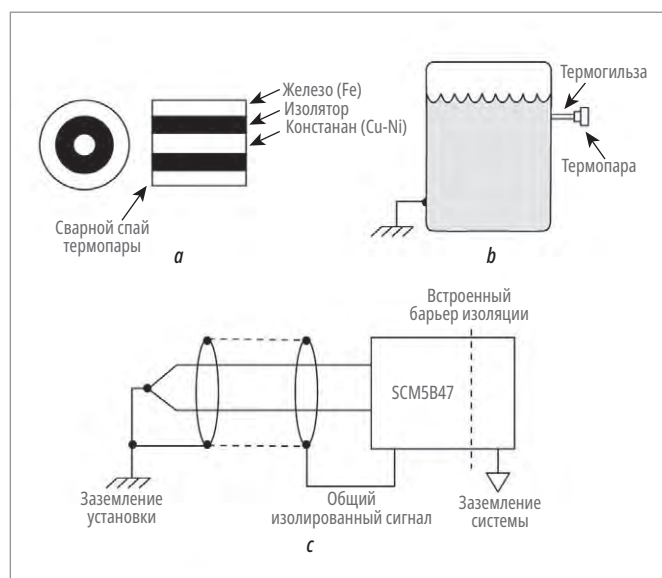


Рис. 18. Заземление термопары: а) конструкция термопары, б) монтаж термопары, в) заземлённая измерительная петля термопары

чают наличие сильных электромагнитных полей, влияние которых трудно игнорировать, и потребность выдерживать синфазные напряжения до 1500 В. Решение лежит в применении модуля с активным подавлением синфазных помех, низким собственным шумом и достаточной разрешающей способностью (1 мВ). Применение модулей SCM5B31 оказалось достаточно успешным решением (рис. 18).

Как вариант успешного решения, можно рассмотреть следующий пример. Некоторые типы термопар, используемых в системах управления технологическими процессами, имеют особую конструкцию. Материалы из разнородных металлов собираются концентрическим образом, причём они разделяются керамическим изолятором. Контакты спаяны для увеличения прочности, однако подобная конструкция требует особого способа установки – в термометрическую гильзу, которая непосредственно монтируется на ёмкости. Важно отметить, что сама термометрическая гильза всегда заземлена, что ведёт и к заземлению подобного типа термопар. Как уже было отмечено ранее, экранирование и правильное заземление – одни из самых сложных задач, с которыми приходится сталкиваться. Термопара формирует слабый электрический сигнал, чувствительный к различным видам помех, поэтому требует обязательного экранирования для предотвращения наводок. При этом ситуация осложняется тем, что система предварительной обработки сигнала (усилитель, фильтрующий модуль и др.), как и отдельно сама термопара, также имеет собственную точку заземления. Это порождает проблему образования контуров заземления («ground loops»), что приводит к появлению паразитных напряжений и токов. Для данного типа термопар это явление является одной из главных причин возникновения значительных погрешностей и нестабильной работы. Оптимальным решением данной проблемы является внедрение этапа гальванической развязки между термопарой и основной измерительной системой. В данном случае изолирующий путь можно подключить к экрану сигнального кабеля, не создавая паразитного контура заземления. Модуль обработки сигналов для термопар SCM5B47 идеально подходит для данного сценария, обладая необходимыми свойствами линеаризации и фильтрации, что сохраняет целостность сигнала.

Заключение

Промышленные измерения остаются критически важным элементом современного производства, обеспечивая не только контроль технологических процессов, но и безопасность персонала, экономическую эффективность предприятия и соответствие экологическим нормам. Несмотря на стремительное развитие цифровых технологий и появление «умных» приборов, аналоговые датчики и правильное преобразование их сигналов остаются фундаментом всех измерительных систем. От термопары, измеряющей температуру в печи, до тензодатчика, контролирующего нагрузку на конструкцию, – все эти устройства требуют грамотного подхода к обработке их сигналов. Успешная реализация системы промышленных измерений требует комплексного подхода. Необходимо учитывать не только технические характеристики датчиков и преобразователей, но и условия их эксплуатации, методы монтажа, защиту от помех. Правильный выбор между двух-, трёх- и четырёхпроводными схемами, между токовыми и потенциальными сигналами, между аппаратной и программной линеаризацией может существенно повлиять на точность, надёжность и стоимость всей системы.

Опыт решения реальных проблем на производстве показывает, что часто именно детали – правильное заземление экрана, использование витой пары, грамотная изоляция – определяют разницу между работающей и неработающей системой. Инвестиции в качественное оборудование для преобразования сигналов и соблюдение правил монтажа окупаются многократно за счёт повышения надёжности измерений и снижения времени простоев. В конечном счёте ключ к успеху лежит в балансе между техническими требованиями и экономической целесообразностью, между точностью измерений и устойчивостью к помехам, между сложностью системы и простотой её обслуживания. Только комплексный подход, учитывающий все аспекты – от выбора типа датчика до методов прокладки кабелей – обеспечивает создание эффективной и надёжной системы промышленных измерений, способной работать в самых сложных условиях современного производства. ●

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

НОВОСТИ реклама

Продукция REMER – официально признанное качество для рынка ЕАЭС



Производственная группа REMER сообщает о важном событии, укрепляющем доверие к продукции: все выпускаемые шкафы и готовые решения официально включены в реестр промышленных товаров Евразийского экономического союза (ЕАЭС). Что это значит для потребителя?

1. Гарантия высочайшего качества и соответствия стандартам. Включение в реестр – это не формальность, это прямое подтверждение того, что продукция REMER:

- полностью соответствует требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 025/2012 «О безопасности мебели» продукции». Для этого сертифицированными лабораториями были проведены внеочередные испытания всех линеек шкафов;
- разработана и производится в строгом соответствии с зарегистрированными Техническими Условиями (предоставлены и проверены контролирующими органами при содействии БелГИСС);
- производится на современном оборудовании, обеспечивающем полный производственный цикл. Это подтверждено аудитом производства, проведённым Белорусской торгово-промышленной палатой (БелТПП);
- выпускается в рамках сертифицированной системы менеджмента качества ISO 9001. Подлинность сертификата и его применимость к полному циклу также были верифицированы.

2. Признание на самом высоком уровне. Реестр формируется по строгим правилам Евразийской экономической комиссии для допуска к государственным и муниципальным закупкам. Тот факт, что продукция REMER в него вошла, означает:

- официальное признание её надёжности, безопасности и соответствия требованиям ЕАЭС;
- возможность использования в крупнейших проектах на территории всего Союза, где требования к оборудованию особенно жёсткие.

3. Прозрачность и проверяемость. Вы можете лично убедиться в статусе продукции REMER.

- Сертификат соответствия ТР ЕАЭС.
- Поиск по товарам доступен на официальном информационном портале ЕАЭС. Код производителя REMER в реестре: 800008148.
- Покупая шкафы и готовые решения торговых марок REMER, вы получаете не просто изделие. Вы инвестируете в оборудование, качество которого подтверждено на межгосударственном уровне. Включение в реестр ЕАЭС – это:
- дополнительная гарантия соответствия продукции всем необходимым нормам безопасности и надёжности;
- подтверждение стабильно высоких стандартов производства и контроля качества REMER, которые поддерживаются на протяжении 25 лет;
- уверенность в том, что вы выбираете производителя, чья продукция востребована для ответственных задач, в том числе в госсекторе стран ЕАЭС. ●



Модули серии SCM9B: экономичное решение для надёжной защиты и эффективного управления данными

Модули ввода/вывода серии SCM9B от компании Dataforth представляют собой высокопроизводительные изолированные устройства, обеспечивающие стабильные и защищённые интерфейсные подключения стандарта RS-232C или RS-485. Серия включает в себя фиксированные и программируемые интерфейсные модули ввода для связи датчиков и исполнительных устройств с системой; модули вывода с широким спектром аналоговых сигналов; пре-

образователи RS-232/RS-485; повторители RS-485; объединительные платы, сопутствующие аксессуары и прикладное программное обеспечение.

Модули ввода

SCM9B-1000/2000/5000/D100

Поддерживают различные типы входных сигналов: напряжение, ток, термопары, резистивные датчики температуры (RTD) и терморезисторы, тензодатчики, таймеры/частота, а также многоканальный цифровой ввод-вывод. Модули обеспечивают надёжную связь датчик/RS-232C или датчик/RS-485 с разрешением 15 бит.

Модули вывода SCM9B-3000/4000

Предназначены для удалённой установки и связи с системой через стандартные последовательные порты RS-232C и RS-485. Они обеспечивают 12-битное разрешение и поддерживают широкий диапазон аналоговых выходных сигналов: 0...1 В, ± 1 В, 0-5 В, ± 5 В, 0...10 В, ± 10 В, 0...20 мА, 4...20 мА. Модули серии «4000» имеют полностью программируемые выходные характеристики, функцию обратного считывания аналоговых сигналов и масштабирование данных.

Преобразователи и повторители

SCM9B-A1000/2000/D192

Надёжные устройства для преобразования коммуникационных сигналов стандарта RS-232C в соответствующие требованиям сигналы RS-485. Также могут использоваться в качестве повторителей для увеличения длины шины связи.

Имеют оптическую изоляцию, не требуют внешних управляющих сигналов и абсолютно прозрачны для программного обеспечения хост-компьютера. ●



ГУАП вошёл в число шести вузов – победителей конкурса Минобрнауки России

В 2025 году в России будут созданы 6 новых университетских стартап-студий на базе вузов, ставших победителями конкурса Минобрнауки РФ. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП) вошёл в число победителей. На базе ГУАП будет создана первая в стране аэрокосмическая университетская стартап-студия, в фокусе которой окажутся следующие направления: Аэро-

космос, БАС, Средства производства и автоматизации.

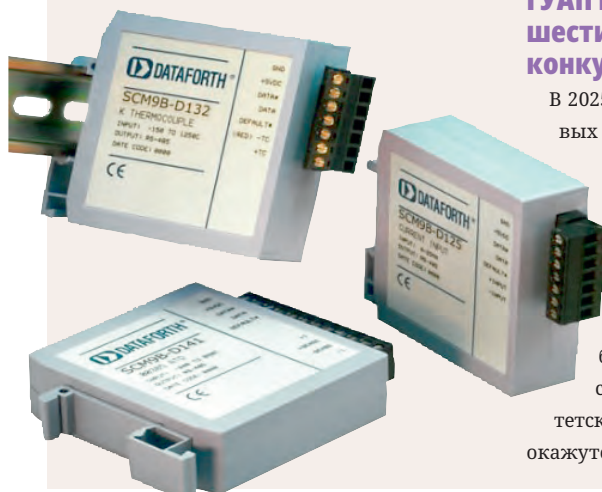
Стартап-студия ГУАП будет специализироваться на прорывных направлениях, напрямую связанных с научно-техническим потенциалом ГУАП.

- Аэрокосмические системы: беспилотные летательные аппараты (БПЛА), спутниковые технологии, системы навигации и дистанционное зондирование Земли, протоколы связи.
- Интеллектуальные системы: искусственный интеллект (ИИ), Big Data, машинное обучение для обработки данных, системы технического зрения, системы управления.
- Цифровое производство и киберфизические системы и IoT: промышленный Интернет вещей (IIoT), умные сенсоры, встроенные системы.
- Робототехника и мехатроника: промышленные и сервисные роботы, автономные платформы.
- Новые производственные технологии: цифровое проектирование, прототипирование, аддитивные технологии (3D-печать) и реинжиниринг.
- Энергетика: решения для цифровой энергетики, в том числе разработки в области электротранспорта.

Первые технологические компании планируются зарегистрировать уже в этом году. Профессор Юлия Антохина, ректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, президент Российской Санкт-Петербургской секции Международного общества автоматизации (ISA) 2014 года отметила, что создание стартап-студии позволит будущим инженерам ГУАП не только получать качественную подготовку в области технологий, но и развивать предпринимательские навыки, синхронизируя запросы бизнеса с образовательными программами.

Проректор по образовательным технологиям и инновационной деятельности ГУАП, доцент, президент Российской Санкт-Петербургской секции ISA Сергей Солёный уточнил, что целью стартап-студии является формирование непрерывного потока качественных стартапов по созданию новых продуктов в профильных для ГУАП сферах науки и промышленности.

В планах студии к 2032 году выйти на 45 результатов интеллектуальной деятельности, получить статус малой технологической компании 40 университетскими стартапами. ●



ЭКСПЕРТ-3Ф: универсальное решение для сложных проектов от Сайбер Электро



Представляем новую серию трёхфазных ИБП ЭКСПЕРТ-3Ф, в которую вошли пять моделей мощностью 10...40 кВА. Ключевая особенность серии – универсальность конфигураций, адаптивность и возможность работы в условиях высоких температур. Благодаря поддержке всех режимов работы ИБП одинаково эффективно обеспечивает питанием как IT-инфраструктуру, так и промышленное оборудование, системы безопасности, освещение и АСУ ТП.

Ключевые преимущества серии ЭКСПЕРТ-3Ф

- Универсальность: работает с любыми нагрузками (3ф/3ф, 1ф/1ф, 3ф/1ф, 1ф/3ф).
- Надёжность: онлайн-топология (двойное преобразование).
- Устойчивость: расширенный температурный диапазон работы (до +50°C).
- Масштабируемость: параллельное подключение до 3 устройств (суммарно до 120 кВт).
- Гибкость интеграции: универсальное исполнение 3U и модульный подход упрощают монтаж в существующую инфраструктуру.
- Удобство обслуживания: комплектный внешний байпас и поддержка модульных батарей с горячей заменой.
- Адаптивность: мощное зарядное устройство и возможность подключения внешних АКБ обеспечивают работу в условиях нестабильного электропитания. ●



сMT3106XM – новая веха в эффективности управления от Weintek

По мере усложнения оборудования и процессов заводского управления возможности «эксплуатационной гибкости» становятся



одним из ключевых факторов для удобной и безопасной работы персонала на объекте. Чтобы обеспечить эту возможность, компания Weintek, лидер в области ЧМИ, представляет новую модель панелей оператора – сMT3106XM.

Это портативный ЧМИ с диагональю экрана 10,1 дюйма, разработанный для мобильности, безопасности и полной интеграции программного и аппаратного обеспечения. В пределах досягаемости кабеля операторы могут свободно перемещаться для мониторинга, настройки и обслуживания оборудования, повышая эффективность и удобство работы на промышленном объекте.



Портативный ЧМИ, который меняет представление об эффективности

Модель сMT3106XM предоставляет операторам свободу передвижения, сохраняя полный доступ и контроль в пределах досягаемости кабеля, длина которого может быть 6, 10 или 20 метров. Это позволяет им находиться рядом с оборудованием на безопасном расстоянии и выполнять настройки в режиме реального времени или мгновенно подавать команды управления. Данное ре-

шение идеально подходит для крупных предприятий, сложных производственных линий или для применения в сложных промышленных условиях, повышая производительность и обеспечивая безопасность. При этом эргономичная задняя рукоятка даёт возможность удобного использования панели и снижает утомляемость при длительной работе.

Тройная защита для уверенной работы

Три встроенных предохранительных выключателя обеспечивают многоуровневую защиту.

- Ключевой выключатель – ограничивает доступ, позволяя работать только авторизованному персоналу.
- Аварийный выключатель – мгновенно останавливает работу при возникновении неисправностей, обеспечивая ручную защиту.
- Трёхпозиционный выключатель – предотвращает случайное включение при непреднамеренном контакте.

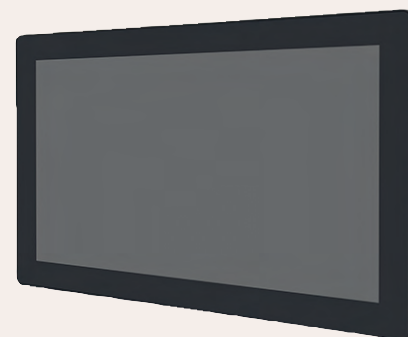


Соединительные коробки для простой и удобной установки

Для различных вариантов использования сMT3106XM на выбор предлагается два варианта соединительных коробок.



AiTRON-9E – человеко-машинный интерфейс на базе искусственного интеллекта



Компания APLEX Technology Inc., мировой лидер в области промышленных компьютерных решений, с гордостью объявляет о выпуске серии AiTRON-9E – сверхтонкого HMI-решения нового поколения, разработанного для использования в интеллектуальных предприятиях и инфраструктуре, а также для наружного применения.

AiTRON-9E – это высокопроизводительный человеко-машинный интерфейс (HMI) на базе процессоров Intel Core Ultra 5/7, объединяющий передовые возможности центрального, графического и нейронного процессоров (NPU) для реализации интеллектуальных задач на базе искусственного интеллекта (ИИ). Используя технологию Intel 4, гибридную архитектуру с ядрами P и E, устройство обеспечивает эффективную многозадачность, выдающуюся скорость отклика и оптимизированную производительность. Благодаря интегрированному графическому процессору Intel Arc с новым ядром Xe и встроенному нейронному процессору (NPU) для вычислений с ускорением искусственного интеллекта (ИИ), AiTRON-9E обеспечивает высокопроизводительную графику, интеллектуальную аналитику и приложения искусственного интеллекта в режиме реального времени.

AiTRON-9E поддерживает память DDR5-5600 МГц SO-DIMM объемом до 32 Гбайт и слот для накопителя M.2 2280, обеспечивая эффективную и надежную обработку данных. Безвентиляторная конструкция не только снижает требования к обслуживанию, но и обеспечивает стабильную работу в сложных промышленных или полупромышленных условиях.

Модель AiTRON-9E предлагает полный набор интерфейсов, включая 4 порта USB 3.2 Gen1 Type-A, 1 последовательный COM-порт (RS-232/422/485), два видеовыхода для подключения HDMI и DP (с разрешением до 7680×4320), а также два 2.5GbE LAN-порта.

Модель	сMT3106×M06	сMT3106×M10
Длина кабеля	6 м	10 м
Экран	10,1" (WVA), резистивный	
Разрешение	1024×600	
Яркость (кд/м²)/ Контрастность	350/1000:1	
Угол обзора	89/89/89/89	
Процессор	Quad-core RISC	
Flash/RAM	4 Гбайт / 1 Гбайт	
Слот для карт	SD/SDHC	
Ethernet	LAN: 10/100 Base-T × 1	
COM Port	COM2 RS-485 2W/4W	
USB Host	USB 2.0 × 1	
Дополнительные кнопки, переключатели	Выключатель с ключом, выключатель аварийной остановки, трёхпозиционный выключатель	
Габариты Ш×В×Г	302,7×240×116,8 мм	
Степень защиты	IP65, макс. высота падения 1,2 м	
Рабочая температура	0...50°C (32...122°F)	
Корпус	Пластик	
Входное напряжение	24±20% В пост. тока	
Вес	~ 1,6 кг	
ПО	EasyBuilder Pro V6.10.01 и выше Weincloud EasyAccess 2.0 (опционально), Dashboard (опционально)	

- Стандартная соединительная коробка (сMT-XMBS): устанавливается снаружи шкафов управления или на стенах, обеспечивая простоту разводки и обслуживания.
 - Компактная соединительная коробка (сMT-XMBC): размещает все клеммы и проводку внутри шкафа управления для аккуратной и организованной установки.
- Оба варианта коробок имеют степень защиты IP66, что обеспечивает защиту критически важной проводки от попадания пыли и воды.

Модель	сMT-XMBC	сMT-XMBS
Кабельный разъем	1	1
Клемма для проводки	2	2
Корпус	Пластик	Пластик
Габариты Ш×В×Г	157,9×75,9×55,2	181,1×101,1×70
Размер выреза	119,4×29,95	–
Степень защиты	IP66 (по передней панели)	IP66 (полная)
Рабочая температура	0...50°C (32...122°F)	0...50°C (32...122°F)

Для обеспечения соответствия рабочим процессам на объекте оба соединительных блока имеют заглушку аварийного останова сMT-XM-ESP. При отсоединении портативного ЧМИ подключение заглушки замыкает цепь безопасности, обеспечивая нормальную и бесперебойную работу оборудования.

Флагманская производительность, дисплей и защита в одном устройстве

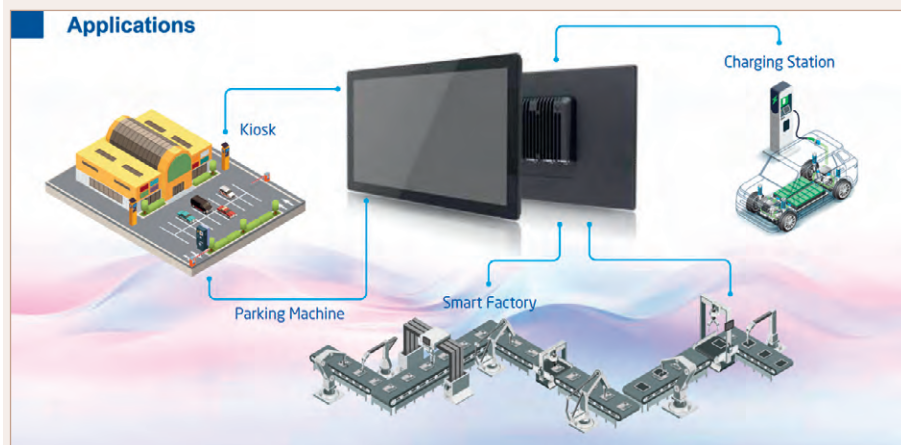
Как и все панели оператора флагманской серии сMTx, новая модель сMT3106XM оснащена высокопроизводительным четырёхъядерным процессором, 4 Гбайт флеш-памяти и 1 Гбайт оперативной памяти, что обеспечивает исключительную производительность обработки данных. 10,1-дюймовый дисплей с широким углом обзора (WVA) даёт чёткую и яркую картинку интерфейса для удобного просмотра данных. Корпус со степенью защиты IP65 эффективно защищает устройство от пыли и брызг воды, что делает его идеальным вариантом для использования в суровых промышленных условиях.

Подробные характеристики сMT3106XM и дополнительных аксессуаров представлены в таблицах выше. ●





Applications



Модель	AITRON-9E
Экран	10,1" / 12,1" / 15" / 15,6" / 21,5" TFT-LCD
Разрешение	1024×768; 1280×800; 1920×1080 (в зависимости от модели)
Процессор	Intel Core Ultra 5 125U / Intel Core Ultra 7 155U
Память	1×DDR5-5600MHz SO-DIMM, до 32 Гбайт
Порты	4× USB 3.2 Gen1 Type-A 1× COM RS-232/422/485 (DB9) 1× HDMI 2.1 (до 7680×4320 @60 Hz) 1× DP 1.4 (до 7680×4320 @60Hz) 2× LAN RJ-45, Intel I226V/IT 2.5GbE LAN
Слоты расширения	1× M.2 2230 E-Key (USB2.0, PCIe ×1) для модулей Wi-Fi/BT 1× M.2 3402/3052 B-key (PCIe ×1, USB3.2 Gen1, USB2.0) для модулей LTE/5G 1× Nano-SIM slot
Накопитель	1× M.2 2280 M-Key (PCIe 3.0 ×4)
Степень защиты	IP66
Рабочая температура	−20 ~ 60°C
Корпус	Алюминий
Питание	DC 9~36 В
ПО	Windows 10 IoT Enterprise 2021 LTSC или позже, Windows 11 (21H2) или позже, Linux 24.04

Возможности стабильного беспроводного подключения для мониторинга в режиме реального времени, управления технологическими процессами и приложениями ПоТ обеспечиваются за счёт возможности установки опциональных модулей Wi-Fi, Bluetooth, LTE и 5G через встроенные слоты расширения M.2 и Nano-SIM.

Широкий диапазон рабочих температур от -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$, прочный алюминиевый корпус со степенью защиты IP66 по передней панели обеспечивают высокую устойчивость к проникновению пыли и воды,

а также надёжную работу в сложных условиях эксплуатации. Конструкция заднего ребра оптимизирует тепловод, обеспечивая стабильную работу при резких перепадах температуры и влажности.

Для обеспечения хорошей видимости и читаемости при различных условиях освещения в ЖК-дисплеях AiTRON-9E используется технология оптического склеивания, антибликовое AG/AR, антиотражающее (AF) и УФ-защитное покрытие. Также опционально доступны дисплеи с повышенной яркостью до 1500 нит.

Объединяя в себе возможности ИИ-вычисления, прочную конструкцию, производительность и надёжность, AiTRON-9E может стать оптимальным решением для интеграции в промышленные системы управления и успешно применяться в области интеллектуального производства, критически важных сферах, а также в полуткрытых уличных условиях.

Подробные характеристики приведены в таблице. ●



сMT2168X: надёжный помощник для модернизации вашего производства

Компания Weintek продолжает популяризировать свою флагманскую линейку панелей оператора и рада сообщить о выпуске новой модели. Панель sMT2168X объединяет впечатляющую производительность и стильный современный дизайн, предлагая свежий взгляд на индустриальную автоматизацию. Большой экран с диагональю 15,6 дюймов обеспечивает широкий угол обзора для комфортного просмотра и удобного управления, а за счёт точного резистивного сенсора гарантируется надёжный ввод данных и отклик независимо от того, работаете ли вы руками, в перчатках или с применением специальных инструментов. Корпус из лёгкого, но чрезвычайно прочного алюминия обеспечивает стабильно надёжную работу даже в самых суровых условиях эксплуатации. Тонкий профиль корпуса обеспечивает удобство и универсальность использования в самых разных сферах применения, поддерживая как монтаж на панель, так и крепление VESA, что отвечает современным промышленным требованиям.

Продолжая наследие проверенных достоинств серии cMT X, cMT2168X демонстрирует безупречную работоспособность программного обеспечения. Для возможностей интеллектуального мониторинга поддерживается широкий спектр решений, среди которых использование VNC, WebView, cMT Viewer и удалённый мониторинг посредством облачного сервиса Weincloud. Всё это позволяет следить за производством в режиме реального времени из любого места и с любого устройства, помогая повысить общую эффективность, усилить контроль и обеспечить максимальную прозрачность процессов.

Резистивная сенсорная панель избавляет от препятствий в управлении. Будь то прикосновения пальцев, работа в перчатках или использование специализированного ин-



струмента – устройство мгновенно распознаёт команды и точно воспроизводит ваши действия. Устойчивость к воде, пыли и воздействию масел делает cMT2168X идеальной моделью для автоматизации крупных производств, тяжёлого машиностроения и производственных линий.

Алюминиевый корпус обеспечивает отличную коррозионную стойкость и рассеивание тепла, способствующее длительной бесперебойной работе даже в условиях повышенных температур и сложной внешней среды. Встроенная изоляция цепи питания и специализированное покрытие печатных плат дополнительно усиливают защиту электроники от влажности и загрязнений,

способствуя безопасной эксплуатации устройства. Лицевая панель устройства сертифицирована по классу защиты NEMA 4/IP66, надёжно защищает электронику от попадания воды и мелкодисперсной пыли, заметно продлевая срок службы изделия.

Стильный современный дизайн сочетается с лёгкой конструкцией и тонким профилем: общий вес устройства составляет всего 2,1 кг, а толщина равна скромным 3,1 см. Специальное износостойкое покрытие предотвращает образование потёртостей и царапин, сохраняя эстетичность внешнего вида, а глянцевая фронтальная рамка придаёт устройству элегантный и привлекательный вид. Широкий выбор способов установки:

Модель	cMT3218×P
Экран	21,5" (WVA), ёмкостный
Разрешение	1920×1080
Яркость /Контрастность	500 кд/м²/1000:1
Угол обзора	89/89/89/89
Процессор	Quad-core RISC
Flash/RAM	4 Гбайт / 2 Гбайт
Ethernet	LAN1: 10/100/1000 Base-T ×1 LAN2: 10/100 Base-T ×1
COM Port	Con.A: COM2 RS-485 2W/4W, COM3 RS-485 2W, CAN Bus Con.B: COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W
CAN Bus	Есть
USB Host	USB 2.0 ×2
Габариты Ш×В×Г	546×354×47,5 мм
Монтажный вырез	532×340 мм
Степень защиты	NEMA4 / IP66 по передней панели
Рабочая температура	0...50°C (32...122°F)
Корпус	Алюминий
Входное напряжение	24±20% В пост. тока
Вес	~ 5,5 кг

ЗНАНИЯ, КОТОРЫЕ НЕ ЗАМЕНИТ НИ ОДИН БРАУЗЕР

Всю информацию можно найти в сети.
А где вы найдете удобство, концентрацию и надёжность бумажного журнала?

Да, вы правы: обзоры, кейсы и новости об электронике и автоматизации можно найти в интернете. Но сколько времени уходит на поиски, отсеивание рекламы и бесполезных статей? Цифровая информация мимолетна — она теряется в ворохе вкладок и новостных лент.

Представьте иной формат. Тот, что работает на вашу эффективность.

Подписка на бумажную версию журнала на 2026 год — это **ваш персональный офлайн-навигатор в мире технологий.**

Вы получаете не просто информацию, а физический инструмент для работы:

УДОБСТВО ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ: Положите журнал на стол и погрузитесь в сложный кейс без уведомлений и соблазна переключиться. Читайте и делайте пометки на полях там, где вам удобно — в офисе, в цеху, в пути.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ЛУЧШЕГО: Мы уже сделали за вас всю работу: собрали, отфильтровали и структурировали самые важные материалы. Ваше время — самый ценный ресурс.

ЗНАНИЯ, КОТОРЫЕ НЕ «УПЛЫВАЮТ»: Бумажный журнал не зависит от серверов, багов сайта или скорости интернета. Он всегда под рукой. Ваша профессиональная библиотека актуальных решений пополняется регулярно и не теряет своей ценности с течением времени.

БЫСТРЫЙ ДОСТУП К ОПЫТУ: Через год вам нужно будет вспомнить ключевой момент из статьи? Вы не будете лихорадочно искать ее в истории браузера. Вы просто достанете нужный номер с полки.

Сделайте свою работу с информацией по-настоящему эффективной!



ПОДПИСКА НА БУМАЖНУЮ ВЕРСИЮ — ЭТО ИНВЕСТИЦИЯ в удобство, концентрацию и создание вашего личного, вечного архива профессиональных знаний.



Оформить подписку на бумажную версию журнала на 2026 год

кроме традиционной фиксации на панели доступна возможность монтировать устройство с помощью держателя стандарта VESA, что обеспечивает дополнительное удобство расположения и гармонично впишется в самые разные производственные пространства.

Детальные характеристики CMT2168X представлены в таблице. ●

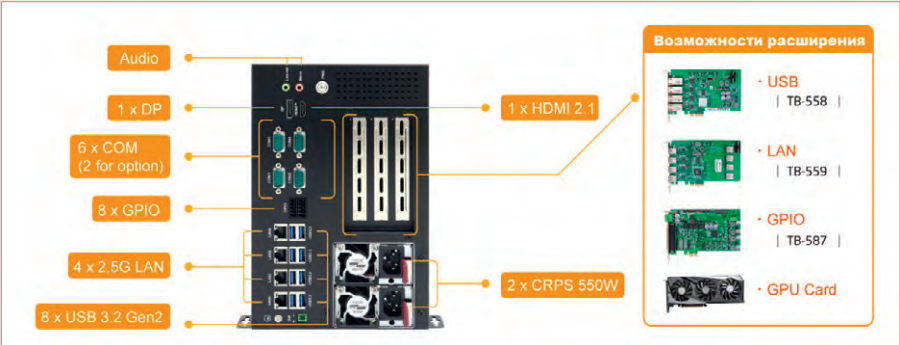


AVS-553: Искусственный интеллект в граничных вычислениях

Компания APLEX Technology, производитель промышленных вычислительных решений мирового уровня, рада сообщить о выпуске нового встраиваемого компьютера промышленного класса с технологиями искусственного интеллекта на границе сети (Edge AI) – AVS-553. Устройство оснащено производительными процессорами Intel Core i 13-го и 14-го поколений, имеет широкие возможности расширения графической подсистемы и ввода-вывода, что идеально подходит для требовательных приложений, использующих современные технологии машинного зрения, глубокого анализа данных и автоматизированных производств.

В отличие от традиционных облачных решений, устройства Edge AI обеспечивают значительное повышение эффективности сбора данных, сокращение задержки передачи сигнала и улучшение реакции в реальном времени прямо на месте установки оборудования.

Эти особенности позволяют компьютеру AVS-553 автоматизировать обработку дан-



ных, мониторинг состояния производственного процесса, контроль качества продукции и принятие мгновенных решений на основании собранных данных. Всё это помогает повысить общую производительность предприятий, минимизировать количество брака и оптимизировать производственные процессы.

Высокая производительность и надёжность

AVS-553 оснащён восемью портами USB 3.2 Gen2 Type-A, шестью последовательными портами COM (включая два опциональных), четырьмя гигабитными портами Ethernet (2,5 Гбит/с) для интернет-подключения, восемью выводами GPIO для гибкого подключения контроллеров и по одному порту DisplayPort и HDMI, поддерживающими разрешение до 8K для отображения высококачественных изображений.

Также для расширения коммуникационных возможностей устройство оборудовано слотами для беспроводных модулей связи Wi-Fi (Mini PCIe) и LTE/5G (M.2 B-key). Такая конфигурация гарантирует повышенную

адаптивность и удобство интеграции с различными приложениями.

Для надёжности и бесперебойной работы предусмотрена двойная резервированная система питания с возможностью горячей замены блоков CRPS мощностью до 550 Вт каждый (или до 1100 Вт суммарно при установке двух мощных видеокарт), за счёт чего обеспечивается стабильная работа даже в условиях аварийного отключения электроэнергии и круглосуточная непрерывность рабочих процессов.

Устройство разработано специально для суровых условий эксплуатации и сертифицировано по международным стандартам устойчивости к вибрациям и ударам (IEC 60068-2) и электробезопасности (UL 61010-2-201).

Диапазон рабочей температуры составляет от -20°C до +60°C, что позволяет успешно эксплуатировать систему в экстремальных климатических зонах.

Система AVS-553 предназначена для широкого спектра применений. Её мощные вычислительные способности и разнообразные порты ввода-вывода делают возможным интеграцию с роботизированными манипуляторами, камерами видеонаблюдения и другим оборудованием, существенно повышая производительность в рамках концепции «умного завода». В сфере транспорта AVS-553 способна оперативно анализировать потоковые данные и поддерживать принятие интеллектуальных решений на основе распознавания объектов и визуальной информации, улучшая безопасность и комфорт передвижения.

Таким образом, благодаря своей модульной конструкции, отказоустойчивым компонентам и повышенной производительности AVS-553 становится надёжным решением для поддержки круглосуточной промышленной автоматизации и цифровизации бизнеса в эпоху Индустрии 4.0.

Детальные характеристики отражены в таблице. ●



Модель	AVS-553
Процессор	Intel Core i 13/14-го поколения
Память	4x DDR5 4000MT/s или 2x DDR5 4400MT/s Non-ECC UDIMM, до 128 Гбайт
Накопитель	2x M.2 M-Key 2280/2242 PCIe; 2x SATA 3.0 (6Gb/s)
Порты ввода/вывода	8x USB 3.2 Gen2 Type-A 4x 2.5G LAN RJ-45 (i226LM, с поддержкой iAMT) 6x RS-232/422/485, настройка в BIOS (4x на задней панели, 2x внутренний) 1x DP 1.4a, до 7680x4320 @60Hz 1x HDMI 2.1, до 7680x4320 @60Hz 8x GPIO (4-IN/4-OUT, 3,3 В / 5 В аппаратно) Audio 1x Line-out, 1x Mic-in
Слоты расширения	1x Mini PCIe (Half/Full-size Wi-Fi module) 1x M.2 B-Key 3042/3052 (4G/5G module с nanoSIM)
Питание	Резервированное, 2x CRPS 550 Вт (общая 1100 Вт) 90...264 В пер. тока
Рабочая температура	20...60°C
Вес/габариты (ШxВxГ)	10 кг / 258x166x368,3 мм
ПО	Windows 11 22H2, Linux Ubuntu 20.04/22.04p

КИУ-8 |

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОССИЙСКАЯ ПЛАТФОРМА

ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И РЕШЕНИЯ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
ПРЕДПРИЯТИЙ

- + Автоматизированное бюро пропусков
- + Цеховой киоск (киоск взаимодействия с корпоративными информационными системами)
- + Электронная очередь
- + Информационно-справочный киоск

ИННОВАЦИОННОСТЬ

- + Встроенный искусственный интеллект
- + Наличие API/SDK для разработчика ко всем компонентам изделия
- + Интеграция с ГИС ЕБС (соответствие 152-ФЗ и 572-ФЗ)
- + Поддержка типовых интерфейсов обмена данными



Санкционно независимая платформа
на базе суверенного процессора Эльбрус
(опционально ARM или x86)



Разработано и производится в России,
проходит процедуру включения
в реестр Минпромторга

ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ



Биометрическая
идентификация



Сканеры



RFID



Принтеры



Дизайн



PFORT

+7 (495) 234-0636
INFO@PFORT.RU
WWW.PFORT.RU

НОВИНКА!

SIMBOL-300

Новое поколение промышленных контроллеров модульного типа



- высокое быстродействие
- резервированная шина питания и данных
- резервированная версия CPU
- порты Ethernet в каждом модуле
- наличие версий поддержки HART-протокола у аналоговых модулей

Производитель: ООО "НПЦ "Европрибор", Республика Беларусь | evropribor.by

