



ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:

от ИИ и предиктивной диагностики
до промышленных компьютеров

НАДЁЖНОСТЬ КРИТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ:

кибербезопасность
и отказоустойчивость АСУ ТП

3'26

Электронная
версия этого
журнала



СЕРЕБРО и ЗОЛОТО
отечественной автоматизации

МОДУЛИ ВВОДА / ВЫВОДА АВАДС АМВ

Точность без компромиссов,
скорость без границ



Новые защищенные планшеты на ОС Android от **Getac**



Мощные универсальные защищенные решения на базе ОС Android для самых сложных задач



Поставка любой конфигурации от 1 шт.



Гарантия от 3 до 5 лет, сервисный центр в РФ



Широкий набор аксессуаров: ремешки, зарядные устройства, док-станции, сумки, автомобильные крепления



ZX80

- Дисплей 8", яркость 1000 нит, 1920×1200
- Процессор Qualcomm® Snapdragon™ QCS6490, 8 ядер, 1,9 ГГц
- Аккумулятор: 4060 мА·ч, опционально 9470 мА·ч
- Интерфейсы связи: Wi-Fi, Bluetooth, опционально GPS и 4G
- Считыватели: опционально сканер штрих-кодов, NFC
- Сертифицирован в соответствии с MIL-STD-810H и IP67, эксплуатация от -29°C до +63°C



ZX10

- Дисплей 10", яркость 800 нит, 1920×1200
- Процессор Qualcomm® Snapdragon™ 660, 8 ядер, 1,95 ГГц
- Интерфейсы связи: Wi-Fi, Bluetooth, GPS, опционально 4G, разъем подключения антенн для GPS и WWAN
- Считыватели: опционально RFID/NFC, смарт-карт, сканер штрих-кодов
- Аккумулятор: 2680 мА·ч, опционально 9980 мА·ч
- Сертифицирован в соответствии с MIL-STD-810H и IP66, эксплуатация от -29°C до +63°C





ДОСТУПНО

И ПРОСТО

НАДЁЖНО



IES6300

промышленный
управляемый коммутатор 2 уровня
с поддержкой PoE++

- 8×10/100/1000Base-T(X) PoE++
- 2×SFP 100M/1G, 2×SFP 100M/1G/2.5G
- IEEE 802.3af/at/bt до 90 Вт на порт, общий PoE-бюджет до 360 Вт
- SW-Ring с временем восстановления до 20 мс
- 2×DI, 2×DO
- 50...55 В пост. ток, двойной ввод питания
- Диапазон рабочих температур: -40...+75°C





Специализированные конференции

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2026

Промышленная автоматизация

Цифровизация производства

Интернет вещей и большие данные

Искусственный интеллект

Информационная безопасность

Автоматизация зданий и инженерных систем

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
№ 3'2026 (120)
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, 2026



Здравствуйте, уважаемые друзья!

Современная промышленность переживает этап глубокой трансформации, на котором цифровизация, импортонезависимость, кибербезопасность и интеллектуальная автоматизация становятся не просто технологическими трендами, а необходимыми условиями выживания. В новом номере мы собрали материалы, посвящённые именно тем решениям, которые уже сегодня помогают повышать эффективность, надёжность и безопасность производственных процессов.

Открывает выпуск статья, посвящённая предиктивной диагностике. Несмотря на огромный интерес к этим технологиям, их внедрение на российских предприятиях сталкивается с рядом практических трудностей. Авторы анализируют причины такого положения и делятся опытом реализации проектов, который будет полезен руководителям и техническим специалистам.

Особое внимание уделено современным средствам построения отказоустойчивой инфраструктуры. Вы познакомитесь с промышленными системами бесперебойного питания HIDEEN, готовыми решениями АВР от компании ДКС, а также с возможностями нового поколения модулей ввода-вывода АВАДС АМВ, сочетающих высокую точность, скорость обмена данными и интеллектуальную обработку сигналов.

Теме отечественных систем автоматизации посвящён материал о совместном использовании среды разработки «АРМА ПЛК» и защищённой ОС реального времени «Нейтрино». Представленное решение демонстрирует возможности создания современных АСУ ТП на российской программно-аппаратной платформе и отвечает актуальным задачам технологического суверенитета.

Вопросы практической эксплуатации оборудования продолжают статьи о программном управлении процессами термообработки с помощью ПИД-регулятора МЕТАКОН-6305 и применении однопарного Ethernet 10BASE-T1L, позволяющего построить единую инфраструктуру передачи данных, видеонаблюдения и диспетчерской связи на промышленных объектах.

Не остались без внимания и тренды вычислительной техники. В номере представлен обзор нового модельного ряда промышленных компьютеров AdvantiX, включая безвентиляторный ER-7300, а также обновлённой линейки защищённых устройств Getac, готовых к работе с современными ИИ-приложениями в самых сложных условиях эксплуатации.

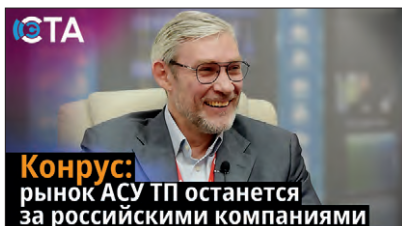
Отдельный материал посвящён информационной безопасности АСУ ТП. Авторы показывают, что успех подобных проектов определяется не только техническими средствами защиты, но и грамотной организацией работ, слаженностью взаимодействия подразделений и человеческим фактором.

Надеемся, что материалы этого номера помогут вам найти новые идеи для реализации собственных проектов и будут полезны в вашей повседневной работе.

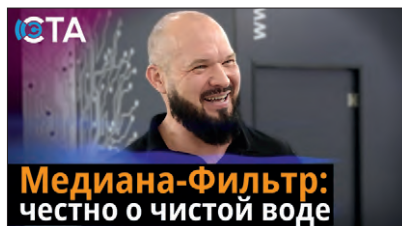
Читайте журнал в печатном и электронном формате, делитесь публикациями с коллегами и оставайтесь с нами в мире современных технологий промышленной автоматизации.

Благодарим вас за доверие и интерес к нашему изданию! Желаем успешной работы, новых профессиональных достижений и интересных проектов!

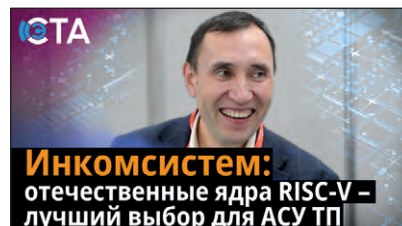
Сорокин



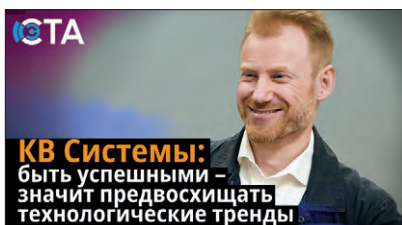
Интервью с Алексеем Турундаевым –
генеральным директором АО НПП «Конкурс»



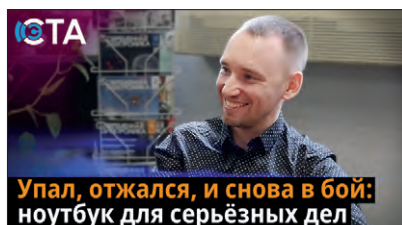
Интервью с Владимиром Смирновым –
генеральным директором
и с Андреем Саловым –
заместителем главного инженера,
АО «НПК Медиана-Фильтр»



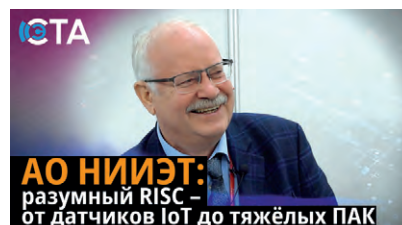
Интервью с Александром Тяплашкиным –
директором по разработке и
технологическому развитию департамента
ПТК АО НИЦ «ИНКОМСИСТЕМ»



Интервью с Николаем Калугиным –
руководителем направления по НТР,
ООО «KB Системы»



Интервью с Александром Кузнецовым –
бренд-менеджером по направлению
защищённые и мобильные решения,
ПРОСОФТ

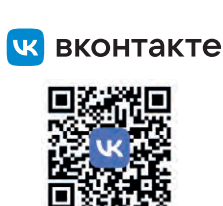


Интервью с Иваном Фефиловым –
Советником генерального директора
АО «НИИЭТ»

СМОТРИТЕ НА КАНАЛЕ СЭТА



СЛУШАЙТЕ В ПОДКАСТЕ СЭТА



ОБЗОРЫ

6 Внедрять нельзя игнорировать: дилемма предиктивной диагностики на производстве

Николай Лунцев

В статье рассматриваются причины, препятствующие широкому внедрению систем предиктивной диагностики на российских предприятиях. Обобщён практический опыт их применения и проанализированы факторы, влияющие на эффективность таких решений. Материал будет полезен техническим руководителям промышленных компаний.

12 Системы бесперебойного питания HIDEN для различных отраслей промышленности

Василий Лисин

В статье представлен обзор систем бесперебойного питания российской компании HIDEN – от линейно-интерактивных ИБП до модульных решений мощностью свыше 1,5 МВт, включая модели с натрий-ионными аккумуляторами.

20 Готовые решения АВР, экосистема автоматизации и климат-контроля от ДКС

Александр Валентьев

В статье представлен обзор готовых решений ДКС для автоматического ввода резерва, обеспечивающих бесперебойное электропитание критически важных объектов.

22 Не так страшен хакер, как собственный сотрудник: почему проекты ИБ упираются в человеческий фактор

Ильдар Галиев

В статье рассматриваются организационные сложности внедрения средств кибербезопасности в АСУ ТП. Показано, почему человеческий фактор зачастую сильнее влияет на успех проектов, чем технические аспекты.

26 Промышленные компьютеры AdvantiX в 2026 году: обзор модельного ряда и новый безвентиляторный компьютер ER-7300

Василий Лисин

В статье представлен обзор линейки промышленных компьютеров AdvantiX 2026 года, включая новую безвентиляторную модель ER-7300 на процессорах Intel Core 13-го и 14-го поколений.

34 Среда разработки «АРМА ПЛК» и ЗОСРВ «Нейтрино»: новый стандарт производительности и надёжности для отечественных АСУ ТП

Илья Савельев, Владимир Махилёв

В статье представлено отечественное решение для АСУ ТП на базе среды разработки «АРМА ПЛК» и ЗОСРВ «Нейтрино». Рассмотрены архитектура комплекса, поддерживаемые платформы и возможности промышленного применения.

40 Контроль процесса термообработки изделия по циклу «разогрев-выдержка-охлаждение» многофункциональным ПИД-регулятором

Алексей Костерин

В статье рассмотрены особенности управления процессом термообработки по циклу «разогрев-выдержка-охлаждение» с использованием ПИД-регулятора МЕТАКОН-6305.

48 Точность без компромиссов, скорость без границ: актуальные технологии промышленной автоматизации

Владимир Решетников, Владимир Айзин

В статье рассматриваются современные модули ввода/вывода АВАДС АМВ группы ИнСАТ, их архитектура, функциональные возможности и применение в системах промышленной автоматизации.

52 Однопарный Ethernet стандарта 10BASE-T1L как единая инфраструктура для систем видеонаблюдения, диспетчерской связи и передачи данных на промышленных площадках

Максим Рафальсон

В статье рассматривается применение стандарта однопарного Ethernet IEEE 802.3cg (10BASE-T1L) для построения единой кабельной инфраструктуры систем видеонаблюдения, диспетчерской связи и передачи данных на промышленных объектах.

56 Интеллект под защитой: как Getac готовится к эпохе ИИ

Марина Воскресенская

В статье представлен обзор защищённых ноутбуков и планшетов Getac 2026 года, адаптированных для задач искусственного интеллекта и промышленной цифровизации.

ПРОЕКТЫ

64 Опыт модернизации систем управления транспортно-технологическими механизмами на ФГУП «ПО «МАЯК»

Владимир Шерстюков, Антон Белоусов

В статье обобщён опыт модернизации систем управления транспортно-технологическими механизмами для работы с отработанными ядерными материалами. Рассмотрены архитектура, применяемые технические решения и меры, обеспечивающие надёжную и безопасную эксплуатацию в условиях радиационного воздействия.



Внедрять нельзя игнорировать: дилемма предиктивной диагностики на производстве

Николай Лунцев, технический директор ООО «СЦР»

Развитие информационных технологий стало катализатором четвёртой промышленной революции. По оценке Клауса Шваба, основателя Всемирного экономического форума в Давосе, её отличительная черта – экспоненциальный, а не линейный темп развития. Тем не менее системы предиктивной диагностики, являющиеся частью этой концепции, пока не получили широкого распространения на промышленных предприятиях. Возникает вопрос: что препятствует их внедрению и почему ожидания от их использования часто не оправдываются? В статье обобщён опыт внедрения таких систем на предприятиях РФ – материал будет полезен техническим руководителям промышленных компаний.

Введение

Наша команда имеет значительный опыт внедрения систем предиктивной диагностики на промышленных предприятиях с использованием собственного программного комплекса – СППР Sdisol PAD (включён в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных).

В предыдущих публикациях (СТА 3'25, СТА 4'25, СТА 1'26, СТА 2'26) мы подробно рассматривали методы анализа, применяемые в нашей системе.

На практике внедрение таких систем сдерживают не технологические ограничения, а четыре группы взаимосвязанных проблем:

- **технические сложности** (качество и доступность данных);
- **организационное сопротивление** (неопределённость окупаемости, завышенные ожидания, недоверие);
- **кадровые проблемы** (дефицит квалифицированных специалистов);
- **«последняя миля» до бизнеса** (интеграция в бизнес-процессы предприятия).

При этом технические сложности решаются проще и быстрее всего, организационное сопротивление преодолеть

труднее, а кадровые проблемы и интеграция с бизнесом – самые труднопреодолимые барьеры.

Технические сложности

Современные промышленные предприятия Российской Федерации характеризуются высокой степенью автоматизации и оснащены системами АСУ ТП. Это создаёт необходимую техническую базу для централизованного сбора и хранения исторических значений контролируемых параметров. Указанные данные служат основой для проведения аналитических исследований, построения математических и ML-моделей. На базе этих моделей впоследствии можно реализовать непрерывный мониторинг данных от АСУ ТП, позволяющий выявлять и оценивать риски отказов технологического оборудования.

Несмотря на это, значительная часть российских предприятий не ведёт долгосрочного архива исторических данных: либо хранит их кратковременно, либо вовсе обходится без истории, опираясь при управлении технологическим процессом лишь на текущие значения параметров.

Среди технических сложностей, препятствующих централизованному сбору и хранению исторических данных, можно выделить следующие.

- **Разрозненность и несовместимость данных.** Различные промышленные информационные системы (АСУ ТП, ПАЗ, АСПС КЗ и ПТ) часто не интегрированы между собой. Данные хранятся в разных местах, что затрудняет их комплексный анализ. Кроме того, на многих предприятиях используется оборудование разных производителей, и его объединение в единую базу данных технически сложно.
- **Низкое качество данных.** Датчики в промышленной среде часто работают в сложных условиях: вибрации, высокие температуры, агрессивные среды – всё это может искажать показания. Это приводит к появлению шумов, ошибок или пропусков в данных.
- **Дополнительные требования к информационной инфраструктуре.** Современные промышленные объекты генерируют огромные массивы информации, которые нужно непрерывно собирать, передавать и обрабатывать. Хранение данных требует

больших объёмов памяти и сложной инфраструктуры с учётом требований безопасности.

- **Лицензионные ограничения.** Ряд существующих промышленных информационных систем, уже развёрнутых на объектах, предусматривают лицензионные ограничения на передачу данных во внешние системы. Для организации экспорта данных из таких систем в централизованное хранилище зачастую требуется приобретение дополнительных лицензий или заключение специальных соглашений с поставщиками ПО.

Большинство зарубежных распределённых систем управления при интеграции с внешними системами опираются на протокол OPC DA. Поскольку он базируется на проприетарной технологии DCOM, доступной исключительно в операционных системах семейства Windows, это создаёт существенные ограничения для интеграции с Unix-системами, такими как Linux и FreeBSD.

При реализации одного из проектов мы столкнулись с необходимостью читать данные из разных систем; одной из них оказалась Honeywell PHD, в которой для интеграции с внешними системами предусмотрен протокол OPC DA.

Требования заказчика предусматривали использование ПО исключительно из Единого реестра российских программ, допуская импортные решения лишь при отсутствии отечественных аналогов. Из-за этого мы не могли применить ОС Windows.

Проблему удалось решить развёртыванием программного комплекса на «Альт Сервере» (Linux) с выделенным контейнером, содержащим среду Windows. В этот контейнер мы установили OPC-конвертер (OPC DA → OPC UA). Этот подход оправдан отсутствием в реестре решений с поддержкой технологии DCOM под Linux.

В процессе работы с OPC-сервером Honeywell PHD возникла проблема чтения значений OPC-тегов. Клиент успешно получал список доступных OPC-серверов и перечень OPC-тегов, однако попытка считывания значений приводила к ошибке 0x80040154 (Class not registered).

Анализ ситуации показал, что Honeywell PHD возвращал некорректный CLSID для каждого доступного OPC-сервера – идентификатор не соответствовал реальному CLSID, зарегистрированному на сервере. Предположи-

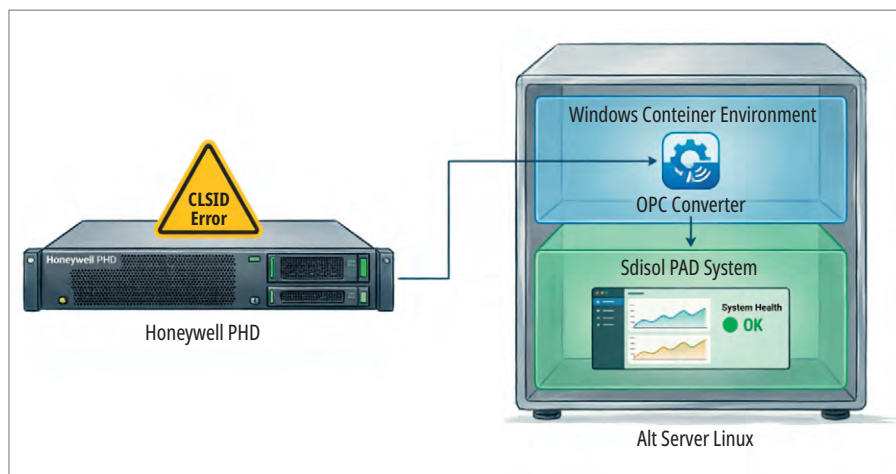


Рис. 1. Схема организации связи с сервером Honeywell PHD

тельно, это обусловлено особенностями реализации OPC-сервера в Honeywell PHD: он либо намеренно маскирует CLSID, либо использует нестандартный механизм идентификации при перечислении доступных серверов.

Проблема была устранена путём ручного указания корректного CLSID в настройках OPC-конвертера на стороне клиента, что позволило организовать стабильное считывание значений OPC-тегов. На рис.1 представлена схема организации чтения данных с сервера Honeywell PHD.

Внедрение систем предиктивной диагностики осложняется не только интеграционными трудностями, но и низким качеством данных. Для построения моделей машинного обучения используются исторические данные, которые перед обучением необходимо подготовить:

- определить, какие параметры необходимы для построения точных моделей;
- разметить данные (выделить периоды нормальной работы и аномальные ситуации), что критически важно для обучения ML-моделей;
- нормализовать данные – привести числовые параметры к единому масштабу.

Без этих шагов прогнозы моделей окажутся неточными или вовсе ошибочными. За эту работу в нашей команде отвечают специалисты, сочетающие глубокие знания в области математики и DataScience и опыт работы на промышленных предприятиях и внедрения АСУ ТП. Это критически важно при внедрении предиктивной диагностики, так как они обеспечивают успешную интеграцию технологий, учитывают специфику производства и минимизируют риски ошибок.

Их знания и опыт позволяют адаптировать системы к реальным условиям.

Во всех полученных от заказчиков архивных данных мы выявляли недостатки:

- неравномерность измерений (параметры фиксировались через разные промежутки времени);
- пробелы в информации (часто отсутствовали важные показатели);
- неточные данные за время ремонта оборудования (не были указаны периоды простоя).

Проблемные участки данных с пробелами можно либо удалить, либо заполнить их расчётными значениями, опираясь на известные данные. Проблему неравномерности измерений можно решить либо усреднением (берём самые редкие измерения за основу и сглаживаем остальные), либо дополнением (используем самые частые измерения и заполняем пропуски расчётными значениями). Однако выбор стратегии нормализации данных – это задача, которая может быть качественно решена только квалифицированными специалистами, имеющими значительный практический опыт работы на производстве, глубокое понимание промышленных информационных систем и умеющими эффективно использовать технологии DataScience.

На одном из предприятий при анализе исторических данных наши специалисты выявили ошибку: во время ремонта компрессорной установки перепутали шлейфы двух датчиков виброперемещения вала компрессора (измеряющих вибрацию в двух взаимоперпендикулярных плоскостях с одной стороны вала). Поскольку вибрация – ключевой параметр исправности динамического оборудования, игнорирование этой ошибки сделало бы невоз-

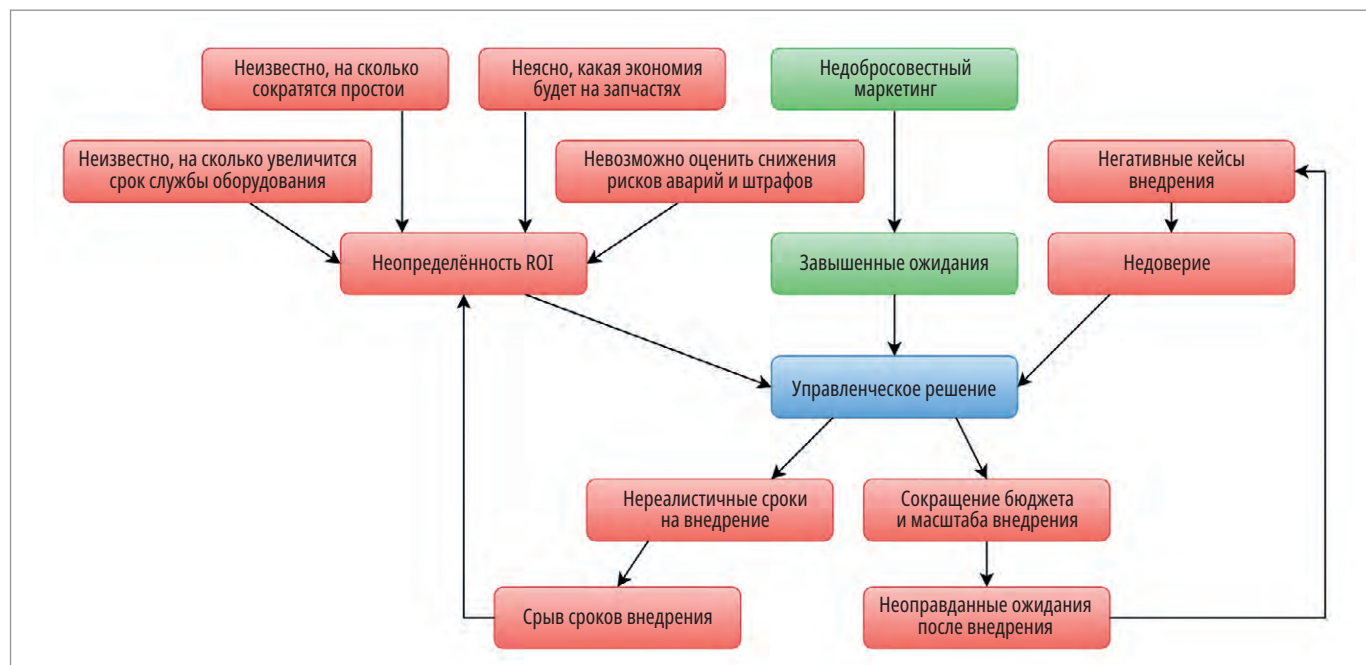


Рис. 2. Блок-схема причинно-следственных связей факторов, негативно влияющих на управленческие решения

можным обучение точной прогнозной модели.

Мы также сталкивались и с лицензионными ограничениями: на предприятии с распределённой системой управления Emerson DeltaV возникла проблема интеграции СППР Sdisol PAD – лицензия ограничивала число точек подключения по протоколу OPC DA, свободных слотов не было, а докупить лицензию из-за санкций оказалось невозможно.

Мы предложили решение: заменить один из существующих клиентов на СППР Sdisol PAD с OPC-клиентом (для чтения данных из DeltaV) и OPC-сервером (для экспорта данных в другие системы). В итоге в СППР Sdisol PAD были настроены серверы OPC DA и OPC UA, что позволило существенно расширить интеграционные возможности, а благодаря большей глубине архива в нашей системе клиенты получили доступ к историческим данным, недоступным в DeltaV.

Организационное сопротивление

Как уже было сказано, помимо технических сложностей, внедрение систем предиктивной диагностики в большинстве случаев сопровождается организационным сопротивлением, которое сводится к трём аспектам:

- **неопределённость окупаемости;**
- **завышенные ожидания;**
- **недоверие.**

На этапе принятия решения внедрения предиктивной диагностики очень

сложно чётко оценить возврат инвестиций (ROI), что вызывает сомнения в целесообразности затрат. Внедрение любой предиктивной диагностики часто подразумевает долгий горизонт окупаемости.

Эффект (снижение количества отказов оборудования, экономия на ремонтах и т.д.) проявляется через 1–3 года, а затраты требуются сразу. Более того, качественно оценить сам эффект от внедрения сложно:

- трудно измерить сокращение внеплановых простоев;
- сложно оценить продление срока службы оборудования;
- непросто посчитать экономию на запчастях и ремонтах;
- тяжело учесть снижение рисков аварий и штрафов.

К тому же мало отраслевых данных по ROI для того, чтобы можно было провести сравнительный анализ со своим производством.

Помимо этого, существуют негативные кейсы внедрения предиктивной диагностики, большая часть которых связана с завышенными ожиданиями от внедрения, которые, в свою очередь, являются следствием маркетинга недобросовестных вендоров (идеальные кейсы без упоминания сложностей), а также недостатка экспертизы у лиц, принимающих решения (вера в то, что ИИ «сам всё поймёт», и ожидание мгновенного эффекта после внедрения).

Всё это только усиливает сомнения руководителей в целесообразности внедрения и приводит:

- к отказу в выделении бюджета;
- сокращению масштабов проекта;
- требованию нереалистично коротких сроков окупаемости;
- приоритету текущих задач над стратегическими инвестициями;
- пересмотру бюджета в процессе внедрения.

На рис. 2 представлена блок-схема, иллюстрирующая причинно-следственные связи негативных факторов, влияющих на управленческие решения при внедрении систем предиктивной диагностики. Обратите внимание, что недобросовестный маркетинг и следующие за ним завышенные ожидания отмечены зелёным цветом, так как первоначально они способствуют положительным управленческим решениям касательно внедрения систем предиктивной диагностики. Однако, как ранее указывалось, впоследствии они приводят к негативным кейсам.

Наш опыт показывает, что для преодоления сомнений руководства необходимо:

- **предусмотреть пилотное внедрение и разделить риски.** В рамках политики распространения СППР Sdisol PAD мы предусматриваем бесплатное внедрение системы в опытную эксплуатацию на одной из установок Заказчика сроком на 1 год. По завершении опытной эксплуатации Заказчик принимает решение о покупке системы;
- **использовать сценарное планирование.** Очень важно сразу донести до Заказчика все сценарии внедрения

(пессимистичный и оптимистичный варианты) – это помогает сформировать реалистичные ожидания от внедрения;

- **включить в расчёт косвенные выгоды.** Помимо предиктивных функций, СППР Sdisol PAD предоставляет дополнительные преимущества: интеграционные возможности (как в кейсе с DelataV), оценку эффективности работы сменного персонала, что повышает эффективность оперативного управления оборудованием. Более того, СППР Sdisol PAD позволяет организовать на предприятии удалённый доступ (web-доступ) к историческим данным, а некоторые инженеринговые компании позиционируют это как полноценную MES-систему, что, конечно же, неверно.

При презентации нашего продукта потенциальному заказчику мы всегда проводим демонстрацию работы системы на примере обезличенных архивных данных реального предприятия – это необходимо для того, чтобы у заказчика сложилось максимально точное представление о том, что он получит.

После того как удаётся убедить руководство предприятия в преимуществах внедрения предиктивной диагностики, необходимо преодолеть сопротивление эксплуатирующего персонала, которое проявляется в недоверии к системе. Причины недоверия могут быть разными:

- опасения, что система снизит их экспертную ценность;
- отсутствие доверия «чёрному ящику» без понимания логики;
- отношение к системе как к инструменту контроля и дополнительной нагрузке;
- страх ответственности за ошибки системы;
- отсутствие понимания, как интерпретировать результаты.

Нередко эксплуатирующий персонал саботирует использование системы, игнорируя её рекомендации. Если не преодолеть такое сопротивление, то результат внедрения гарантированно будет негативным – ожидания Заказчика не будут оправданы.

Самым эффективным способом преодоления сопротивления эксплуатирующего персонала является его вовлечение в процесс внедрения системы на ранних этапах. Необходимо организовать обучение работе с системой и принципам предиктивного анализа; это требуется, чтобы обеспечить про-

зрачность работы алгоритмов для эксплуатации.

Непосредственно после внедрения необходимо организовать механизм обратной связи для учёта замечаний персонала; это важно и для развития системы в целом. Нелишним будет договориться с руководством Заказчика оощении тех, кто активно использует систему. Важно добиться отношения к системе как к удобному инструменту – это обязательное условие успешного внедрения предиктивной диагностики.

Кадровые проблемы

Дефицит квалифицированных кадров – один из ключевых барьеров, препятствующих внедрению предиктивной диагностики; он связан с несколькими факторами:

- быстрое развитие сферы. Предиктивная аналитика – относительно новая и быстро развивающаяся область. Рынок кадров не успевает подстраиваться под запросы компаний, что затрудняет оценку уровня соискателей;
- высокие требования к навыкам. Для работы с предиктивной диагностикой нужны специалисты с сочетанием компетенций: понимание предметной области (технологии и механики процессов), а также знание статистики и математики, владение методами машинного обучения, навыки программирования, умение работать с данными (сбор, очистка, обработка);
- неэффективность традиционных образовательных систем. Цикл внедрения образовательных программ в вузах и колледжах занимает несколько лет, а технологии меняются быстрее. Имеется дефицит преподавателей с актуальным практическим опытом в области промышленного AI и ML;
- конкуренция с другими секторами. Промышленные компании часто не могут конкурировать с IT-гигантами по уровню заработной платы, что приводит к оттоку специалистов в финтех и другие высокодоходные сферы.

Особенность дефицита кадров в том, что требуются специалисты высокой квалификации (middle или senior), а не начального уровня (junior), которым даже при наличии математической базы требуется опыт работы с реальными (часто неструктурированными) данными и глубокое понимание контекста производства.

Отдельно стоит отметить двойной разрыв компетенций, который наблюдается в отношении систем предиктив-

ной диагностики на промышленных предприятиях. Проблема возникает из-за расхождения профессиональных компетенций и подходов к работе у разных поколений сотрудников.

Старшее поколение – это опытные технологи и механики, которые традиционно работали «по ощущениям» и полагались на собственный опыт. Процесс цифровизации требует от них освоения принципиально новых инструментов – облачных систем мониторинга, дашбордов, работы с экранами вместо физического контакта с оборудованием.

Молодые специалисты, напротив, владеют IT-инструментами, но не имеют глубоких знаний о физике технологических процессов и механике промышленного оборудования. Они не понимают, как работает насос или компрессор, что критически важно для корректной интерпретации данных предиктивной диагностики.

Это создает ситуацию, когда ни одна из групп в отдельности не готова к эффективной работе с системами предиктивной диагностики.

Двойной разрыв компетенций – это не просто нехватка кадров, а структурное несоответствие между тем, что умеют разные группы персонала, и тем, что требуется для эффективной работы с системами предиктивной диагностики. Он делает невозможным качественное внедрение, пока не будет налажен механизм передачи знаний между поколениями и дисциплинами. Успех проекта зависит не от выбора лучшей ML-модели, а от способности предприятия соединить интуитивный опыт старшего поколения и аналитический потенциал младшего.

Для преодоления кадровых сложностей промышленные предприятия могут предпринять следующие шаги:

- **развивать образовательные программы:** наладить сотрудничество с вузами, организовать специализированные курсы и тренинги для подготовки соответствующих специалистов, организовать привлечение студентов и молодых специалистов на стажировки с последующим развитием их компетенций на реальных проектах;
- **организовывать центры компетенций:** сформировать внутренние подразделения, которые будут заниматься поддержкой и развитием систем предиктивной аналитики, а также проводить коммуникационные кам-

пании для объяснения преимуществ новых систем, вовлекать ключевых сотрудников в процесс внедрения, работать с сопротивлением;

- **привлекать внешних экспертов и налаживать партнёрство с ИТ-компаниями**, что может помочь компенсировать недостаток внутренних компетенций.

При внедрении предиктивной диагностики мы уделяем особое внимание обучению эксплуатирующего персонала, в которое входит не только получение практических навыков работы с СППР Sdisol PAD, но и минимальная математическая база для понимания принципов предиктивной диагностики. В течение первого года эксплуатации системы мы совместно с эксплуатационным персоналом принимаем участие в анализе прогнозов, сформированных системой, – это позволяет вовремя выявить некорректную интерпретацию данных и объяснить, в чём заключается ошибка.

Дефицит квалифицированных кадров – это глобальная проблема, которая может быть решена только комплексно совместными усилиями государства, образовательных учреждений и бизнеса. Только системный подход позволит обеспечить промышленность и другие отрасли необходимыми специалистами.

«Последняя миля» до бизнеса

«Последняя миля» – это разрыв между моментом, когда система предиктивной диагностики сформировала прогноз («Вероятность отказа подшипника насоса № 3 – 87% в течение 120 часов»), и моментом, когда это предсказание превратилось в реальное управленческое действие (остановка насоса, заказ запчастей, вывод в ремонт).

Часто именно на этом этапе возникают наибольшие сложности: система может выдавать идеальные прогнозы, но, если они не доходят до ответственных лиц и не превращаются в конкретные действия, ценность системы равна нулю. Это не техническая проблема, а организационно-поведенческая проблема.

Среди ключевых барьеров на «последней миле» можно выделить:

- **проблема ложных прогнозов.** Даже 5% ложных прогнозов приводят к потере доверия к системе. Механик, который получил 10 ложных предупреждений, на 11-й раз проигнорирует уже реальное предупреждение о

риске аварии. Это классическая проблема усталости от «алармов»;

- **проблема «размытой ответственности».** От системы поступил прогноз, но ни один конкретный человек не назначен ответственным за его обработку. Каждый предполагает, что «это чья-то другая работа». Оператор считает, что его дело – следить за режимом, механик ориентируется на ППР, начальник цеха считает, что системой занимается ИТ-отдел, который, в свою очередь, убеждён, что в его обязанности входит только обеспечение работы ПО, а решения принимает производство;
- **проблема «конфликта с KPI».** Производство измеряется по выполнению плана, а не по предотвращению аварий. Остановить оборудование по прогнозу предиктивной диагностики – значит не выполнить план, лишиться премии и подвести смену;
- **проблема отсутствия петли обратной связи.** Это одна из самых коварных проблем на «последней миле». Прогноз сделан, но никто не фиксирует, подтвердился он или нет, также не фиксируются отказы оборудования, по которым система не формировала прогнозов. Промышленные процессы не статичны. Меняются: режимы работы, сезонность, сырьё, износ оборудования. Всё это будет приводить к снижению точности прогнозов. Если не фиксировать неточ-

ные и ошибочные прогнозы и не учитывать эти данные при дообучении, то модели, обученные на исторических данных, актуальность которых непрерывно снижается, перестанут отражать текущую реальность.

«Последняя миля» – это не доработка алгоритма. Это проектирование организационного поведения. Если не решить вышеуказанные проблемы на «последней миле», внедрённая система, по сути, будет являться дорогим генератором отчётов, которые никто не читает, а не инструментом, который реально снижает аварийность и повышает надёжность.

Для успешного прохождения «последней мили» необходимо сместить фокус с самой технологии предиктивной диагностики (как это часто бывает на старте) на перестройку человеческого поведения и системы принятия решений. Инструмент должен быть встроен не просто в ИТ-ландшафт, а в организационную структуру и бизнес-процессы.

В первую очередь, требуется назначить «владельца прогноза» и, в случае отсутствия с его стороны реакции на новый прогноз в течение заданного времени, предусмотреть автоматическую отправку уведомления вышестоящему руководителю; при отсутствии реакции на уведомление этого руководителя – отправлять уведомление на более высокий уровень, вплоть до главного инженера или директора предприятия.

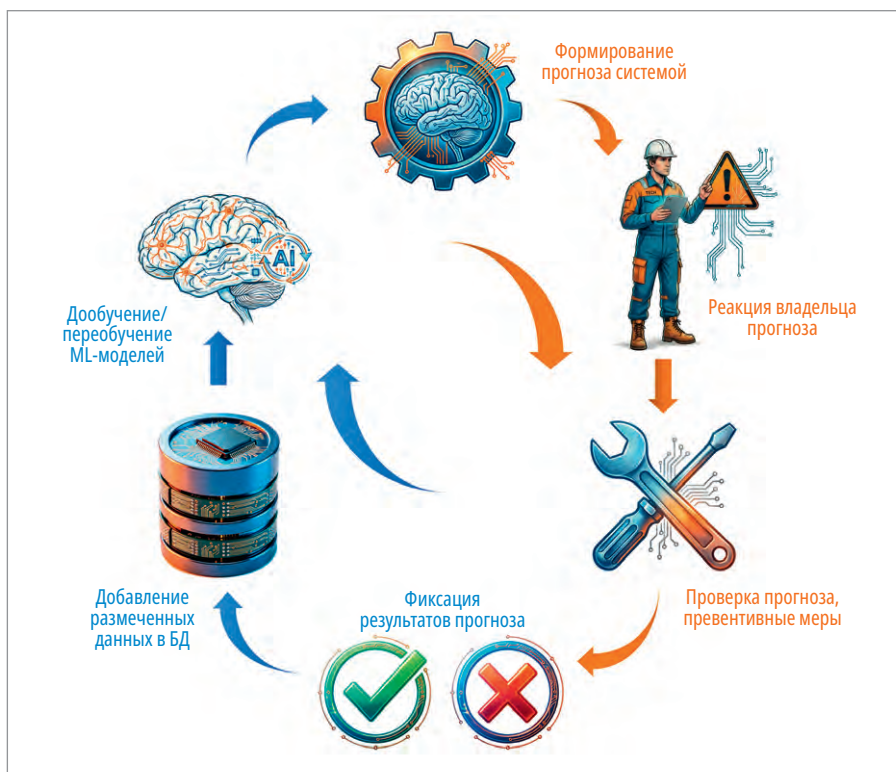


Рис. 3. Жизненный цикл прогноза с петлей обратной связи

Также необходимо пересмотреть систему мотивации. Если премия оператора зависит только от тонн продукции, он никогда не даст остановить установку по прогнозу. Необходимо вводить KPI надёжности: «Количество предотвращённых отказов» или «Время реакции на прогноз».

При внедрении предиктивной диагностики наша команда всегда предусматривает автоматический расчёт метрик эффективности работы персонала; в СППР Sdisol PAD для этого предусмотрены функции расчёта интегральных оценок (подробно о методах оценки эффективности работы персонала рассказывалось в предыдущей статье, СТА 2'26).

Не менее важно замкнуть «петлю обратной связи». Проблема отсутствия «петли обратной связи» всегда приводит к ложным прогнозам. Наш опыт показывает, что фиксация результатов прогнозов должна осуществляться назначенным «владельцем прогноза».

Ранее было указано, что наша команда в первый год после внедрения предиктивной диагностики принимает участие совместно с эксплуатацией в анализе прогнозов – это делается ещё

и для того, чтобы сформировать у эксплуатирующего персонала культуру замыкания «петли обратной связи».

Схематичное изображение жизненного цикла прогноза с петлёй обратной связи представлено на рис. 3.

Вывод

Предиктивная диагностика – это не просто очередной технологический тренд, а инструмент, способный принципиально изменить подход к управлению промышленным оборудованием: от реактивного устранения отказов к проактивному предотвращению аварий. Однако, как показывает наш опыт, сама по себе технология – даже самая совершенная – не гарантирует успеха.

Ключевой вывод, который мы вынесли, звучит парадоксально: технические проблемы – самые лёгкие. Качество данных, интеграционные сложности, несовместимость протоколов – всё это решается, хотя порой и нетривиальными способами. Настоящие барьеры лежат в другой плоскости. Организационное сопротивление, дефицит квалифицированных кадров (особенно усугублённый «двойным разрывом

компетенций») и, наконец, пресловутая «последняя миля» до бизнес-процесса – вот где внедрения буксуют или терпят неудачу. Поэтому главный урок, который мы усвоили: внедрение предиктивной диагностики – это не IT-проект. Это проект организационной трансформации. Успех зависит не от выбора лучшей ML-модели, а от способности предприятия:

- соединить интуитивный опыт старшего поколения с аналитическими навыками молодых специалистов;
- пересмотреть KPI персонала, чтобы проактивные действия стали выгоднее «тушения пожаров»;
- замкнуть «петлю обратной связи», превратив прогнозы в часть ремонтного цикла;
- назначить «владельца прогноза», закрепив ответственность за каждым прогнозом системы.

«Узкое горлышко» сегодня – это люди, процессы и культура производства. И пока компании это не осознают и не начнут инвестировать в «человеческий фактор» с тем же усердием, что и в «цифру», дилемма «внедрять нельзя игнорировать» так и останется нерешённой. ●





ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕШЕНИЯХ BOXER-8110AI НА БАЗЕ NVIDIA

- Самообучающиеся роботы
- Магазины самообслуживания
- Интеллектуальное видеонаблюдение
- Контроль доступа



BOXER-8110AI



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU





Системы бесперебойного питания HIDEN для различных отраслей промышленности

Василий Лусин

В данной статье будет рассмотрена продукция российской компании HIDEN, которая предлагает системы гарантированного электропитания для различных отраслей промышленности. Компания предлагает различные решения по построению систем бесперебойного питания, начиная от бюджетных линейно-интерактивных ИБП и заканчивая модульными кабинетами на 1,5 МВт и выше с online-топологией, а также инновационные модули, работающие с натрий-ионными аккумуляторами.

История компании HIDEN и конкурентная среда на российском рынке ИБП

Введение

Стабильность электроснабжения сегодня перестала быть техническим вопросом второго плана и превратилась в ключевой фактор экономической безопасности предприятий, целостности данных и непрерывности технологических процессов. Перебои в подаче электроэнергии, провалы напряжения, искажения формы синусоиды и высокочастотные помехи способны не только остановить производство, но и привести к катастрофическим последствиям в медицине, на транспорте, в центрах обработки данных, на объектах связи и в системах жизнеобеспечения. По данным отраслевых исследований последних лет, средние потери от одной минуты простоя серверной инфраструктуры крупного предприятия в России измеряются десятками тысяч рублей, а в отдельных случаях – миллионами, если речь идет о финансовых организациях или производствах с непрерывным циклом.

В этих условиях системы бесперебойного питания превратились из вспомогательного оборудования в стратегический элемент инженерной инфраструктуры. И если ещё десять лет назад российский рынок ИБП на 80–90 про-

центов формировался зарубежными вендорами – APC от Schneider Electric, Eaton, Vertiv (Liebert), Delta Electronics, Riello, Socomes и др., – то после 2022 года ситуация изменилась радикально. Уход или ограничение деятельности крупных международных игроков создали предпосылки для бурного развития отечественных производителей. Среди компаний, сумевших не только занять освободившиеся ниши, но и предложить рынку собственные инженерные решения, особое место занимает российский бренд HIDEN.

Краткая историческая справка о компании HIDEN

Компания HIDEN – российский разработчик, производитель и дистрибьютор оборудования для систем гарантированного электропитания. С 2017 года HIDEN развивает портфель оборудования, экспертизу и компетенции в сфере построения систем гарантированного электроснабжения на электротехническом рынке России. За относительно короткий срок – менее десяти лет – компания прошла путь от нишевого поставщика до одного из лидеров отечественного рынка ИБП, формируя собственную инженерную школу и производственную базу.

Основой успеха HIDEN стало понимание специфики российских условий

эксплуатации: нестабильное качество входной электросети, широкий температурный диапазон, требования к импортонезависимости, необходимость обеспечения долгосрочного сервисного сопровождения и наличия запасных частей на территории страны.

Многие сотрудники компании пришли в HIDEN из других компаний, работавших на рынке систем гарантированного электропитания, что позволило сформировать команду опытных инженеров, продакт-менеджеров и сервисных специалистов, хорошо знакомых с потребностями российских заказчиков.

Сегодня HIDEN представляет собой компанию полного цикла. Это означает, что в её структуре присутствуют не только сбытовые и логистические подразделения, но и собственный инженерный центр, занимающийся разработкой и адаптацией оборудования под российские условия эксплуатации, производственные мощности для сборки и тестирования продукции, склады готовой продукции и компонентов, а также разветвлённая сервисная сеть. На счету компании более 5000 реализованных проектов по созданию систем бесперебойного электропитания – от компактных однофазных решений для частных потребителей и малого бизнеса до сложных модульных систем мегаваттного класса для центров обработки данных,

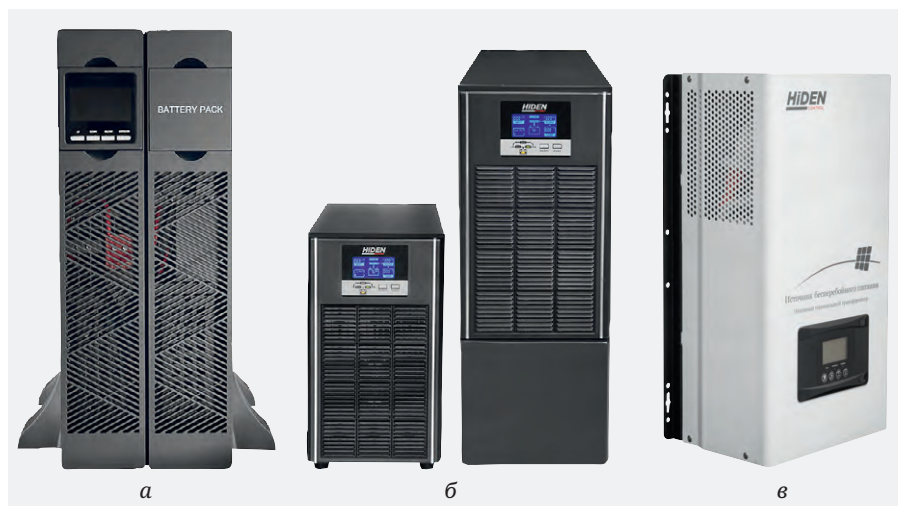


Рис. 1. Примеры моделей ИБП серии HIDEN (а), HIDEN EXPERT (б), HIDEN CONTROL (в)

промышленных предприятий и объектов критической инфраструктуры.

Структура бизнеса и продуктовая идеология

Основными направлениями бизнеса компании являются источники бесперебойного питания серии HIDEN, серии HIDEN EXPERT и ИБП серии HIDEN CONTROL (рис. 1), комплексные решения для бесперебойного электропитания и сервисное и техническое сопровождение оборудования. Такое разделение продуктовой линейки на несколько суббрендов отражает дифференцированный подход к разным сегментам рынка: от массового сегмента бюджетных решений до премиальных промышленных и инфраструктурных систем. О каждой из этих линеек подробно пойдет речь в последующих частях статьи.

Ценностное предложение HIDEN строится вокруг нескольких ключевых принципов. Во-первых, это широкий охват номенклатуры: компания закрывает весь диапазон мощностей от 600 В·А до 1 МВ·А и более, что позволяет в рамках одного бренда выстроить унифицированную инфраструктуру электропитания на любом объекте. Во-вторых, это технологическая актуальность: HIDEN одной из первых на российском рынке начала развивать направление ИБП с натрий-ионными аккумуляторами под маркой X-SOD (Na+), о которых речь также пойдет в данной статье. В-третьих, это сервисная доступность: разветвленная сеть авторизованных сервисных центров и партнеров по всей России обеспечивает оперативное обслуживание оборудования в любом регионе.

Решения по защите электропитания на базе оборудования HIDEN позволяют

обеспечить непрерывную работу бизнес-процессов любого масштаба, снижение рисков и затрат, связанных со сбоями технологических процессов из-за проблем с электроснабжением, высокотехнологичные решения для гарантированного, чистого и непрерывного электропитания критически важной нагрузки, а также оптимизацию операционных и капитальных затрат на энергоинфраструктуру предприятий.

Сочетание этих факторов делает оборудование HIDEN востребованным как у крупных корпоративных заказчиков, реализующих масштабные инфраструктурные проекты, так и у предприятий малого и среднего бизнеса, для которых критична оптимизация совокупной стоимости владения.

Конкурентная среда на российском рынке ИБП

Российский рынок ИБП после 2022 года претерпел существенную трансформацию. Уход или ограничение присутствия зарубежных производителей привели к перераспределению долей в пользу отечественных и азиатских игроков. Сегодня основными конкурентами HIDEN на различных сегментах рынка можно считать следующие категории компаний.

Российские производители и бренды полного цикла. Это компании, позиционирующие себя как отечественные производители с собственной разработкой, сборкой и сервисом на территории России. К ним относятся бренды, активно развивающиеся в последние годы: «Сайбер Электро» с линейкой ИБП «Старт Плюс», «Пилот», «Эксперт», «Легион» и модульной серией «Патриот»; группа компаний «Импульс» с

серией ИБП «Юниор», «Мастер», «Боксер» и «Фристайл»; «Парус Электро» с линейкой ИБП для ЦОД и промышленности. Эти производители конкурируют с HIDEN не столько по цене, сколько по широте номенклатуры, наличию реестровых статусов в Минпромторге и возможности участия в программах импортозамещения. Преимущества HIDEN на этом фоне – большая глубина продуктовой линейки в трёхфазном и модульном сегменте, более раннее присутствие на рынке и сформированная сервисная сеть.

Бренды с российской регистрацией и зарубежным производством. Это категория компаний, которые предлагают оборудование под собственной торговой маркой, но используют производственные мощности азиатских контрактных производителей. К таким относятся, например, бренды Irrop, IRBIS, SVC. Их сильная сторона – низкая цена и широкая сеть дистрибуции, слабая – ограниченные возможности кастомизации, зависимость от внешних поставщиков и не всегда стабильное качество в премиальных сегментах. HIDEN в сравнении с этими игроками выигрывает за счёт собственной инженерной экспертизы, возможности разработки кастомных решений под конкретные проекты и более развитой сервисной поддержки промышленного оборудования.

Производители из дружественных стран. В последние годы на российский рынок активно вышли китайские производители ИБП – как известные мировые игроки в лице EAST, Kehua, Huawei, так и менее раскрученные на нашем рынке бренды. Это серьезные технологические конкуренты в сегменте трёхфазных и модульных систем большой мощности, особенно для центров обработки данных и крупных промышленных объектов. Конкурентоспособность HIDEN в этом сегменте обеспечивается локализацией сервиса, наличием российской документации и сертификатов, готовностью к проектному сопровождению на русском языке и более коротким плечом поставки запасных частей.

Зарубежные бренды через параллельный импорт. Часть рынка по-прежнему занимают APC от Schneider Electric, Eaton, Delta Electronics, поставляемые по альтернативным каналам. Их сильная сторона – узнаваемость бренда и техническая зрелость продуктовой линейки. Слабая – отсутствие официаль-

ной гарантии и сервиса, долгие сроки поставки оборудования и запасных частей, юридические риски для корпоративных заказчиков, особенно в государственном секторе. HIDEN в этом сравнении отличает официальная гарантия, полностью локализованный сервис и отсутствие санкционных рисков.

Если суммировать конкурентные преимущества HIDEN относительно перечисленных групп игроков, можно выделить несколько ключевых факторов.

Глубина продуктовой линейки. HIDEN предлагает не просто отдельные модели ИБП, а полноценные продуктовые семейства, в которых младшие и старшие модели унифицированы по интерфейсам управления, протоколам мониторинга и подходам к подключению внешних аккумуляторных батарей. Это позволяет проектным организациям и системным интеграторам использовать оборудование одного бренда на всех уровнях инфраструктуры – от компактных стоечных ИБП для серверных шкафов до модульных систем на сотни киловатт для крупных ЦОД.

Технологическое лидерство в нишевых решениях. Серия HIDEN X-SOD (Na+) (рис. 2) с натрий-ионными аккумуляторами – пример того, как компания развивает направления, в которых традиционные зарубежные вендоры пока не предлагают массовых решений. Натрий-ионные аккумуляторы обладают рядом преимуществ перед литий-ионными в части температурной стабильности, пожаробезопасности и независимости от поставок дефицитного сырья, что делает их особенно интересными для применения в российских условиях.

Готовность к проектным продажам и кастомизации. В отличие от поставщиков массового канального продукта, HIDEN активно работает с проектным сегментом – это означает возможность согласования технических заданий, разработки решений под специфические требования заказчика, выполнения нестандартных конфигураций аккумуляторных систем, подбора оптимальной схемы резервирования. Для промышленных, медицинских и инфраструктурных проектов такая гибкость зачастую важнее, чем абсолютная цена единицы оборудования.

Сервисная инфраструктура. Наличие сети авторизованных сервисных центров, программа обучения партнёров, возможности оперативной диагностики и ремонта по всей терри-

тории России – фактор, который особенно значим для эксплуатанта на горизонте 7–10 лет жизненного цикла ИБП. В этом отношении HIDEN выгодно отличается от брендов, у которых сервис в России либо отсутствует, либо организован эпизодически.

Позиционирование HIDEN в отраслевом разрезе

С точки зрения отраслевого применения HIDEN сегодня позиционирует свои решения для широкого спектра задач. Среди ключевых направлений применения – ИБП для центров обработки данных, ИБП для серверов, ИБП для медицины, модульные ИБП, ИБП для телекоммуникаций, ИБП в стойку, промышленные ИБП, ИБП для загородного дома, ИБП для офиса, ИБП для котлов отопления. Такое деление продуктовой линейки по применениям, а не только по техническим характеристикам, отражает прикладной подход компании к работе с рынком: вместо того чтобы заставлять заказчика самостоятельно подбирать модель из обширного каталога, HIDEN предлагает готовые типовые решения для конкретных отраслевых задач с проверенными конфигурациями.

В медицинском сегменте, например, требования к ИБП существенно отличаются от требований офисных или коммерческих применений: необходимы повышенная электромагнитная совместимость, строгое соответствие нормам безопасности, специфические алгоритмы автозапуска и резервирования. В промышленных применениях на первый план выходят расширенный температурный диапазон, повышенная виброустойчивость, защита от агрессивных сред. Для ЦОД критичны высокий КПД на частичных нагрузках, поддержка есо-режимов работы, развитые средства удалённого мониторинга и горячая замена компонентов. HIDEN формирует продуктовую линейку с учётом этих отраслевых особенностей.

В следующей части статьи мы подробно рассмотрим основные продукто-

вые серии ИБП HIDEN: от младшей линейки Line-Interactive UL и стоечных однофазных KU до моноблочных трёхфазных KC и инновационной серии X-SOD на натрий-ионных аккумуляторах. Это позволит составить целостное представление о том, как именно компания закрывает разные сегменты рынка и какие технологические решения предлагает в каждой ценовой и функциональной нише.

Обзор основных серий ИБП HIDEN

В первой части статьи мы рассмотрели историю компании HIDEN, её место на российском рынке систем гарантированного электропитания и конкурентную среду. Теперь обратимся непосредственно к продуктовой линейке. Понимание структуры продуктового портфеля HIDEN важно потому, что компания выстраивает не просто набор отдельных моделей, а целостную архитектуру решений, в которой каждая серия закрывает свой сегмент задач, а внутри сегментов модели логически связаны общими интерфейсами, протоколами управления и подходами к организации батарейных массивов.

Продуктовый портфель HIDEN можно разделить на четыре крупных направления, отличающихся как технологически, так и по позиционированию на рынке.

Первое направление – линейно-интерактивные ИБП серии Line-Interactive, рассчитанные на массовый сегмент и наиболее простые применения.

Второе – основная линейка ИБП под маркой HIDEN с топологией двойного преобразования, включающая серии KU, KP и KC и охватывающая широкий диапазон мощностей.

Третье – премиальная линейка HIDEN EXPERT, которая будет подробно рассмотрена в следующей части статьи.

И четвёртое – инновационная линейка X-SOD (Na+) на натрий-ионных аккумуляторах, представляющая собой технологический прорыв в сегменте систем гарантированного электропитания. Рассмотрим каждое из этих направлений последовательно.

Линейка Line-Interactive: базовые решения для массового сегмента

Самая младшая по позиционированию линейка в портфеле HIDEN – линейно-интерактивные ИБП, или ИБП с топологией line-interactive. Эта тополо-



Рис. 2. ИБП HIDEN серии X-SOD (Na+) с натрий-ионными аккумуляторами

гия подразумевает, что в нормальном режиме работы нагрузка получает питание непосредственно от входной электросети через специальный автотрансформатор-стабилизатор, который компенсирует отклонения напряжения в пределах допустимого диапазона. При выходе напряжения за пределы допуска ИБП переключается на питание от аккумуляторной батареи через инвертор. Время переключения, как правило, составляет несколько миллисекунд, что приемлемо для большинства некритичных применений: офисной техники, домашних компьютеров, бытовых сетевых устройств, систем видеонаблюдения, кассового оборудования малой мощности.

В рамках линейки Line-Interactive HIDEN предлагает три серии. **Серия UL** (рис. 3) представляет настольные ИБП мощностью от 600 до 2000 В·А в компактном tower-исполнении. Эти ИБП ориентированы на защиту персональных компьютеров, точек розничных продаж, малых офисных рабочих мест. Они оснащены автоматическим регулятором напряжения AVR, обеспечивающим работу без перехода на батарею в широком диапазоне входных напряжений, портами USB или RS-232 для связи с защищаемым устройством и встроенными розетками типа Schuko (евростандарт).

Серия UL RM (рис. 4) – это стоечный вариант линейки UL с диапазоном мощностей от 800 до 3000 В·А. Аббревиатура RM означает Rack Mount, то есть монтаж в стандартную 19-дюймовую стойку. Эти ИБП широко применяются в малых серверных, телекоммуникационных шкафах, монтажных шкафах систем безопасности и автоматизации.

Стойное исполнение в форм-факторе высотой 1U или 2U позволяет интегрировать их в существующую инфраструктуру без выделения отдельного места для напольной установки.



Рис. 3. Линейно-интерактивный ИБП HIDEN серии UL

Серия KL RM (рис. 5) – ещё одна линейка стоечных линейно-интерактивных ИБП мощностью от 500 до 3000 В·А. Серия позиционируется как универсальное решение для типовых телекоммуникационных и серверных задач, где не требуется полная гальваническая развязка нагрузки от сети и где важна оптимизация совокупной стоимости решения. По функциональности и характеристикам серия KL RM близка к UL RM, но имеет свои особенности в части выходных разъемов, конфигурации индикации и поддерживаемых интерфейсов мониторинга.

Линейно-интерактивная топология подходит далеко не для всех применений. Её принципиальное ограничение – наличие микропаузы в питании нагрузки при переключении с сети на батарею, а также отсутствие полной защиты от высокочастотных помех и искажений формы синусоиды входного напряжения. Поэтому для критичных применений – серверов, медицинской техники, промышленной автоматизации – рекомендуется использовать ИБП с топологией двойного преобразования, о которых речь пойдет ниже. Тем не менее в массовом сегменте линейно-интерактивные решения остаются востребованным компромиссом между ценой и функциональностью, и HIDEN закрывает этот сегмент полноценной продуктовой линейкой.

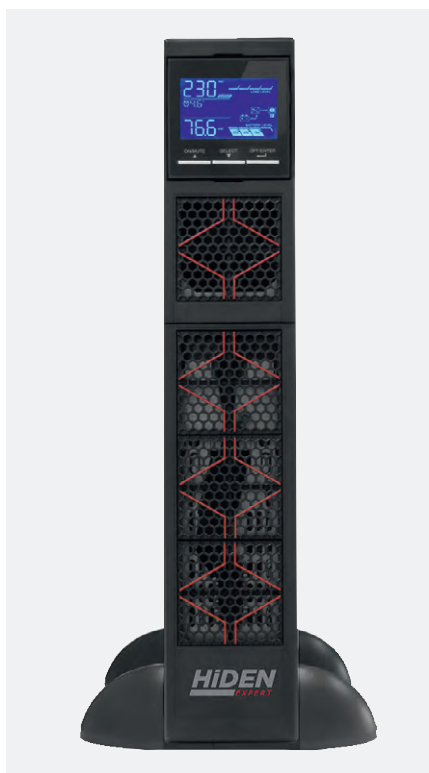


Рис. 4. Линейно-интерактивный ИБП HIDEN серии UL RM

Линейка HIDEN: универсальные ИБП с двойным преобразованием

Основная линейка ИБП под маркой HIDEN построена на топологии двойного преобразования, известной также как online (ещё у некоторых производителей встречалось название VFI (Voltage and Frequency Independent)). Принцип работы такого ИБП принципиально отличается от линейно-интерактивной топологии. В режиме двойного преобразования входное переменное напряжение сначала выпрямляется, затем через инвертор снова преобразуется в стабилизированное переменное напряжение с заданными параметрами амплитуды и частоты. Нагрузка всегда питается от инвертора, а не напрямую от сети. Это обеспечивает несколько важных преимуществ: полное отсутствие времени переключения при пропадании напряжения, идеальную форму выходной синусоиды, абсолютную независимость частоты и амплитуды выходного напряжения от параметров входной сети, защиту от высокочастотных помех и переходных процессов.

Линейка HIDEN включает три основные серии, отличающиеся диапазоном мощностей и конфигурацией входов-выходов.

Серия KU – однофазные ИБП мощностью от 1 до 10 кВ·А. Это базовая линейка online ИБП для серверных, телекоммуникационного оборудования, медицинских приборов малой и средней мощности, систем промышленной автоматизации с однофазным питанием. В рамках серии представлены модели в нескольких исполнениях.

Стойные ИБП серии KU 1–3 кВ·А в форм-факторе Rack/Tower (рис. 6а) (универсальное исполнение, допускающее как монтаж в 19-дюймовую стойку, так и напольную установку) с моделями KU9101S-RT, KU9102S-RT, KU9103S-RT. Эти модели имеют встроенные аккумуля-



Рис. 5. Линейно-интерактивный ИБП HIDEN серии KL RM



Рис. 6. Online ИБП HIDEN серии KU 1–3 кВ·А в форм-факторе Rack/Tower (а), KU 1–3 кВ·А в tower-исполнении (б), стоечные и напольные ИБП серии KU 6–10 кВ·А (в)

ляторные батареи, что упрощает монтаж и обеспечивает базовое время резервирования порядка нескольких минут на полной нагрузке.

Напольные ИБП серии KU 1–3 кВ·А в tower-исполнении (рис. 6б) – модели KU9101S, KU9102S, KU9103S. Это аналогичные по электрическим характеристикам ИБП, но в напольном корпусе, что удобно для размещения в небольших серверных, монтажных шкафах автоматики, рабочих местах с критичными приложениями.

Стоечные и напольные ИБП серии KU 6–10 кВ·А – модели KU9106-RT, KU9110-RT (стоечные) и KC910S, KC906S, KU910H (напольные). Эти ИБП рассчитаны на работу с внешними аккумуляторными батареями, что позволяет существенно увеличить время автономной работы – от десятков минут до нескольких часов в зависимости от выбранной конфигурации внешнего АКБ. Модели мощностью 6 и 10 кВ·А с коэффициентом мощности $PF = 0,9$ или $PF = 1,0$ широко применяются в средних серверных, медицинских кабинетах, промышленных контроллерных шкафах.

Все модели серии KU оснащены жидкокристаллическими дисплеями с отображением параметров работы, стандартными интерфейсами связи USB, RS-232 и опциональным слотом для уста-

новки SNMP-карты для удалённого мониторинга по сети Ethernet. Поддерживается работа в режиме холодного старта, есть встроенный байпас для технического обслуживания без отключения нагрузки.

Серия КР – ИБП с трёхфазным входом и однофазным выходом мощностью от 6 до 20 кВ·А. Эта серия закрывает важную нишу применений, где входное питание здания – трёхфазное (что характерно для большинства промышленных и коммерческих зданий), а защищаемая нагрузка – однофазная или представляет собой набор однофазных потребителей, который удобнее питать от одного ИБП. Конфигурация 3:1 (три фазы на входе и одна фаза на выходе) позволяет более равномерно распределить нагрузку по фазам входной сети и обеспечить корректную работу ИБП без перекаса фаз.

В рамках серии представлены стоечные модели КР9306Н, КР9310Н мощностью 6 и 10 кВ·А в форм-факторе Rack/Tower и напольные модели КР9310S (10 кВ·А со встроенными АКБ), КР9310Н, КР9320Н (10 и 20 кВ·А с подключением внешних АКБ). Серия КР активно используется в проектах автоматизации зданий, в средних серверных комнатах, на промышленных объектах с разнородной нагрузкой. По форм-фактору се-

рия идентична предыдущей стоечной серии KU.

Серия КС – трёхфазные ИБП мощностью от 10 до 200 кВ·А. Это флагманская серия в линейке HIDEN, охватывающая диапазон средних и крупных мощностей с трёхфазной конфигурацией входа и выхода. Серия делится на две подгруппы: напольные ИБП мощностью 10–40 кВ·А (модели ЛС3310ЫБ, ЛС3315ЫБ, ЛС3320ЫБ, ЛС3330ЫБ, ЛС3310РБ, ЛС3315РБ, ЛС3320РБ, ЛС3330РБ, ЛС3340Р) и моноблочные ИБП мощностью 10–200 кВ·А (модели ЛС3360РБ, ЛС3380РБ, ЛС33100РБ, ЛС33120РБ, ЛС33150РБ, ЛС33200Р и другие).

Модели с индексом S имеют встроенные аккумуляторные батареи, что обеспечивает базовое время резервирования и упрощает монтаж. Модели с индексом Н рассчитаны на подключение внешних АКБ – это позволяет оптимизировать время автономной работы под конкретные требования проекта, разместить аккумуляторные шкафы в отдельном помещении, использовать различные типы АКБ (свинцово-кислотные AGM, гелевые, литий-железо-фосфатные LiFePO₄). Серия КС применяется в средних и крупных центрах обработки данных, на промышленных предприятиях, в инфраструктуре операторов связи, на объектах энергетики, в медицинских учреждениях с большим парком оборудования. Все модели имеют высокий КПД, расширенные средства мониторинга и управления, поддерживают параллельную работу нескольких ИБП для построения резервированных систем повышенной надёжности (рис. 7).

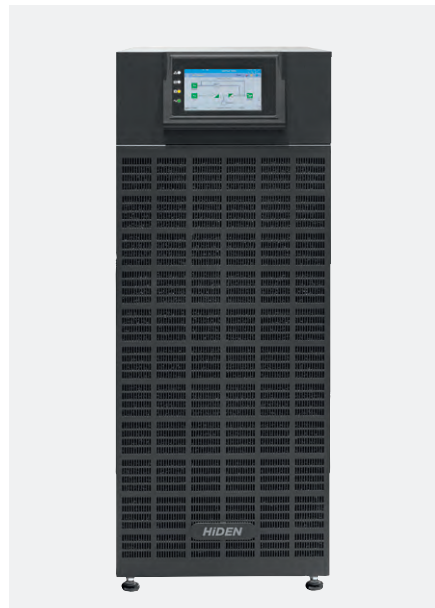


Рис. 7. Моноблочный ИБП 10–200 кВ·А серии КС 3:3

Линейка HIDDEN EXPERT: премиальные решения для критичных применений

Линейка HIDDEN EXPERT – это премиальный сегмент продуктового портфеля компании, ориентированный на наиболее ответственные применения с повышенными требованиями к надёжности, отказоустойчивости и производительности. Отметим ключевые особенности, отличающие HIDDEN EXPERT от основной линейки HIDDEN.

Во-первых, это расширенный диапазон мощностей – от 600 В·А в младших моделях UL до 1 МВ·А в старших модульных системах НЕМ. Это позволяет на базе одной премиальной линейки построить унифицированную инфраструктуру электропитания любого масштаба.

Во-вторых, это улучшенные технические характеристики: более высокий КПД, в том числе на частичных нагрузках, расширенный диапазон входных напряжений и частот, поддержка коэффициента мощности нагрузки $PF = 1,0$ без снижения активной мощности ИБП, повышенная устойчивость к перегрузкам, расширенный диапазон рабочих температур.

В-третьих, это развитая модульная архитектура. Серия НЕМ в составе HIDDEN EXPERT включает модульные ИБП мощностью от 5 до 1000 кВ·А с горячей заменой силовых модулей, мониторинг модулей и аккумуляторных блоков. Это позволяет строить отказоустойчивые системы с резервированием по схеме N+1, N+X, обеспечивать масштабируемость инфраструктуры в про-

цессе её развития, минимизировать время восстановления после отказов.

В-четвёртых, это увеличенная гарантия и расширенный сервисный пакет. Многие модели HIDDEN EXPERT поставляются с гарантией 3-4 года, что превышает стандартные отраслевые предложения. Для крупных проектов доступны опции расширенной гарантии, контракты на профилактическое об-



Рис. 8. Силовой шкаф Hiden Expert HEM800-100X-F на 800 кВ·А

Источники Бесперебойного Питания **HIDEN**

С 2017 года мы развиваем и постоянно совершенствуем широкий портфель оборудования, экспертизу и компетенции в сфере построения систем гарантированного электроснабжения на электротехническом рынке России

Официальный поставщик

+7 (495) 234-06-36
info@prosoft.ru

www.prosoft.ru

Реклама

служивание, программы быстрой замены оборудования при отказах.

В целом, линейку HIDDEN EXPERT можно охарактеризовать как флагман компании. Если основная линейка HIDDEN закрывает большинство типовых задач рынка с оптимальным соотношением цена-качество, то HIDDEN EXPERT нацелена на проекты, где критичность защищаемой нагрузки оправдывает применение более дорогих, но и более надёжных, более производительных, более гибких в эксплуатации решений (рис. 8).

Линейка X-SOD (Na+): технологический прорыв на натрий-ионных аккумуляторах

Особое место в продуктовой портфеле HIDDEN занимает линейка X-SOD на натрий-ионных аккумуляторах. Эта серия представляет собой одно из наиболее интересных технологических направлений на российском рынке ИБП и заслуживает отдельного рассмотрения.

Натрий-ионные аккумуляторы (sodium-ion, Na+) – относительно новая для массового применения технология электрохимического накопления энергии. От литий-ионных аккумуляторов они отличаются тем, что в качестве носителя заряда используются ионы натрия, а не лития. Это даёт несколько принципиальных преимуществ, особенно актуальных для применения в системах гарантированного электропитания.

Температурная стабильность. Натрий-ионные аккумуляторы сохраняют работоспособность в значительно более широком диапазоне температур, чем литий-ионные. Если у литий-ионных АКБ при отрицательных температурах резко падает доступная ёмкость, а при положительных температурах выше 40–45 градусов ускоряется деградация, то натрий-ионные ячейки демонстрируют стабильные характеристики в диапазоне от минус 20 до плюс 60 градусов и выше. Это критически важно для применения в неотапливаемых помещениях, на промышленных объектах с переменным температурным режимом, в северных регионах России.

Пожаробезопасность. Натрий-ионные аккумуляторы химически значительно менее склонны к тепловому разгону и возгоранию при механических повреждениях или электрических авариях, чем литий-ионные. Это снижает требования к системам пожаротушения и пожарной безопасности в помещениях с большими аккумуля-

торными системами, что особенно важно для центров обработки данных, медицинских учреждений, объектов с массовым пребыванием людей.

Независимость от дефицитного сырья. Литий, кобальт, никель, используемые в литий-ионных аккумуляторах, относятся к категории критически важных материалов с ограниченной мировой добычей и сложными цепочками поставок. Натрий – один из наиболее распространённых элементов на Земле, его добыча и переработка существенно проще и дешевле. Для России, где формируется собственная отрасль производства аккумуляторных систем, натрий-ионная технология представляет особый интерес с точки зрения долгосрочной устойчивости поставок.

Большее количество циклов заряд-разряд. Натрий-ионные АКБ при правильном режиме эксплуатации способны выдерживать несколько тысяч циклов глубокого разряда без существенной потери ёмкости, что превышает показатели традиционных свинцово-кислотных АКБ и сравнимо с литий-ионными системами. Это означает увеличение реального срока службы аккумуляторного парка и снижение совокупной стоимости владения системой за весь жизненный цикл.

В рамках линейки X-SOD HIDDEN предлагает несколько серий ИБП. **Серия KN** – напольные однофазные ИБП мощностью от 1 до 10 кВ·А для применений среднего масштаба: серверов, медицинского оборудования, телекоммуникационных шкафов. **Серия KN-RT** – стоечный вариант той же линейки в исполнении Rack/Tower, аналогичные мощности от 1 до 10 кВ·А. **Серия HEN** – стоечные трёхфазные ИБП мощностью от 10 до 40 кВ·А для более ответственных применений (рис. 9).

Помимо самих ИБП, в линейке X-SOD представлены отдельные **батареиные модули** на натрий-ионных аккумуляторах, которые могут использоваться в составе систем гарантированного электропитания для увеличения времени автономной работы или для модернизации существующих установок с заменой свинцово-кислотных АКБ на более современные натрий-ионные (но здесь важно рассматривать каждый процесс замены индивидуально, так как могут быть конфликты по напряжению с традиционными силовыми модулями).

Появление линейки X-SOD в портфеле HIDDEN стало возможным благодаря тесному сотрудничеству компании с рос-

сийскими разработчиками натрий-ионных аккумуляторных технологий и отражает общую стратегию HIDDEN на лидерство в наиболее перспективных технологических направлениях рынка систем гарантированного электропитания.

Заключение

Системы бесперебойного питания HIDDEN сегодня представляют собой одно из наиболее зрелых и технологически проработанных предложений на российском рынке. Компания, основанная в 2017 году, за неполное десятилетие сформировала продуктовый портфель, покрывающий практически весь диапазон мощностей и применений: от компактных линейно-интерактивных ИБП для офиса и дома до модульных систем мегаваттного класса для крупных центров обработки данных. Линейка HIDDEN охватывает массовый сегмент с оптимальным соотношением цены и качества, премиальная линейка HIDDEN EXPERT – наиболее ответственные применения с повышенными требованиями к надёжности и масштабируемости, инновационная линейка X-SOD (Na+) на натрий-ионных аккумуляторах – нишевые задачи в сложных климатических условиях и применения с повышенными требованиями к безопасности и долговечности.

Для заказчиков на российском рынке продукция HIDDEN сегодня – это оптимальный выбор по цене и по качеству, который предлагает широкую продуктовую линейку с технологической актуальностью, развитой сервисной сетью и долгосрочными перспективами развития компании в плане улучшения продукции. Учитывая тенденции российской промышленности к цифровизации, развитию ЦОД и облачных вычислений, наращиванию инвестиций в инфраструктуру критически важных объектов, спрос на качественные системы гарантированного электропитания будет только расти. И в этом растущем рынке HIDDEN занимает позицию, которая позволяет ей быть одним из главных бенефициаров общеотраслевого роста и одновременно одним из активных формирователей технологического облика российской отрасли систем гарантированного электропитания на следующее десятилетие. ●

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru



модулей гальванической
ового сигнала 4...20 мА
/TP2 производства
«Antip»

го канала и НПСИ-200-ГР2
лов (рис. 8).

другой группы модулей
оенный блок питания в
е, который позволяет ра-
нько с активными, но и с
источниками сигнала без
дополнительных блоков



ски сигнала 4...20 мА
тивных и пассивных



ляки токового сигнала
и для активных

ЗДЕСЬ МОГЛА БЫТЬ РЕКЛАМА КОМПАНИИ



Компания могла рассказать миру
о своих идеях, достижениях и ценностях,
но **решила сэкономить**.



Иногда такая экономия обходится
дороже, чем кажется.



ВАШИ КЛИЕНТЫ ЗАСЛУЖИВАЮТ ЛУЧШЕГО,
НЕ ТЕРЯЙТЕ ИХ **ВНИМАНИЕ И ДОВЕРИЕ!**

Медиагруппа
«СТА-ПРЕСС»

СТА
СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
И ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ



Телефон: +7 968 567-3006



E-mail: antipov.n@cta.ru



Медиапортал: cta.ru



Готовые решения АВР, экосистема автоматизации и климат-контроля от ДКС

Александр Валентьев

Система автоматического ввода резерва (АВР) обеспечивает непрерывное электропитание в критичных ситуациях – отключение сети, падение напряжения или отказ одной из линий (например, фазный перекос, замыкание). АВР жёстко отслеживает параметры сети и мгновенно переключает питание на резервный источник (генератор, аккумуляторы и т.п.), чтобы предотвратить простои, повреждения оборудования или угрозу безопасности (рис. 1, 2). Эта статья – краткий обзор готовых решений от компании ДКС.

Готовые типовые проекты АВР от ДКС

Инженеры ДКС разработали типовые проекты АВР – готовые к применению решения, которые можно бесплатно скачать с сайта компании. Эти проекты могут стать основой для индивидуального внедрения у заказчика. Такие шаблоны сокращают время проектирования, позволяют быстро перейти к реализации и минимизируют вероятность ошибок – все основные схемы готовы к применению.

Почему это работает – преимущества для заказчика и интегратора:

- 1) **экономия времени и ресурсов** – не нужно разрабатывать схему с нуля. Достаточно скачать готовый проект и доработать под конкретный объект;
- 2) **прозрачность и удобство** – в комплект входят схемы, спецификация, ПО. Достаточно интегрировать в АСУ ТП на базе Митра (Mitra) C1000 + N1000;
- 3) **доступность и бесплатность** – все материалы доступны на сайте ДКС;
- 4) **гарантированная совместимость** – прикладное ПО разработано специально под PLC и HMI Митра (Mitra), что исключает ошибки при запуске.

Как использовать шаблон АВР

1. Скачайте подходящий проект с сайта – схема, ПО, документация.
2. Измените дату, параметры, устройства под специфику вашего объекта.
3. Загрузите в Митра (Mitra) C1000 и N1000, протестируйте приборы в ПО в режиме эмуляции.
4. Проведите монтаж и ПНР на объекте – при необходимости это могут сделать и специалисты ДКС.
5. Внедрённый объект получает систему АВР, соответствующую требованиям первой категории надёжности.



Рис. 1. Система АВР на базе оборудования Митра (Mitra): шкаф с панелью оператора



Рис. 2. Система АВР на базе оборудования Митра (Mitra): элементы системы АВР внутри шкафа



Рис. 3. ПЛК Митра логик (Mitra logic)

Ключевое преимущество решений ДКС Митра (Mitra) – **готовность и комплексность**. Если вы – интегратор, проектировщик или конечный заказчик, решение АВР «из коробки» на базе Митра (Mitra) экономит проектное время и снижает риски.

Проверенные схемы, документация и техподдержка дают вам уверенность в каждом этапе – от идеи до запуска.

Готовые решения АВР – лишь часть экосистемы Митра (Mitra)

Выше мы рассказали, как быстро внедрить надёжную систему резервного питания. Теперь – несколько слов о платформе, на которой это работает.

Митра (Mitra) – это полная линейка оборудования для промышленной автоматизации от российского производителя ДКС. Она включает всё, что нужно для построения АСУ ТП любого масштаба: от небольшого шкафа до сложной линии с роботами и ЧПУ.

Ключевые компоненты экосистемы Митра (Mitra)

ПЛК Митра логик (Mitra logic) серии C1000 и C2000 – от простой логики до сложного управления движением, синхронизации осей и обработки G кода (рис. 3).

Панели оператора H1000 – для визуализации, диспетчеризации, сбора данных. Поддержка OPC UA, MQTT, удалённого доступа.

Преобразователи частоты V1000 и V2000 – управление двигателями вентиляторов, насосов, подъёмно-транспортных механизмов (0,4–500 кВт).

Сетевое оборудование – коммутаторы и преобразователи протоколов для работы в тяжёлых условиях (–40...+75°C).

Измерители, реле, источники питания, светосигнальная арматура – всё, чтобы закрыть потребности проекта без поиска сторонних поставщиков.



Рис. 4. Кондиционеры RAM klima

Почему это удобно?

- Единый поставщик – комплектные решения от шкафа до полноценной системы диспетчеризации и управления предприятием.
- Адаптация к российскому климату (работоспособность до –25°C и ниже, тесты на собственных заводах ДКС).
- Бесплатные ПО, конфигураторы, типовые проекты.
- Техподдержка и сервис по всей России.

Защитите автоматику от перегрева и конденсата с помощью системы контроля микроклимата RAM klima

Дорогостоящие ПЛК и частотные преобразователи выходят из строя из-за жары в шкафу или капель влаги на клеммах. Решение – система контроля микроклимата RAM klima от ДКС (рис. 4).

Как система решает ключевые проблемы

Отвод тепла

- Вентиляторы + фильтры: когда на улице холоднее, чем внутри шкафа (защита до IP56, монтаж без инструментов).
- Кондиционеры: для жарких цехов и уличных шкафов. Полная изоляция от внешней среды, охлаждение до +25...+40°C даже при температуре до +65°C (есть исполнение до –60°C).

Борьба с конденсатом

Обогреватели РТС (5...2000 Вт) прогревают шкаф, не давая влаге оседать на компонентах.

Управление и контроль

Термостаты, гигростаты, гигротермы (механические и электронные на DIN-рейку) – автоматика поддерживает режим без участия оператора.

Почему выбирают RAM klima

- **Предсказуемость** – все компоненты совместимы, объединяются в сеть до 32 устройств через RS-485 (удалённый мониторинг).
- **Безопасность** – хладагент R134a/R513a безопасен, конденсат испаряется автоматически, обогреватели защищены термopредохранителем.
- **Экономия** – фильтры меняются без остановки оборудования.
- **Поддержка** – специалисты ДКС помогут с расчётом теплового баланса, на сайте есть онлайн-конфигуратор.

Рассчитайте климат-контроль для вашего шкафа на dks.ru или обратитесь к техническим специалистам ДКС.

Для ознакомления с типовыми проектами и знакомства с оборудованием зайдите на сайт ДКС по ссылке в QR-коде и откройте вкладку «Документация и ПО». ●

По всем вопросам подбора и внедрения обращайтесь в техподдержку ДКС:

8 (800) 250-52-63

support@dks.ru

По ссылке в QR-коде вы можете ознакомиться с типовыми проектами и оборудованием, описанным в этой статье.





Не так страшен хакер, как собственный сотрудник: почему проекты ИБ упираются в человеческий фактор

Ильдар Галиев

Если спросить любого руководителя службы информационной безопасности (ИБ) крупного промышленного предприятия о самом сложном в его работе, он, скорее всего, вспомнит не компьютерный вирус и не хакерскую атаку. Гораздо чаще источником наибольшего напряжения становятся согласование технологических окон, взаимодействие со смежными подразделениями и риск остановки производства во время внедрения средств защиты. В проектах по обеспечению кибербезопасности автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) технические задачи нередко оказываются проще организационных. Почему защита промышленных систем требует тонкого баланса между безопасностью и непрерывностью производства, какие проблемы возникают на практике и почему именно человеческий фактор зачастую определяет успех или провал проекта – об этом пойдёт речь в статье.

Непрерывность и стоимость простоев

В промышленности основным приоритетом является доступность и непрерывность работы технологических процессов. Потери от простоя оборудования оказываются астрономическими: по данным «Кросстеха», на простой приходится 50–70% всех убытков после киберинцидента, а всего одни сутки остановки крупного завода могут стоить сотни миллионов рублей. Поэтому правило «работает – не лезь» действует на предприятии повсеместно: любое вмешательство планируется с учётом рисков.

Обычно заказчики требуют представить детальный план работ с оценкой рисков и смягчающих мер. Например, если нужно установить защитное ПО на рабочую станцию оператора, в «Запросе на изменение» обязательно указывают последовательность действий, потенциальные проблемы (например, конфликт новой версии клиента с текущей ОС) и меры на случай сбоя (соз-

дание резервной копии системы для быстрого отката).

Чтобы сократить окна простоя, важно начинать работу с тщательного аудита АСУ ТП. Необходимо собрать точные данные об используемом оборудовании и программах (модели контроллеров, версии прошивок), сетевой топологии и промышленных протоколах (Modbus, Profinet, OPC и др.), а также о внешних связях (каналы связи между удалёнными площадками, удалённый доступ к оборудованию). Чем качественнее собрана информация на этапе аудита, тем меньше «сюрпризов» при внедрении. Например, одна из типичных накладок – это отсутствие питания там, где по чертежам оно было предусмотрено, и необходимость прокладки кабеля по всему серверному залу. Предварительное обследование позволяет такие ситуации минимизировать.

Ключевой приоритет проектов ИБ АСУ ТП – именно непрерывность работы технологических систем. На прак-

тике это означает, что большинство работ проводится в заранее согласованные «технологические окна» – часто это редкие плановые остановки оборудования (например, один раз в год на 2–3 дня) или ночные смены. Вне этих окон работы сводятся к минимуму. Для многих компаний такие окна – единственная возможность вмешаться в АСУ ТП, поэтому подготовка к ним требует месячной координации. Последовательность согласований может быть длительной: требуется направить официальные письма, заполнить унифицированные формы, предоставить копии документов (обычно за 1–2 недели до начала работ), а затем пройти вводный инструктаж по технике безопасности на территории заказчика и зачёт по его результатам. При этом каждый этап работ сопровождается чётким протоколированием и заранее согласованными мерами на случай непредвиденных ситуаций (резервные копии, «горячий» стенд для аварийного переключения и т.д.).

Организационные сложности и «конфликт интересов»

Проекты по защите АСУ ТП обладают повышенной организационной сложностью. С одной стороны, обычно участвуют службы ИБ и ИТ заказчика (как в классическом ИТ-проекте). Но к ним добавляются подразделения технологов, энергетиков, метрологов, а также операторы производства, мастерские и служба КИПиА. На практике это часто превращается в «кашу из интересов»: у каждой группы своя цель, бюджет и регламент работ. Поэтому на этапе подготовки проекта критически важно выяснить роль и степень участия всех сторон, а также границы их полномочий и зон ответственности. Например, необходимо обозначить:

- кто является ключевыми лицами и лицами, принимающими решения по проекту (должностные лица, оперативные дежурные, менеджеры, служба КИПиА и пр.);
- кто выступает держателем договора и спонсором бюджета (например, служба ИБ, ИТ или технологический департамент);
- регламент работы на объекте (время, когда разрешён доступ подрядчика на территории цехов, требования к сопровождению работ представителями заказчика);
- какие регуляторные или отраслевые требования применимы (например, необходимые сертификаты для ПО, методики проведения пусконаладки);
- необходимые средства индивидуальной защиты и разрешения (список СИЗ, оформление допусков в «чистые зоны», разрешение на привоз/вывоз оборудования).

На таких проектах подрядчикам приходится выступать профессиональными переговорщиками и психологами. Нередко на одном заводе приходится согласовывать действия не только с «главными» – директором и начальниками служб, но и убеждать средний менеджмент и сменных операторов. Иными словами, если руководство одобрило проект, ещё предстоит «достучаться» до сотрудников цехов и лабораторий. При этом в промышленном сегменте отчётливо проявляется один нюанс: «Отсутствие явных границ зон ответственности АСУ ТП, ИБ, ИТ, недостаточный уровень внутренних коммуникаций» – это массовые проблемы, мешающие слаженной работе. Специалисты отмечают, что часто определе-

ние зон ответственности и формализация обязанностей (выдача допуска, документирование процедур, чёткие инструкции) являются не менее важной задачей, чем техническая реализация.

В итоге успешный ИБ-проект требует не только внедрять технологии, но и «выстраивать коммуникацию» между всеми службами заказчика. Подрядчики заранее готовят блок-схемы взаимодействия, проводят переговоры и встречи с разными отделами. Цель – добиться понимания того, как изменения в АСУ ТП скажутся на работе каждого подразделения. Например, перед установкой нового межсетевого экрана обычно согласовывают с сетью участок подключения, с энергетиками – наличие ИБ-оборудования в шине электропитания, с автоматчиками – возможные задержки в командообмене. Такой подход резко снижает риски «неожиданного» конфликта интересов и помогает получить одобрение проекта «снизу вверх».

Условия и безопасность на объекте

Промышленные площадки предъявляют особые требования к подрядчикам, связанные с физической безопасностью и режимом объекта. Чаще всего речь идёт о заводах с огороженной территорией, контрольно-пропускным пунктом (КПП) и специальными зонами (производственными, газовыми, взрывоопасными и т.д.). В таких условиях требуется соблюдать целый комплекс мер.

- **Получение пропуска и инструктаж.** За пропуском в цеха подрядчику нужно обратиться заблаговременно: отправить заявление или письмо-запрос, заполнить требуемые анкеты (указать ФИО сотрудников, данные документов, сведения о технике), а затем пройти вводный инструктаж по охране труда и технике безопасности. Такие процедуры могут занимать от нескольких дней до недели. На КПП обычно проверяют документы, проводят медицинский осмотр (в некоторых случаях – дрожь лития) и проверку знаний по технике безопасности. Лишь после успешной проверки выдают нарукавные бейджи и полагающуюся экипировку. При этом доступ спецтехники (автобусов, грузовиков) также согласовывается заранее – иногда требуются разрешения на въезд транспорта и специальные удостоверения.

- **Разрешение на ввоз/вывоз оборудования.** На многих предприятиях запрещено выносить любой инструмент и технику без оформления через охрану. Если на выходе КПП обнаруживается неучтённый прибор или кабель, могут устроить досмотр и даже отправить специалистов на переделку бумаг. Поэтому до начала работ важно составить реестр вносимого оборудования: от ноутбуков и кабелей до съёмных носителей и сканеров штрихкодов. Каждую позицию следует внести в пропускные документы и отчитаться при выезде из цеха.

- **Средства индивидуальной защиты (СИЗ).** За исключением административно-бытовых помещений, сотрудникам запрещено появляться на территории производственных участков без СИЗ. Типичный комплект включает специальную одежду (спецкомбинезон или куртка с брюками из ткани без искрообразования), защитную обувь со стальным носком, каску, защитные очки и перчатки. В зонах с возможным задымлением или удушающими газами (так называемых «красных зонах») требуется иметь при себе самоспасатель-противогаз. За нарушение правил СИЗ сотрудник может быть не допущен к работе или отстранён от прохода на объект.

- **Дисциплина на территории.** Действуют строгие правила поведения: курение разрешено только в чётко обозначенных местах на улице или специальных «курилках», алкоголь полностью запрещён. Попытка пройти через КПП в состоянии опьянения может привести к инциденту: сотрудника отвезут на медосвидетельствование, блокируют пропуск и сообщают об этом в генподрядную организацию (что влечёт штрафы по договору).

Таким образом, работа на объектах АСУ ТП требует не только подготовки по ИБ, но и чёткого соблюдения заводских регламентов. Многие интеграторы включают в смету расходы на спецодёжду, аренду транспорта для выезда в отдалённые цеха и обучающие материалы по технике безопасности. Знание этих требований заранее снижает риск задержек и штрафов во время проекта.

Долгосрочность и планирование проектов ИБ АСУ ТП

Проекты по информационной безопасности в АСУ ТП обычно растянуты

во времени. Специалисты отмечают: каждый этап комплексной ИБ-инициативы может занимать от полугода до 1,5–2 лет. В крупных производствах нет возможности «быстро захватить» все угрозы: работы планируются поэтапно, с приоритетом самых критичных площадок и устройств. При этом ждать окончания всего проекта, чтобы устранить известную уязвимость, часто бывает нельзя. На практике зачастую применяют стратегию «точечного закрытия пробелов» уже на ранних стадиях: параллельно с аудитом и проектированием начинают ставить базовые средства защиты – межсетевые экраны, антивирусные модули, системы контроля доступа. Такие меры хоть и не решают всех задач, но снижают риск простых атак без долгих согласований. Однако и после ввода первоначальных мер важно не останавливаться на «поставил и забыл»: непрерывный мониторинг, регулярное обновление конфигураций и поддержка 24×7 становятся нормой в отрасли.

Ключ к ускорению проекта – структурный и комплексный подход. Этап аудита должен выявлять реальные «точки доступа» в сеть АСУ ТП: какие контроллеры связаны с корпоративной сетью, какие каналы обмена не имеют шифрования, какие USB-порты остаются без контроля. На основе этого строят матрицу угроз и моделируют сценарии атак (например, вход из офиса через фишинговое письмо к базе управления технологией). Такой анализ позволяет определить реальные векторы проникновения и не сосредотачиваться на формальных рисках.

Кроме того, важно заключать соглашения с вендорами и проверять совместимость решений. В отличие от офисной ИТ, в промышленной технике часто встречаются устаревшие ОС и железо – контроллеры десятилетней давности, Windows XP на рабочих станциях, программы управления под редкими дистрибутивами Linux. Как отмечено в отраслевом обзоре, «ПО для ранее спроектированного АСУ ТП может функционировать только под Windows, начиная с XP. В таком случае возможности ОС ограничены, используются минимально допустимые требования, а заложенный резерв давно иссяк». Нельзя просто «накатить патч» или поменять драйвера, как на офисном компьютере. Часто решением будет создание отдельного тестового стенда или цифровой копии системы с

целью проверки того, что защита не нарушит работу ПО. Многие компании на этапе подготовки проектируют пиринговые стенды с идентичным оборудованием, на которых прогоняют сценарии. Это особенно актуально при работе с импортозамещёнными устройствами: если русской SCADA-системе трудно добавить антивирус, решают задачу уровнями – например, изолируют хост в отдельной VLAN и усиливают сетевую сегментацию.

Итого, чем больше предварительных исследований и проработанных сценариев, тем меньше неожиданных задержек в процессе внедрения. «ИБ-проект АСУ ТП – это инвестиция во всё предприятие», – указывают эксперты. Стремление видеть «свет в конце туннеля» заставляет распределять работы и риски, а не тратить месяцы на неожиданности.

Логистика и удалённость объектов

Проектировщики ИБ-проектов должны учитывать и географические особенности промышленных предприятий. Большинство крупных заводов расположены за пределами городов (например, вблизи Урала, Сибири или на Севере) и занимают большие территории. Расстояние от административного здания до самого цеха нередко достигает нескольких километров. При планировании бюджета стоит заложить транспортные расходы и время на дорогу: как правило, завод не предоставляет машину для подрядчиков, приходится арендовать автомобиль или искать согласование на посадку в корпоративные автобусы.

Технологическая удалённость влияет и на формат работ. В сегменте АСУ ТП заказчики крайне редко предостав-

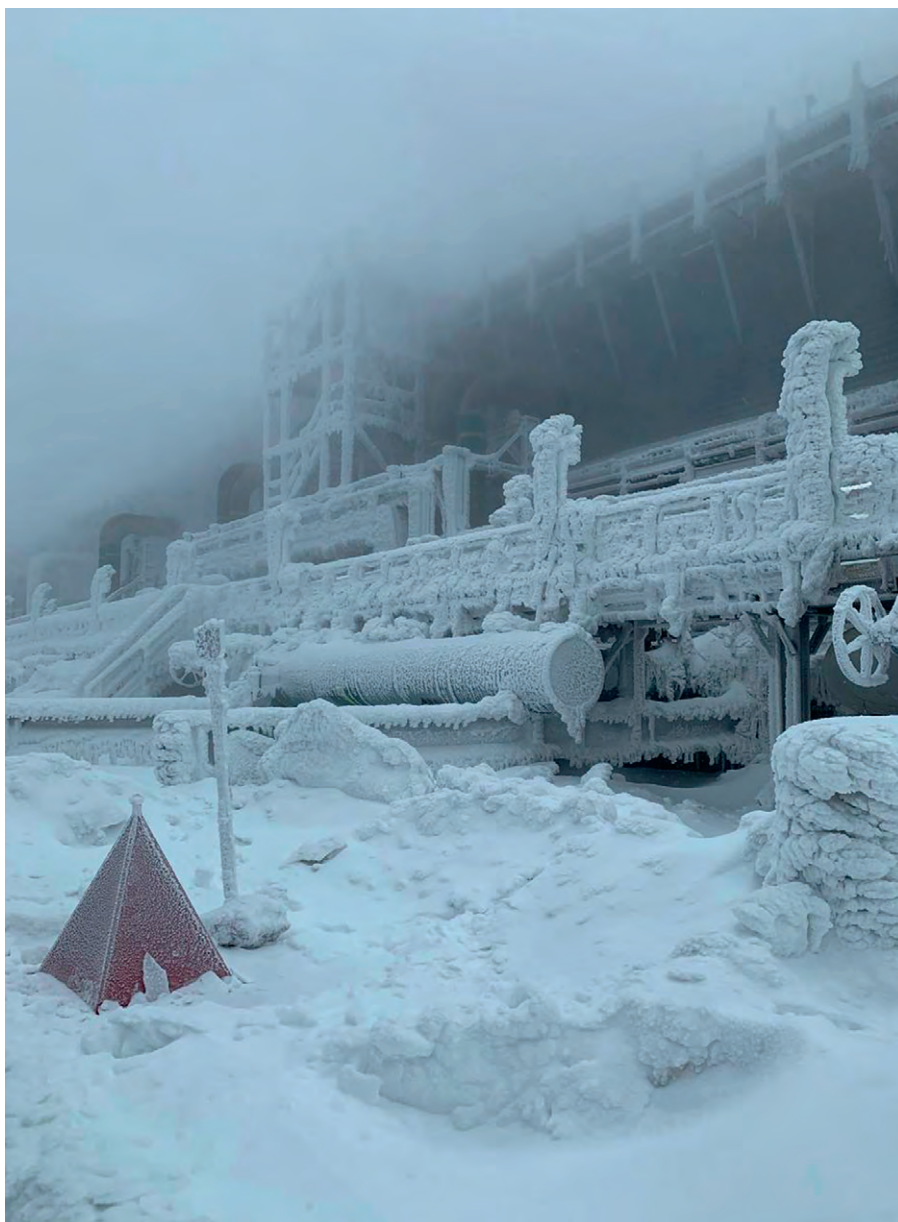


Рис. 1. Иногда приходится работать и в таких условиях

ляют постоянный удалённый доступ к системам: все настройки СЗИ (средств защиты информации) обычно выполняются на месте, в присутствии ответственных сотрудников заказчика. Только так компания может контролировать, чтобы после изменений производство заработало правильно. В ряде случаев подрядчики даже открывают филиалы в городах, близких к большим предприятиям-интеграторам, где регулярно требуются специалисты: так снижают затраты на выезды и добираются до «крупных клиентов», делая проектный сервис более устойчивым (рис. 1).

Отдельно стоит упомянуть ситуацию с производственными контрактами: на практике часто встречаются условия, обязывающие завод обеспечить удалённый канал связи для производителя оборудования (например, станков или турбин). Официально это нужно для мониторинга и поддержки, но на деле именно такой канал может стать лазейкой для злоумышленников. По оценкам практиков, потребность в «удалённом обслуживании» технологий становится одной из главных уязвимостей: несколько крупных инцидентов в России и мире были связаны с ошибками при удалённой перепрошивке оборудования со стороны вендоров. Эти случаи подтверждают, что любое внешнее подключение к АСУ ТП требует максимальной осторожности и избыточной аутентификации.

Технологические особенности промышленных систем

АСУ ТП – это «сборная солянка» старой и новой техники. На одном заводе могут соседствовать контроллеры Siemens начала 2000-х (или даже 90-х годов), рабочие станции на Windows XP, а также современные SCADA и MES-системы. Из-за этого стандартные подходы информационной безопасности часто не работают. Например, обычная практика – обновить драйверы или ОС – в промышленных контроллерах бессмысленна: смена оборудования производится раз в 15–20 лет. Даже сертифицированные отечественные решения могут «не вытягивать» по производительности или не поддерживать старые протоколы.

В таких условиях интеграторы применяют гибкие схемы: накладывают виртуальную среду или специальные прокси-серверы, используют сетевую

сегментацию по зонам (например, «Интернет → офисная сеть → DMZ → промышленная сеть»), ограничивают каналы доступа до строго необходимых. Если встроенные механизмы защиты ОС недоступны (как отмечено в литературе, «зарезервированные ресурсы иссякли», и полноценно поставить только дополнительные средства НСД не получится), то усиливают меры «физической безопасности» и сетевого контроля: ставят контролируемые терминалы, ведут журналирование действий, разбивают процесс на отдельные зоны и прозрачно мониторят трафик (анализ отклонений в коммуникациях часто даёт раннее обнаружение атаки).

Наконец, при работе с устаревшим ПО часто приходится балансировать на грани допустимого. Порой единственный выход – оставить старую систему без изменений и усилить смежные технологии: например, вместо сложной модернизации блока использовать промышленный фаервол, который позволит фильтровать команды между сегментами.

Всё это требует от интегратора творчества: каждый проект ИБ АСУ ТП, по сути, уникален и собирается «из набора имеющихся инструментов», при этом нельзя навредить основному производству.

Осведомлённость и обучение персонала

Нередко столкновение «мира ИБ» и «мира технологов» сопровождается непониманием и сопротивлением. Инженерам и операторам АСУ ТП не до конца ясна логика мер по безопасности: почему для доступа к пульту управления вводят сложные пароли и двухфакторную авторизацию?

Поэтому важный этап любого проекта – повышение осведомлённости сотрудников АСУ ТП.

Реализация этой задачи обычно включает разработку понятных инструкций пользователя и администратора систем безопасности, обучающие сессии и демонстрации. Например, проводят тренировки по реагированию на инцидент: оператору показывают, как срабатывает IDS/IPS при попытке несанкционированного подключения к контроллеру или визуализацию событий в SIEM-системе, и объясняют, как это связано с показателями процесса. Такие живые примеры (не «меняйте пароли раз в три месяца, потому что

надо»!) демонстрируют причину и эффект мер ИБ.

Кроме того, налаживают обратную связь: ответственные специалисты АСУ ТП часто вовлекаются в работу команды ИБ. Это может быть совместная работа над тестированием решений, круглые столы или участие в отраслевых мероприятиях. Приглашение представителей производства на конференции по ИБ АСУ ТП (например, «ИБ-КВО» или «ЦИПР») и участие ИБ-специалистов в профильных выставках (ИБ-Технологии, «Съезд метрологов» и др.) укрепляет взаимопонимание. В конечном счёте цель одна – заложить в рабочую культуру предприятия понимание того, что информационная безопасность – это не лишь «дополнительная головная боль», а гарантия стабильности производства.

Заключение

Проекты ИБ в АСУ ТП – это особый мир со своими правилами. Ключевой вывод практиков: многие сложности связаны не с технологиями, а с организацией и человеческим фактором. Для их преодоления интеграторы должны быть «готовы ко всему»: иметь в штате инженеров, разбирающихся и в ИТ, и в промышленных технологиях, уметь выстраивать диалог с разными департаментами и учитывать жёсткие регламенты заказчика. Взамен они получают большие возможности: промышленность активно инвестирует в кибербезопасность своих объектов, а знания и опыт работы в АСУ ТП становятся важным конкурентным преимуществом. По словам экспертов, отрасли с наибольшими потерями от простоев – это именно промышленность, транспорт и энергетика. Значит, адаптация решений ИБ под особенности АСУ ТП – гарантия того, что проект будет востребован и принесёт реальную пользу. Все эти нюансы делают любые ИБ-инициативы на производстве долгосрочными, требующими тщательной подготовки, но взамен обеспечивают максимальную эффективность защиты критических систем. ●

Литература

1. Отраслевые исследования и обзоры рынка информационной безопасности АСУ ТП, практические рекомендации экспертов.

**Автор – руководитель направления
«Развитие услуг»
компании «Кросстех»**



Промышленные компьютеры AdvantiX в 2026 году: обзор модельного ряда и новый безвентиляторный компьютер ER-7300

Василий Лусин

В статье представлен обзор актуального модельного ряда российского производителя промышленных компьютеров и серверов AdvantiX. Рассмотрены новинки каталога 2026 года, линейка встраиваемых безвентиляторных систем серии ER и её новая модель – производительный компьютер ER-7300 на процессорах Intel Core 13-го и 14-го поколений, способный работать как отказоустойчивый вычислитель под управлением ПО ГиперСфера.

Введение

Компания «Адвантикс» (торговая марка AdvantiX) работает на российском рынке промышленной вычислительной техники с 2004 года и за это время прошла путь от сборщика классических стоечных станций до производителя полного спектра защищённых вычислительных систем – от компактных встраиваемых компьютеров до серверов и программно-аппаратных комплексов. Производственная площадка компании в Москве сертифицирована по ISO 9001:2015 и обеспечивает полный цикл выпуска оборудования: разработку, сборку, тестирование и сервисную поддержку. Более половины продукции составляют собственные разработки, что позволяет оперативно адаптировать изделия под требования заказчиков и под отечественное системное ПО.

Отдельного упоминания заслуживает контроль качества. Каждый собранный компьютер подвергается двойной проверке: восьмичасовое стресс-тестирование в термокамере при температуре +40°C и контрольный старт после полного остывания. Такой подход позволяет выявлять скрытые дефекты ещё на этапе производства, и заказчик получает изделие, готовое к немедленному вводу

в эксплуатацию. Проектный срок безотказной работы применяемых компонентов составляет не менее пяти лет, а сами модели гарантированно доступны для заказа в течение длительного жизненного цикла – для новинок 2025–2026 годов он заявлен до 2032 года и далее.

Ряд изделий AdvantiX в скором времени будет включён в реестр российской промышленной продукции Минпромторга, что важно для проектов с требованиями по импортозамещению и для объектов критической информационной инфраструктуры. Помимо основного бренда, компания выпускает серверы под маркой Intellect, системы хранения данных и офисные компьютеры, закрывая потребности за-

казчика в вычислительной технике практически «под ключ».

Модельный ряд 2026 года: основные линейки

Каталог AdvantiX 2026 года структурирован по конструктивному принципу и охватывает все основные классы промышленной вычислительной техники. Далее приведём краткое описание ассортимента компании.

Рабочие станции на основе ATX-плат (рис. 1) – классические промышленные компьютеры, имеющие до семи слотов расширения. Сюда входят самая популярная модель производителя – станция оператора АСУ IPC-SYS1-2 высотой 4U, её «старшая сестра» повышенной



Рис. 1. Рабочая станция на основе ATX-плат



Рис. 2. Задняя часть корпуса для системы на основе объединительных панелей PICMG 1.3



Рис. 3. Система «Брусника» на базе ЦПУ «Эльбрус»



Рис. 4. Промышленный сервер AdvantiX серии IS



Рис. 5. Компактный встраиваемый компьютер на примере модели ER-3100 (ER-4100)

надёжности IPC-SYS1-3 с резервированным питанием, компактная 2U-станция IPC-2U-SYS9 и настольная IPC-TOWER в пылезащищённом корпусе. Актуальные версии этих машин построены на процессорах Intel Core 12-го и 13-го поколений (LGA1700, чипсет Intel Q670) и поддерживают до 128 Гбайт оперативной памяти DDR5.

Системы на основе объединительных панелей PICMG 1.3 (рис. 2) – станции технологического управления с числом слотов расширения до двадцати (IPC-SYS2-2, IPC-SYS12, IPC-TOWER-BP). Вычислительный модуль здесь выполнен в виде процессорной платы, устанавливаемой в слот объединительной панели: для обслуживания или модернизации достаточно заменить одну плату без полной разборки компьютера, что сокращает время восстановления системы.

Системы «Брусника» на базе ЦПУ «Эльбрус» (рис. 3) – доверенная отече-

ственная вычислительная техника для государственных структур и объектов, работающих с информацией ограниченного доступа. Безвентиляторный компьютер ВКП-Б2/ЭЛ2СЗ высотой 2U построен на двухъядерном процессоре «Эльбрус-2СЗ» с частотой 2000 МГц и поддерживает до 512 Гбайт памяти DDR4 с коррекцией ошибок.

Промышленные серверные системы AdvantiX (рис. 4) – серверы IS высотой от 1U до 4U с резервированным питанием и отказоустойчивой дисковой подсистемой, включая компактный безвентиляторный сервер IS-SYS10FN на восьмиядерном Intel Xeon D-1541.

Встраиваемые системы серии ER (рис. 5) – безвентиляторные компьютеры для жёстких условий эксплуатации, о которых подробно пойдёт речь далее.

Панельные компьютеры серии PPC (рис. 6) – четыре линейки моноблоков с сенсорными экранами диагональю от

7 до 21,5 дюйма и защитой передней панели по классу IP66: бюджетные PPC-FN2 и PPC-FN3, производственные PPC-E...S и старшая серия PPC-W с ёмкостными экранами на процессорах Intel Core 11-го поколения.

Дополняют картину заказные разработки по техническому заданию клиента, сборка магистрально-модульных систем стандарта CompactPCI и решения для транспортной инфраструктуры.

Портфель расширяется: новые разделы каталога

В 2026 году портфель компании заметно вырос, и три направления, ранее «растворённые» в общих разделах, выделены в самостоятельные линейки каталога.

Безвентиляторные системы для 19-дюймовой стойки

Стоечные компьютеры без вентиляторов охлаждения объединяют достоин-



Рис. 6. Панельный компьютер на примере серии PPC-W



Рис. 7. Безвентиляторный компьютер IPC-SYS8FN2 для 19-дюймовой стойки

ства двух типов: стандартный монтаж телекоммуникационную или серверную стойку и полное отсутствие подвижных частей. Линейку формируют две модели высотой 1U. Компьютер IPC-SYS1FN выполнен в укороченном корпусе глубиной всего 300 мм на плате формата ATX, потребляет менее 40 Вт и допускает монтаж в стойку как передней, так и задней стороной; в базовой версии доступно восемь COM-портов с возможностью расширения до двенадцати, а опционально – резервированный блок питания с двумя вводами. Модель IPC-SYS8FN2 (рис. 7), обновлённая версия популярного IPC-SYS8FN, несёт полноразмерный слот PCIe x16, питается от сети 220 В переменного или от источника 9...36 В постоянного тока и в исполнении для постоянного тока опционально работает в диапазоне от –40°C до +70°C. Резервированный блок питания с индикацией состояния доступен для обеих версий питания, что делает машину пригодной для критических применений в необслуживаемых шкафах и аппаратных.

Программно-аппаратные комплексы (ПАК)

Раздел объединяет готовые и протестированные ПАК на базе техники AdvantiX и программных продуктов технологических партнёров – компаний CTR Technologies, «МПС Софт» и Getac. Флагманом направления является комплекс отказоустойчивой виртуализации «AdvantiX Сфера» на базе ПО ГиперСфера, который мы рассмотрим в разделе об ER-7300. Сюда же входят совместные решения с отечественной SCADA-платформой MasterSCADA и конфигурации на защищённых мобильных компьютерах и планшетах Getac с установ-

ленными и протестированными модулями доверенной загрузки «Соболь». Пример такого ПАК на базе ноутбука Getac X600 представлен на рис. 8. Смысл выделения ПАК в отдельную линейку прост: заказчик получает не набор компонентов, а проверенную на совместимость связку «железо плюс ПО» с единой точкой технической поддержки.

Промышленные корпуса

Корпуса собственного производства AdvantiX теперь доступны и как самостоятельный продукт – для интеграторов и производителей, собирающих системы по собственным спецификациям. В линейке четыре базовых исполнения: стоечные 4U-корпуса IC-4U-MB под платы ATX/mATX и IC-4U-BP под объединительные панели PICMG с пятнадцатью слотами расширения, компактный 2U-корпус IC-2U-MB под платы mATX с датчиками вскрытия и настольно-настенный IC-TWR-MB. Все модели отличает усиленная конструкция с дополнительными рёбрами жёсткости, легкосъёмные пылевые фильтры за запираемой дверцей передней панели и дополнительное крепление плат расширения для защиты от вибраций. Возможны заказная доработка серийных корпусов, разработка корпуса под требования клиента и OEM-производство с логотипом заказчика.

Встраиваемые системы AdvantiX ER: вычислители для необслуживаемых помещений

Семейство ER – это компактные безвентиляторные компьютеры настольного или настенного крепления, рассчитанные на круглосуточную работу в режиме 24/7/365 там, где регулярное обслуживание невозможно или экономически нецелесообразно: в шкафах управления, технологических помещениях без персонала, на транспорте, на удалённых и труднодоступных объектах. Востребованность этого класса

техники подтверждается отраслевой статистикой: как отмечалось в обзоре ER-8200 (СТА № 4/2025), до 40% отказов встраиваемых компьютеров так или иначе связаны с системой охлаждения. Пыль забивает фильтры и радиаторы, вибрации ускоряют износ подшипников вентиляторов, а перепады температур довершают дело – и вычислитель, исправный во всём остальном, выходит из строя по вине самого «расходного» и недорогого своего узла.

Инженерный ответ AdvantiX на эту проблему – полный отказ от вентиляторов. Тепло от процессора передаётся кондуктивным способом на массивный ребристый корпус из алюминиевого сплава, который сам играет роль радиатора и рассеивает мощность за счёт естественной конвекции. В сочетании с твердотельными накопителями это означает отсутствие в изделии движущихся частей как таковых: нечему изнашиваться, нечего чистить и менять по регламенту. Для эксплуатанта это выливается в рост наработки на отказ и заметное снижение затрат на обслуживание парка техники – особенно когда счёт машин идёт на десятки штук, и они разнесены по удалённым площадкам. Принадлежность к семейству ER также означает работу в расширенном диапазоне температур и стойкость к повышенным вибрационным и ударным нагрузкам.

Линейка развивается уже более десяти лет: первое поколение моделей ER-3000...ER-8000 сменили компьютеры с индексом X100, а сегодня семейство переходит на третье поколение аппаратных платформ – модели с индексом X300. Накопленный за это время опыт эксплуатации в энергетике, на транспорте и в промышленности напрямую учитывается при проектировании новых машин.

Линейка выстроена по уровням производительности, и практически под любую задачу в ней найдётся адекватная по цене и возможностям модель.



Рис. 8. ПАК на базе защищённого ноутбука Getac X600 с предустановленным АПМДЗ «Соболь 4»



Рис. 9. Компактный встраиваемый компьютер ER-3101 (ER-4101)



Рис. 10. Защищённый безвентиляторный компьютер ERX-50 с герметичными винтовыми разъёмами M12

Начальный сегмент закрывают компактные ER-3100 и ER-4100 (см. рис. 5). Первый построен на двухъядерном Intel Celeron N3350 или четырёхъядерном Pentium N4200, занимает площадку всего 179 на 135 мм при высоте 43 мм и предлагает базовый набор современных интерфейсов, включая четыре порта USB 3.0 и четыре последовательных порта. Второй использует процессоры Intel Atom x5-E3930 и x7-E3950 и рассчитан на расширенный температурный диапазон от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$, причём корпус и система охлаждения для него разработаны и производятся локально. Модификации ER-3101 и ER-4101 (рис. 9) в чуть более высоком корпусе несут уже от девяти до двенадцати COM-портов – для задач опроса большого парка приборов по последовательным интерфейсам. Особняком в младшем сегменте стоит защищённый ERX-50 (рис. 10): герметичные винтовые разъёмы M12,

класс защиты IP68 и рабочий диапазон от -40°C до $+70^{\circ}\text{C}$ позволяют ставить эту машину в неотапливаемом цеху или на уличных объектах – от интеллектуальных уличных остановок и информационных табло до систем управления световой навигацией и трафиком.

Средний класс представлен компьютерами общего назначения ER-6100 и его преемником ER-6300 (рис. 11). Первый построен на процессорах Intel Core 6-го и 7-го поколений с памятью DDR4 до 32 Гбайт и тремя независимыми видеовыходами с поддержкой 4K, второй – уже на платформе 13-го и 14-го поколений с памятью DDR5. Это рабочие лошади для сбора технологических данных и узлов нижнего уровня АСУ ТП в корпусе высотой 77 мм.

Ступенью выше располагаются машины повышенной функциональности ER-7100 (рис. 12) и новый ER-7300, отличающиеся развитой видеоподси-

стемой и возможностью установки полноразмерных плат расширения. ER-7100 на чипсете Intel Q170 предлагает слоты PCI и PCIe x16 и три независимых видеовыхода 4K, что позволяет использовать его, например, как платформу необслуживаемого видеосервера или основу отказоустойчивой системы сбора данных.

Вершину линейки занимают высокопроизводительные модели (рис. 13). ER-8100 оснащается восьмиядерным Intel Core i7-9700TE с памятью до 64 Гбайт и опционально работает в диапазоне от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$. ER-8200 на процессорах Intel Core 11-го поколения (Tiger Lake) с графикой Iris Xe – самый компактный из старших вычислителей семейства; ему был посвящён отдельный подробный обзор в журнале СТА № 4 от 2025 года, поэтому здесь ограничимся напоминанием, что по графической производительности эта машина приближается к системам с дискретными видеокартами начального уровня. Если же встроенной графики недостаточно, существует ER-G800 – единственная модель серии, допускающая установку полноразмерной дискретной видеокарты вплоть до NVIDIA RTX 2080Ti или Titan V для систем машинного зрения и граничных вычислений; в безвентиляторном исполнении с процессором, имеющим TDP (Thermal Design Power) до 35 Вт, он сохраняет работоспособность от -30°C до $+60^{\circ}\text{C}$. Транспортное



Рис. 11. Безвентиляторные компьютеры ER-6100 (а) и ER-6300 (б)



Рис. 12. Безвентиляторный компьютер ER-7100

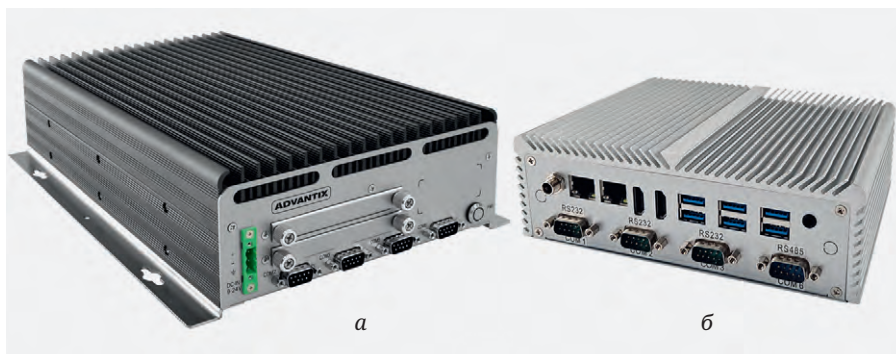


Рис. 13. Высокопроизводительные безвентиляторные модели ER-8100 (а) и ER-8200 (б)

направление закрывают ER-MTR3000 и ER-MTR7000 с винтовыми разъёмами M12 и широким диапазоном питающих напряжений, сертифицированные по EN 50155 для применения на железнодорожном транспорте.

Летом 2025 года серия подверглась самому значительному за последние годы обновлению: модели ER-6300 и ER-7300 перевели семейство на актуальную процессорную платформу Intel 13-го и 14-го поколений, память DDR5 и единый чипсет Intel Q670. Обе новинки построены на общей аппаратной базе и отличаются, в первую очередь, конструктивом и возможностями расширения, а их гарантированная доступность для заказа заявлена до 2032 года и далее – с запасом на полный жизненный цикл типового проекта АСУ ТП. Рассмотрим старшую из них подробнее.

ER-7300: производительный безвентиляторный компьютер нового поколения

ER-7300 (рис. 14) наследует концепцию хорошо зарекомендовавшего себя ER-7100 – производственного встраиваемого компьютера с богатой видеоподсистемой и запасом по расширению, но реализует её на современной аппаратной базе.

Генерационный скачок получился внушительным: вместо процессоров Intel 6-го и 7-го поколений – 13-е и 14-е, вместо DDR4 – DDR5 с удвоенным максимальным объёмом, вместо трёх независимых видеовыходов – четыре, вместо комбинации портов USB 2.0 и 3.0 – восемь портов USB 3.2. При этом машина сохранила фирменные черты ветки: настольно-настенный конструктив, четыре COM-порта и опцию полноразмерных слотов расширения.

Основой платформы служат настольные процессоры Intel Core 13-го и 14-го поколений в исполнении LGA1700 с тепловым пакетом до 35 Вт в паре с чипсетом корпоративного класса Intel Q670. Гибридная архитектура этих процессоров сочетает производительные Р-ядра, берущие на себя критичные ко времени отклика задачи, и энергоэффективные Е-ядра для фоновых процессов; распределением нагрузки между ними управляет аппаратный планировщик Intel Thread Director.

В результате даже в рамках скромного 35-ваттного теплового пакета, который реально рассеять пассивным охлаждением, доступна серьёзная многопоточная производительность: стар-



Рис. 14. Производительный безвентиляторный компьютер ER-7300

шие Core i7 экономичной Т-серии насчитывают 16 ядер в 13-м поколении и до 20 ядер в 14-м. Процессорный разъём при этом остаётся стандартным, поэтому конфигурация подбирается под задачу – от недорогих двухъядерных моделей для терминальных применений до многоядерных Core i7 под виртуализацию и интенсивную обработку данных.

Подсистема памяти переведена на стандарт DDR5: два слота SO-DIMM вмещают от 8 до 64 Гбайт в одно- или двухканальной конфигурации, а пропускная способность по сравнению с DDR4 предыдущих моделей серии выросла в полтора раза и более. Это напрямую работает на встроенную графику Intel UHD Graphics 770 с 32 исполнительными блоками архитектуры Xe: интегрированное видеоядро делит память с процессором, и быстрая DDR5 заметно поднимает его реальную производительность.

Видеоподсистема – одно из главных преимуществ модели. UHD Graphics 770 поддерживает до четырёх независимых видеовыходов с разрешением 4K, и все четыре выведены на корпус физически: два порта DisplayPort и два HDMI. Такая конфигурация позволяет строить многомониторные операторские и диспетчерские места, управлять видеостенами и мультимедийными табло без дискретной видеокарты. Не менее важен встроенный блок аппаратного кодирования и декодирования видео Intel Quick Sync: он берёт на себя обработку потоков H.264 и H.265, разгружая процессорные ядра, – это весьма полезное свойство для систем видеонаблюдения и видеоаналитики, где ER-7300 способен одновременно принимать, обрабатывать и отображать несколько каналов высокой чёткости.

Набор интерфейсов рассчитан на типовые задачи промышленной автоматизации. Четыре последовательных порта COM, два из которых конфигурируются как RS-232/422/485, закрывают потребность в подключении контроллеров, приборов учёта и другого оборудования с последовательными интерфейсами, включая сети RS-485, – несмотря на почтенный возраст стандарта, на производстве он по-прежнему актуален. Два гигабитных сетевых порта позволяют физически разделить технологическую и корпоративную сети либо зарезервировать канал связи. Восьми портов USB 3.2 хватает на периферию, аппаратные ключи защиты ПО, камеры и сервисные подключения без использования концентраторов. Дополняют картину аудиовход и аудиовыход, а также двухконтактный разъём удалённого включения и выключения – полезная мелочь для систем, размещаемых в запираемых шкафах: оператору не нужен физический доступ к кнопке питания.

Возможности расширения – сильная сторона модели. Внутри корпуса размещены слот M.2 E-Key, традиционно используемый под модули Wi-Fi и Bluetooth, и слот M.2 B-Key, подходящий для модемов сотовой связи. Два держателя SIM-карт дают возможность задействовать сети двух операторов для резервирования канала, а два штатных посадочных отверстия под антенны избавляют от доработки корпуса. В итоге беспроводной канал передачи данных – основной или резервный – организуется штатными средствами, что особенно ценно для удалённых и подвижных объектов.

Опционально в ER-7300 устанавливаются слоты PCIe x8 и PCIe x1 для полноценных плат расширения: плат ви-

деозахвата, интерфейсов промышленных сетей, дополнительных сетевых адаптеров или специализированных модулей ввода-вывода. Именно под эту опцию корпус выполнен увеличенной высоты – 129 мм против 77 мм у младшего ER-6300, с которым ER-7300 делит аппаратную платформу. По сути, заказчик выбирает между максимальной компактностью и расширяемостью, не меняя ни процессорную базу, ни набор базовых интерфейсов.

Компьютер работает под управлением Microsoft Windows 10 и 11, а также отечественной Astra Linux 1.8 – для проектов с требованиями к российскому системному ПО и для объектов критической информационной инфраструктуры это готовый, проверенный вариант. Штатный диапазон рабочих температур составляет от +5°C до +40°C, опционально с твердотельным накопителем – до +50°C: модель ориентирована на необслуживаемые помещения и шкафы, а для уличной эксплуатации в линейке предусмотрены специализированные машины. Отдельно подчеркнём долгосрочную доступность платформы – до 2032 года и далее. Для про-

Таблица 1. Технические характеристики безвентиляторного компьютера AdvantiX ER-7300

Параметр	Значение
Процессор	Intel Core i7/i5/i3, Pentium, Celeron 13-го и 14-го поколений, LGA1700, TDP до 35 Вт
Чипсет	Intel Q670
Оперативная память	8...64 Гбайт, 2 слота SO-DIMM DDR5, non-ECC, одно- или двухканальный режим
Видеоподсистема	Встроенная Intel UHD Graphics 770, до 4 независимых видеовыходов, поддержка 4K
Видеовыходы	2×DisplayPort, 2×HDMI
Сеть	2×1 Гбит/с (RJ-45)
Слоты расширения	1×M.2 E-Key, 1×M.2 B-Key, 2 слота SIM-карт; опционально 1×PCIe x8 и 1×PCIe x1
Порты ввода-вывода	8×USB 3.2; 4×COM (COM1–COM2: RS-232/422/485, остальные RS-232); Audio In/Out; разъём удалённого вкл/выкл; 2 отверстия под антенны
Питание	24 В постоянного тока
Охлаждение	Пассивное, безвентиляторное
Габариты (В×Ш×Г)	129×210×285 мм
Монтаж	Настольное или настенное крепление
Операционные системы	Microsoft Windows 10/11 (64 бит), Astra Linux 1.8
Диапазон рабочих температур	+5...+40°C, опционально с SSD +5...+50°C
Доступность платформы	До 2032 года и далее

мышленных систем с жизненным циклом 10–15 лет это означает возможность годами докупать идентичные машины для расширения системы и ЗИП,

не пересматривая проектную документацию. Основные технические характеристики модели ER-7300 сведены в табл. 1.





**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



Отказоустойчивый вычислитель на базе двух ER-7300

Отдельного внимания заслуживает возможность применения ER-7300 в составе отказоустойчивого вычислителя под управлением программного обеспечения ГиперСфера.

Напомним коротко: ГиперСфера – это отечественное ПО отказоустойчивой виртуализации разработки компании СТР Technologies, обеспечивающее непрерывную работу приложений в режимах высокой доступности (HA) и полной отказоустойчивости (FT) с показателем доступности свыше 99,999%. Для построения кластера достаточно двух любых серверов или промышленных компьютеров архитектуры x86-64, связанных каналом Ethernet, – внешняя СХД, SAN или Fibre Channel не требуются. Приложения исполняются внутри виртуальных машин, синхронно работающих на обоих узлах: при отказе одного из них работа продолжается на втором прозрачно для пользователей и бизнес-процессов.

На базе ГиперСфера и промышленных компьютеров AdvantiX выпускает-

ся готовый программно-аппаратный комплекс «AdvantiX Сфера», созданный в рамках технологического партнерства двух компаний и подробно рассмотренный в недавней публикации СТА № 1/2026.

Два компьютера ER-7300, объединённые в кластер ГиперСфера, образуют компактный необслуживаемый отказоустойчивый вычислитель: два гигабитных сетевых порта каждой машины позволяют развести служебный канал синхронизации и производственную сеть, а 64 Гбайт памяти DDR5 и многоядерные процессоры 13-го и 14-го поколений дают запас для размещения нескольких виртуальных машин с прикладным ПО.

Такое решение востребовано там, где остановка даже на минуты недопустима, а классический серверный кластер избыточен по габаритам, энергопотреблению или стоимости – например, на уровне цеха или удалённого объекта.

Заключение

AdvantiX ER-7300 – универсальная вычислительная платформа для широко-

го круга задач: серверы АСУ ТП и SCADA-систем, узлы сбора и первичной обработки технологических данных, операторские и диспетчерские станции с многомониторными конфигурациями, системы видеонаблюдения и видеоаналитики, управление цифровыми табло и информационными системами на транспорте и в городской инфраструктуре.

Везде, где компьютер должен годами работать в необслуживаемом помещении, безвентиляторная конструкция, современная процессорная платформа и долгосрочная доступность модели до 2032 года и далее делают ER-7300 рациональным выбором, а возможность кластеризации с ПО ГиперСфера закрывает и потребности критически важных применений.

Компания AdvantiX продолжает планомерную работу над расширением линейки безвентиляторных компьютеров – анонсы новых моделей читайте в следующих публикациях. ●

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru



XII Федеральный форум по ИТ и цифровым технологиям нефтегазовой отрасли России

SMART OIL & GAS

10-11 сентября 2026 г.
 отель «Хилтон Санкт-Петербург Экспофорум»
 г. Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, д.62, стр.1



подробнее

1000+
СПЕЦИАЛИСТОВ

230
КОМПАНИЙ И ПРЕДПРИЯТИЙ

Организатор:


100+
СПИКЕРОВ

15+
СЕССИЙ



XVII Премия имени Федора Пярунова

Лучшие цифровые решения для нефтегазовой отрасли

подробнее



10.09.2026

отель «Хилтон Санкт-Петербург Экспофорум»
 г. Санкт-Петербург, Петербургское шоссе, д.62, стр.1

Реклама

ADVANTIX

ADVANTIX
Intellect

РОССИЙСКИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ И СЕРВЕРОВ



- + Рабочие станции на основе плат ATX или кросспанелей
- + Панельные компьютеры
- + Серверы и СХД

- + Встраиваемые безвентиляторные системы
- + Программно-аппаратные комплексы
- + Промышленные корпуса

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ
ДИСТРИБЬЮТОР

+7 (495) 234-06-36

info@prosoft.ru

www.prosoft.ru





Среда разработки «АРМА ПЛК» и ЗОСРВ «Нейтрино»: новый стандарт производительности и надёжности для отечественных АСУ ТП

Илья Савельев, Владимир Махилёв

Статья посвящена актуальной проблеме импортозамещения в сфере АСУ ТП в условиях ухода с российского рынка ведущих западных вендоров. Авторы предлагают комплексное решение на основе симбиоза трёх ключевых компонентов: высокопроизводительного ПЛК, защищённой операционной системы реального времени и современной среды разработки. В качестве базовой ОСРВ рассматривается микроядерная ЗОСРВ «Нейтрино», обеспечивающая детерминизм и отказоустойчивость. Среда разработки «АРМА ПЛК» (продукт компании «Адваланж») предоставляет инженерам привычный инструментарий на языках МЭК 61131-3 и производительный рантайм. Описана архитектура продукта, позволяющая выполнять адаптацию под различные аппаратные платформы, поддерживаемые «Нейтрино» (x86, ARM, «Эльбрус» и др.). Решение готово к промышленному внедрению и способствует обеспечению цифрового суверенитета критической инфраструктуры.

Симбиоз трёх компонентов

Уход таких гигантов, как Codesys, Siemens, Rockwell Automation и Schneider Electric, с российского рынка оставил после себя дефицит программного и аппаратного оборудования в АСУ ТП, в том числе в инфраструктуре критического уровня. До 2022 года доля зарубежных ПЛК в нефтегазовом секторе и энергетике была подавляющей, поэтому одномоментное замещение этого парка невозможно. С другой стороны, сохранение зависимости от зарубежного программного обеспечения с закрытой и непрозрачной кодовой базой без доступа к сервисам поддержки и сопровождения несёт неоправданно высокие риски – как технические, так и связанные с возможными ограничениями со стороны законодательства. Таким образом, современные вызовы в

области импортозамещения требуют от разработчиков АСУ ТП не просто поиска альтернатив ушедшим западным решениям, а создания систем, превосходящих их по ключевым параметрам, с новым запасом надёжности, производительности и кибербезопасности.

В связи с этим меняется и тренд – на смену разрозненным инструментам приходит концепция целостного симбиоза трёх критически важных компонентов: высокопроизводительного программируемого логического контроллера (ПЛК), защищённой операционной системы реального времени (ЗОСРВ) и мощной среды разработки. Важно понимать, что современный ПЛК – это уже не монолитное устройство «вход-выход», а сложный программно-аппаратный комплекс, где прикладная логика неразрывно связа-

на с операционной средой исполнения. Именно глубина этой интеграции определяет ключевые метрики качества: детерминизм времени цикла (джиттер на уровне единиц микросекунд), отказоустойчивая архитектура и удобство инженерного проектирования. Разрыв между возможностями «железа» и возможностями программной платформы часто становится узким горлышком, сводя на нет преимущества самых современных процессоров.

В этой статье мы рассмотрим связку, которая задаёт новые ориентиры для отечественного рынка промышленной автоматизации. Речь идёт о тандеме ЗОСРВ «Нейтрино», хорошо зарекомендовавшей свою эффективность в ответственных применениях, и инновационной среде разработки «АРМА ПЛК».

Выбор «Нейтрино» в качестве фундамента неслучаен. Эта микроядерная POSIX-совместимая ОС изначально проектировалась для задач жёсткого реального времени, где время реакции на прерывание должно быть гарантированным, а не статистическим. В отличие от распространённых попыток применить Linux с патчами PREEMPT_RT, микроядро «Нейтрино» обеспечивает детерминированную и предсказуемую работу в режиме реального времени, а архитектура системы обеспечивает надёжность за счёт изоляции всех процессов (включая драйверы и прикладные задачи) на архитектурном уровне: при правильном проектировании системы даже сбой в драйвере сетевого интерфейса или файловой подсистеме не нарушит цикл управления ответственными исполнительными механизмами. Именно это архитектурное преимущество позволило «Нейтрино» впервые в отечественной практике получить сертификат соответствия ГОСТ Р МЭК 61508 с уровнем полноты безопасности SIL 3, открывая путь к применению в самых критичных контурах.

Среда разработки «АРМА ПЛК», в свою очередь, венчает этот симбиоз, обеспечивая бесшовную трансляцию прикладных алгоритмов, написанных на языках МЭК 61131-3, непосредственно в нативный исполняемый код без промежуточных виртуальных машин и интерпретаторов. Такой подход позволяет полностью реализовать потенциал детерминизма и производительности, заложенный в ЗОСРВ «Нейтрино», и одновременно даёт инженерам-разработчикам привычный графический инструментарий.

Объединение проверенной временем микроядерной ОС и современной компилируемой среды исполнения даёт синергетический эффект, позволяющий создавать отечественные АСУ ТП, не просто замещающие, а превосходящие зарубежные аналоги по надёжности и быстродействию. Тандем ЗОСРВ «Нейтрино» и среды разработки «АРМА ПЛК» – готовое уже сегодня к полевым испытаниям и серийному внедрению решение для цифрового суверенитета промышленности.

Подробнее о среде разработки «АРМА ПЛК»

Среда разработки «АРМА ПЛК» – продукт компании «Адваланж», которая на российском рынке хорошо известна под именем «Лаборатория Безопасных Систем» (ООО «ЛабС»). С 2015 года предприятие ведёт заказную разработку систем для отечественных и иностранных заказчиков, при этом коллектив сотрудников обладает более чем 20-летним опытом создания высоконадёжных и безопасных решений. Сегодня команда «Адваланж» насчитывает свыше 200 специалистов, а все проекты выполняются в едином инженерном центре, расположенном в Москве. Компания имеет успешную практику участия в международных проектах по заказной разработке ПО для клиентов из Европы, Северной Америки и стран Азии. Специалисты «Адваланж» умеют запускать с нуля масштабные и сложные проекты, связанные с созданием высоконагруженного отказоустойчивого программного обеспечения для авиационной, медицинской, автомобильной и других промышленных отраслей.

Методология создания продуктов компании определяется глубоким пониманием подходов к реализации строгих норм функциональной безопасности. Благодаря накопленному опыту и реализованным проектам с использованием модельно-ориентированного проектирования разработка ведётся на базе уже сформированной зрелой платформы.

Программный продукт «АРМА ПЛК» (рис. 1) основан на принципах открытости и гибкости архитектуры, что позволяет охватывать широкий спектр сценариев применения в промышленной автоматизации и учитывать интересы различных игроков рынка: производителей программируемых логических контроллеров, интеграторов, поставщиков и разработчиков прикладного программного обеспечения для ПЛК. При этом продукт соответствует привычным для отрасли стандартам и нормативным требованиям регуляторов.

Основными компонентами «АРМА ПЛК» являются среда разработки (IDE) и среда исполнения (Runtime).

Среда разработки – полноценная графическая среда, обеспечивающая возможность разработки прикладной программы для контроллеров на языках стандарта МЭК-61131-3.

В основе работы со средой разработки лежит философия, аналогичная подходам, реализованным в таких продуктах, как CODESYS или ISaGRAF: прикладной программист создаёт функциональность, не привязываясь к аппаратной специфике конкретного контроллера, оперируя понятием МЭК-канала, а настройка протоколов и со-

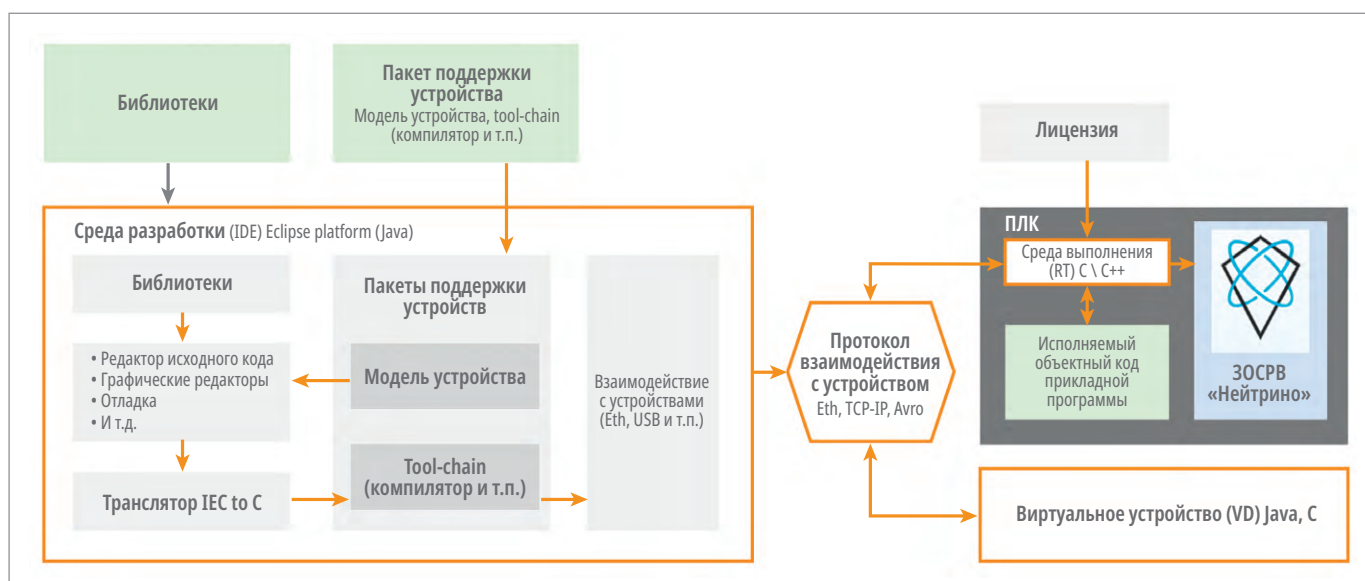


Рис. 1. Архитектура «АРМА ПЛК»

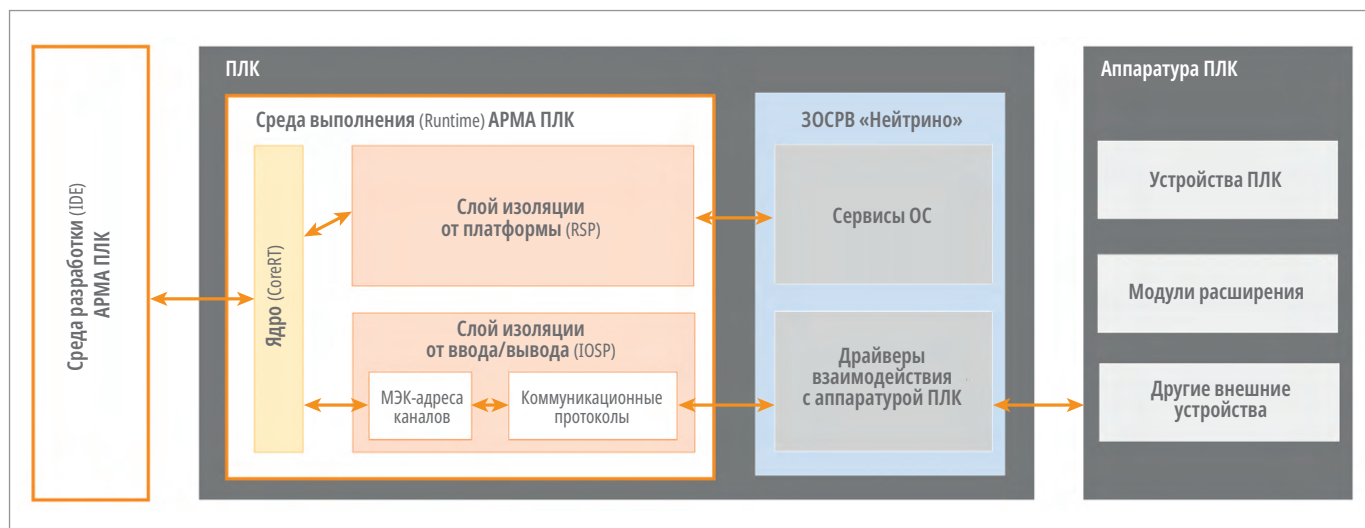


Рис. 2. Архитектура среды выполнения «АРМА ПЛК»

поставление с физическими входами/выходами выполняются на уровне логических параметров. Вся специфика целевого устройства скрыта внутри пакета поддержки устройства (ППУ).

Чтобы пользователь мог разрабатывать прикладную программу под конкретную модель контроллера, в среду необходимо установить соответствующий ППУ. Такой пакет содержит модель устройства, которая описывает необходимые для программирования характеристики ПЛК – например, совместимые модули расширения, их каналы и т.п., – а также тулчейн, включающий кросс-компилятор для сборки исходного кода на языке С под целевую платформу. Работу компилятора предваряет трансляция прикладной программы, написанной на языках стандарта МЭК-61131-3, в код на С, а сама сборка выполняется для пользователя бесшовно – в один клик.

Среда исполнения прикладной программы разработана на С/С++ и является легковесной, производительность достигается за счёт того, что скомпилированный код для целевой платформы выполняется без применения средств виртуализации и интерпретации.

Кроме этого, среда исполнения имеет «слоистую» архитектуру (рис. 2), что обеспечивает гибкость и возможность адаптации среды разработки «АРМА ПЛК» практически для любого контроллера.

Архитектура среды выполнения (Runtime) состоит из ключевых компонентов: ядро (CoreRT), слой изоляции от платформы (BSP) и слой изоляции от ввода/вывода (IO). Ядро (CoreRT) обеспечивает взаимодействие со средой разработки (IDE) и выполнение функ-

циональной логики, в том числе управляет выполнением прикладной программы. Слой изоляции от платформы (BSP) реализует сопряжение ядра с необходимыми сервисами и функциями операционной системы. В слое изоляции от ввода/вывода (IO) реализовано взаимодействие с аппаратной инфраструктурой контроллера, включая определение пространства МЭК-адресов каналов и подключение необходимых протоколов.

Таким образом, в общем случае для адаптации «АРМА ПЛК» под новый контроллер требуется реализовать два слоя изоляции (BSP и IO). На данный момент слой изоляции от платформы (BSP) для взаимодействия с ЗОСРВ «Нейтрино» реализован и протестирован, так что процедура адаптации контроллеров под управлением ЗОСРВ «Нейтрино» сводится лишь к разработке специфического слоя изоляции от ввода/вывода (IO).

Система «АРМА ПЛК» оснащена привычным интерфейсом, построенным

на основе мировых практик, что существенно снижает порог вхождения для новых пользователей (рис. 3, 4).

На момент выхода статьи в рамках развития среды разработки «АРМА ПЛК» выпущен продуктовый релиз 1.3, который уже включает в себя богатую функциональность:

- конфигурирование ПЛК (настройка головного устройства и модулей расширения);
- разработка прикладной программы на языках ST и FBD (глобальные переменные и пользовательские типы данных, стандартная библиотека функций МЭК и библиотека ARMA OSCAT Essentials, маппинг переменных на каналы, функции оптимизации и автоматизации в процессе разработки кода и т.д.);
- подключение, сборка и загрузка кода на устройство;
- исполнение, просмотр статистики и журнала событий;
- мониторинг и форсирование значений переменных;

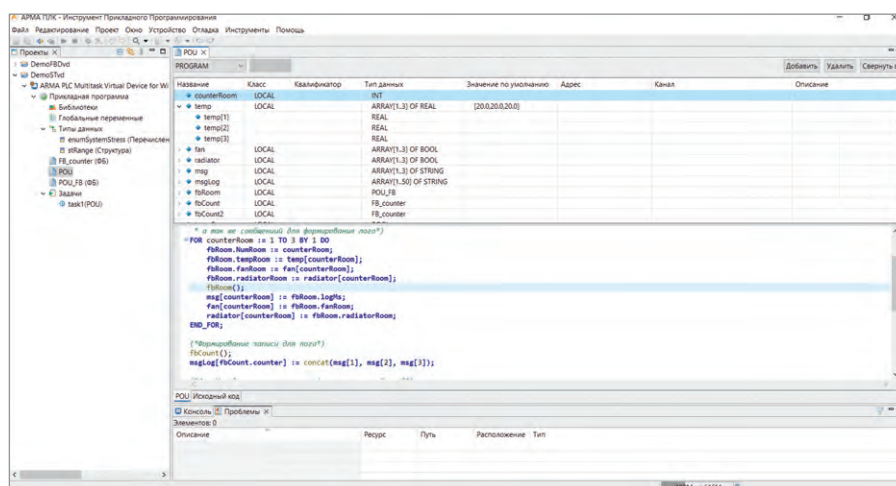


Рис. 3. Интерфейс среды разработки «АРМА ПЛК», редактор ST

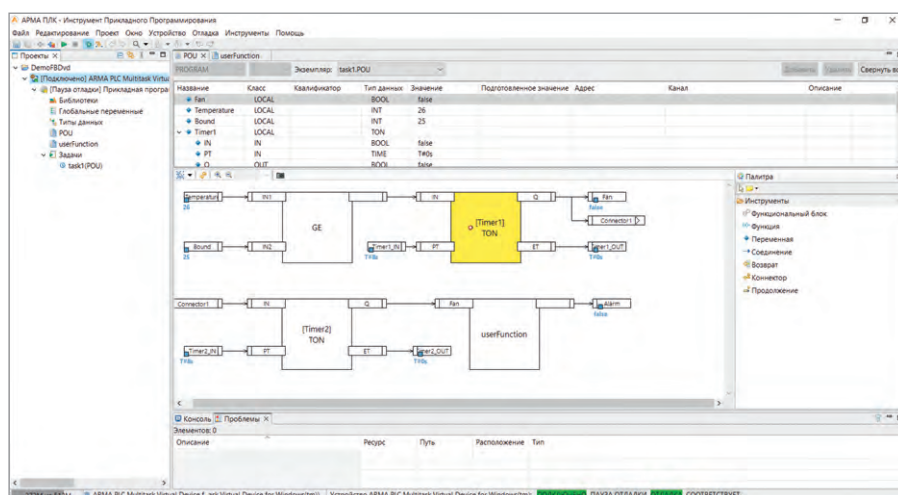


Рис. 4. Интерфейс среды разработки «АРМА ПЛК», отладка в редакторе FBD

- отладка при помощи точек останова, пошаговая отладка;
- тёплый и холодный рестарты (поддержка retain-переменных);
- сторожевой таймер и установка безопасных значений;
- протоколы Modbus TCP/RTU master/slave, CANopen;
- виртуальное устройство для отладки прикладной программы.

Это неполный список доступных функций, который демонстрирует соответствие основным потребностям пользователей в процессе проектирования и отладки прикладного программного обеспечения для контроллеров. Гибкая архитектура позволяет выполнять тонкую настройку среды разработки «АРМА ПЛК» под нужды контроллера, а при необходимости и доработку, как в процессе адаптации, так и в процессе дальнейшего сопровождения ПЛК.

При этом возможны разные схемы взаимодействия между производителем контроллера и разработчиками «АРМА ПЛК». Возможен вариант, когда все работы, связанные с адаптацией и дальнейшим развитием связки «АРМА ПЛК» и контроллера, выполняет компания «Авдаланж». В другом, более гибком варианте, основную часть работ выполняет производитель ПЛК самостоятельно, получив все необходимые исходные данные для адаптации, а разработчики Авдаланж обеспечивают активную поддержку и консультирование. Кроме этого, возможны и комбинированные варианты.

Среда разработки «АРМА ПЛК» активно развивается, ориентируясь на потребности современного рынка. Уже в июне 2026 года выйдет новый релиз «АРМА ПЛК 2.0», в котором будут добав-

лены поддержка многозадачности и множество улучшений уже существующих функций. А в течение 2026 года планируются к реализации такие востребованные функции, как создание пользовательских библиотек, протоколы МЭК 60870-5-104 и OPC UA, резервирование и редактор LD. Но не будем голословными: самостоятельно протестировать и оценить функциональные возможности среды разработки «АРМА ПЛК» можно, получив демонстрационную версию с виртуальным устройством под ОС Astra Linux или Windows.

Подробнее о ЗОСРВ «Нейтрино» Архитектурная основа

«Нейтрино» – это защищённая операционная система реального времени (ЗОСРВ) с микроядром. В отличие от монолитных ОС (Linux, Windows), где драйверы и файловые системы находятся в пространстве ядра, в «Нейтрино» все эти компоненты вынесены в пользовательский режим и работают как отдельные процессы – так называемые менеджеры ресурсов. Микроядро выполняет только строго ограниченный набор функций: планирование потоков, синхронную передачу сообщений между процессами, обработку таймеров и аппаратных прерываний, управление виртуальной памятью.

Каждый процесс (включая драйверы, сетевой стек, файловые системы) выполняется в своём защищённом виртуальном адресном пространстве. Это означает, что ошибка в любом из них (например, разыменован нулевого указателя в драйвере последовательного порта) не нарушает память микроядра и не приводит к краху всей системы.

Менеджеры ресурсов как ключевой механизм

Вся работа с устройствами и виртуальными объектами реализована через менеджеры ресурсов. Менеджер ресурсов – это серверный процесс, который регистрирует в администраторе процессов своё устройство, например, /dev/ser1. Когда клиентская программа вызывает open(), read() или write() для этого устройства, микроядро перенаправляет сообщение соответствующему менеджеру. Такой подход даёт несколько преимуществ для АСУ ТП.

1. Привычный UNIX-подход «всё есть файл», унификация доступа к любым ресурсам – физическим (COM-порты, дискретные входы/выходы, CAN-шины) и виртуальным (/dev/null, /dev/gandom, сетевая файловая система, псевдотерминалы).
2. Драйверы можно разрабатывать и отлаживать как обычные приложения, используя стандартные отладчики с точками останова и работой с исходным кодом. Остановка драйвера в отладчике не блокирует ядро и не парализует всю систему.
3. При сбое драйвера его можно перезапустить штатными средствами (например, под управлением менеджера высокой готовности), не перезагружая контроллер.

Отказоустойчивость и высокая готовность

Благодаря модульности в «Нейтрино» тривиально строится система высокой готовности (High Availability, HA). Достаточно реализовать внешний процесс-супервизор, отслеживающий состояние критических сервисов (драйверов, протоколов связи, базы данных реального времени) и при их аварийном завершении перезапускающий их. Поскольку каждый сервис изолирован, перезапуск одного из них не требует остановки других. В монолитных системах подобная схема невозможна без полной перезагрузки.

Такой подход критичен для АСУ ТП с требованиями к непрерывности управления: отказавший драйвер датчика на линии может быть восстановлен за миллисекунды, при этом остальные задачи (регуляторы, архивация, связь с верхним уровнем) продолжают выполняться.

Режим реального времени и детерминизм

Операционная система «Нейтрино» обеспечивает работу в режиме жёстко-

го реального времени (hard real-time). Микроядро является полностью вытесняемым, поддерживает фиксированные приоритеты (256 уровней) и наследование приоритетов для предотвращения инверсии. Время реакции на внешнее прерывание в типовых конфигурациях – единицы микросекунд на современном оборудовании.

Соответствие POSIX и переносимость прикладного кода

Операционная система «Нейтрино» сертифицирована на соответствие стандарту POSIX (включая реально-временные расширения 1003.1b). В ней поддерживаются:

- полный набор системных вызовов: процессы (fork, exec, wait), потоки (pthread_*), сигналы, очереди сообщений (mq_*), семафоры, разделяемая память;
- командная оболочка Korn Shell (ksh) и стандартные утилиты (grep, find, ls, awk, more, cron и т.д.);
- неименованные программные каналы (pipe), перенаправление потоков, коды возврата;
- сетевой стек TCP/IP с полным набором сокетов BSD.

Это означает, что большая часть существующего UNIX-кода (в том числе написанного для Linux или QNX) компилируется на «Нейтрино» с минимальными изменениями. Для АСУ ТП это позволяет переносить отработанные алгоритмы управления, библиотеки протоколов (Modbus, OPC UA, MQTT) и скрипты автоматизации.

Масштабируемость и поддерживаемые архитектуры

«Нейтрино» работает на широком спектре процессорных архитектур: x86, ARMv7 и ARMv8, MIPS, PowerPC, «Эльбрус». Поддерживаются как однокристальные системы с малым объёмом RAM (от 4 Мбайт), так и многопроцессорные системы с симметричной многопроцессорностью (SMP) и многопроцессорностью с привязкой (BMP) до 32 ядер. Механизмы связывания потоков с конкретными ядрами (BMP) позволяют гарантировать выделение вычислительных ресурсов для наиболее критичных задач АСУ ТП (например, быстрого регулятора на отдельном ядре).

Распределённая обработка: протокол Qnet

Собственный сетевой протокол Qnet обеспечивает прозрачное распределённое

взаимодействие узлов. На всех машинах сети, работающих под управлением «Нейтрино», с помощью Qnet формируется единое пространство имён путей и идентификаторов процессов. Это позволяет на одном узле открыть файл по пути /net/remote_node/home/file или послать сообщение процессу с PID, видимым глобально. Для АСУ ТП с распределёнными контроллерами это упрощает обмен данными: не нужно разрабатывать отдельный протокол, достаточно использовать стандартные open/read/write.

Преимущества связки «АРМА ПЛК» с ОС «Нейтрино»

Комбинация среды разработки «АРМА ПЛК» и ЗОСРВ «Нейтрино» даёт синергетический эффект, который складывается из нескольких ключевых факторов.

1. Фундамент надёжности – ЗОСРВ «Нейтрино»: «Нейтрино» – это POSIX-совместимая встраиваемая операционная система жёсткого реального времени, имеющая долгую историю развития на рынке. Её микроядерная архитектура обеспечивает исключительную отказоустойчивость: драйверы и приложения изолированы друг от друга, и ошибка в одном компоненте не приведёт к краху всей системы. Важнейшим подтверждением качества является недавняя сертификация ядра и системной библиотеки «Нейтрино» на соответствие требованиям ГОСТ Р МЭК 61508 с подтверждением уровня полноты безопасности SIL 3. Это открывает возможность использовать данную связку в самых критичных с точки зрения безопасности приложениях.

2. Максимальная производительность – архитектура «АРМА ПЛК»: в отличие от многих подобных продуктов, использующих виртуальные машины, рантайм «АРМА ПЛК» не вносит дополнительных накладных расходов на исполнение прикладных программ, что критично для систем жёсткого реального времени. Исполняется бинарный файл кода, давая существенный выигрыш в производительности по сравнению с интерпретируемыми системами.

3. Готовая адаптация: производители ПЛК получают готовую связку за счёт того, что среда выполнения «АРМА ПЛК» полностью интегрирована с не-

обходимыми сервисами ЗОСРВ «Нейтрино», что обеспечивает поддержку механизмов планирования, межзадачного взаимодействия и обработки прерываний, предоставляемых ОС, без каких-либо ограничений и потери производительности. Процедура адаптации «АРМА ПЛК» для новых контроллеров под управлением ЗОСРВ «Нейтрино» будет заключаться лишь в реализации слоя ввода/вывода, специфичного для каждого контроллера.

4. Платформенная независимость и гибкость: среда выполнения «АРМА ПЛК» является платформенно независимой. Инструменты (тулчейн), обеспечивающие создание исполняемого объектного кода под целевую платформу, находятся в так называемом пакете поддержки устройства (ППУ), который устанавливается в среду разработки. Поскольку ЗОСРВ «Нейтрино» сама по себе поддерживает широкий спектр архитектур, включая x86, ARM и «Эльбрус», то любая платформа, поддерживаемая «Нейтрино», будет работоспособна в связке с «АРМА ПЛК». Это делает решение исключительно гибким и легко адаптируемым под конкретные аппаратные задачи.

Заключение

Связка среды разработки «АРМА ПЛК» и ЗОСРВ «Нейтрино» – это не просто концепция, а готовое к внедрению решение. Оно базируется на мощной, проверенной годами ЗОСРВ и на инновационной, высокопроизводительной среде разработки, лишённой архитектурных ограничений легаси-кода.

Этот симбиоз позволяет создавать отечественные АСУ ТП, которые не уступают, а по ряду параметров превосходят зарубежные аналоги, обеспечивая цифровой суверенитет и технологическую независимость критической инфраструктуры.

Добавим также, что «АРМА ПЛК» прошёл заводские испытания и готов к эксплуатации на промышленных объектах. ●

**Авторы – сотрудники
Адванс и СВД ВС**

Если у вас появились вопросы – обращайтесь в редакцию журнала. Мы будем рады предоставить вам прямые контакты для связи с разработчиками.

аваланж

АРМА ПЛК

Интегрированная среда разработки моделей и алгоритмов

№26226 в реестре российского ПО

01

Модельно-ориентированная графическая среда разработки прикладного ПО для программируемых логических контроллеров на языках стандарта IEC 61131-3, позволяющая создавать системы управления в различных отраслях промышленности

02

Построена на базе методологии использования модели с акцентом на совместное определение, оценку и эксплуатацию ее архитектуры

НАЗНАЧЕНИЕ



Разработка
прикладного ПО
для отдельных ПЛК



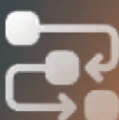
Документирование



Кодогенерация



Разработка прикладного
ПО для распределенных
систем управления



Симуляция и отладка
в целевой среде



Управление
конфигурацией

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама



Контроль процесса термообработки изделия по циклу «разогрев-выдержка-охлаждение» многофункциональным ПИД-регулятором

Алексей Костерин

В статье описываются особенности управления температурно-временными режимами при термообработке изделий по алгоритму «разогрев-выдержка-охлаждение» с помощью многофункционального ПИД-регулятора МЕТАКОН-6305 производства НПФ КонтрАвт.

Постановка задачи

Среди огромного множества технологических процессов термической обработки материалов (изделий) можно выделить два, которые особенно распространены. Это процесс термической выдержки материала (изделия) при определённой температуре заданное время, а также его разновидность – процесс разогрева, выдержки и охлаждения изделия вместе с термическим оборудованием.

Графики температуры, характерные для этих двух процессов, показаны на рис. 1 и 2. Термообработка в соответствии с графиком на рис. 1 часто встречается при термообработке металлических изделий в шахтных и камерных печах, при сушке материалов в камерах сушки, при обработке порошковых покрытий в камерах полимеризации, в прессах резинотехнических изделий и т.п. Ярким примером процесса по графику на рис. 2 может служить процесс термообработки металлов в вакуумных печах.

Своеобразие ситуации заключается в том, что, несмотря на очевидные особенности этих процессов, в большинстве случаев как старое, так часто и современное электротермическое оборудо-

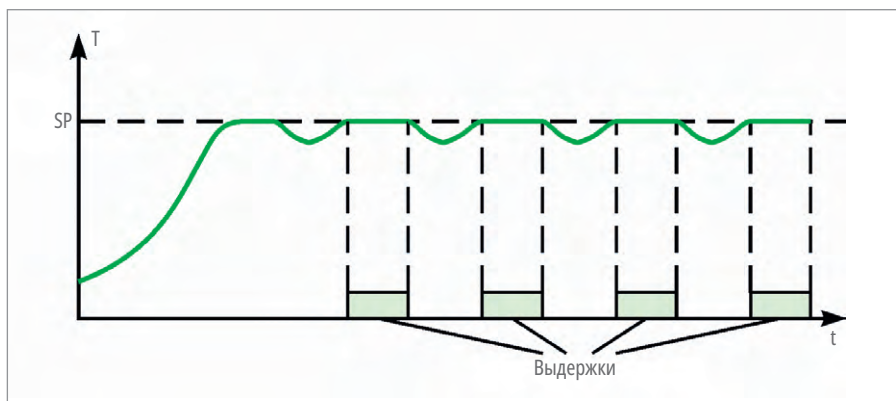


Рис. 1. График температуры непрерывного процесса при многократной загрузке

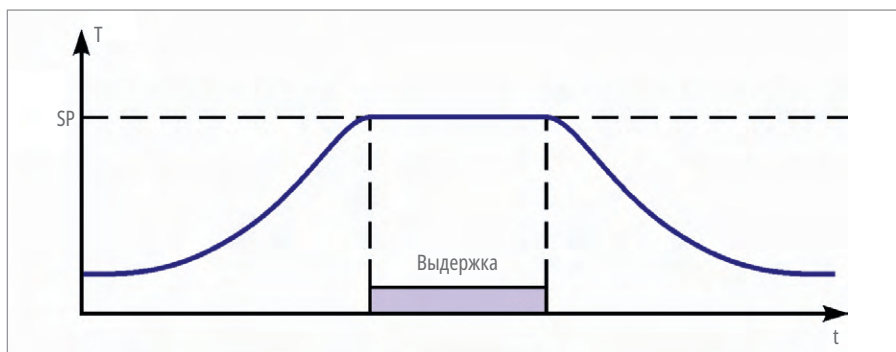


Рис. 2. График температуры конечного процесса при однократной загрузке

дование содержит в своём составе системы управления, которые не учитывают эти особенности.

Рассмотрим типичную камерную печь, предназначенную для термической обработки металлических изде-

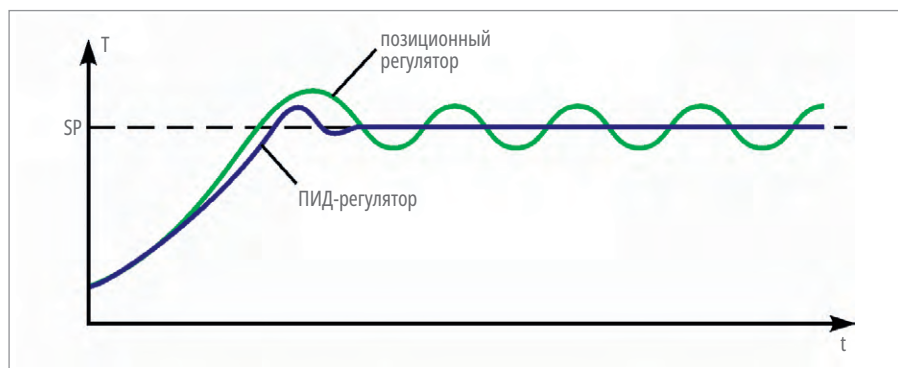


Рис. 3. График температуры позиционного и ПИД-регулятора при непрерывном управлении

лий. Система управления построена на регуляторе температуры, который обеспечивает непрерывное поддержание температуры (будем далее называть его «обычным регулятором»).

Графики температуры в отсутствие загрузок изделий при использовании позиционного и ПИД-регуляторов показаны на рис. 3. Как видим, графики после выхода на режим после разогрева представляют ровную линию (для позиционного регулятора наблюдаются колебания температуры), и регуляторы, казалось бы, выполняют свою задачу идеально. Видимо, исходя из этих соображений, производители печей и применяют подобные регуляторы.

Однако посмотрим, как реально должен протекать процесс термической обработки в такой печи (рис. 4). На графике можно выделить ряд характерных этапов, на каждом из которых от

регулятора требуется наличие специфических функций.

Этап 1. Предварительный разогрев печи и выход на режим в отсутствие садки (изделий).

В принципе, с этим прекрасно справляется «обычный регулятор», за исключением одной особенности. Дело в том, что процесс разогрева промышленной печи, как правило, весьма долгий и может составлять несколько часов. Если печь включается в начале смены, то это время можно считать потерянным. Очевидно, нужен контроллер температуры, выполняющий функции таймера предварительного пуска, который позволил бы запускать процесс нагрева в нужное время до начала смены. На рис. 1 показан этап работы таймера пуска.

Этап 2. Дверь открыта, осуществляется загрузка печи.

На этом этапе открывается дверь печи, что и предопределяет ряд особенностей данного этапа. Очевидно, открытие двери печи охлаждает рабочее пространство, и температура печи перестает соответствовать заданному температурному режиму обработки изделия.

Вторая особенность связана с поведением регулятора в охлажденной печи. Охлаждение датчика температуры приведет к тому, что «обычный регулятор» температуры (даже если применяется ПИД-алгоритм) установит максимальную мощность нагревателей, что приведет к их перегреву. Это, в свою очередь, может привести и к недопустимому перегреву в объеме печи после закрытия дверцы. Было бы более правильным на время открытия дверцы фиксировать мощность нагрева на уровне, который был до открытия двери. Ещё более правильным было бы поддерживать мощность на несколько более высоком уровне (но не максимальном), чтобы частично компенсировать охлаждение печи. В этом случае после закрытия двери печь выходила бы на заданный уровень максимально быстро, но при этом без перегрева (как в случае «обычного регулятора»).

Однако могут быть и другие требования к управлению мощностью нагревателей во время открытия двери. В ряде случаев нагреватели выполняют в виде открытых спиралей. Тогда из соображений безопасности требуется нагреватели обесточивать.

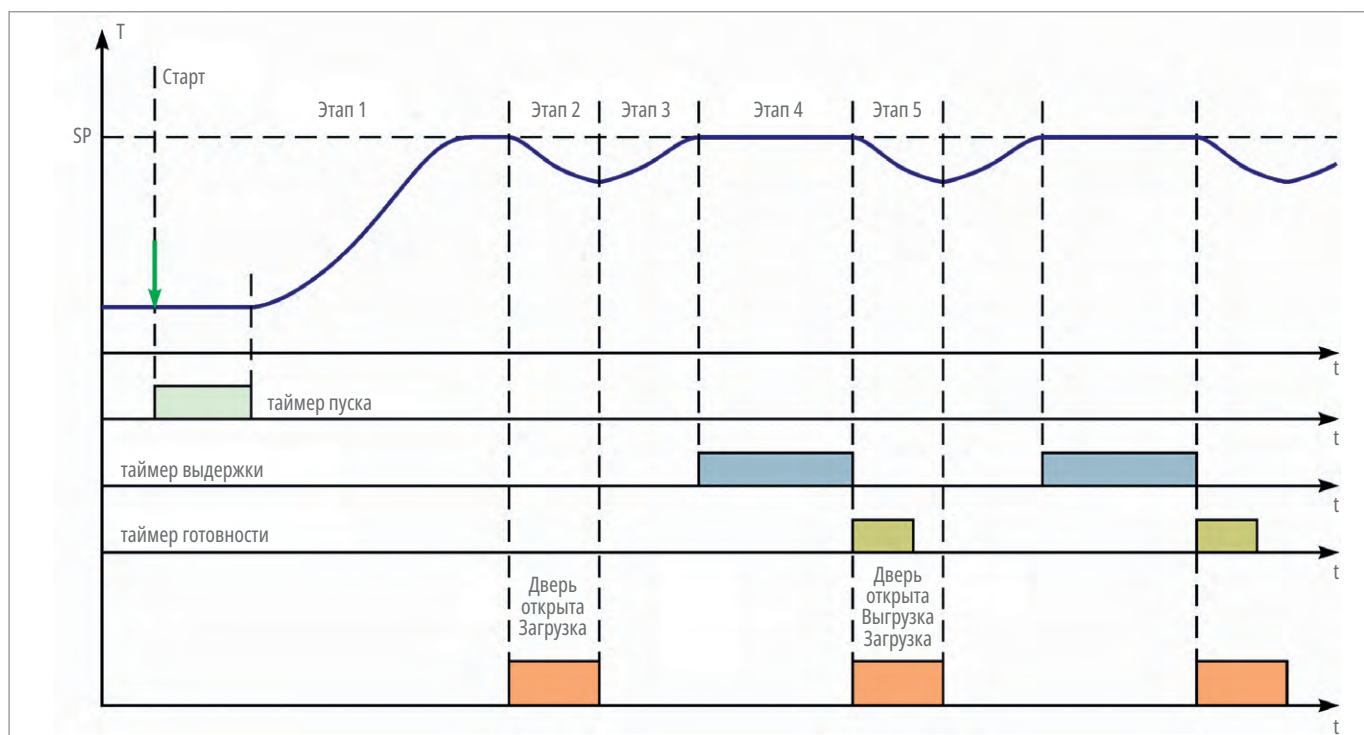


Рис. 4. Основные этапы непрерывного процесса с многократной загрузкой

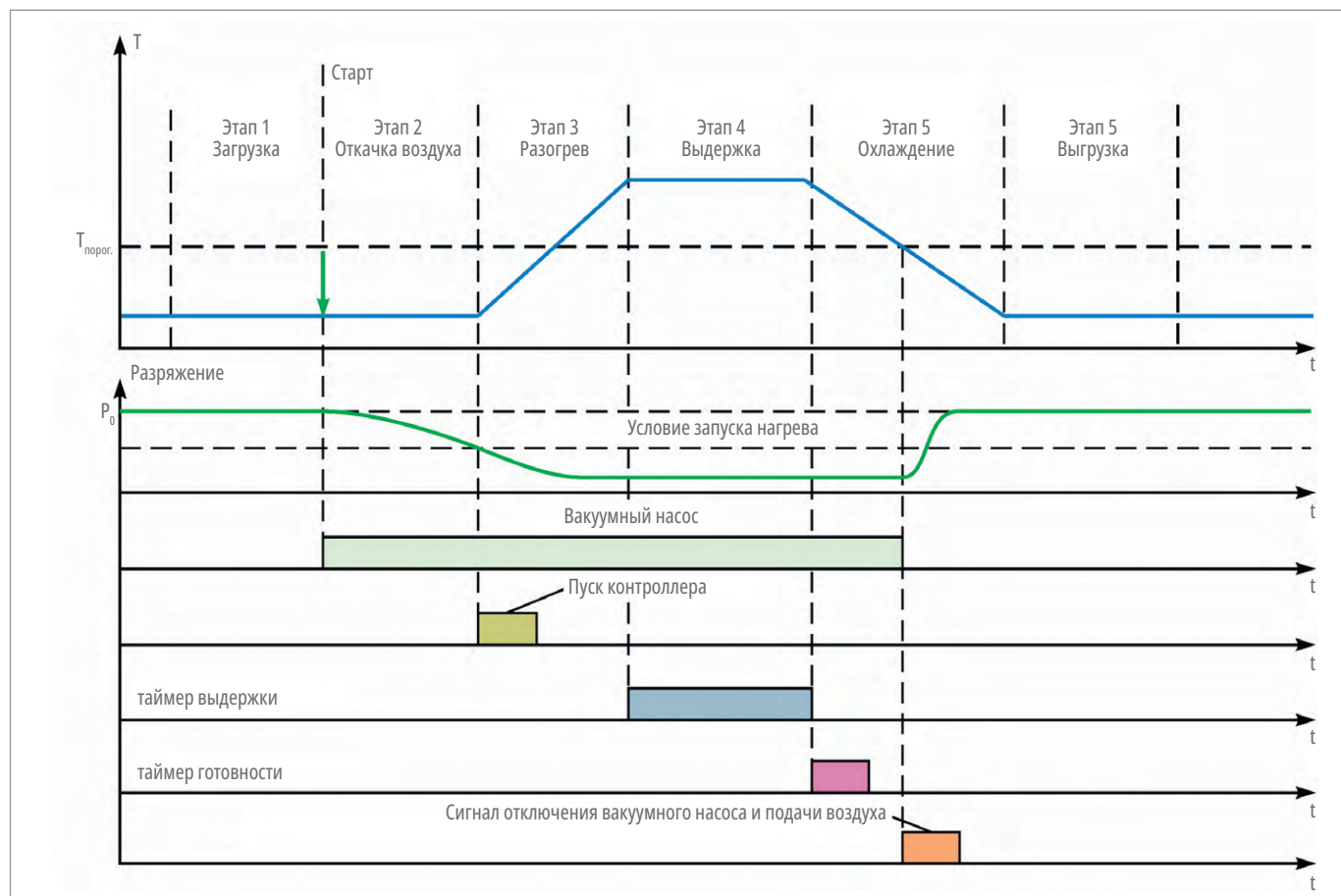


Рис. 5. Основные этапы конечного процесса с однократной загрузкой

Итак, требуется контроллер температуры, который особенным образом управляет бы мощностью нагревателей при открытой двери. Поскольку эти особенности управления мощностью привязаны к открытию двери, то контроллер должен считывать факт открытия двери с помощью соответствующего сигнала, например, контактного выключателя, прикреплённого к двери. «Обычный регулятор», как правило, даже не содержит таких входов управления.

Этап 3. Дверь закрыта, выход на температурный режим.

Несмотря на то что изделие находится в печи, ещё нельзя считать, что оно подвергается термообработке в нужном режиме. Отсчёт времени следует начинать только с того момента времени, когда температура выйдет на заданный уровень, точнее, войдёт в заданный технологический коридор. В случае «обычного регулятора» фиксировать этот момент предоставляется термисту. Появление «человеческого фактора» сразу создаёт угрозу качественному отсчёту времени процесса. Кроме того, чтобы отследить этот момент, термист должен находиться около «обычного регулятора» в режиме ожидания, что резко снижает эффек-

тивность использования персонала, особенно, если таких печей много.

Конечно, необходим контроллер, который самостоятельно, без участия термиста, фиксировал бы нужный момент и запускал таймер выдержки.

Как уже отмечалось при описании этапа 3, именно в момент выхода на заданную температуру может произойти нежелательный выброс температуры, который обусловлен перегревом нагревателей при открытой двери и перерегулированием. Перегрев устраняется особым алгоритмом управления мощностью на этапе 2 при открытой двери.

Этап 4. Это непосредственно этап термической обработки изделия в течение заданного времени выдержки.

На этом этапе в случае «обычного регулятора» на термиста возлагается функция таймера. Он должен всё время следить за временем и в нужный момент произвести выгрузку изделия. Надо учитывать, что при нормальной организации работ термист обслуживает много печей и в нужный момент может быть занят другими делами и просто пропустить момент окончания термообработки. А представьте себе, как он должен выполнять одновременно функции 5–10 таймеров, запущенных в

разное время и отсчитывающих разные временные интервалы. Ситуация может осложняться ещё и тем, что термообработка может занимать значительное время и захватывать разные смены. В этом случае функции таймера передаются вместе с передачей смены другим термистам. Какова же при этом вероятность ошибки? Всё это области влияния пресловутого «человеческого фактора» на качество технологического процесса.

Конечно же, отсчёт времени должен взять на себя контроллер, а для того, чтобы термист не пропустил выгрузку изделия, контроллер должен подать сигнал готовности. В данном примере автоматика не позволяет полностью заменить действия термиста по автоматической выгрузке изделий из-за отсутствия средств выгрузки, но помогает действовать безошибочно и избавляет его от ненужных и непроизводительных усилий по контролю за временем выдержки.

Этап 5. Открытие двери, выгрузка изделия и загрузка следующего. С этого этапа цикл термообработки изделий повторяется.

Описанный процесс термообработки можно назвать непрерывным с много-



СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

 **33 ГОДА**
на рынке

**НОРМИРУЮЩИЕ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ**

СЕРИИ НПСИ



Класс точности 0.1



**БАРЬЕРЫ
ИСКРОЗАЩИТЫ**

СЕРИИ КА5000Ex



В реестре Минпромторга



отгрузка сразу со склада • бесплатная опытная эксплуатация
межповерочный интервал – 5 лет • гарантия на продукцию – 3 года



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

**ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ИЗ
НИЖНЕГО НОВГОРОДА**



кратной циклической загрузкой. В отличие от него, назовём процесс, показанный на рис. 5, конечным с однократной загрузкой. Есть целый ряд процессов, когда изделие загружается в охлаждённую печь, и весь цикл разогрева, термообработки, а затем и охлаждения изделие проходит вместе с печью. Ярким примером здесь может служить обработка титана в вакуумной печи с последующим охлаждением. В этом случае производится загрузка изделия в охлаждённую печь, затем осуществляется откачка воздуха, нагрев, выдержка и последующее охлаждение до определённого уровня, только после этого можно снять вакуум и открыть дверь. Указанные особенности процесса обусловлены тем, что титан не допускает нагрев в воздушной среде. Поэтому перед нагревом сначала создаётся вакуум, а на стадии охлаждения – сначала должно произойти охлаждение, а затем снимается вакуум. Для ускорения процесса охлаждения в вакуумную печь запускают азот, который забирает на себя тепло изделия, увеличивая теплопередачу. В вакууме охлаждение происходит медленно, поскольку теплоотдача происходит в основном только за счёт излучения.

Рассмотрим основные этапы термообработки в этом случае.

Этап 1. Дверь открыта, загрузка изделия в охлаждённую печь.

На этом этапе необходимо только обеспечить отсутствие нагрева.

Этап 2. Дверь закрыта, откачка воздуха до требуемого уровня вакуума.

Запускается вакуумный насос, который обычно работает непрерывно в течение всего цикла. Его задача поддерживать уровень разрежения на уровне, не ниже допустимого. Для контроля вакуума применяются соответствующие измерители с сигнализацией. При достижении заданного уровня вакуума срабатывает компаратор и запускает контроллер температуры.

Этап 3. Стадия разогрева.

Как правило, техпроцесс предписывает разогрев с заданной контролируемой скоростью. Нагрев должен происходить настолько медленно, чтобы изделие успевало равномерно прогреться. Во-первых, это исключит коробление, а во-вторых, это обеспечит равномерную термообработку при заданной температуре по всему объёму изделия. Очевидно, при быстром разогреве внутренние части изделия достигнут требуемой температуры с задержкой, а следовательно, будут под-

вергаться термообработке недостаточно долго.

Этап 4. Стадия выдержки (собственно термообработка).

Здесь также таймер выдержки включается автоматически в тот момент, когда температура в печи войдёт в необходимый технологический интервал температур.

Этап 5. Охлаждение.

Возможны разные варианты охлаждения. Первый вариант – полное отключение и естественное охлаждение преимущественно за счёт излучения. Конвекционное охлаждение и охлаждение за счёт теплопередачи здесь сведено к минимуму из-за достаточно высокого разрежения. Второй вариант – плавное охлаждение в течение определённого времени, большего, чем при естественном охлаждении. Контроллер температуры должен в этом случае плавно снижать мощность нагрева.

В каждом из двух этих вариантов подача воздуха в печь возможна только в том случае, если температура в ней опустилась ниже порогового уровня $T_{\text{порог}}$. В контроллере температуры за подачу такого сигнала разрешения (и управления) должен отвечать соответствующий компаратор. Обратим внимание на особенность работы этого компаратора. Дело в том, что, как видно из рис. 5, на графике есть две точки, когда должен сработать компаратор, – на этапе разогрева и на этапе охлаждения. Но в компараторе в контроллере МЕТАКОН-6305 в этом случае применена функция так называемой отложенной сигнализации, когда компаратор игнорирует первое условие срабатывания после подачи сигнала «старт», а реагирует только на последующие. Это ещё один яркий пример функциональных возможностей, которыми обладает данный специализированный контроллер.

Этап 6. Отключение печи.

После охлаждения и запуска воздуха контроллер температуры должен полностью отключить нагреватели.

Многофункциональный ПИД-регулятор МЕТАКОН-6305

Итак, мы описали два характерных технологических процесса термической обработки материалов. Они обладают рядом схожих этапов. В процессе описания мы пытались сформулировать требования к некоторому контроллеру температуры, который бы



Рис. 6. Многофункциональный ПИД-регулятор МЕТАКОН-6305 с таймером выдержки

управлял температурно-временными режимами таких процессов с учётом всех упомянутых особенностей.

Примером такого контроллера температуры может служить многофункциональный ПИД-регулятор МЕТАКОН-6305, предназначенный для решения описанных задач (рис. 6). Контроллер МЕТАКОН-6305 относится к разряду конфигурируемых регуляторов, выпускаемых Научно-производственной фирмой «КонтрАвт». Такие контроллеры не требуют программирования, а все выполняемые функции и требуемые параметры и характеристики задаются с помощью настройки (конфигурирования) соответствующих параметров.

Укажем более детально те функциональные возможности специализированного контроллера температуры МЕТАКОН-6305, которые упоминались выше и которые необходимы для полномасштабного управления температурно-временными режимами с алгоритмом «нагрев–выдержка–охлаждение».

Алгоритм регулирования и автонастройка

Контроллер температуры МЕТАКОН-6305 предназначен для прецизионной термической обработки. Это обеспечивается как высокой точностью измерения с классом точности 0,1, так и точным регулированием температуры за счёт применения ПИД-алгоритма управления. Функция автонастройки облегчает настройку параметров ПИД-алгоритма и позволяет получать отличные результаты даже персоналу, не имеющему специальной подготовки в области регулирования.

В контроллере формируются два вида сигналов управления: дискретный

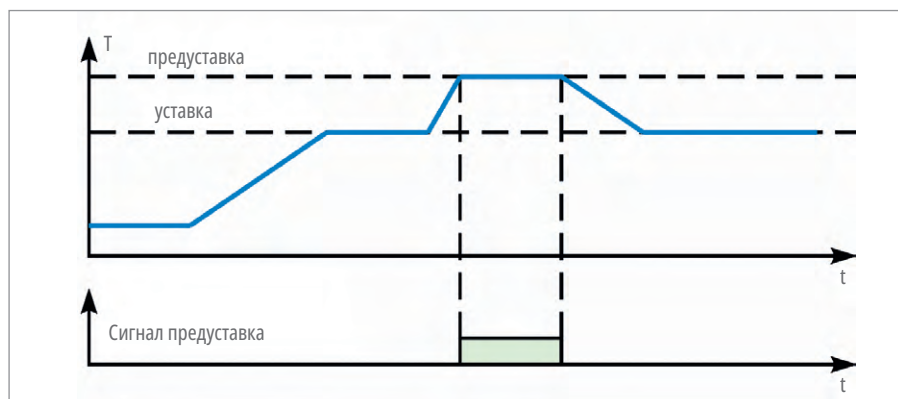


Рис. 7. Управление уставками и скоростями нагрева/охлаждения

сигнал с широтно-импульсной модуляцией и аналоговый токовый.

Кроме режима автоматического регулирования, в контроллере предусмотрен режим ручного управления. Переход между ними осуществляется безударно.

Управление уставками и скоростями нагрева/охлаждения

Наряду с основной уставкой в регуляторе может быть задана дополнительная уставка – предустановка. Переключение с уставки на предустановку может осуществляться внешним сигналом, кнопками с панели прибора или по интерфейсу (рис. 7). Такая возможность быстрой смены уставки «одним движением пальца» исключает хлопотный и долгий набор нового значения уставки кнопками с панели прибора.

Скоростями нагрева/охлаждения можно управлять. Скорости перехода на уставку и на предустановку задаются раздельно и выдерживаются регулятором в процессе работы. Таким образом, контроллер температуры МЕТАКОН-6305 позволяет не только поддерживать температуру на заданном постоянном уровне, но и управлять ею во времени по линейному закону с заданной скоростью.

Таймер пуска

Контроллер МЕТАКОН-6305 имеет таймер пуска, который запускает нагрев через заданное время после подачи сигнала СТАРТ. Функция очень полезна, когда разогрев оборудования занимает много времени и желательно начать разогрев заранее до выхода персонала на смену.

Таймер выдержки

Таймер выдержки в контроллере МЕТАКОН-6305 может быть запущен несколькими разными способами:

- безусловный запуск – запуск внешним сигналом (или кнопками с панели прибора, или по интерфейсу) без привязки к измеренной температуре;
- условный запуск – запуск после подачи внешнего сигнала (или с панели прибора, или по интерфейсу) при выполнении заданного условия на измеренную температуру. Чаще всего условием запуска считается попадание измеренной температуры в заданный интервал около уставки;
- запуск внутренним компаратором. Несмотря на сходство с предыдущим, такой способ даёт пользователю новые возможности. Например, для компаратора можно задать режим задержки срабатывания, при котором он срабатывает, только если условие срабатывания компаратора выполняется в течение определённого заданного времени. Тем самым мы исключаем запуск таймера выдержки от случайных кратковременных колебаний температуры.

Таймер готовности

По окончании термической обработки в течение заданного времени выдержки контроллер позволяет управлять некоторыми действиями.

В простейшем случае требуется подать сигнал готовности (сигнал окончания термообработки). Сигнал подаётся таймером готовности, который автоматически запускается по окончании времени выдержки. Вторым наглядным примером использования таймера готовности может служить формирование сигнала включения на заданное время вентилятора в камере полимеризации.

Отсчёт времени для всех трёх таймеров можно оперативно проконтролировать, при необходимости отсчёт можно досрочно завершить кнопками с панели прибора.

Управление внешними сигналами, кнопками с панели прибора, по интерфейсу

При разработке контроллера за основу была принята следующая концепция: оперативное управление работой контроллера (а значит, и электротермическим оборудованием) должно проводиться с помощью пультовых кнопок, расположенных на панели шкафа управления, а управление кнопками, расположенными на передней панели самого прибора, должно быть сведено к минимуму.

Во-первых, пультовые кнопки надёжнее, что очень важно в тяжёлых промышленных условиях. Во-вторых, в зависимости от выполняемой задачи пультовые кнопки имеют строго определённое функциональное назначение. Конкретное назначение кнопки может быть указано в идентификаторе кнопки. Всё это упрощает работу операторов.

Вместо пультовых кнопок в качестве источников сигналов управления могут быть использованы дискретные сигналы программируемых контроллеров, концевых выключателей, контактов реле и т.п. Для обработки этих сигналов управления в контроллере предусмотрены четыре дискретных входа: СТАРТ/СТОП, ПУСК ТАЙМЕРА, ПАУЗА, ПРЕДУСТАВКА.

Ретрансляция измеренного сигнала

Если аналоговый токовый сигнал не используется для управления, то он может быть применён для ретрансляции измеренного сигнала на регистрирующие устройства.

Компараторы, отложенная и задержанная сигнализация

Контроль за протеканием процесса осуществляют компараторы-сигнализаторы. Их число в приборе может достигать четырёх. Компараторы могут выполнять 16 разновидностей функций. Каждая функция характеризуется определённой зависимостью выходного сигнала от соотношения измеренного сигнала и уставок («Больше», «Меньше», «Попадание в интервал», «Попадание вне интервала»), а также способом задания порогов срабатывания компараторов, в том числе и порогов, «скользящих» вдоль изменяющихся уставок.

Сигналы компараторов могут быть использованы и для управления вспомогательными устройствами.

Контроль контура управления

В приборе предусмотрены различные варианты функциональной сигнализации. Например, он обнаруживает обрыв в линии связи с датчиком. Кроме того, в нём реализован алгоритм контроля обрыва контура управления (LBA). Алгоритм LBA обнаруживает любые нарушения в контуре управления. Например, перегорание ТЭНов, неисправность силовых коммутаторов, отсутствие питания в силовой сети, обрыв сигнала управления, размещение датчика температуры за пределами рабочей зоны нагрева.

Конфигурирование оперативного меню

Контроллер отличается многофункциональностью и гибкостью. Путём конфигурирования его можно настроить на выполнение широкого круга задач. Естественно, перед разработчиком при этом стоит непростая задача максимально облегчить работу оператора с прибором. С этой целью во всех новых приборах, разрабатываемых НПФ «КонтрАвт», используется такая возможность, как выбор состава оперативного меню. Дело в том, что в зависимости от решаемой задачи оператору необходимо контролировать, а при необходимости и изменять разный набор параметров. Часто состав этого набора определяется не только задачами, но и полномочиями, которые предоставлены оператору. Покажем несколько примеров настройки, ограничиваясь значением только одного параметра, который доступен для просмотра в режиме основной индикации на втором (нижнем) дисплее (на верхнем дисплее всегда отображается измеренное значение).

Вариант 1. Оператору важно наблюдать измеренное значение и уставку.

Вариант 2. Оператору важно наблюдать измеренное значение и его отклонение от уставки.

Вариант 3. Оператору важно наблюдать измеренное значение и его максимальное значение с момента последнего сброса (показания максимального логгера).

Вариант 4. Оператору важно наблюдать измеренное значение и оставшееся время выдержки.

Это только часть возможных вариантов, иллюстрирующих возможности по отображению информации в режиме основной индикации. Аналогично дело обстоит и с составом оперативного ме-

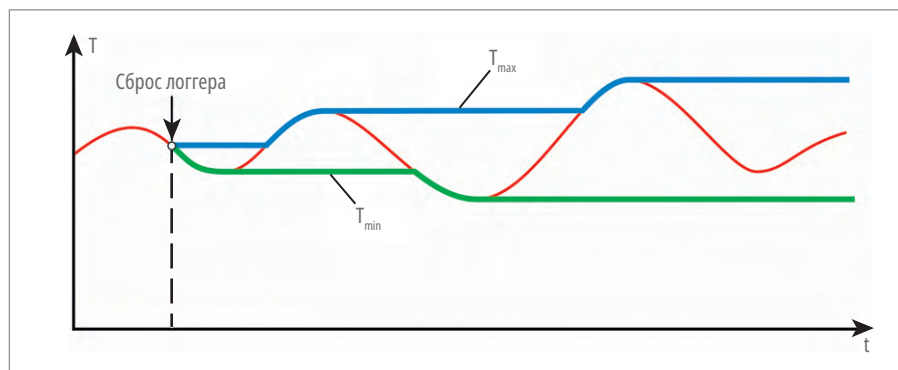


Рис. 8. Логгер фиксирует минимальное и максимальные значения параметра процесса после сброса

ню: в состав оперативного меню можно включить только те параметры и в том порядке, который наиболее часто используется оператором.

Кроме этого, с помощью пароля можно ограничить возможность изменения параметров оперативного меню.

Функция логгера

В контроллере МЕТАКОН-6305 реализована функция логгера. Прибор фиксирует минимальное и максимальные значения измеренного сигнала за период с момента последнего сброса (рис. 8). Эти значения доступны для просмотра с панели прибора, а также по сети RS-485.

Счётчик моточасов

Контроллер фиксирует суммарное время нахождения во включённом состоянии, то есть выполняет функции счётчика моточасов. Это позволяет оценивать время наработки как самого контроллера, так и оборудования, на котором он установлен (естественно, при условии, что питание контроллера и оборудования включается одновременно).

Встроенный источник 24 В

Встроенный источник стабилизированного напряжения 24 В может быть использован для питания датчиков, реле, индикаторов. Наличие такого источника упрощает систему и снижает её стоимость, особенно когда речь идёт о простых системах.

Обмен данными по сети RS-485

В сети RS-485 контроллер выполняет роль ведомого устройства (SLAVE). Набор параметров, доступных для чтения и записи по сети RS-485, составляет так называемую регистровую модель контроллера. В регистровую модель входят, например, измеренные значения, зна-

чения уставок, состояние дискретных входов, функции компараторов, состояние выхода компаратора и многие другие параметры.

Параметры регистровой модели можно не только считывать, но и устанавливать. Это значит, что по сети можно не только собирать данные о процессе и работе контроллера, но и управлять его работой.

Заключение

В данной статье вашему вниманию представлен специализированный контроллер, который оптимизирован для управления температурно-временными режимами в электротермическом оборудовании с реализацией алгоритма «разогрев-выдержка-охлаждение». При его разработке были максимально учтены особенности протекания технологических процессов в реальных промышленных условиях.

Важно отметить, что данный прибор оптимизирован не только с точки зрения выполняемых функций и учёта особенностей процесса. Он оптимизирует и системное решение.

Для того чтобы получить законченный шкаф управления, например, камерой полимеризации порошковой покраски, достаточно всего лишь следующего оборудования:

- конструктивная оболочка – собственно сам шкаф;
- контроллер МЕТАКОН-6305;
- датчик температуры (термопара и термопреобразователь сопротивления);
- силовой коммутатор – контактный пускатель или тиристорный/симисторный блок;
- автомат защиты;
- пультовые кнопки и индикаторы.

И это всё. При этом схемотехническое решение получается предельно простое, соответственно, и монтажные работы будут сведены к минимуму. ●

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 | europribor.by





Точность без компромиссов, скорость без границ: актуальные технологии промышленной автоматизации

Владимир Решетников, Владимир Айзин

Совершенствование модулей ввода/вывода для промышленной автоматизации за последние 15–20 лет тесно связано с цифровой трансформацией промышленности. Сегодня такие модули – это «шлюз» между физическими сигналами полевых устройств и информационных массивов цифровых систем, которые обеспечивают детерминированный обмен данными в реальном времени. В результате современные модули перестают быть пассивными элементами, превращаясь в интеллектуальные узлы распределённой системы управления. В статье познакомимся с яркими представителями таких устройств – модулями ввода/вывода АВАДС АМВ от группы ИнСАТ. Продукт ещё не вышел в коммерческой версии, но уже привлёк внимание потенциальных потребителей своими неординарными характеристиками, богатыми функциональными возможностями и продуманным дизайном.

Точность

Точность модуля ввода/вывода – критический параметр, определяющий качество управления, минимизацию брака и энергоэффективность системы автоматизации. Например, при регулировании низкая точность измерения умножается в каскаде PID-контуров и может привести к недопустимым отклонениям технологических параметров. Таким образом, точность модуля – это качество конечного продукта, энергоэффективность и безопасность технологического процесса, а также предотвращение поломок оборудования из-за непрогнозируемых перегрузок.

Возьмём, к примеру, химическое производство: контроль температуры в химическом реакторе при полимеризации полиэтиленоксида. Эта технология требует жёсткого соблюдения температурного режима процесса – $185 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Даже небольшие отклонения могут привести к разрыву полимерных цепей или к чрезмерному росту молекулярной массы. Это ухудшает свойства и снижает качество конечного продукта. И в технологической схеме «Датчик тем-

пературы → Модуль аналогового ввода → ПИД-регулятор → Модуль аналогового вывода → Клапан» центральное место занимают модули, точность которых во многом обеспечивает эффективность процесса. Недостаточную точность измерения ПИД-регулятор воспринимает как изменение процесса, что приводит к каскадной ошибке, которая может превысить допуск.

Аналогичные примеры можно найти и для процессов, где требуется точный контроль критических параметров: давления (например, нефтепроводная система); уровня (насосные станции водоснабжения) и других жёстко контролируемых технологических параметров.

Как решает эту задачу АВАДС АМВ? Благодаря использованию современных 16-битных АЦП и ЦАП, прецизионных электронных компонентов, высокой частоте сканирования и мощному математическому аппарату обработки сигналов модули АМВ имеют очень низкую погрешность.

Разработчикам из группы компаний ИнСАТ в лаборатории удалось её довести до 0,01%.

Быстродействие

В современной промышленности скорость сбора и обработки данных часто является не менее критичным фактором, чем их точность. Быстропротекающие технологические процессы, задачи позиционирования, учёт высокоскоростных потоков и управление турбоагрегатами требуют от системы реакции на уровне миллисекунд, а иногда и микросекунд. Платформа АВАДС АМВ (рис. 1) спроекти-



Рис. 1. Модули ввода/вывода семейства АВАДС АМВ

рована таким образом, чтобы закрывать самые требовательные задачи в части скоростной обработки сигналов.

Быстродействие модулей ввода/вывода – основа своевременной реакции системы на изменения технологического процесса. Низкое быстродействие приводит к потере кратковременных изменений сигналов, запаздыванию реакции системы и невозможности предотвратить аварийные состояния. Быстродействие сложно (и практически невозможно) чем-то компенсировать. От простейших систем подсчёта выпуска конечной продукции на конвейерной линии до сложных и сверхответственных систем противоаварийной защиты модули ввода/вывода должны обеспечить сканирование и обработку сигналов (например, фильтрация) с высокой частотой.

Например, при управлении турбоагрегатом задержка от измерения до выдачи управляющего сигнала не должна превышать 20 мс, а в системе защиты трубопроводов задержка до формирования управляющего сигнала на закрытие клапана после скачка давления должна быть от 10 до 150 мс. «Медленные» модули ввода/вывода не обеспечат требуемый запас времени, учитывая затраты на обработку сигнала контроллером и работу исполнительного механизма. А модули АВАДС АМВ обеспечат.

Можно привести аналогичные примеры из других отраслей промышленности: металлообработка (управление шаговыми двигателями систем позиционирования узлов станка); нефтепереработка (снижение брака, перерасхода энергии и ускоренного износа клапана из-за устранения его «дребезга»); защита генератора от перегрузки в энергетике и т.д. Общим остаётся преимущество использования быстрых и точных модулей – снижение брака и аварийности, а также повышение энергоэффективности и качества выпускаемой продукции.

Аналоговый тракт: 12 500 измерений в секунду

Главным достижением инженеров «ИнСАТ» в области аналогового ввода/вывода (модули АМВ-АИТ, АМВ-АИН, АМВ-АУТ, АМВ-АУН) стал феноменальный цикл сканирования – 12 500 измерений в секунду без потери качества. При этом среднее время установления сигнала составляет всего 5 мс.

Измерительные тракты аналоговых сигналов на производстве подвержены влиянию высокочастотных шумов и по-

мех. Чтобы избавиться от них в модулях, используется программный фильтр Чебышева с настраиваемым порядком (от 16 до 4096). Увеличение порядка фильтра усиливает подавление шумов, но при этом увеличивает задержку в выдаче отфильтрованного сигнала. Ключевая особенность – фильтр рассчитывается параллельно в 8 независимых потоках, чтобы минимизировать время задержки. Наличие мощной системы фильтрации в модулях АМВ снижает нагрузку с центрального процессора контроллера. В результате система получает «чистые», отфильтрованные данные с подавлением помех до 1 Гц на максимальной скорости.

Дискретные сигналы 24 В: готовность к задачам точного управления перемещением исполнительных механизмов

Для задач счётно-импульсной техники, позиционирования и мониторинга скоростных процессов модули дискретного ввода/вывода 24 В (АМВ-ДИ24-8Д и АМВ-ДУ24-8Д) обеспечивают работу с частотами, характерными для энкодеров и сервоприводов.

Высокоскоростной ввод: модуль входов способен контролировать до четырёх АВ-энкодеров с частотой до 100 кГц. Это позволяет отслеживать положение валов, учитывать расход жидкостей или газов через импульсные счётчики и фиксировать скорость движения объектов в реальном времени.

Скоростной вывод: поддержка генерации высокочастотного ШИМ с частотой до 50 кГц, а также возможность формирования заданного числа импульсов на такой же частоте делают модуль идеальным для прямого управления шаговыми двигателями, пропорциональными гидрораспределителями и быстродействующими пневмоклапанами.

Температурные модули: баланс физики и скорости

В температурных модулях (АМВ-ТИ-8Д и АМВ-ТСИ-7Д) скорость сканирования составляет 33 измерения в секунду. Хотя эта цифра кажется ниже по сравнению с аналоговыми модулями, она в 3 раза выше, чем у конкурентов. Дело в том, что для обеспечения метрологического класса точности 0,1 при работе с термопарами аналого-цифровому преобразователю необходимо время для усреднения и аппаратной фильтрации шумов. Тем не менее скорость в 33 Гц более чем достаточна для подавляющего большинства тепловых процессов, включая быстрые переходные режимы в печах и реакторах.

Таким образом, реализуя принцип «скорость без границ», АВАДС АМВ предоставляет инженерам по автоматизации инструмент, который одинаково эффективно справляется как с медленными, но сверхточными температурными процессами, так и с микросекундными импульсами высокочастотных энкодеров и аналоговых переходных процессов.

Системное быстродействие и резервирование

Скорость важна не только на уровне отдельных сигналов, но и на уровне архитектуры системы. Модули АВАДС АМВ поддерживают горячее резервирование. Эта функция резко выделяет модули АМВ из существующих на рынке – никто больше её не поддерживает.

Суть в том, что два однотипных модуля могут быть объявлены резервированной парой (рис. 2). В этом случае модули самостоятельно договариваются о статусах: основной или резервный. Резервный модуль отключается физиче-

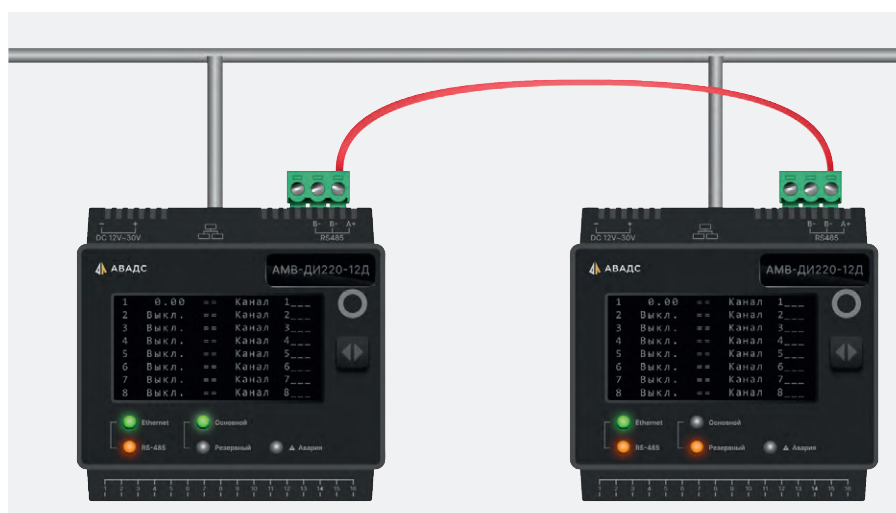


Рис. 2. Резервирование двух модулей АВАДС АМВ: цикл переключения пары – 10 мс

ски от внешних сигналов и с частотой 5 мс контролирует работоспособность основного модуля, а также синхронизирует свои данные с ним по интерфейсам. При выходе из строя основного модуля резервный модуль переключится в основной режим и подключится к внешним сигналам. Цикл переключения резервной пары занимает не более 10 мс. Это гарантирует, что критический технологический процесс не будет прерван, а система управления не уйдет в аварию из-за потери связи с полем.

Говоря о резервировании модулей АВАДС АМВ, следует отметить следующие их особенности. Во-первых, модули имеют 2 интерфейса для взаимодействия с ними – это Ethernet и RS-485. Интерфейсы равноценны – модуль может одновременно отвечать на запросы по обоим интерфейсам. В своей работе резервная пара модулей использует оба интерфейса: один для взаимодействия с верхним уровнем, а второй – для контроля работоспособности пары. И во-вторых, модули имеют резервированное питание – одно подается через клеммы на корпусе, а второе – через PoE по Ethernet.

Всё как на ладони: встроенный дисплей как инструмент оперативного контроля

Исключительная особенность модулей АВАДС АМВ – это крупный и функциональный дисплей. Его размер и разрешение дают возможность пользователю видеть базовые настройки модуля и сигналы с их текущими значениями. Это не только про удобство для инженера, это про ускорение пусконаладочных работ, про скорость обнаружения неполадок и их устранения в процессе эксплуатации, экспресс-диагностика и работа при сбоях сети.

В условиях современного производства, где распределенные модули ввода/вывода часто устанавливаются непосредственно в цеху, доступ к ним через центральную SCADA-систему или подключение инженерного ноутбука по сети не всегда возможен, удобен или занимает драгоценное время. Именно поэтому наличие собственного встроенного дисплея у модулей АВАДС АМВ становится не просто эстетическим бонусом, а критически важным инструментом для инженеров КИПиА и специалистов по техническому обслуживанию.

Экран модуля фактически берёт на себя роль локального HMI, предоставляя

мгновенный доступ к ключевой информации без необходимости подключения к нему. Дисплей модулей АВАДС АМВ отображает:

- пользовательские названия сигналов (идентификацию каналов);
- текущие физические значения сигналов в реальном времени;
- состояние сигналов и диагностику (статусы каналов);
- системные параметры устройства.

Что же в итоге получает инженер по автоматизации?

1. Ускорение пусконаладочных работ

При монтаже и первом запуске оборудования инженеру не нужно носить с собой ноутбук, искать свободный порт и подключаться к каждому модулю через веб-клиент, чтобы убедиться, что датчик подключен верно. Достаточно взглянуть на экран модуля: ото-

бражаемое название канала и его текущее значение мгновенно подтверждают правильность монтажа и работоспособность сенсора.

2. Экспресс-диагностика при плановом обходе

Служба эксплуатации при обходе оборудования может за секунды оценить состояние поля. Если на экране высветилась встроенная диагностика (например, «Обрыв датчика» или «Короткое замыкание»), проблему можно локализовать сразу на месте. Это позволяет устранить неисправность до того, как она приведет к браку продукции или аварийной остановке линии, и не требует ожидания появления аларма на центральной панели оператора.

3. Работа в «слепых» зонах и при сбоях сети

Если по каким-то причинам потеряна связь с верхним уровнем (обрыв ма-

Таблица. Параметры модулей семейства АМВ

Аналоговые сигналы	
АМВ-АИТ-8Д 4...20 (0...20) мА	Класс точности – 0,1 Цикл сканирования – 12 500 измерений/с Фильтр Чебышева. Настраиваемый порядок от 16 до 4096 Рассчитывается параллельно в 8 потоках Среднее время установления сигнала – 5 мс Подавление помех – до 1 Гц Питание измерительных цепей от модуля Защита от переплюсовки и перегрузки Диагностика обрыва датчика и короткого замыкания
АМВ-АИН-8Д 0...10 В	
АМВ-АУТ-8Д управление 4–20 (0...20) мА	
АМВ-АУН-8Д управление 0...10 В	
Дискретные сигналы	
АМВ-ДИ220-12Д 12 дискретных входов VAC 230 В + 4 «нейтрали»	12 дискретных входов VAC 230 В + 4 «нейтрали» Можно объединить в 4 группы трёхфазной сети Определение наличия/отсутствия напряжения Диагностика обрыва фазы в трёхфазной сети Диагностика чередования фаз в трёхфазной сети Счётчик количества включений напряжения
АМВ-ДУ220-8Д 8 каналов управления нагрузкой с помощью электромагнитных реле	Нагрузочная способность 250 В переменного тока или 30 В постоянного тока, ток – до 5 А Функция низкочастотного ШИМ с частотой до 1 Гц
АМВ-ДИ24-8Д 8 дискретных входов типа транзисторный ключ 24 В	Типы входов: контактный датчик п-п и р-п-р типа и «сухой контакт» Питание измерительных цепей от модуля Возможность подключения до четырёх АВ-энкодеров с частотой до 100 кГц Определение логического уровня Измерение частоты до 100 кГц Подсчёт количества импульсов высокой частоты до 100 кГц
АМВ-ДУ24-8Д 8 дискретных выходов типа транзисторный ключ 24 В	Максимальный ток коммутации до 600 мА Режим переключения логического сигнала Генерация низкочастотного ШИМ до 1 Гц и высокочастотного от 1 Гц до 50 кГц Генерация заданного количества импульсов с частотой до 50 кГц Защита выходов от КЗ и перегрузки по току
Измерение температуры	
АМВ-ТИ-8Д 8 сигналов от термодпар. Встроенный датчик компенсации температуры холодных спаев	Класс точности – 0,1 Цикл сканирования – 33 измерения/с Аппаратная фильтрация шумов Встроенный источник для питания измерительных цепей Поканальная настройка на датчик
АМВ-ТСИ-7Д 7 сигналов термометров сопротивления или термодпар	

гистрального Ethernet-кабеля или сбоя сетевого коммутатора), распределённый модуль не становится «чёрным ящиком». Дисплей продолжает показывать текущие значения сигналов и их статусы. Это позволяет персоналу контролировать физический процесс, опираясь на локальные данные до восстановления связи.

4. Поддержка процессов конфигурирования и информационной безопасности

Для настройки модуля используется установленный в нём веб-сервер. Подключаясь к модулю через браузер, можно получить доступ ко всем его параметрам. Отличным помощником на

этапе первичного доступа выступает дисплей модуля. Он помогает инженеру увидеть сетевые параметры (для правильного ввода IP-адреса в браузере), отобразить статус подключения или подтвердить выполнение процедур информационной безопасности, таких как сброс к заводским настройкам.

Ключевые особенности модулей ввода/вывода АВАДС АМВ

Основные параметры модулей, зависящие от их типа, сведены в таблицу. Общие параметры перечислены в списке:

- класс точности 0,1;
- поканальная гальваническая изоляция;

- исключительное быстродействие;
- расширенный температурный режим от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$;
- настройка, конфигурирование и обновление ПО через веб-интерфейс;
- визуализация на крупном функциональном экране;
- подавление помех до 1 Гц (фильтр Чебышева с настраиваемым порядком);
- резервирование модулей по двум интерфейсам: Ethernet и RS-485;
- резервированное питание: клеммы и PoE по Ethernet.

В ближайшее время модули поступят в продажу.

Следите за новостями на сайте группы ИнСАТ: insat.ru.



НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

XVII специализированная конференция «ПТА – Санкт-Петербург 2026»

26–27 мая 2026 года в Санкт-Петербурге была проведена очередная XVII специализированная конференция «Передовые Технологии Автоматизации. ПТА – Санкт-Петербург 2026», посвящённая современным решениям в области промышленной автоматизации, цифровизации производства, встраиваемых систем, промышленного интернета вещей, информационной безопасности и интеллектуального управления технологическими процессами. Конференция «ПТА – Санкт-Петербург» традиционно является одной из значимых профессиональных площадок для специалистов, работающих в сфере автоматизации, управления производственными процессами и внедрения цифровых технологий в промышленности. В 2026 году мероприятие объединило ведущих разработчиков, производителей оборудования, системных интеграторов, представителей промышлен-

ных предприятий, образовательных организаций и профессиональных сообществ. В рамках деловой программы участники познакомились с актуальными разработками в сфере промышленной автоматизации, программно-аппаратных комплексов, контрольно-измерительного оборудования, решений для диспетчеризации, цифровых двойников, искусственного интеллекта и машинного обучения в производственных системах. Особое внимание было уделено вопросам импортонезависимости, развитию отечественных решений и практическому применению современных технологий на предприятиях различных отраслей промышленности. Студенты и сотрудники ГУАП – члены Санкт-Петербургской Российской секции международного общества автоматизации (ISA): А.В. Чабаненко (президент секции 2026), К.А. Алексеев, М.Д. Расыхаева, А.В. Бобович приняли участие в работе конференции и осмотрели выставку. В ходе конференции представители секции встретились с партнёрами профессиональ-

ного сообщества, в том числе с представителями компании ОВЕН Автоматизация, принимавшей участие в проведённом в 2026 году секцией ISA и ГУАП Международном чемпионате по автоматизации и управлению качеством сложных технических систем «SUAI Automation Students Games». Такая встреча стала продолжением взаимодействия между образовательной средой, профессиональными ассоциациями и промышленными партнёрами, заинтересованными в подготовке инженерных кадров и развитии проектной деятельности студентов. Участие в конференции позволило представителям секции ознакомиться с современными тенденциями рынка промышленной автоматизации, обсудить перспективы сотрудничества с компаниями-разработчиками и производителями оборудования, а также определить новые направления для вовлечения студентов в профессиональные мероприятия, чемпионаты, проектную и исследовательскую деятельность. ●





Однопарный Ethernet стандарта 10BASE-T1L как единая инфраструктура для систем видеонаблюдения, диспетчерской связи и передачи данных на промышленных площадках

Максим Рафальсон

В статье рассматривается применение стандарта однопарного Ethernet IEEE 802.3cg (10BASE-T1L) в качестве единой кабельной инфраструктуры для решения трёх классов задач на промышленных площадках: видеонаблюдение, диспетчерская телефонная связь и подключение удалённых рабочих мест.

Исходными данными послужило техническое задание на модернизацию автозаправочной станции (АЗС) промышленного предприятия в г. Темиртау (Карагандинская область, -49°C в холодный период). Проведён сравнительный анализ классического решения (волоконно-оптическая магистраль + уличные PoE-коммутаторы + аналоговые телефоны) и решения на базе 10BASE-T1L. Показано снижение совокупных затрат за три года на 28% при существенном упрощении монтажа и эксплуатации. Описаны технические решения комплекта Insol-Vision (коммутатор Insol Switch, адаптер CCTV-T1, кабель Insol-WS APL), а также сценарий подключения уличного SIP-телефона и будки охраны по единому двухпроводному кабелю.

Введение

Стандарт IEEE 802.3cg-2019, введший физическую спецификацию 10BASE-T1L, был разработан как современная замена промышленных полевых шин – PROFIBUS PA и Foundation Fieldbus. Единственная витая пара с волновым сопротивлением 100 Ом обеспечивает пере-

дачу данных со скоростью 10 Мбит/с на расстояние до 1000 м в стандартном режиме и до 1500 м в реализациях отдельных производителей. Функция питания по линии данных PoDL (Power over Data Line, IEEE 802.3bu) обеспечивает мощность до 15 Вт на порт – достаточно для питания промышленной IP-камеры или SIP-телефона без отдельного кабеля электропитания [1].

Логика применения технологии в системах видеонаблюдения очевидна: вместо традиционной связки «оптический кабель + уличный шкаф с PoE-коммутатором + кабель 220 В» – единственный двухпроводный кабель от центрального коммутатора до каждого оконечного устройства. Однако в реальных проектах возникает вопрос: применима ли данная концепция не только для видеонаблюдения, но и для одновременного решения смежных задач – диспетчерской связи и подключения удалённых рабочих мест?

Настоящая статья отвечает на этот вопрос на основе анализа реального технического задания на модернизацию АЗС промышленного предприятия в условиях континентального климата Центрального Казахстана.

Анализ технического задания

Техническое задание на модернизацию АЗС промышленного предприятия (г. Темиртау, Карагандинская область, 2026 г.) содержит требования к трём классам полевого оборудования, традиционно реализуемым по отдельным кабельным инфраструктурам.

Система видеонаблюдения

ТЗ предписывает построение системы на IP-видеокамерах с топологией сети «Кольцо» с резервированием (рис. 1). Требования к камерам: разрешение не менее 4 Мп, степень защиты IP67, диапазон рабочих температур $-40...+50^{\circ}\text{C}$ для уличных исполнений (корпус + термокожух). Для узлов распределения ТЗ требует уличных коммутационных шкафов со степенью защиты не менее IP66, встроенным ИБП (резерв не менее 1 часа), системой обогрева и охлаждения, мониторингом по SNMP. Расстояние от шкафа до камеры – не более 80 м.

Данные требования полностью соответствуют характеристикам широко применяемых решений класса TFortis PSW-2G+UPS-Box – признанных отрасле-

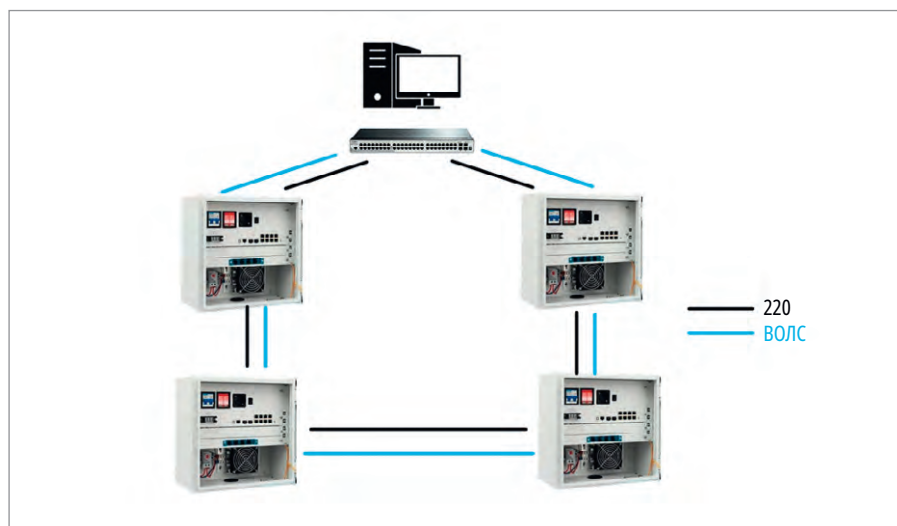


Рис. 1. Топология «Кольцо» с резервированием – центральный узел, уличные шкафы-коммутаторы, оптические магистрали. Схема из ТЗ на автоматизацию промышленного предприятия, г. Темиртау, 2026 г.

вых стандартов для уличного видеонаблюдения в суровых климатических условиях.

Диспетчерская телефонная связь (ОДС)

ТЗ предписывает организацию оперативно-диспетчерской связи (ОДС) с применением телефонного кабеля марки ТПП и аппаратов типа ТАШ-1П – проверенного и широко применяемого решения для промышленных объектов. Коммутатор ОДС должен поддерживать гибридную архитектуру (аналог + IP), групповые и циркулярные вызовы, экстренный вызов, горячую линию, запись переговоров. Кабельные трассы для телефонии и видеонаблюдения по ТЗ прокладываются отдельно в металлических трубах.

Климатические условия

Климатические условия (табл. 1) являются определяющим фактором при выборе оборудования: все полевые устройства должны сохранять работоспособность при температурах ниже -40°C , что существенно сужает круг применимых решений и увеличивает требования к системам обогрева шкафов.

Классическое решение: анализ состава и затрат

Для АЗС (Нефтебаз) с периметром 200×200 м и 21 точкой видеонаблюдения классическое решение включает три независимые кабельные системы: волоконно-оптическую магистраль (видеонаблюдение), кабель питания 220 В (электропитание шкафов), кабель ТПП (телефония).

Видеонаблюдение

По топологии «Кольцо» от центрального узла в операторной прокладывается одномодовый оптический кабель КС-ОКЛ 8 жил по периметру площадки (~960 м с запасом). К кольцу подклю-

чаются 6 уличных шкафов TFortis PSW-2G+UPS-Box (4 камеры на шкаф), каждый из которых требует ввода 220 В АС. От шкафа до камер прокладывается кабель FTP Cat5e (≤ 80 м) и отдельный кабель ВВГ $3 \times 2,5$ для питания терможухов. Монтаж ВОЛС требует привлечения специалиста со сварочным аппаратом для выполнения 12 сварных соединений (рис. 2).

Диспетчерская связь и будка охраны

По ТЗ телефонная сеть ОДС выполняется кабелем ТПП в отдельных трубных трассах. Аппараты ТАШ-1П – надёжное решение для промышленных объектов, однако требуют отдельной кабельной инфраструктуры и аналоговой АТС. Для телефонизации точки приёма нефтепродуктов и будки охраны необходима прокладка дополнительных кабелей ТПП.

Будка охраны на въезде АЗС (~180 м от операторной) представляет отдельную задачу: помимо телефона, охраннику требуется подключение к сети

Таблица 1. Климатические условия эксплуатации (г. Темиртау, СНиП РК 2.04-01-2010)

Параметр	Значение
Абсолютный минимум температуры	-49°C (холодный период)
Абсолютный максимум	$+39^{\circ}\text{C}$ (тёплый период)
Температура наиболее холодных суток	-39°C
Глубина промерзания грунта	1,8 м (промышленные объекты)
Сейсмичность	До 6 баллов
Барометрическое давление	715 мм рт. ст.

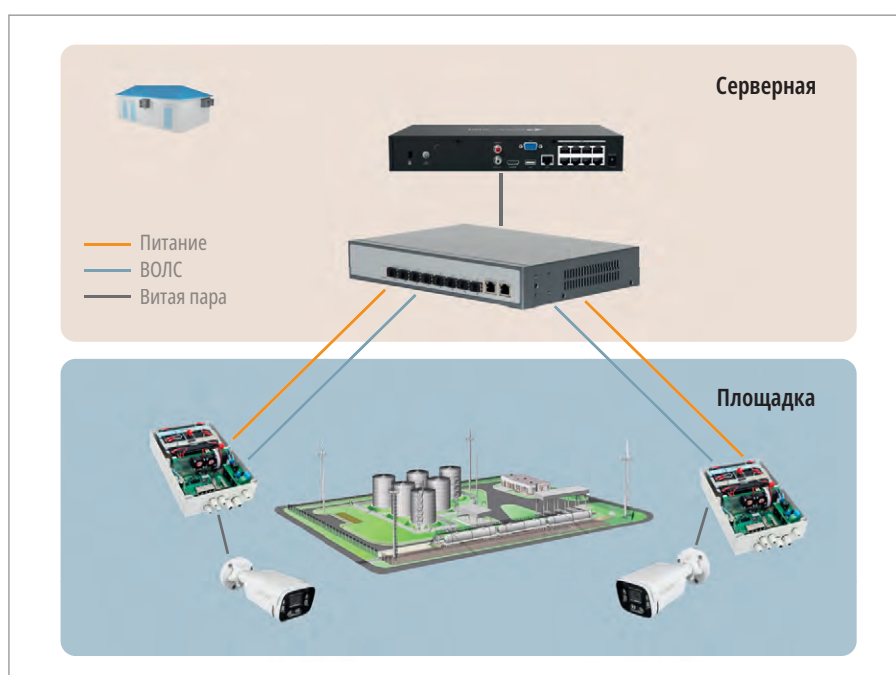


Рис. 2. Классическая архитектура: ВОЛС (кольцо) → уличные шкафы TFortis → камеры (FTP Cat5e + ВВГ). Три независимые кабельные системы



Рис. 3. Комплект Insol-Vision: коммутатор Insol Switch + камеры HiWatch с платой CCTV-T1 + кабель Insol-WS APL

(терминал СКУД, внутренняя камера, АРМ). При этом стандартный PoE ограничен 100 м, оптика избыточна и требует сварщика, Wi-Fi-мост ненадежен в промышленной зоне при -49°C .

Решение – отдельный кабельный ввод с медиаконвертером и источником питания, что влечёт дополнительные затраты ~95 000 руб. на кабель и оборудование.

Решение на базе 10BASE-T1L: единая инфраструктура

Предлагаемый подход основан на применении стандарта 10BASE-T1L в качестве единой физической шины для всех полевых устройств: камер, телефонов и сетевого оборудования будки охраны. Ключевой принцип – один кабель Insol-WS APL (100 Ом, $-50...+85^{\circ}\text{C}$) от центрального коммутатора Insol Switch до каждого оконечного устройства. По этому кабелю одновременно передаются данные (10 Мбит/с) и питание (PoDL 48 В DC, до 15 Вт).

Видеонаблюдение – комплект Insol-Vision

Адаптация серийной IP-камеры к интерфейсу 10BASE-T1L выполняется с помощью платы CCTV-T1, монтируемой внутри корпуса камеры. Процедура установки: штатный кабель питания и патч-корд RJ-45 камеры обрезается, вместо него подключается быстроразъемный разъем платы CCTV-T1. Кабель Insol-WS заводится через штатный кабельный сальник корпуса камеры. Снаружи камера выглядит стандартно – из неё выходит один кабель Insol-WS вме-

сто UTP. Прошивка и конфигурация камеры не изменяются: она «видит» обычный Ethernet 100BASE-TX и питание PoE IEEE 802.3af (рис. 3).

Признанные производители камер – Hikvision и HiWatch – выпускают широкую линейку IP-камер стандарта ONVIF, совместимых с платой CCTV-T1 без каких-либо изменений прошивки. Это позволяет заказчику сохранить привычный парк оборудования, добавив лишь SPE-адаптер.

Диспетчерская связь – SIP-телефон на шине 10BASE-T1L

Гипотетически рассмотрим сценарий: на точке приёма нефтепродуктов АЗС требуется установить уличный телефон диспетчерской связи. Классическое решение – аппарат ТАШ-1П с отдельной линией ТПП. Альтернатива на базе SPE: уличный SIP-телефон (например, Fanvil H3W, IP66) с подключением через медиаконвертер MC31 к шине



Рис. 4. MC31 для подключения уличного SIP-телефона

10BASE-T1L. Кабель Insol-WS обеспечивает одновременно данные и питание телефона – дополнительный кабель питания не требуется.

Трафик SIP-телефона составляет 64 кбит/с в кодеке G.711 – менее 1% пропускной способности линии 10BASE-T1L. Таким образом, на одном кабеле Insol-WS одновременно работают камера (2–3 Мбит/с по H.265+) и телефон (0,064 Мбит/с) при суммарной загрузке линии ~30%.

Для применения в зонах класса 1/2 по взрывоопасности (пары нефтепродуктов на АЗС) телефон должен иметь взрывозащищенное исполнение (Ex ia или Ex d). Разработка специализированного исполнения SIP-телефона с интерфейсом 10BASE-T1L и сертификатом ATEX/IECEX ведётся авторами; результаты будут представлены в последующих публикациях.

Будка охраны – единый кабель для трёх задач

Наиболее наглядный пример преимуществ 10BASE-T1L – телефонизация и подключение будки охраны на въезде АЗС (~180 м от операторной). Классические решения здесь сопряжены с существенными ограничениями: стандартный PoE не достигает 180 м; оптика требует ВОЛС-специалиста; Wi-Fi-мост ненадежен при -49°C в промышленной зоне; прокладка 220 В требует согласований с энергетиком объекта.

По схеме 10BASE-T1L один кабель Insol-WS от коммутатора Insol Switch в операторной до будки охраны обеспечивает одновременно: SIP-телефон охранника (интеграция в ОДС предприятия), IP-камеру внутри будки, мини-Wi-Fi-роутер для АРМ охранника и терминала СКУД – всё с питанием по PoDL без отдельного кабеля 220 В (рис. 4). Дополнительных кабельных трасс и согласований не требуется.

Сравнительный анализ затрат

В табл. 2 приведён сравнительный расчёт затрат для рассматриваемого объекта (АЗС, периметр 200×200 м, 21 камера, 3 телефонные точки, будка охраны). Цены приведены по публичным прайс-листам производителей и дистрибьюторов на 1-е полугодие 2025 г. (TFortis PSW-2G+UPS-Box – 97 400 руб., tinko.ru; Insol-WS APL 0,75 мм² – 150 руб/м, insolsoft.ru; монтаж ВОЛС – 120 руб/м по данным подрядчиков).

Таблица 2. Сравнение затрат: классическое решение vs 10BASE-T1L.
АЗС 200×200 м, 21 камера, 3 SIP-телефона, будка охраны. Цены – 1П 2025 г.

Статья затрат	Классика CAPEX	Классика ОРЕХ/год	Insol-Vision CAPEX	Insol-Vision ОРЕХ/год
Видеонаблюдение: кабельная магистраль	200 900	–	567 000	–
Видеонаблюдение: монтаж кабеля	121 200	–	94 500	–
Уличные шкафы TFortis PSW-2G+UPS (×6) или Insol Switch v3 (×1)	584 400	60 000	90 000	0
SFP-модули оптические (×6 пар)	43 200	–	0	–
Питание 220 В на поле (кабель ВВГ+монтаж)	180 000	–	0	–
Камеры 5 Мп × 21 шт. (с термокожухом)	325 500	–	409 500	–
Телефон ОДС: кабель ТПП + монтаж	48 000	–	0	–
Телефон ОДС: аппараты ТАШ-1П (×3 шт.) или SIP Fanvil H3W + MC31 (×3 шт.)		15 000	48 000	5000
Будка охраны: отдельный кабель+оборудование	95 000	–	0	–
Центральный коммутатор + видеосервер	425 000	–	425 000	–
Проектирование + ПНР + ВОЛС-специалист	230 000	–	160 000	–
ТО шкафов, замена АКБ	–	60 000	–	0
ТО системы в целом	–	40 000	–	30 000
ИТОГО CAPEX	2 298 200		1 794 000	
ИТОГО ОРЕХ/год		115 000		35 000
ИТОГО за 3 года	2 643 200		1 899 000	
ЭКОНОМИЯ (3 года)			–744 200 Р (–28%)	

Анализ таблицы показывает следующее. По статье CAPEX экономия достигается за счёт исключения шести уличных шкафов TFortis (~584 400 руб.), SFP-модулей (~43 200 руб.), кабеля питания 220 В (~180 000 руб.) и отдельной телефонной кабельной инфраструктуры (~48 000 руб.). Суммарная экономия по инфраструктурным статьям составляет ~855 600 руб., которая частично компенсируется более дорогим кабелем Insol-WS (~566 100 руб. против ~200 900 руб. за оптику и ТПП). Итоговое снижение CAPEX – 22% (504 200 руб.). По статье ОРЕХ экономия более выражена: обслуживание шести уличных шкафов с ИБП и заменой аккумуляторов в условиях –49°C обходится в 60 000–80 000 руб./год. В решении на 10BASE-T1L эта статья расходов равна нулю – шкафов на поле нет. За три года суммарная экономия составляет 744 200 руб. (28%).

Нематериальные преимущества, не отражённые в таблице: отсутствие потребности в ВОЛС-специалисте для монтажа и обслуживания; исключение 220 В на опорах периметра АЗС (что требует отдельных согласований с энергетиком и создаёт дополнительные риски на взрывоопасном объекте); совместимость кабеля Insol-WS с существующими трассами PROFIBUS Type A (при наличии – без перетяжки кабеля); монтаж выполняется штатным элек-

триком без специальной квалификации по ВОЛС.

Ограничения и условия применения

- **Пропускная способность.** 10 Мбит/с на линию достаточно для одной камеры H.265+ (2–3 Мбит/с) и SIP-телефона (0,064 Мбит/с) одновременно. Для камер 4К с битрейтом > 8 Мбит/с или PTZ-камер с высоким потреблением питания (> 15 Вт) рекомендуется сохранить классическую PoE-схему.
- **Длина трасс.** При средней трассе свыше 250–270 м стоимость кабеля Insol-WS (150 руб/м) начинает превышать экономию от исключения шкафов. Точка безубыточности – ~2200–2500 м суммарной длины кабельных трасс объекта.
- **Взрывозащита.** Серийные уличные SIP-телефоны в исполнении IP66 применимы в невзрывоопасных зонах. Для зон класса 1/2 (пары нефтепродуктов) необходим аппарат с сертификатом Ex ia / Ex d по АТЕХ или IECEx – разработка ведётся.
- **Требования ТЗ к ОДС.** Если ТЗ предусматривает конкретный тип АТС с аналоговыми портами (как в рассматриваемом случае), интеграция SIP-телефонов требует SIP-шлюза. При наличии IP-АТС (Asterisk, Cisco UCM и аналоги) интеграция не вызывает затруднений.

Заключение

Стандарт 10BASE-T1L (IEEE 802.3cg), разработанный как современная замена промышленных полевых шин, открывает возможность построения единой кабельной инфраструктуры для разнородных полевых систем промышленного объекта.

На примере реального технического задания на модернизацию АЗС в условиях континентального климата показано, что по одному двухпроводному кабелю Insol-WS APL возможно одновременное решение задач видеонаблюдения (камеры с адаптером CCTV-T1), диспетчерской связи (уличный SIP-телефон с MC31) и подключения удалённых рабочих мест (будка охраны).

Экономический анализ демонстрирует снижение совокупных затрат за три года на 28% по сравнению с классическим решением на базе ВОЛС, уличных PoE-шкафов и аналоговой телефонии. Ключевые источники экономии – исключение уличных шкафов с ИБП, оптической магистрали и отдельной телефонной кабельной инфраструктуры.

Показанная концепция «один кабель – видео, голос, данные, питание» особенно актуальна для объектов в суровых климатических условиях, удалённых или труднодоступных площадок, а также при модернизации объектов с существующими кабельными трассами PROFIBUS Type A. ●

Литература

1. IEEE Std 802.3cg-2019. IEEE Standard for Ethernet Amendment 5: Physical Layer Specifications and Management Parameters for 10 Mb/s Operation and Associated Power Delivery over a Single Balanced Pair of Conductors. IEEE, 2019.
2. IEEE Std 802.3bu-2016. Physical Layer and Management Parameters for Power over Data Lines (PoDL). IEEE, 2016.
3. Ethernet-APL Engineering Guideline, Rev. 1.1. FieldComm Group, PROFIBUS & PROFINET International, 2022.
4. TFortis PSW-2G+UPS-Box. Руководство по эксплуатации. Fort Telecom, 2024. URL: tfortis.ru.
5. Insol Switch – Руководство по эксплуатации. INSOL.SWITCH.P3-001 v1.2. ООО «Инсол», 2025. URL: insolsoft.ru.
6. Fanvil H3W Outdoor SIP Phone. Product Datasheet. Fanvil Technology Co., Ltd., 2024.
7. СНиП РК 2.04-01-2010. Строительная климатология. Астана: КазНИИКА, 2010.
8. Brandt D. General Purpose Single Pair Ethernet for Process Instruments. ODVA 2023 Industry Conference, 2023.



Интеллект под защитой: как Getac готовится к эпохе ИИ

Марина Воскресенская

В статье рассматривается обновлённая линейка защищённых ноутбуков и планшетов Getac 2026 года, адаптированная к растущим требованиям искусственного интеллекта и промышленной цифровизации. Представлены основные модели устройств, их ключевые характеристики и возможности применения в сложных условиях эксплуатации.

Введение

2026-й год внёс на мировой рынок новые вызовы – активный рост технологий искусственного интеллекта, строительство новых дата-центров, направленных на быструю и точную обработку запросов ИИ – всё это вызвало огромный дефицит процессоров, оперативной памяти, твердотельных накопителей и видеокарт. Новые мощные комплектующие стали быстро пропадать из продажи, цены на них улетели в космос, сроки производства стали катастрофически расти. На фоне этого технологического бума производители компьютеров и встраиваемых систем были вынуждены увеличивать стоимость, оптимизировать программу поставок и обновлять существующие модели.

Вся эта волна новшеств также затронула производителя защищённой мобильной техники Getac. Далее мы рассмотрим, что изменилось в текущем году, осветим новинки, рассмотрим основные тренды развития продуктовой линейки вендора.

Общий обзор

Тайваньский производитель Getac – один из мировых лидеров производства защищённой мобильной техники. Компания всегда реагировала на запросы рынка, выпускала новое оборудование под текущие тренды, следила за требованиями клиентов и подстраивалась под потребности конечных пользователей. Оборудование Getac

всегда отличалось надёжностью, удобством пользования и универсальностью. В этом году, подстраиваясь под текущую ситуацию, компания выпустила ряд новинок, убрала из программы поставок уже неактуальное оборудование, оптимизировало линейку поставок, при этом не увеличив сроки производства. В 2026-м году линейка оборудования выглядит максимально лаконично, направлена на решение сложных и трудоёмких задач, а также максимально адаптирована под требования к умению работать с искусственным интеллектом.

Ноутбуки

На текущий момент линейка ноутбуков от Getac максимально оптимизирована и включает в себя пять ноутбуков в различных комплектациях и версиях.

В первую очередь активно пользуется популярностью полузащищённый 15,6-дюймовый ноутбук S510 (рис. 1). Подробный обзор проводился в № 4 журнала за 2024 год. Его основное отличие от всей линейки ноутбуков в его «полузащищённости» – S510 сертифицирован по стандарту MIL-STD-810H и IP53 против воды, пыли, сильных вибраций, падений с высоты до 92 см, экстремальных температур. Также в особенностях ноутбука можно выделить мощный процессор Intel® Core™ Ultra 5/7 с поддержкой искус-

ственного интеллекта. S510 создан конфигурируемым и универсальным, что позволяет ему удовлетворить потребности большого числа пользователей. Беспроводная связь включает Wi-Fi 6E, Bluetooth v5.3, опциональный двойной SIM 4G LTE/5G Sub 6 и выделенный GPS. Также доступно до двух портов Thunderbolt™ 4 Type-C для передачи данных и зарядки периферийных устройств. В мультимедийный отсек можно установить опциональный считыватель штрих-кодов, DVD-привод, второй накопитель (SSD) или дискретный видеоадаптер NVIDIA.

Также в программу поставок входит новейший ноутбук-трансформер V120



Рис. 1. Полузащищённый S510



Рис. 2. Ноутбук-трансформер V120



Рис. 3. Защищённый B360

(рис. 2), пришедший на смену прошлой модели V110. В отличие от устаревшей модели, новый ноутбук оснащён экраном 12,2 дюйма при сохранённом размере корпуса.

Размер экрана был увеличен за счёт рамок, которые теперь стали значительно меньше. Уникальной особенностью данного ноутбука является поворотный сенсорный экран, при необходимости превращающий изделие в планшет.

Устройство оснащено новым режимом сенсорного управления с функцией автоматического определения источника ввода. Вне зависимости от источника прикосновения – будь то перчатки, стилус или голые пальцы – ноутбук автоматически определяет и подстраивается под него, устраняя необходимость вручную переключать режимы сенсорного управления. Ноутбук также оснащается процессором Intel Core Ultra с поддержкой искусственного интеллекта для работы над современными задачами.

Пожалуй, самым популярным в СНГ стал ноутбук B360 (рис. 3), поставляемый в трёх модификациях – базовая, версия PLUS и версия PRO.

Этот ноутбук является идеально сбалансированным по цене, размеру и мощности. Процессор Intel Core Ultra 5/7 с поддержкой искусственного интеллекта, диагональ экрана ноутбука 13,3 дюйма, при этом вес изделия в базовой комплектации всего 2,3 кг.

В нём реализованы самые современные технологии беспроводной связи, а его экран с яркостью 1400 нит остаётся читаемым даже на ярком свете. Он также поддерживает два съёмных твердотельных накопителя PCIe NVMe общей ёмкостью до 4 Тбайт, обеспечивая по-

вышенную защищённость данных при работе в таких сферах, как общественная безопасность, коммунальные службы и промышленное производство.

Флагманской и самой мощной моделью является ноутбук X600 (рис. 4). Ультразащищённые устройства данной серии поставляются с предустановленным процессором 11-го поколения Intel Core i5, который опционально можно заменить на i7 или i9.

Объём оперативной памяти по умолчанию 16 Гбайт формата DDR4, с возможностью расширить до 64 Гбайт. В ноутбук можно установить до трёх твердотельных накопителей суммарным объёмом до 3 Тбайт.

Операционная система X600 Windows 11 Pro обеспечивает интуитивно знакомый пользователям интерфейс Microsoft, но с расширенной функциональностью гибридной/удалённой работы и более лёгким управлением несколькими задачами. А благодаря

большому 15,6-дюймовому дисплею с разрешением FullHD на базе технологии LumiBond, обеспечивающему превосходную цветопередачу, контрастность, яркость 1000 нит для работы при ярком солнечном свете, а также дополнительной возможности ёмкостного мультитач-экрана, работающего на холоде, под дождём или в перчатках, выполнение задач становится проще даже в сложных условиях.

Возможности подключения X600 превосходят стандарты для защищённых мобильных устройств. Два порта Ethernet 2.5GBASE-T обеспечивают надёжное фиксированное подключение к двум одновременным сетям, а широкополосная беспроводная сеть LAN, поддерживающая новый стандарт Wi-Fi 6E, задействует частотный блок 6 ГГц, не используемый предыдущими поколениями Wi-Fi. Порт Thunderbolt™ 4 (Type-C) обеспечивает сверхскоростную фиксированную передачу данных между устройствами, Bluetooth 5.2 позволяет подключать устройства с низким энергопотреблением.

При толщине менее шести сантиметров и весе в 4,43 кг X600 создан для удобства пользователя и обеспечивает высокую мобильность и компактность. А благодаря двум батареям с возможностью горячей замены без использования дополнительных инструментов ноутбук может непрерывно работать весь день без необходимости подклю-

чения к сети. Устройство соответствует стандартам IP66 от попадания воды и пыли,

а также MIL-STD-810H и MIL-STD-461G, выдерживает падение с высоты 1,2 метра и полностью



Рис. 4. Флагманский X600



Рис. 5. Неизменная классика X500

функционален в температурном диапазоне от -29°C до $+63^{\circ}\text{C}$.

Также производитель Getac внимательно следит за потребностями клиентов и вернул в производство ноутбук X500 (рис. 5) – пожалуй, самый востребованный на просторах СНГ. Диагональ экрана, как и у X600, составляет 15,6 дюймов. Ноутбук X500 снабжён широкоформатным экраном Full HD 1920×1080 точек, обеспечивающим кристальную чёткость.

Ноутбук X500 сейчас поставляется в трёх максимально востребованных модификациях. Все они включают в себя процессор Intel Core i7-7820EQ, 8 Гбайт оперативной памяти и 512 Гбайт SSD, а также без предустановленных модулей беспроводной связи Wifi и Bluetooth.

Базовая конфигурация включает в себя DVD-привод, вторая конфигурация поставляется с дополнительной батареей в отсеке Media Bay, третья конфигурация поставляется с предустановленными DVD-приводом и модулем расширения PCIe x2.

Таким образом, Getac максимально оптимизировал модельный ряд ноутбуков, покрывая все потребности различ-

ных вертикальных рынков, где требуется высокая производительность, длительная работа от батарей и возможность работать в сложных условиях. Основные характеристики всей линейки ноутбуков представлены в табл. 1.

Далее рассмотрим текущий модельный ряд планшетов.

Планшеты

Линейка защищённых планшетов также максимально оптимизирована в этом году. Планшеты Getac поставляются на базе двух операционных систем: Windows или Android.

На базе ОС Android универсальным для использования и компактным по размеру является планшет ZX80 (рис. 6). Вес планшета составляет всего 590 г, при этом он соответствует всем стандартам защищённости: военному стандарту MIL-STD-810H, выдерживает удары, падения, вибрацию и падение с высоты шести футов без повреждений и сбоев. Он также выдерживает перепады температур от -29°C до $+63^{\circ}\text{C}$ (от -20°F до $+145^{\circ}\text{F}$), сертифицирован по стандарту IP67 и может погружаться в воду на глубину до одного метра на 30 минут.

Нейронный процессор Qualcomm (NPU) и 8-дюймовый ультраширокоформатный дисплей делают ZX80 подходящим для управления объектами, аналитики в реальном времени и работы с электронными регистраторами (ELD), а его элегантный, но прочный корпус отлично подходит для работы в дороге.

Благодаря возможности установки двух SIM-карт (одна физическая SIM-карта + одна eSIM-карта) ZX80 позволяет легко переключаться между различными операторскими сетями, а опциональная поддержка 4G LTE или 5G Sub-6 с 4X4 MIMO обеспечивает сверхширокополосную передачу данных содовой связи (WWAN). Wi-Fi 6E и Bluetooth 5.2 дополняют возможности беспроводной связи малого радиуса действия, а опциональный выделенный GPS (L1/L5) обеспечивает точную геолокацию даже в сложных условиях.

Действительно уникальным решением является второй планшет – ZX10 (рис. 7). Это 10-дюймовый, самый большой полностью защищённый планшет с операционной системой Android 15.

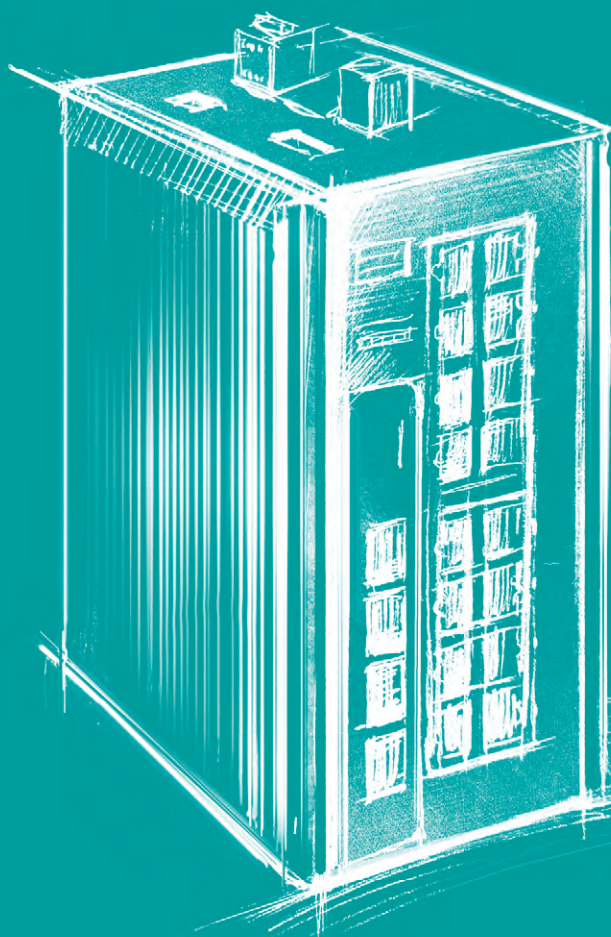
Это высокопроизводительное решение, сочетающее интуитивно понятное управление, энергоэффективность и привычную для многих ОС Android. ZX10 имеет на борту батарею ёмкостью 2680 мА·ч и возможность установки аккумулятора повышенной ёмкости 9980 мА·ч, что способствует работе без перерывов всю смену. А благодаря процессору Qualcomm вы получаете настоящую мобильную вычислительную платформу, способную выполнять ресурсоёмкие задачи с меньшим энергопотреблением.

Фронтальная камера 8 Мпикс и задняя камера 16 Мпикс обеспечивают превосходную фото- и видеосъёмку. Двойные встроенные микрофоны отфильтровывают громкие фоновые шу-

Таблица 1. Общие характеристики ноутбуков Getac

Характеристика	S510	V120	B360	X600
Процессор	Intel Core Ultra 5/7	Intel Core Ultra 5/7	Intel Core Ultra 5/7	Intel Core i5-11500HE/i7-11850HE, Intel Xeon W-11865MRE
Экран	15,6", 1920×1080 (Full HD), 1000 нит	12,2", 1920×1080 (Full HD), 1000 нит, поворот на 180 град	13,3", 1920×1080 (Full HD), 1400 нит	15,6", 1920×1080 (Full HD), 1000 нит
ОЗУ, память	16–64 Гбайт DDR5, 256 Гбайт – 3 Тбайт SSD	16–64 Гбайт DDR5, 256 Гбайт – 2 Тбайт SSD	16–64 Гбайт DDR5, 256 Гбайт – 4 Тбайт SSD	16–128 Гбайт DDR4, 512 Гбайт – 6 Тбайт SSD
Порты	USB 3.2 Gen 2 Type-A x2, Thunderbolt 4 Type-C x1, Опционально: MicroSD x1, Ethernet (RJ45) x1, HDMI 2.0 x1, 2-й Thunderbolt 4 Type-C x1	USB 3.2 Gen.2 Type-A x2, Thunderbolt 4 Type-C x2, LAN (RJ-45) x1, HDMI 2.0 x1, USB 3.2 Gen 2 Type-A, RS-232	USB 3.2 (с поддержкой технологии PowerShare) x1, USB 3.2 Gen.2 Type-A x1, Thunderbolt 4 Type-C x1, Ethernet (RJ45) x1, HDMI 2.0 x1, RS-232+VGA/RS-232+DP/RS-232+VGA+2-й LAN/RS-232+DP+2-й LAN/RS-232+2-й TB/RS-232+2-й TB+2-й LAN	USB 3.2 Gen 2 Type-A x4, Thunderbolt 4 Type-C x1, LAN (RJ45) x2, HDMI 2.0 x1, RS-232, VGA/2-й RS-232
Габариты	375×277×39 мм, 2,35 кг	302×224×35,7 мм, 2,1 кг	342×281×34,9 мм, 2,32 кг	412×322×52,5 мм, 4,41 кг

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





Рис. 6. Компактный ZX80



Рис. 7. Уникальный ZX10



Рис. 8. Универсальный UX10



Рис. 9. Мощный F120

мы, такие как сирены, звуки работы электроинструментов и других механизмов. Wi-Fi 5 и два слота для SIM-карт LTE помогут вам оставаться на связи.

Благодаря пылевлагозащите IP66 планшет может безопасно работать под дождём или струями воды под высоким давлением. Он сертифицирован по стандарту MIL-STD 810H, выдерживает падение с высоты 1,8 м и может работать при экстремальных температурах от -29°C до $+63^{\circ}\text{C}$.

На базе операционной системы Windows в данный момент доступно три планшета.

Самый компактный, но при этом максимально защищённый, 10-дюймовый UX10 (рис. 8) готов к работе с искусственным интеллектом благодаря новейшим процессорам Intel® Core™ Ultra (Серия 2) и технологии Intel® AI Boost. Возможна установка жёсткой ручки, при помощи которой UX10 легко носить и удерживать в руках, благодаря чему вы сможете брать этот мощный планшет туда, где он нужен больше всего. Для обеспечения максимальной безопасности аутентификации пользователей в UX10 могут быть встроены считыватели отпечатков пальцев, картридер для смарт-карт, магнитных карт, магнитных и меток RFID, а также каме-

ра для распознавания лица с помощью Windows Hello. По умолчанию в планшет установлено 16 Гбайт оперативной памяти, напаянных на процессор, с возможностью расширения до 32 Гбайт.

В UX10 предусмотрено несколько вариантов и конфигураций аккумуляторов, включая поставляемые по желанию заказчика запасную батарею большой ёмкости и батарею-перемычку для замены аккумулятора без выключения планшета. Таким образом, вам никогда не придётся отключать UX10, благодаря чему этот планшет идеально подойдёт для использования несколькими операторами, в том числе в течение нескольких смен.

Новинка прошлого года – планшет F120 (рис. 9), который пришёл на смену бестселлеру F110. 12,2-дюймовый дисплей с технологией Getac LumiBond для чтения на солнце яркостью 1200 нит в компактном корпусе с узкими рамками, обеспечивающем больший экран в меньшем и более лёгком форм-факторе. Процессор Intel Core Ultra поддерживает работу с искусственным интеллектом, делая решение оптимальным и максимально производительным для современных задач. Из интересных решений – в планшете есть сразу два порта Thunderbolt 4 для ультраскоростной

передачи данных. Из интересных решений также отметим экран, который сам определяет и переключает режим ввода информации – пальцем, стилусом или перчаткой. Этот набор функционала делает решение идеальным для трудоёмких задач в тяжёлых условиях.

Новинка этого года – новый 14-дюймовый планшет G140 (рис. 10) создан на замену устаревшего A140. На устройстве установлен мощный процессор AMD Ryzen AI 5 340 / AMD Ryzen AI 7 350, встроенная графика AMD Radeon 840M / AMD Radeon 860M и NPU AMD XDNA 2 (до 50 TOPS). Широкие возможности беспроводной связи, включающие в се-



Рис. 10. Новейший G140

Таблица 2. Общие характеристики планшетов Getac

Характеристика	ZX80	ZX10	UX10	F120	G140
Операционная система	Android 15	Android 15	Windows, PедОC, Astra Linux	Windows, PедОC, Astra Linux	Windows
Процессор	Qualcomm Hexagon	Qualcomm Hexagon	Intel Core Ultra 5/7	Intel Core Ultra 5/7	AMD Ryzen AI 5/7
Экран	8" 1920×1200 (Full HD), 1000 нит	10,1" 1920×1200 (Full HD), 1000 нит	10,1" 1920×1200 (Full HD), 1000 нит	12,2" 1920×1200 (Full HD), 1200 нит	14" 1920×1200 (Full HD), 1000 нит
ОЗУ, память	12 Гбайт LPDDR5, 256 Гбайт UFS	8 Гбайт LPDDR5, 256–512 Гбайт UFS	16–32 Гбайт LPDDR5X, 256 Гбайт – 2 Тбайт SSD	16–32 Гбайт LPDDR5X, 256 Гбайт – 2 Тбайт SSD	16–64 Гбайт LPDDR5X, 256 Гбайт – 2 Тбайт SSD
Порты	USB 3.2 Gen 1 Type-C с DP и PD x1	USB 2.0 x1, USB 3.2 Gen 1 Type-C w/ DP & PD x1	COM-порт, USB 2.0 Gen.1 Type-A, Ethernet (RJ45), microSD, HDMI 2.0, LAN (RJ45)	MicroSD, COM-порт, LAN (RJ45), USB 2.0, USB 3.2 Gen.2 Type-A x1, Thunderbolt 4 Type-C x2	HDMI 2.1, USB 2.0 Type-A x3, USB 3.2 Gen 2 Type-A x1, USB4 Type-C x2, LAN (RJ45) x1
Габариты	234×149,8×17,6 мм, 590 г	275×192×17,9 мм, 906 г	279×194,5×23,5 мм, 1,15 кг	300×207×22,2 мм, 1,41 кг	338,8×238,8×23,7 мм, 1,79 кг

бя Wi-Fi 7, BT, 5G, позволят оператору всегда быть на связи.

Планшет по классике оснащается 14" ярким экраном 1000 нит с тонкой рамкой для работы под солнцем, защищён по стандартам MIL-STD-810H и IP66, работает в диапазоне температур от –29°C до +63°C.

Отдельно стоит упомянуть аксессуары. Ремни, жёсткая ручка, магнитные крепления, подставки – всё крепится через встроенный VESA. Плюс имеются и автомобильные док-станции – по су-

ти, планшет превращается в полноценную мобильную рабочую станцию.

Отдельно хочется отметить, что все планшеты на базе ОС Windows проходят дополнительную обязательную проверку на совместимость с российской ОС Астра Линукс.

При необходимости поставки оборудования с этой ОС заказчик может получить оборудование Getac с уже установленной системой. Основные технические характеристики планшетов указаны в табл. 2.

Заключение

Getac в этом году предлагает максимально оптимизированный набор устройств, при этом, как и ранее, покрывает все потребности заказчиков – по мощности, размеру экрана, производительности и возможностям расширения. Оборудование Getac можно применять на всех этапах любого производственного процесса. ●

Автор – сотрудник фирмы ПРОСОФТ

Телефон: (495) 234-0636

E-mail: info@prosoft.ru

Барьеры искрозащиты

надежное решение для обеспечения искробезопасности цепей

NEWPWR

- Широкий спектр промышленных сигналов
- Тройная изоляция цепей
- Широкий диапазон напряжений питания 18...60 В пост. тока, с возможностью питания по общей шине
- Рабочая температура –20...+60°C
- Уровень безопасности SIL2/SIL3, сертификат Ex (TP TC 012/2011)
- Богатый функционал:
 - программируемый ввод,
 - высокоточная термокомпенсация,
 - высокий уровень ЭМС,
 - защиты от перенапряжения и т.д.

Официальный дистрибьютор

+7 (495) 234-06-36
info@prosoft.ru

www.prosoft.ru

Новинка в ассортименте HİDEN – стоечные ИБП со встроенными АКБ



Компания HIDEN – российский разработчик и производитель решений в области систем бесперебойного электропитания – представляет обновлённую линейку KL RM, это линейно-интерактивные ИБП со встроенными АКБ. Линейка пополнилась моделями KLPS500RM-N, KLPS700RM-N и KLPS1000RM-N.

Все модели выполнены в 19" стойочном исполнении, высота всего 1U, и они идеально подходят для защиты серверов, телекоммуникационного оборудования, рабочих станций и ПК, кассовых и POS-систем, систем безопасности.

Ключевые особенности серии KL RM:

- линейно-интерактивная топология;
- коэффициент выходной мощности 0,9;
- ультратонкая конструкция стойки 1U;
- чистый синусоид на выходе;
- диапазон входного напряжения 165...290 В переменного тока;
- встроенный автотрансформатор;
- удобный ЖК-дисплей;
- функция «холодный старт» – запуск без сети электропитания;
- совместимость с генератором;
- USB-подключение к ПК;
- защита от перегрузки, КЗ и перенапряжений.

Благодаря встроенным АКБ ИБП обеспечивает автономную работу при полном отключении питания, позволяя сохранить данные и корректно завершить работу оборудования.



РWRM – IoT-решение для мониторинга электросетей и учёта энергии

Модули серии PWRM от компании Dataforth – это современные IoT-устройства для высокоточного и универсального измерения электрической энергии. Они совместимы как с однофазными, так и с трёхфазными системами, что делает их оптимальным выбором для промышленных и коммерческих объектов, включая новые проекты и модернизацию существующих систем. Устройства стабильно работают в широком диапазоне температур: от -40°C до $+85^{\circ}\text{C}$.

Модули устанавливаются на стандартную DIN-рейку, а также имеют съёмные клеммные колодки для подключения фазных напряжений и токов, что значительно упрощает монтаж, подключение и последующее обслуживание. За счёт компактного корпуса экономит место в шкафах управления, что особенно важно при плотной компоновке оборудования.

Модули поддерживают фазные напряжения 85–265 В (PWRM10-01) или 85–525 В (PWRM20-01) с частотой 50/60 Гц и автономно запитываются от любой из линий. Для работы с более высокими напряжениями возможно подключение через трансформаторы напряжения с соответствующей настройкой масштабирования.

Входные фазные токи имеют стандартный для отрасли диапазон от 0 до 0,333 В



переменного тока в полном диапазоне. Для измерения используются внешние шунты, трансформаторы тока или катушки Роговского, что позволяет реализовать как контактные, так и бесконтактные методы.

Модули серии PWRM обеспечивают простоту и удобство анализа данных, в том числе мониторинг качества электроэнергии, контроль энергопотребления, оценка технического состояния оборудования и другие задачи становятся максимально эффективными благодаря широкому функционалу и интуитивно понятному интерфейсу.

Функциональные возможности модулей включают в себя измерение и передачу широкого спектра параметров электрической энергии:

- среднеквадратичные (RMS) значения напряжений и токов;
- углы сдвига фаз;
- периоды линий;
- мгновенные значения активной и полной мощности;
- коэффициенты мощности;
- активная, реактивная и полная энергия;
- гармонический состав сети;
- показатели качества электроэнергии (перенапряжение, перегрузки по току, просадки напряжения).

Все данные в реальном времени доступны через Ethernet-порт (TCP/IP) с использованием HTTP API. Пользователь может получать информацию через стандартный веб-браузер на ПК, смартфоне или планшете. Система логирования гибко настраивается: после выбора интересующих параметров и диапазонов данные автоматически сохраняются и доступны для последующего анализа.

Устройства рассчитаны на эксплуатацию в тяжёлых промышленных условиях и обладают высокой помехоустойчивостью.

Области применения:

- системы учёта и контроля электроэнергии;
 - мониторинг качества электроэнергии;
 - контроль работы солнечных электростанций;
 - мониторинг технологических процессов;
 - оценка состояния и диагностика машин;
 - предиктивное (прогнозное) обслуживание;
 - модернизация систем распределения энергии и промышленных объектов. ●
- 



Новое поколение планшета ZX10 от Getac



Компания Getac – мировой лидер в производстве защищённых мобильных решений для сложных условий эксплуатации – объявил о выпуске абсолютно нового планшета G140 с диагональю экрана 14 дюймов.

На устройстве установлен мощный процессор AMD Ryzen AI 5 340 / AMD Ryzen AI 7 350, встроенная графика AMD Radeon 840M / AMD Radeon 860M и NPU AMD XDNA 2 (до 50 TOPS).

Широкие возможности беспроводной связи, включающие в себя Wi-Fi 7, BT, 5G, позволят оператору всегда быть на связи. Объём оперативной памяти от 16 до 64 Гбайт, накопитель от 256 Гбайт до 2 Тбайт. По умолчанию на устройстве широкий набор интерфейсов, включая RJ45, USB Type-C 2 штуки, USB 3.2 Gen 2 Type-A один порт. Опционально можно добавить считыватель отпечатка пальца, HF

RFID, смарткарт, серийный порт, дополнительные USB 2.0 и HDMI.

Поддержка ИИ, экран с поддержкой технологии LumiBond яркостью до 1000 нит для комфортного чтения при солнечном свете, поддержка горячей замены батарей – уже стандартный базовый набор характеристик оборудования Getac, в том числе нового планшета G140. Интересной особенностью является широчайший набор аксессуаров – ремни, жёсткая ручка, магнитные крепления, подставки – всё через встроенный VESA. Плюс автомобильные док-станции – по сути, планшет превращается в полноценную мобильную рабочую станцию.

Оборудование, особенно работающее в суровых условиях эксплуатации, может выйти из строя в результате происшествия в самый неподходящий момент, что приведёт к дорогостоящим простоям. Именно поэтому компания Getac включила неумышленный ущерб в качестве стандартного условия новой комплексной гарантии, которая поможет сократить до минимума корпоративные расходы. Гарантия на планшет G140 составляет три года. ●



**НА ВЕРШИНЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ,
УНИВЕРСАЛЬНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ**



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

PROSOFT®

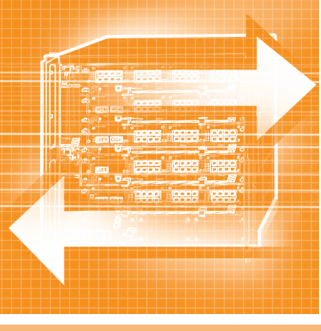
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама



Опыт модернизации систем управления транспортно-технологическими механизмами на ФГУП «ПО «МАЯК»

Владимир Шерстюков, Антон Белоусов, Александр Грамотеев

В статье обобщён опыт ФГУП «ПО «Маяк» и АО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» по разработке и модернизации систем управления транспортно-технологическими механизмами (СУТТМ) для работы с отработанным ядерными материалами в условиях жёсткого электромагнитного и ионизирующего излучения. Рассмотрены специфические требования к построению управлением транспортно-технологическими механизмами, включая выбор радиационно-стойкой цифровой схемотехники, соответствующей правилам НП-043-18 и ГОСТ 32137-2025, а также проведён сравнительный анализ схем силового электропривода, подвижных токоподводов и систем точного позиционирования. Описана архитектура управления, обеспечивающая высокую надёжность, резервируемость, реализацию алгоритмов антираскачки и технологических блокировок. Представленные решения имеют длительный опыт эксплуатации и гарантируют безопасное дистанционное выполнение операций в закрытых камерах и соответствуют нормам радиационной безопасности.

Введение

Расширяемый перечень номенклатуры перерабатываемых изделий, возрастающие требования по безопасности и контролю за ведением технологического процесса по передаче отработанного ядерного топлива (ОЯТ) в закрытых камерах постоянно требуют проведения на ФГУП «ПО «МАЯК» работ по совершенствованию систем управления транспортно-технологическими механизмами.

В данной публикации обобщён опыт, накопленный при тесном сотрудничестве ФГУП «ПО «МАЯК» (далее – предприятие) и АО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» по выполнению реверс-инжиниринговых задач для систем управления транспортно-технологическими механизмами (СУТТМ), задействованными в процессах дистанционного управления при выполнении операций в закрытых камерах.

Речь в статье пойдёт о камерах, где производятся технологические операции с открытыми источниками радиоактивного излучения; ограничен доступ персонала; отсутствует прямой видимый контакт с оборудованием при производстве работ; исключён заход персонала при возникновении нештатных ситуаций и наличии источников радиоактивного излучения; присутствуют пары от кислотного-щелочных дезактивирующих растворов.

Особенностью данных механизмов являются их крупные габариты и при этом выполнение точных координатных операций в условиях ограниченного пространства и люфтов в кинематической схеме, полная резервируемость кинематической схемы, наличие автоматических и дистанционно управляемых захватов, соответствие требованиям правил НП-043-18. При этом к работе данных механизмов

предъявляются высокие требования по дистанционному выполнению точных координатных операций; наличию автоматических и полуавтоматических режимов работы; наличию взаимосвязанных технологических блокировок, передаваемых по цифровым сетям многоуровневой структуры; уровню информативности выполняемых операций и режимов работы; архивации режимов работы на удалённых серверах.

В качестве механизмов рассматриваются следующие:

- тяжёлые транспортно-технологические механизмы (ТТМ) – краны специального назначения $Q = 16,5$ тонн, предназначенные для дистанционной работы с биологически вредными грузами (удовлетворяющие требованию правил НП-043-18 «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъёмных машин и механизмов, применяемых на объектах

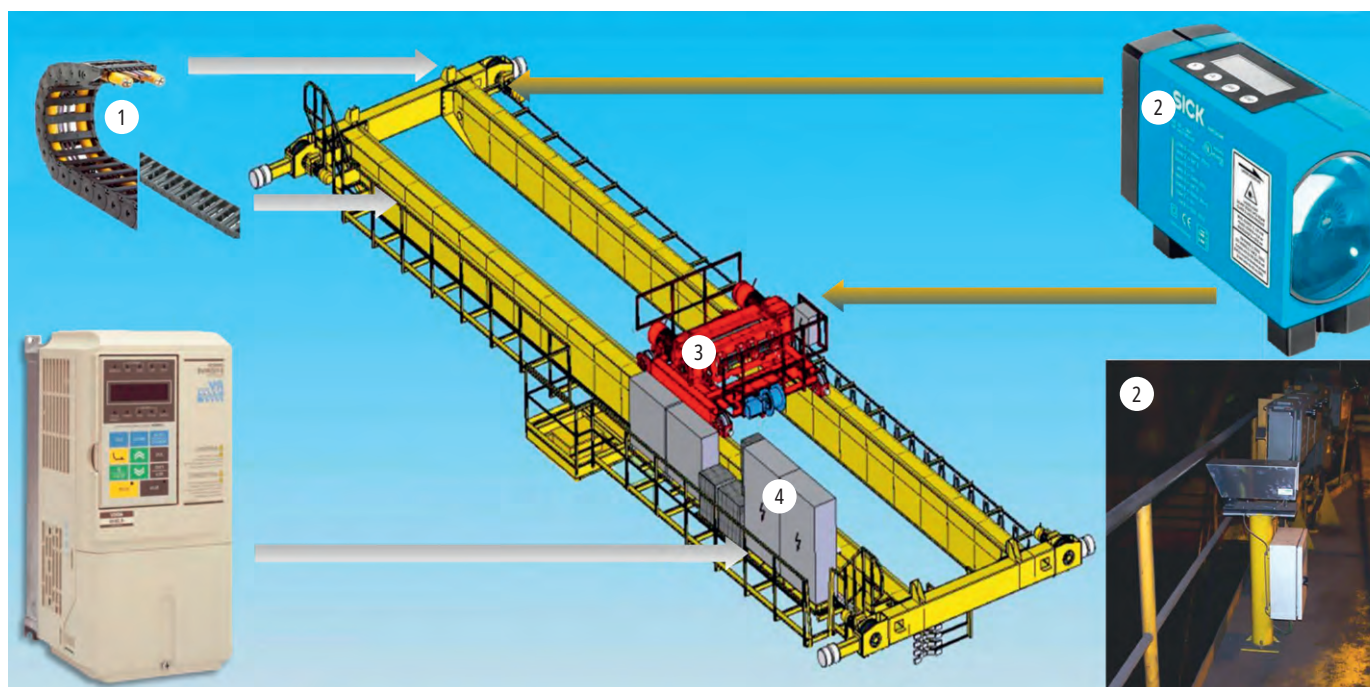


Рис. 1. ТТМ. Мостовой кран:

1 – траповые токоподводы (мост, тележка); 2 – лазерные датчики расстояния (мост, тележка); 3 – система весоизмерения, датчик высоты грузовой подвески; 4 – бортовая система управления (ПЛК, КСС, ЧРС и т.д.)

использования атомной энергии») (рис. 1);

- не копирующие манипуляторы грузоподъемностью Q до 500 кг (рис. 2).

Наличие агрессивных условий эксплуатации, малые габариты закрытых технологических камер, существенные длины транспортных коридоров, отсутствие прямого зрительного контакта, необходимость контроля выполнения технологических операций накладывает ряд специфических требований на построение СУТТМ:

- на механизмах не должно быть устанавливаемых открытым способом электронных и оптических компонентов;
- компактность подвижных токоподводов;
- дистанционная управляемость механизмов;
- функциональное соответствие требованиям безопасности, а именно, возможность реализации алгоритмов: ядерно-опасных блокировок, антираскачки ядерно-опасных грузов, точного позиционирования ТТМ, возможности завершения операций при отказе основной схемы управления;
- устойчивость к работам в условиях жесткого электромагнитного излучения;
- высокая точность позиционирования ТТМ;
- гибкость в смене алгоритмов работы;
- информативность хода технологического процесса и ведение архивов.

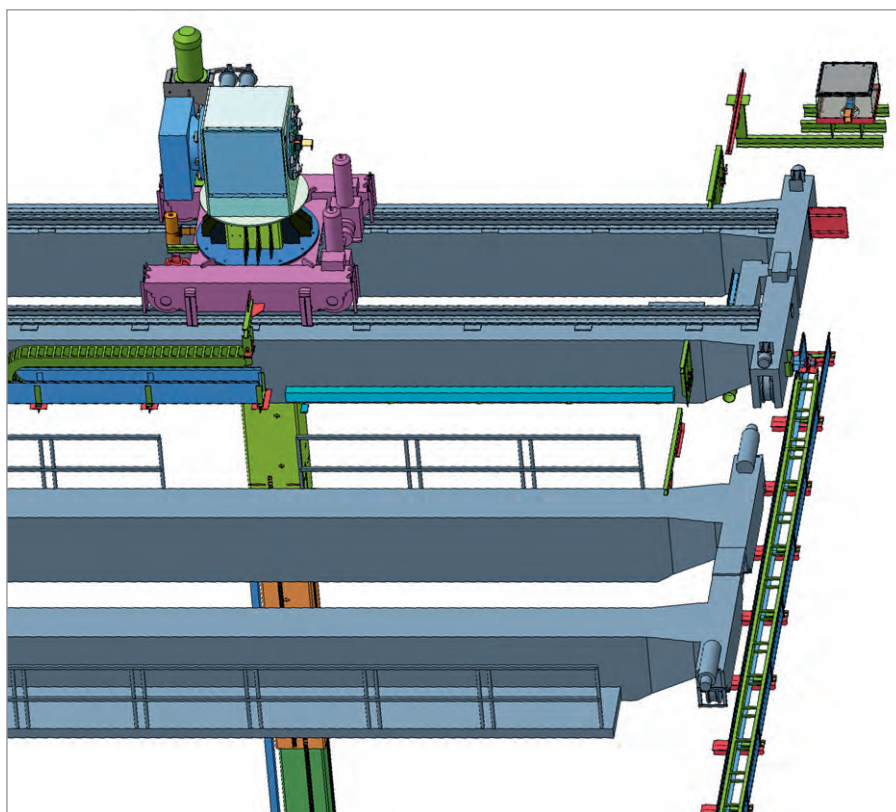


Рис. 2. Некопирующий манипулятор

Обзор-обоснование выбора схемотехники

Ранее существующие релейно-контактные системы управления могли удовлетворять перечисленным специфическим требованиям только частично. При этом следует отметить, что в силу относительно мощных сигналов

управления (единицы, десятки ватт) в релейной схемотехнике степень ложных срабатываний из-за воздействия электромагнитных помех невелика. Поэтому жестких требований по электромагнитной совместимости (ЭМС) к станциям управления на релейной схемотехнике не предъявлялось. Пробле-

мы в релейно-контактной схемотехнике в основном обуславливались: большим количеством реле даже в простейших алгоритмах работы; большим количеством проводниковых и кабельных линий связи; механическими отказами подвижных элементов реле; витковыми замыканиями в управляющих катушках. Кроме того, введение каких-то новых ядерно-опасных блокировок, функциональных усовершенствований в алгоритме работы, связанных с модернизацией технологических процессов, на релейно-контактной схемотехнике являлось весьма проблематичным, а в отдельных случаях и невыполнимым.

Современный уровень развития цифровой схемотехники позволяет полностью реализовать все названные выше специфические требования, накладываемые на построение СУТТМ.

Однако при выборе цифровой схемотехники следует руководствоваться следующим – управляющие сигналы маломощные (единицы, десятки милливатт) и в значительной степени подвержены воздействию электромагнитных помех. Поэтому при переходе от релейной схемотехники на цифровую следует в первую очередь выбирать цифровую схемотехнику фирм, способную устойчиво работать в условиях жёсткого электромагнитного излучения. К сказанному выше необходимо также добавить, что кроме правильно выбранной цифровой схемотехники необходимо на основе этой схемотехники грамотно, с соблюдением требований по электромагнитной совместимости, изготавливать шкафы управления.

В настоящее время в РФ действует ГОСТ 32137-2025, регламентирующий для предприятий ядерно-топливного цикла критерии жёсткого электромагнитного излучения и качества функционирования систем автоматики. По данному ГОСТ (приложение В) практически все помещения предприятия по переработке ОЯТ относятся к объектам с жёсткой электромагнитной обстановкой. Это определение усугубляется ещё и тем, что часть электронных средств систем автоматики необходимо располагать в условиях первой зоны на борту ТТМ. Это приводит к воздействию на них дополнительного электромагнитного излучения, создаваемого прямым ионизирующим излучением. Чтобы ослабить воздействие дополнительного электромагнитного излучения, электронные средства необходимо распола-

гать на борту ТТМ под слоем биологической защиты. Практический опыт по внедрению систем автоматики на предприятии показывает, что при размещении электронных средств в первой зоне на борту ТТМ (в полях ионизирующего излучения до 10 рентген/час) для их защиты от дополнительного электромагнитного излучения необходим свинцовый бокс с толщиной стенки около 50 мм.

В настоящий момент времени на рынке РФ не выявлено фирм, выпускающих полный спектр средств автоматики (ПЛК-станции, сервосистемы, частотные регуляторы, цифровые ПИД-регуляторы, цифровые тиристорные регуляторы, лазерные и цифровые датчики, НМИ-панели, промышленные сети передачи данных и т.п.), удовлетворяющих по требованиям ЭМС ГОСТ 32137-2025. В основном весь спектр средств автоматики РФ заявляется производителями для работы в условиях общепромышленного оборудования «общепрома», и лишь отдельные изделия позиционируются под ГОСТ 32137-2025, и то не под критерий качества А, который обозначает безотказную работу в условиях жёсткого электромагнитного излучения.

На основании более 20-летнего опыта эксплуатации оборудования фирмы OMRON можно уверенно сказать, что из зарубежной схемотехники именно оно имеет критерий качества функционирования А по ГОСТ 32137-2025 – безотказная работа в условиях жёсткого электромагнитного излучения. Дан-

ное утверждение также подтверждается протоколами испытаний, проведённых на ФГУП «ПО «МАЯК» в 2014 году, на ЭМС станций управления, изготовленных на схемотехнике OMRON.

На предприятии по переработке ОЯТ на схемотехнике OMRON построены десятки систем автоматики для управления ТТМ и энергетическими узлами. На данной схемотехнике реализованы алгоритмы релейной автоматики и законов автоматического регулирования. СУТТМ, выполненные на схемотехнике OMRON, более двадцати лет безотказно управляют ТТМ – отсутствуют самоходы и зависания механизмов, что особенно критично при транспортировке ОЯТ.

Требования к функциональным возможностям СУТТМ

При построении СУТТМ задействованными в цикле по переработке ОЯТ следует продумывать вопросы по созданию: компактных подвижных токоподводов; систем точного позиционирования механизмов, имеющих люфты в кинематической схеме; систем весоизмерения с электронными компонентами, располагаемыми в первой зоне, систем антираскачки грузов, систем силового электропривода, технологических систем, удовлетворяющих требованиям НПП-043-18.

Подвижные токоподводы

Подвижные токоподводы к ТТМ могут быть двух типов: шлейфовые и траковые.



Рис. 3. Шлейфовый токоподвод

Шлейфовые токоподводы

Шлейфовые токоподводы (рис. 3) представляют собой набор силовых и контрольных кабелей, укладываемых в виде петель на каретки, перемещаемых по направляющим вдоль пути ТТМ.

Достоинством таких токоподводов является относительная простота их конструкции.

Недостатками является следующее:

- наличие изгибов кабелей в местах подвеса их на каретки и, как следствие, обломы жил кабелей в местах их растяжения/сжатия;
- мёртвые зоны, не обслуживаемые ТТМ, создаваемые смыканием кареток;
- необходимость пространства на нижних ярусах для укладки петель токоподвода.

Траковые токоподводы

Траковые токоподводы (рис. 4) представляют собой лоток, в который укладывается траковая кабельная цепь. Лоток прокладывается вдоль пути перемещения механизма.

Недостатком таких токоподводов является их высокая стоимость, точность монтажа лотка относительно пути ТТМ, относительная сложность бугельного устройства (необходимость водила для компенсаций расхождений между путями ТТМ и лотками кабельной цепи), наличие кабелей с относительно малым радиусом изгиба.

Достоинствами траковых токоподводов являются:

- компактность, не требует значительного специально выделенного пространства для размещения;
- щадящий режим работы кабелей, уложенных в кабельную цепь, и, как следствие, отсутствие обломов жил кабелей;
- отсутствие мёртвых зон, не обслуживаемых ТТМ;
- возможность значительной экономии кабельной продукции и траковой цепи в случае начала токоподвода с середины пути ТТМ.

Системы силового электропривода

На ТТМ, перемещающих ОЯТ, используются следующие типы схем силового электропривода:

- контактно-силовая схема (КСС);
- частотно-регулируемая схема (ЧРС);
- сервосистема;
- с линейным электроприводом.

При выборе схемы электропривода следует учитывать, что для дистан-



Рис. 4. Траковый токоподвод

ционно управляемых ТТМ с целью повышения уровня ремонтпригодности силовой схемы, панели с силовыми коммутаторами целесообразно располагать на ЦСУ в чистой зоне в условиях свободного доступа. Однако это вызывает значительный перегруз кабелями подвижных токоподводов.

Далее рассмотрены используемые варианты построения силовых схем для дистанционно управляемых ТТМ, отмечены их плюсы и минусы.

Контактно-силовая схема

КСС – это наиболее простая по своему исполнению система силового привода. Как правило, она используется в малоответственных механизмах, не требующих высокой точности позиционирования, плавных разгонов и торможений, компактных тормозных систем, изменяемых ускорений и скоростей перемещения.

С целью сокращения количества силовых кабелей в подвижном токоподводе КСС устанавливается на борту ТТМ. При этом необходимо обеспечить защиту силовых контактов пускателей от электрокоррозионного износа. Защита обеспечивается путём реализации алгоритма включения пускателей в бестоковую паузу. А именно, сначала, в соответствии с заявкой, при отсутствии силового напряжения собирается КСС на борту ТТМ. Затем собранная КСС сравнивается с заявкой, и, в случае полного совпадения, дается команда на

включение питающего пускателя, установленного на силовой панели в чистой зоне. На КСС подается напряжение. Отключение осуществляется в обратном порядке.

Достоинства КСС: простота и возможность значительного сокращения силовых кабелей в подвижном токоподводе до одного.

Недостаток КСС: отсутствие защитных автоматических выключателей для токоприёмников (электродвигатели механизмов), необходимость организации цифровой схемы токовой защиты, возможность одновременной работы только одним движением.

Частотно-регулируемая схема

Частотно-регулируемая схема предполагает изменение скорости вращения силового электродвигателя за счёт изменения частоты питающего напряжения. Такая схема реализуется, как правило, за счёт применения частотных регуляторов. При этом на выходе частотных регуляторов при изменении частоты пропорционально изменяется и величина питающего напряжения, поэтому момент электродвигателя сохраняется неизменным в течение всего частотного диапазона.

Достоинства ЧРС:

- простота построения схем регулирования скорости электродвигателей;
- возможность построения следящих систем с обратной связью (в том числе ПИД-регуляторов);

- возможность реализации режимов плавного разгона, торможения механизмов;
- возможность реализации режимов антираскачки грузов и антиперекосов мостов мостовых кранов с большими пролётами;
- возможность динамического торможения электродвигателей механизмов и как следствие уменьшения габаритов тормозного устройства ТТМ;
- плавность вращения электродвигателей. Отсутствие дискретных вращательных рывков;
- возможность контролировать токовые и моментные перегрузки электродвигателей механизмов.

Недостатки ЧРС:

- наличие мощного электромагнитного излучения. Как следствие это требует принятия специальных мер по его снижению. А именно, применение силовых экранированных электрокабелей со свитыми жилами (для создания эквивалента клетки фарадея). При этом экранированные кабели создают паразитные ёмкости, которые являются цепями для высокочастотных токов утечки. Чтобы уменьшить токи утечки и тем самым защитить от перегрузок выходные IGBT-сборки частотных регуляторов, необходимо применять низкоёмкостные силовые экранированные кабели. В ответственных случаях дополнительно, когда вместе с силовым кабелем от частотного преобразователя, в токоподводе рядом, укладывается слаботочный кабель цифровых или аналоговых цепей, на выходе частотного преобразователя нужно применять синусно-косинусные фильтры, сглаживающие мощные фронты прямоугольных импульсов напряжения;
- необходимость создания мощного контура заземления для частотных преобразователей (в соответствии с инструкцией применения);
- невозможность построить компактные координатные следящие системы.

Сервоприводная схема

Основу данной схемы составляет сервостанция и подключаемый к ней сервомотор. Достоинством данных систем является: наличие трёхконтурных систем регулирования по координате, скорости и моменту; возможность создания компактных следящих систем. На первый взгляд, всё очень компакт-

но и функционально. Однако данные системы наилучшим способом подходят только для систем позиционирования, так как при регулировании скорости система обратной связи допускает рывки в перемещении механизмов. Кроме того, датчики координат у данных систем встроены в электродвигатели, и поэтому в данных системах позиционируется не исполнительный механизм, а вал электродвигателя. Вполне очевидно, что при обрыве кинематической схемы или наличии люфтов в ней исполнительный механизм или вообще не будет перемещаться, или будет позиционироваться с большой погрешностью.

В первом случае механизм будет стоять, а его координата на пульте управления будет изменяться вместе с вращением электродвигателя.

Во втором случае для обеспечения точности позиционирования требуются датчики реперных точек, количество которых напрямую зависит от расстояния перемещения ТТМ.

Также сервосистемы требуют как минимум два электрокабеля между сервостанцией и серводвигателем, что при ТТМ с большим количеством приводов (до десяти) приведёт к значительным по габаритам подвижным токоподводам. Особенно это проблематично при значительном расстоянии (до сотен метров) перемещения ТТМ.

Таким образом, сервосистемы в основном целесообразно применять на механизмах с надёжной, безлюфтовой кинематикой и в системах, не требующих ограничений по размерам подвижных токоподводов.

Линейный электропривод

В линейном электроприводе вращающееся магнитное поле разворачивается в длину благодаря линейной конструкции статора и становится выталкивающим в ту или иную сторону в зависимости от фазировки питающего напряжения. При этом, если на обмотки статора подаётся переменное напряжение, то магнитное поле создаётся ускоряющим, если подаётся постоянное напряжение, то магнитное поле создаётся тормозным.

На ТТМ крепится роторная пластина, которая взаимодействует с полем статора.

Достоинства линейного электропривода:

- отсутствие на ТТМ электродвигателей и каких-либо токоподводов;

- возможность перемещения значительных масс грузов с большими скоростями, что особенно актуально при перемещении грузов с ионизирующим излучением.

Недостатки линейного электропривода:

- громоздкость схемы релейно-силового коммутатора (наличие на один статор схемы подачи переменного и постоянного напряжения);
- сложность алгоритма управления – создание бегущего магнитного поля, синхронного с перемещением ТТМ;
- сложность алгоритма точного позиционирования ТТМ;
- дополнительная громоздкость схемы для создания системы поиска ТТМ в случае его потери из-за рассинхронизации бегущего магнитного поля и позиции ТТМ.

Из анализа типов построения схем силовых электроприводов можно сделать выводы:

- если на выходе за источником тока, представляющим собой силовую питающую сеть или частотный регулятор, устанавливается КСС на борту транспортного механизма, то можно значительно сократить силовые кабели в подвижном токоподводе;
- если необходимо создать относительно компактную схему координатного позиционирования ТТМ и при этом размеры подвижного токоподвода незначительны, то можно использовать сервоприводную схему;
- если механизм, перемещаемый в первой зоне, должен быть максимально простой конструкции (нет электродвигателя, нет подвижного токоподвода), то можно использовать схему линейного электропривода.

В случае размещения КСС на ТТМ на его борту должно быть установлено ещё и логическое устройство, которое по командам с центральной ПЛС управляло бы пускателями КСС и дополнительно обрабатывало информацию от цифровых и аналоговых датчиков. При этом для связи центральной ПЛС и бортового логического устройства в подвижном траковом токоподводе необходимо проложить кабель цифровой шины.

Бортовые схемы КСС и логические устройства функционально должны быть разделены на узлы для управления основными электродвигателями и резервными электродвигателями. Со-

ответственно и электрокабели (силовой и цифровой) должны быть индивидуальными для основного и резервного узлов.

Таким образом устанавливается резервируемость бортовой схемы на случай отказа одной из её ветвей – основной или резервной.

При этом следует отметить, что для защиты пускателей КСС от электрокоррозионного износа схема КСС должна работать в бестоковую паузу, а логическое бортовое устройство должно располагаться под слоем биологической защиты.

Учитывая варианты построения систем силового электропривода, требований по точному позиционированию механизмов, имеющих люфты в кинематической схеме; наличие систем весоизмерения с электронными компонентами, располагаемыми в первой зоне; наличие информационных систем, удовлетворяющих требованиям НП-043-18, за основу был взят вариант трёхуровневой структурной схемы СУТТМ.

Структурная схема СУТТМ

Структурная схема СУТТМ представлена на рис. 5.

Нижний уровень – это силовые сборки КСС, цифровые модули ввода/вывода, концевые выключатели, координатные и весоизмерительные системы, цифровые датчики, объединённые цифровой шиной полевого уровня. Данные устройства устанавливаются на борт ТТМ. При размещении в первой зоне, в условиях ионизирующего излучения, электронные устройства устанавливаются внутри свинцовых боксов. При этом оптика лазерных дальнометров защищается от прямого воздействия ионизирующего излучения.

В качестве координатных систем, необходимых для выполнения точных операций ТТМ, можно рассмотреть следующие:

- системы на основе цифровых датчиков угловых перемещений (ДУП);
- системы цифрового лазерного позиционирования (СЛП);
- системы на основе датчиков резольверного типа (ДРТ).

Достоинства ДУП: относительно невысокая стоимость, компактность установки, передача информации по цифровой шине полевого уровня, простая реализация систем измерения скорости работы грузовой подвески.

Недостатки ДУП: отсутствие точности и повторяемости координаты при наличии люфтов в кинематической схеме механизма, отсюда необходимость в организации датчиков – реперных точек; необходимость отбора мощности на вал ДУП от кинематической схемы механизма, отсюда неверная информация с датчика в случае обрыва отбора мощности; для датчиков инкрементного счёта отсутствие памяти координаты, отсюда необходимость алгоритмической организации сохранения координаты; требуется защита от ионизирующих излучений.

Достоинства СЛП: бесконтактная система позиционирования, лазер устанавливается стационарно или на борт механизма и направляется в лазерную мишень; точность координатной информации не зависит от люфтов ки-

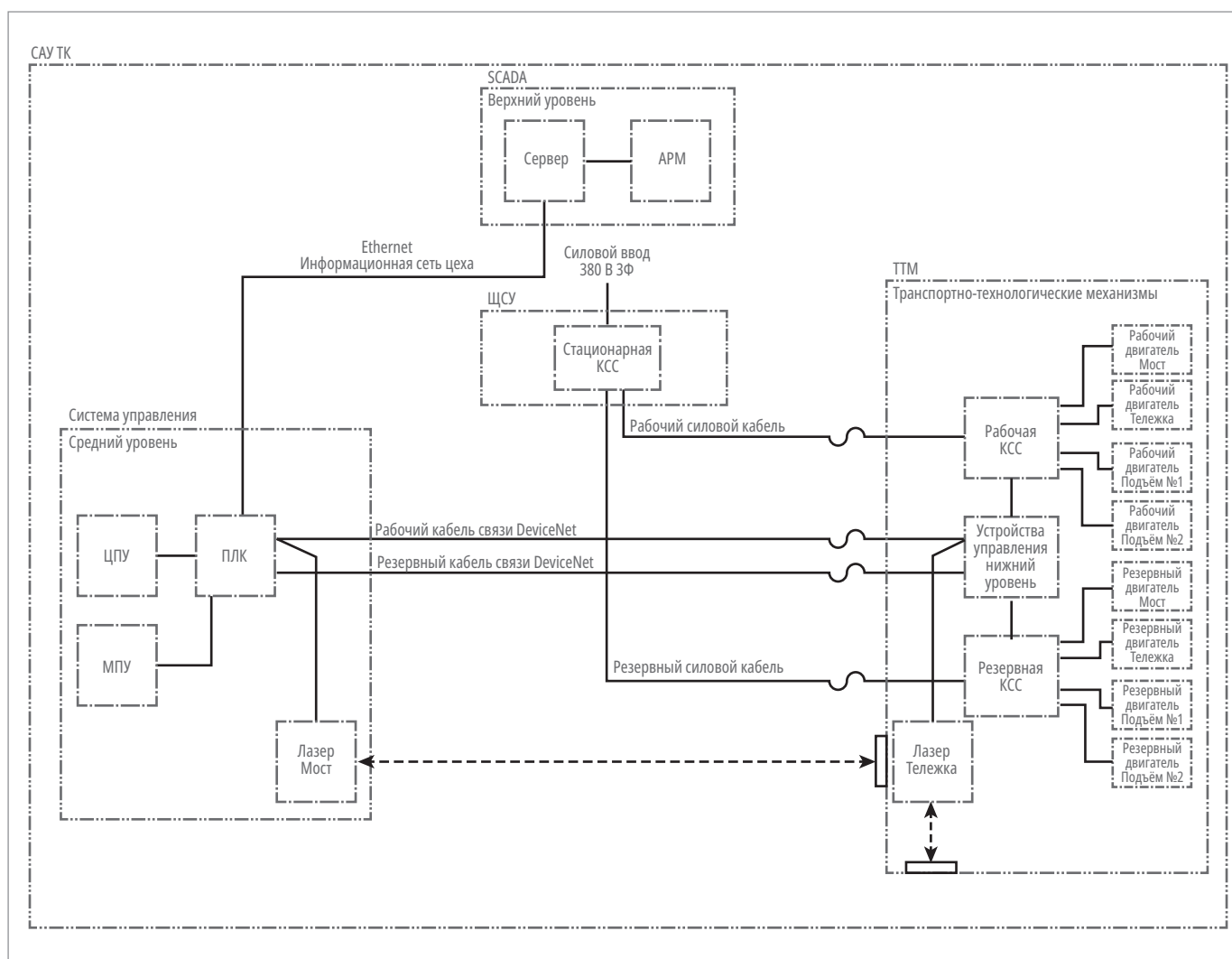


Рис. 5. Структурная схема СУТТМ

нематической схемы; передача информации по цифровой шине полевого уровня.

Недостатки СЛП: высокая стоимость, требуется защита от ионизирующих излучений, требуется лазеротражатель.

Достоинства ДРТ: относительно невысокая стоимость, компактность установки, простая реализация систем измерения скорости работы грузовой подвески, не требуется защита от ионизирующего излучения.

Недостатки ДРТ: отсутствие точности и повторяемости координаты при наличии люфтов в кинематической схеме механизма, отсюда необходимость в организации датчиков – реперных точек; необходимость отбора мощности на вал ДРТ от кинематической схемы механизма, отсюда неверная информация с датчика в случае обрыва отбора мощности; отсутствие памяти координаты, отсюда необходимость алгоритмической организации сохранения координаты; маломощный аналоговый информационный сигнал, отсюда плохая совместимость по ЭМС.

В качестве систем измерения массы поднимаемого груза можно рассмотреть следующие тензометрические системы:

- тензодатчик устанавливается наверху в силовой части грузовой подвески (опора канатоведущего барабана, уравнильный блок и т.п.);
- тензодатчики устанавливаются внизу на захвате грузовой подвески.

В первом случае кинематика весоизмерительной схемы относительно простая. Но точность измерения ограничивается большим коэффициентом полиспада, кроме того, весоизмерительные показания будут иметь определённый диапазон колебаний, связанный с большой степенью подвижности грузового барабана во время горизонтальных перемещений.

Во втором случае точность измерения значительно выше и не зависит от коэффициента полиспада и степени раскачивания грузовой подвески, но требуется контрольный кабель сверху – с тележки крана, вниз – на грузовую подвеску.

Расположение устройств нижнего уровня на борту ТТМ значительно сокращает количество силовых и контрольных электрокабелей в подвижном токоподводе, что особенно актуально для транспортно-технологических механизмов, перемещающихся в условиях ограниченного пространства.

Средний уровень – это стационарная часть КСС и программно-логические станции управления (PLC) различных технологических узлов и отделений. Станции взаимодействуют с пультами дистанционного и местного управления, построенных, как правило, на HMI-панелях и кнопочных модулях. При этом в транспортных системах часть HMI-панелей имеет функцию вывода на управляющий экран изображения с TV-камер. Такая функция необходима для обеспечения контроля безопасности при передаче чехлов с ОЯТ через перекрытия в транспортном коридоре.

При большом количестве смотровых окон, расположенных в горизонтали на одном уровне, можно несколько окон охватить одним пультом управления, перемещающимся по направляющим под окнами. При этом при подходе к очередному окну можно выбрать на терминальной панели необходимый для данного окна экран управления.

PLC-станции различных узлов и отделений связаны в единую промышленную цифровую сеть передачи данных. Данная сеть среднего уровня необходима для обмена информацией между PLC-станциями с целью реализации защит и взаимных блокировок между технологическими узлами и отделениями.

Стационарная часть КСС – это вводные силовые панели, которые подают силовое питание на бортовые КСС. А именно, PLC-станция по алгоритму работы в бестоковую паузу проверит корректность заявки относительно собранной схемы КСС на борту ТТМ и в случае полного совпадения даст команду на включение токового пускателя стационарной части КСС. Данные токовые пускатели для основных и резервных узлов должны быть с запасом по номиналу относительно пускателей бортовых панелей КСС так как работают под силовой электрической нагрузкой.

Верхний уровень – это передача с PLC-станций узлов информации о режимах работы технологического оборудования на серверную станцию.

Серверная станция с помощью SCADA-пакета архивирует и в мультимедийной форме отображает ход технологического процесса. Серверная станция подключена к цифровой сети заводского уровня Ethernet. Связь цифровой сети заводского уровня с PLC-

станциями среднего уровня осуществляется через шлюзы сетей передачи данных.

Кроме того, верхний уровень – это автоматизированные рабочие места (АРМ) пользователей заводской сети, у которых на персональных компьютерах установлен пакет инструментального программного обеспечения.

Данный пакет позволяет дистанционно контролировать и вводить корректировку в алгоритм работы механизмов.

Алгоритмы работ

Станции управления транспортно-технологическими механизмами работают по различным алгоритмам.

Релейно-контактная логика

А именно, на среднем уровне с местного или дистанционного пульта управления формируется заявка на перемещение какого-либо механизма. PLC-станция обрабатывает данную заявку на соответствие технологическим защитам и блокировкам.

В случае сохранения заявки она отправляется для исполнения на бортовое логическое устройство ТТМ. КСС бортового уровня по алгоритму бестоковой паузы (см. раздел «Контакторно-силовая схема») включает заявленный механизм. Снятие заявки осуществляется либо с пульта управления, либо от срабатывания технологических защит и блокировок, в том числе защит от превышения номинальных токов и силовых моментов.

Бортовые КСС не имеют силовых автоматических выключателей, так как при их срабатывании невозможно в условиях вредного биологического фактора подняться на борт ТТМ и включить силовой автоматический выключатель. Поэтому алгоритм управления ТТМ включает в себя и узел цифровой токовой защиты.

Для ТТМ группы А по НП-043-18 требуется иметь тормозные системы отдельно на каждый из приводов (основной, резервный) механизма подъёма груза. При этом на каждой тормозной системе должны быть устройства растормаживания, приводимые в действие как от основного электропривода, так и от резервного.

Такой алгоритм работы бортовой КСС всегда обеспечит растормаживание механизма подъёма при отказе одного из устройств механизма растормаживания.

Закон автоматического регулирования

Один из алгоритмов автоматического регулирования – это алгоритм обеспечения антираскачки груза на грузовой подвеске ТТМ.

Амплитуда раскачки груза не зависит от его массы, а зависит только от высоты подвеса. Чем больше высота подвеса, тем больше амплитуда раскачки.

Для реализации алгоритма антираскачки перемещение ТТМ в линейных координатах должно осуществляться от схемы регулирования скорости (например, частотный преобразователь). При старте ТТМ груз в силу своей инертности стоит на месте и на подвесе отклоняется назад, запаздывая за ТТМ. Устройство регулирования скорости должно понизить скорость ТТМ с тем, чтобы груз выровнялся на подвесе под ТТМ. При торможении ТТМ груз в силу своей инертности отклоняется и опережает ТТМ. Устройство регулирования скорости должно повысить скорость ТТМ с тем, чтобы груз снова выровнялся на подвесе под ТТМ.

Алгоритм автоматического удержания от перекоса моста ТТМ с большой шириной пролёта (электронный вал)

Для избежания перекоса ТТМ, имеющего широкий пролёт моста, ранее приводные станции мостов строились по схеме с общим валом. То есть противоположные колеса моста крутились через общий вал от одного электродвигателя с одинаковой скоростью. В настоящее время для облегчения построения кинематики мостового электропривода схема с общим валом практически не применяется. Каждое противоположное колесо оснащается своим независимым электроприводом. В такой кинематической схеме и при больших пролётах моста нужно жёстко синхронизировать скорость вращения противоположных колёс. С этой целью на противоположные колеса ставят схемы регулировки скоростей этих колёс. А именно, на сами колеса ставят датчики скорости вращения колёс. Далее устанавливают обратную связь между данными датчиками и схемами регулировки скорости колёс и тем самым добиваются синхронизации ско-

рости противоположных колёс. Данный алгоритм синхронизации называется электронным валом.

SCADA-система

SCADA-система должна быть чисто информативной и не должна выполнять роль пульта управления, чтобы неисправность операционной системы РС совместимого компьютера не влияла на работоспособность ТТМ. Отказ SCADA-системы должен приводить лишь к потере данных по архивированию режимов. На верхнем уровне SCADA-система отображает работу ТТМ в мультипликативной форме на экране монитора удалённого пользователя. Одновременно режим работы ТТМ архивируется на серверной станции.

Заключение

ФГУП «ПО «МАЯК» постоянно совершенствует технологию передачи транспортными механизмами ОЯТ в закрытых камерах, учитывая высокие требования по безопасности и контролю технологического процесса (соответствие требованиям правил НП-016-05, НП-043-18); отказоустойчивости систем управ-



XIII Международный форум
о профессиональных сетях и системах связи

ProfComm

2026

17.11.2026

Холидей Инн Москва Сокольники
Москва, Русаковская ул., д. 24

ProfComm – это уникальная авторитетная площадка для конструктивного диалога по вопросам обеспечения надёжности и бесперебойной работы телекоммуникационной инфраструктуры профессиональной подвижной радиосвязи. В центре обсуждения – актуальные вызовы и задачи укрепления технологического суверенитета, успешные практики и перспективы выхода российского рынка ППР на новый уровень, текущие тренды и стратегии дальнейшего развития отрасли в современных условиях.

Подробнее:



Организатор:



Реклама

ления к работам в условиях жёсткого электромагнитного излучения (соответствие требованиям ГОСТ 32137-2025), ведению архивов выполняемых технологических операций, внедрению автоматических и полуавтоматических режимов работы.

Рассмотренные варианты построения СУТМ в течение более 20-летнего срока эксплуатации на ФГУП «ПО «МАЯК» показали свою надёжность в работе, гарантированность в доведении технологических операций до конца, высокую устойчивость по ЭМС (подтверждено протоколами испытаний оборудования изготовленного АО «УРАЛТЕХМАРКЕТ» на ФГУП «ПО «МАЯК» в 2014 году), стабильность в реализации технологических защит и блокировок, информативность хода ведения технологического процесса, возможность удалённого мониторинга режимов работы. Достигнутый положительный опыт успешного внедрения и безотказная эксплуатация систем стали возможны благодаря тесному взаимодействию и совместным усилиям профессиональных специалистов ФГУП «ПО «МАЯК» и АО «УРАЛТЕХМАРКЕТ». ●

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

Центр компетенций инженерного анализа открылся в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения

12 мая 2026 года в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения (ГУАП) состоялась торжественная церемония от-



крытия Центра компетенций инженерного анализа ИТ-холдинга Т1 и ГУАП.

Новый центр станет площадкой для подготовки специалистов в области современного инженерного моделирования и научных исследований.

Центр предоставит возможность студентам и преподавателям университета работать с актуальным отечественным продуктом инженерного анализа CADFlo – современным мультидисциплинарным CAE решением для задач гидродинамики, теплообмена, прочности, электромагнетизма и мультифизического моделирования.

Центр развития компетенций инженерного анализа станет важным шагом в развитии инженерного образования университета, он позволит студентам получать практический опыт работы с современными российскими решениями, повышать личную конкурентоспособность и успешно участвовать в учебных и исследовательских проектах. ●

МЕДИАПЛАТФОРМА

для продвижения технологий электроники и промышленной автоматизации

ВАШ РЫНОК – НАША АУДИТОРИЯ

25+ ЛЕТ
на рынке

500 000+
пользователей
cta.ru ежегодно

45 000+
профильных читателей
ежемесячно

ЕДИНАЯ МЕДИАСРЕДА — МАКСИМАЛЬНЫЙ ОХВАТ

ПОРТАЛ
cta.ru

ЖУРНАЛЫ

СОЦСЕТИ

ВИДЕО

EMAIL

КОНФЕРЕНЦИИ
ПТА

**НОВЫЕ
КЛИЕНТЫ**

**УЗНАВАЕМОСТЬ
И ДОВЕРИЕ**

**ЭКСПЕРТНЫЙ
ИМИДЖ**

**РОСТ ПРОДАЖ
И ИНТЕРЕСА**

**РАЗМЕСТИТЕ РЕКЛАМУ
НА СЭТА — И О ВАС УЗНАЮТ
ТЕ, КОМУ ВЫ НУЖНЫ!**

+7 (968) 567-3006

antipov.n@cta.ru

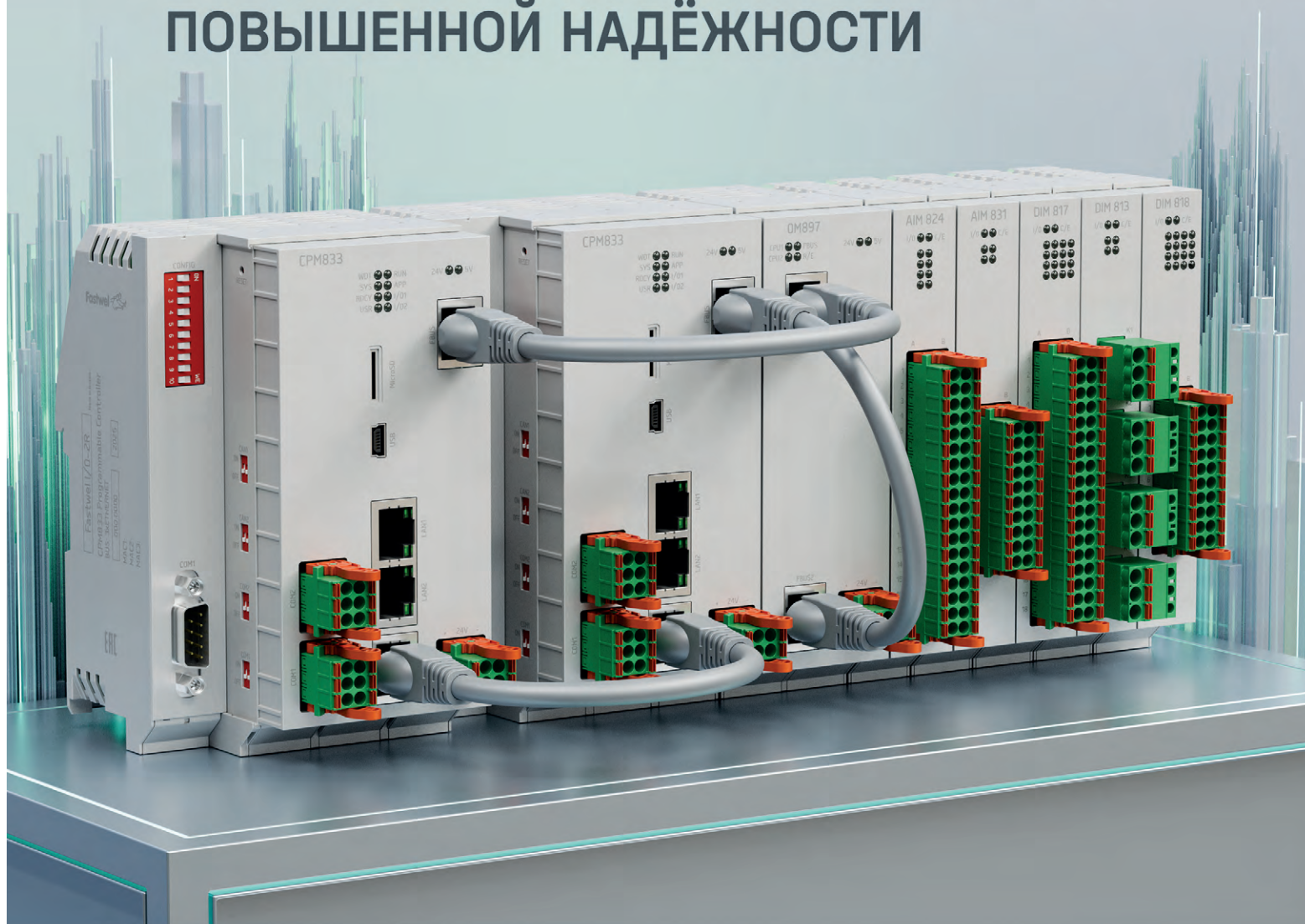
cta.ru

**МЕДИАГРУППА
«СТА-ПРЕСС»**

НА РЫНКЕ С 1996 ГОДА

Fastwel F800

РЕЗЕРВИРОВАННЫЙ 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



**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
ДОВЕРЕННОСТЬ
НАДЁЖНОСТЬ**

ПОЛНЫЙ СПЕКТР РЕШЕНИЙ

Модульные встраиваемые компьютеры серии МК900



МК906

Процессор K1892BM21Я (ЭЛВИС)
2×GbE, DisplayPort, 2×USB, 2×CAN, 2×COM
Степень защиты IP30



МК907

Процессор Эльбрус-2C3 (МЦСТ)
2×GbE, VGA, 4×USB, 4×COM
Степень защиты IP67



МК910

Процессор K1892BM21Я (ЭЛВИС)
2×GbE, DisplayPort, 3×USB, 3×COM
Степень защиты IP65



МК911

Процессор Эльбрус-2C3 (МЦСТ)
2×GbE, 2×DisplayPort, 2×USB, 1×CAN, 2×COM
Степень защиты IP30



МК912

Процессор AMD Ryzen Embedded
2×2.5GbE, 2×DisplayPort, 2×USB, 1×COM
Степень защиты IP30



МК920

Процессор Baikal-T1
2×GbE, VGA, 2×USB, 2×CAN, 4×COM
Степень защиты IP30

