



БОЛЬШЕ SCADA – ХОРОШИХ И РАЗНЫХ:
отечественные разработки завоёвывают рынок

ПРЕДУПРЕЖДЁН, ЗНАЧИТ ВООРУЖЁН:
проактивные стратегии снижения аварийности

ДВА ПРОВОДА ОТ ДАТЧИКА ДО ОБЛАКА:
как Ethernet-APL может изменить вашу АСУ ТП

3'25

WWW.CTA.RU

Электронная
версия этого
журнала

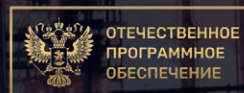


САР-ЭКСПЕРТ

**НАСТРОЙКА ПИД-РЕГУЛЯТОРОВ
ЗА НЕСКОЛЬКО КЛИКОВ**



СЕРЕБРО и ЗОЛОТО
отечественной автоматизации



Реклама



Специализированные конференции

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2025-2026

Промышленная автоматизация

Цифровизация производства

Интернет вещей и большие данные

Искусственный интеллект

Информационная безопасность

Автоматизация зданий и инженерных систем

2025

4-я специализированная конференция
24.09 ПТА – ЧЕЛЯБИНСК

15-я специализированная конференция
29.10 ПТА – НОВОСИБИРСК

2026

21-я специализированная конференция
11.02 ПТА – ЕКАТЕРИНБУРГ

7-я специализированная конференция
24.03 ПТА – КАЗАНЬ

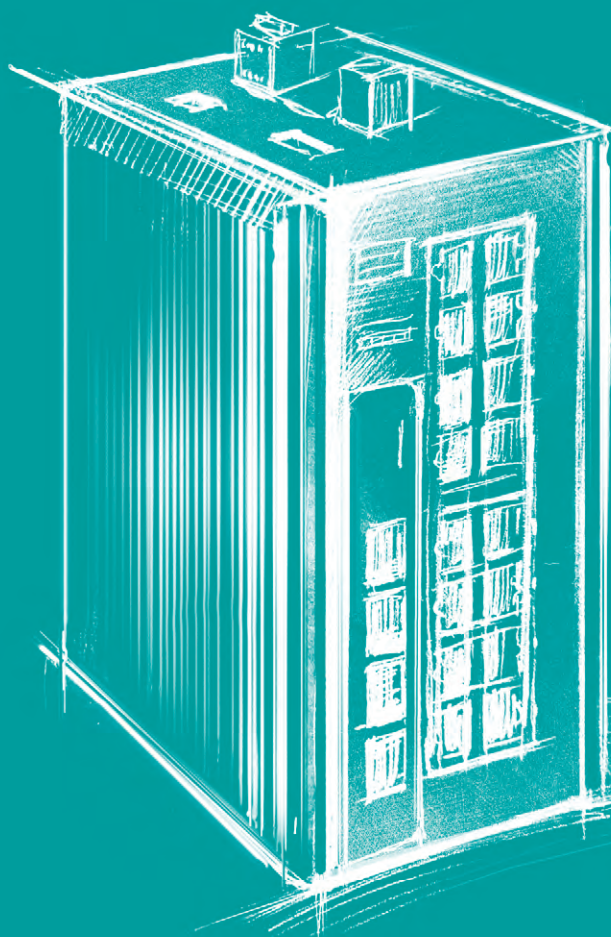
17-я специализированная конференция
26–27.05 ПТА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

5-я специализированная конференция
22.09 ПТА – УФА

16-я специализированная конференция
27.10 ПТА – НОВОСИБИРСК

www.pta-expo.ru

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



ПРОСТО. НАДЁЖНО. ДОСТУПНО



IES6200-PN

IES618 – управляемые промышленные коммутаторы с поддержкой PROFINET

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





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. Головастов,
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
№ 3'2025 (116)
Тираж 10 000 экземпляров

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

Свободная цена

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

Перепечатка материалов допускается
только с письменного разрешения редакции.

Ответственность за содержание рекламы
несут рекламодатели.

Материалы, переданные редакции,
не рецензируются и не возвращаются.

Ответственность за содержание статей несут авторы.

Мнение редакции не обязательно
совпадает с мнением авторов.

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

© СТА-ПРЕСС, 2025



Здравствуйте, уважаемые друзья!

Свежие отечественные решения для автоматизации в промышленности – залог технологического суверенитета страны. В этом выпуске журнала мы с радостью представляем вам спектр разработок, среди которых комплекс унифицированных программных средств автоматизации технологических процессов SCADA «EXVISION», программный инструмент автоматизированной настройки ПИД-регуляторов в «АВАДС САР-эксперт», уникальные программно-аппаратные решения на базе Ethernet APL от компании ИНСОЛ. Есть чем заменить и ушедшие в результате наложения санкций бренды: читайте обзор SIMBOL-300 – высоконадёжного промышленного программируемого контроллера из Беларуси, а также презентацию универсальных компактных промышленных компьютеров китайского бренда JHTECH.

В этом выпуске вас ждёт знакомство и со многими другими интересными материалами. Читайте журналы «СТА» и «Современная электроника» без ограничений в электронном виде на портале www.cta.ru, заходите и подписывайтесь на наши каналы в соцсетях и делитесь ссылками на ролики и публикации!

Мы рады, что вы остаётесь с нами!

Всего вам доброго!

Сорокин

С. Сорокин

Устройства ввода информации для экстремальных условий



Множество
вариантов исполнения
и установки



Степень защиты
до IP68



Опциональная
регулируемая
подсветка



Различные варианты
интерфейсов



Устройства,
соответствующие
IEC 60945



Возможность
кастомизации



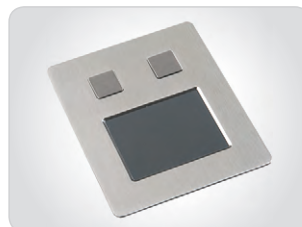
ЗАЩИЩЕННЫЕ
КЛАВИАТУРЫ



ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫЕ
МЫШИ



МЕХАНИЧЕСКИЕ
И ЛАЗЕРНЫЕ ТРЕКБОЛЫ



ЗАЩИЩЕННЫЕ
ТАЧПАДЫ



ПРОЕКТЫ

6 Создание программного обеспечения опроса тепловычислителей

Анатолий Усачёв, Сергей Черкашин

Разработаны алгоритмы и программы для контроллера с панелью и для АРМ оператора, предназначенные для сбора данных с тепловычислителей ВКТ-7 и СПТ961. В процессе создания программ дополнительно реализованы программы, имитирующие протоколы и работу ВКТ-7 и СПТ961 и позволяющие упростить отладку и доработку.

НУ-ХАУ

10 Проактивный риск-ориентированный подход в управлении технологическими процессами

Николай Лунцев

В последнее десятилетие в сфере информационных технологий широкое распространение получили системы с искусственным интеллектом, это обусловлено огромным объемом цифровых данных, накопленных к настоящему моменту, для обработки и анализа которых потребовались новые технологии. В промышленной автоматизации системы обработки и анализа данных как с технологиями искусственного интеллекта, так и с методами классического математического анализа менее распространены, несмотря на то что каждое предприятие, оснащённое АСУ ТП, обладает значительной базой цифровых данных. В настоящей статье излагаются принципы проактивного риск-ориентированного подхода к управлению технологическими процессами. В первую очередь эта статья ориентирована на технических руководителей промышленных предприятий и эксплуатирующий персонал, так как понимание изложенных принципов поможет не ошибиться в своих ожиданиях от внедрения соответствующих систем, а главное, эффективно их использовать, обеспечивая снижение ремонтных затрат и минимизируя риски возникновения аварий.

ОБЗОРЫ

16 Simbol-300 – отказоустойчивый промышленный ПЛК из Беларуси

Екатерина Большакова

В статье описана новая линейка программируемых логических контроллеров SIMBOL-300 – современная разработка ООО «Научно-производственный центр «Европрибор» для построения систем АСУ ТП. Их характерные особенности: модульное построение, высокое быстродействие, резервированные шины питания и данных, дуплекс-версия модулей CPU, «горячая» замена модулей расширения, порты Ethernet в каждом модуле, пакет программирования MasterSCADA 4D. Аналоговые модули с поддержкой HART-протокола.

24 Комплекс унифицированных программных средств автоматизации технологических процессов SCADA «EXVISION»

Александр Родионов, Сергей Усынин, Роман Кузнецов (АО «УЭХК»)

Комплекс унифицированных программ автоматизации технологических процессов «eXvision» (далее – SCADA «eXvision») представляет собой набор программных средств для SCADA (системы диспетчерского мониторинга/сбора данных), HMI (человеко-машинного интерфейса) и управления технологическими процессами в реальном времени. На ПО SCADA «eXvision» получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – № 2011612968 от 21 февраля 2011 г.

28 Обзор решений на базе Ethernet APL

Максим Рафальсон

Ethernet Advanced Physical Layer – технология, которая обеспечивает усовершенствованный физический уровень передачи данных в сетях Ethernet. Технология Ethernet-APL предназначена для автоматизации технологических процессов в сложных производственных средах, таких как химическая, нефтегазовая, фармацевтическая и другие отрасли. Для реализации технологии Ethernet-APL используются совместимые устройства: полевые устройства (датчики, исполнительные механизмы) и коммутаторы Ethernet-APL для сетевой коммуникации.

34 Настройка ПИД-регуляторов в несколько кликов в «АВАДС САР-эксперт»

Илья Варламов, ведущий инженер группы компаний «ИнСАТ»

Процедура настройки регуляторов требует значительных затрат времени. Высококвалифицированные специалисты, обладающие необходимыми навыками для выполнения этой задачи, являются редким ресурсом, и их рабочее время имеет высокую ценность. Программное обеспечение «АВАДС САР-эксперт» является инструментом специалиста по наладке систем автоматического регулирования (САР). «САР-эксперт» значительно повышает эффективность работы наладчика САР. Применение этой программы сократит время на настройку каждого контура регулирования и расширит охват выполняемых ценным специалистом задач.

38 Коботы – будущее автоматизированного производства

Андрей Головастов

Компания JHTECH специализируется на разработке решений для промышленной автоматизации и производства электроники. Она была основана в Китае и получила известность благодаря своим достижениям в создании высокотехнологичных продуктов для промышленности и транспорта, включая контроллеры и системы управления для роботов и другого автоматического оборудования. В целом бренд JHTECH ассоциируется с инновациями, качеством и функциональностью, завоевывая доверие производителей и потребителей по всему миру своими уникальными техническими характеристиками и надёжностью решений. Среди наиболее значимых разработок компании можно отметить серию контроллеров для роботов, таких как KMDA-2631, которые отличаются компактностью, мощностью и энергоэффективностью. Эти продукты нашли широкое применение в сфере коллаборативных роботов (коботов), способствуя развитию гибких производственных линий и автоматизации в малом и среднем бизнесе.

42 Сегодня и завтра малой энергетики

Антти Эс

Сегодня производственники и разработчики в области электроники и гидротехники размышляют о разных путях энергонезависимости страны как стратегической необходимости, спорят о том, каким путём целесообразно двигаться в области альтернативных источников энергоснабжения. В статье рассмотрены концепции, история, оборудование и перспективы ГЭС и малых ГЭС в России и Северной Европе.

Создание программного обеспечения опроса тепловычислителей

Анатолий Усачёв, Сергей Черкашин

Разработаны алгоритмы и программы для контроллера с панелью и для АРМ оператора, предназначенные для сбора данных с тепловычислителей ВКТ-7 и СПТ961.

В процессе создания программ дополнительно реализованы программы, имитирующие протоколы и работу ВКТ-7 и СПТ961 и позволяющие упростить отладку и доработку.

Созданные программы для АРМ оператора и контроллера с сенсорной панелью осуществляют технический учёт параметров теплопотребления и включены в состав программного обеспечения более сложной АСУ ТП. АРМ оператора связан с контроллером по интерфейсу Ethernet. Контроллер через два порта интерфейса RS-485 взаимодействует с тепловычислителями: с четырьмя ВКТ-7 и тремя СПТ961 (рис. 1).

АРМ, помимо непрерывного сбора текущих параметров со всех тепловычислителей, позволяет копировать их архивные данные. Запросы архивов формируются по команде оператора для выбранных ВКТ-7 и СПТ961. На рис. 2 показано диалоговое окно, где запущены опросы архивных данных.

По окончании сбора архивных данных генерируются файлы почасовых, посуточных или помесечных отчётов (табл. 1).



Рис. 1. Структурная схема учёта теплопотребления и ГВС

Для АРМ и для контроллера созданы по две независимые программы, реализующие параллельно обмен по протоколу Modbus TCP и опрос тепловычислителей ВКТ-7 и СПТ961 по нестан-

дартным протоколам. Контроллер циклически опрашивает текущие параметры тепловычислителей и отправляет их в АРМ. Если АРМ запрашивает архивные данные, то контроллер чере-

Таблица 1. Пример отчёта

Отчёт о суточных параметрах (18.03.2025 00:00:00 – 20.03.2025 00:00:00)																
Прибор: СПТ961.2 (ПАР Юг) Заводской номер 22866																
Точка измерения: Магистраль 1 (ПАР Юг), Ресурс: СТ в паре																
Схема измерений: Открытая система. Вычисления энергии ведутся по показаниям двух групп расходомеров																
Дата	T1 °C	T2 °C	V1 м³	V2 м³	M1 т	M2 т	dM т	P1 кг/см²	P2 кг/см²	W1 ГКал	W2 ГКал	dW ГКал	Tнв °C	Tхв °C	Pхв кг/см²	Tи ч
18.03.2025	139,700	100,000	3629,450	0,000	7,400	0,000	7,400	3,811	1,166	4,830	0,000	4,830	20,000	0,000	3,000	24
19.03.2025	139,800	100,000	3715,920	0,000	7,560	0,000	7,560	3,808	1,149	4,940	0,000	4,940	20,000	0,000	3,000	24
20.03.2025	139,840	100,000	3706,310	0,000	7,540	0,000	7,540	3,806	1,167	4,920	0,000	4,920	20,000	0,000	3,000	24
Средние:	139,780	100,000	–	–	–	–	–	3,808	1,161	–	–	–	20,000	0,000	3,000	–
Итого:	–	–	11 051,680	0,000	22,500	0,000	22,500	–	–	14,690	0,000	14,690	–	–	–	72

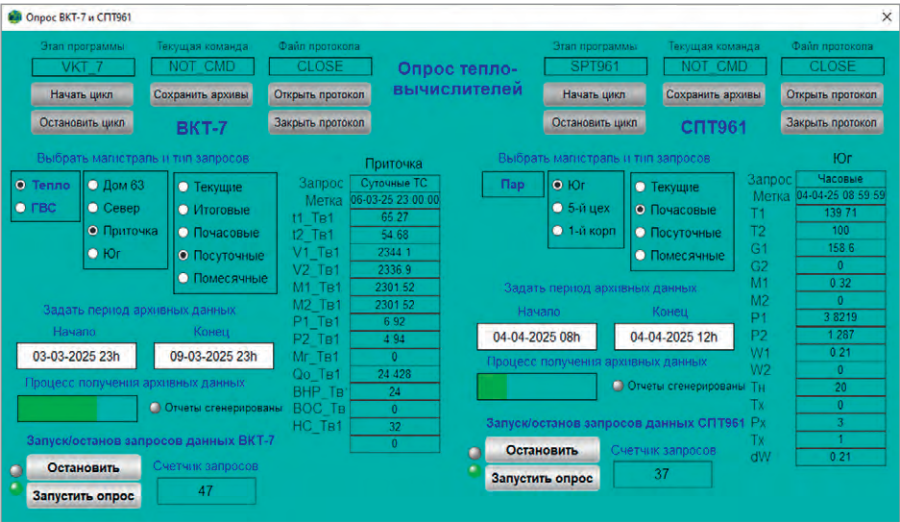


Рис. 2. Диалоговое окно формирования архивных запросов в АРМ оператора

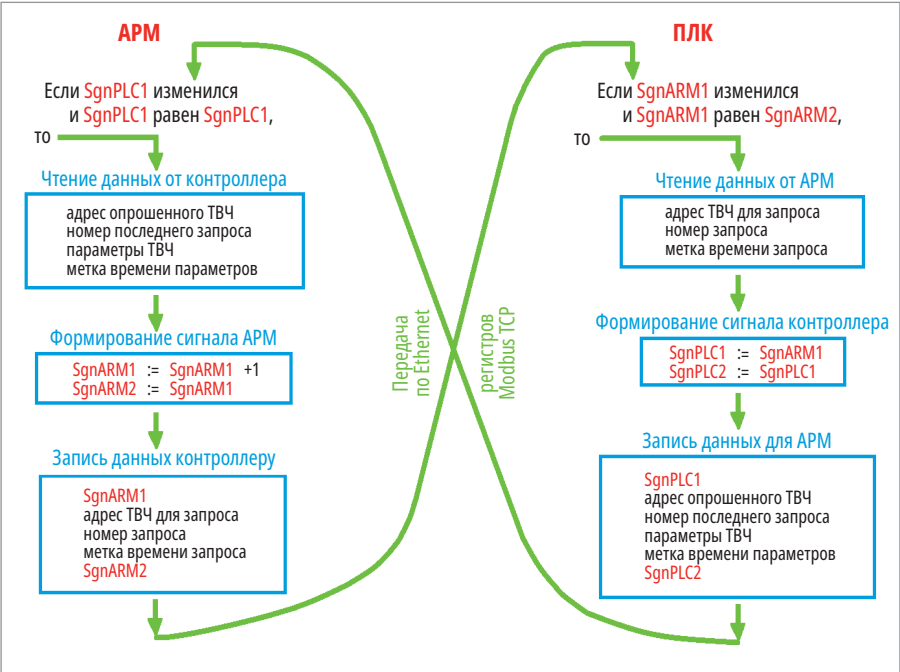


Рис. 3. Упрощённое представление алгоритма передачи данных тепловычислителей (ТВЧ) от контроллера по запросам АРМ

Таблица 2. Этапы алгоритма обработки запросов к тепловычислителю СПТ961

№	Название	Краткое описание алгоритма
I	Подготовка запроса	В массив байтов запроса записывается адрес опрашиваемого СПТ961, номер запрашиваемого параметра, метка времени для случая архивного запроса и байты подсчитанной контрольной суммы
II	Отправка запроса	В COM-порт, связанный с каналом RS-485, записывается последовательность сформированного массива байтов. Если отправка не прошла успешно, переходим к этапу IV
III	Ожидание и получение ответа	Из входного буфера COM-порта выделяется массив байтов ответа. Если подсчитанная контрольная сумма совпадает с полученной, идентифицируется номер полученного параметра, выделяется и сохраняется его значение
IV	Окончание обработки запроса	При необходимости вызывается функциональный блок передачи данных по Ethernet к АРМ и функция для изменения адреса опрашиваемого СПТ961 и/или номера запрашиваемого параметра. Переход к этапу I

дует запросы и отправку текущих и архивных параметров, так что текущие всегда актуальны. Если связь с АРМ отсутствует, то контроллер продолжает опрос только текущих параметров для нужд основных алгоритмов АСУ ТП.

Для надёжного и последовательного диалога между АРМ и контроллером при запросах архивных данных тепловычислителей разработан алгоритм, упрощённо представленный на рис. 3. АРМ генерирует целое число SgnARM как вспомогательный сигнал, идентифицирующий данную транзакцию и не равный ни предыдущему, ни последующему значениям. Сигнал SgnARM передаётся в контроллер вместе с параметрами архивных запросов (если таковые заданы оператором).

Контроллер после чтения формирует SgnPLC, равный полученному SgnARM, и направляет его в качестве подтверждения в АРМ вместе с порцией архивных данных, полученной от тепловычислителей. Передача между АРМ и контроллером выполняется непрерывно с использованием групповых команд Modbus, которые передают регистры подряд друг за другом.

Чтобы контролировать консистентность данных, значения SgnARM и SgnPLC помещаются в начале и в конце передаваемой группы регистров (SgnARM1 и SgnARM2) или (SgnPLC1 и SgnPLC2), см. рис. 3.

Функции обмена данными с тепловычислителями на низком уровне выполнены в контроллере с учётом описания протоколов от их производителей [1–4]. Для СПТ961 это символический протокол, где управляющие символы, значения, метки времени, единицы измерения передаются ASCII-кодами. Протокол обмена с БКТ-7 представляет данные в двоичном коде, но требует программирования вспомогательных промежуточных запросов. Для обработки запросов к тепловычислителям реализован поэтапный циклический алгоритм, причём каждый этап может занимать несколько повторений рабочего цикла контроллера.

Краткое описание алгоритма для СПТ961 приведено в табл. 2.

Последние прочитанные текущие и архивные данные выводятся в кадрах панели контроллера (рис. 4).

Наряду с разработкой программ АРМ и контроллера для удобства отладки и доработки созданы программы-эмуляторы, имитирующие работу БКТ-7 и СПТ961 при их отсутствии. Эмуляторы

BKT-7 Суточные		20-03-25 / 23:00:00				20-03-25 / 23:00:00				20-03-25 / 23:00:00				20-03-25 / 23:00:00			
Etap Program		t1_Tet				t2_Tet				t3_Tet				t4_Tet			
VKT_7		45.840				52.520				51.000				51.900			
User Command		0.000				7462.650				2310.560				3428.330			
NOT_CMD		0.000				0.000				2304.830				3264.520			
State COM-port		0.000				7331.070				2273.790				3368.510			
IS_OPEN		0.000				0.000				2273.790				3223.310			
BKT-7 Текущие		6.780				6.690				6.860				6.690			
BKT-7 Часовые		4.900				4.930				4.920				4.840			
BKT-7 Суточные		0.000				7331.070				0.000				145.200			
BKT-7 Месячные		0.000				0.000				23.230				33.303			
BKT-7 Ошибки		24.0				24.0				24.0				24.0			
СПТ961 Суточные		0.0				0.0				0.0				0.0			
		20				20				20				20			
		Дом_63				Север				Приточка				Юг			
		20-03-25 / 23:00:00				20-03-25 / 23:00:00				01-01-70 / 00:00:00				20-03-25 / 23:00:00			
		t1_Tet				t2_Tet				t3_Tet				t4_Tet			
		69.720				55.410				0.000				70.030			
		58.850				55.410				0.000				60.080			
		545.600				497.860				0.000				380.680			
		473.920				360.900				0.000				280.690			
		533.680				488.180				0.000				372.300			
		466.350				355.740				0.000				276.010			
		6.330				6.960				0.000				6.560			
		5.210				5.010				0.000				5.060			
		67.330				132.440				0.000				96.290			
		9.774				12.292				0.000				9.503			
		4.755				8.893				0.000				6.894			
		24.0				24.0				0.0				24.0			
		0.0				0.0				0.0				0.0			
		20				20				0				20			

Рис. 4. Кадр панели контроллера для вывода последних прочитанных посуточных данных BKT-7

на ноутбуке (рис. 1), заменяя тепловычислители, воспроизводят протоколы обмена через подключаемые преобразователи USB/RS-485. Экран ПК эмуляции, подобно кадрам контроллера (рис. 4), отображает последние моделируемые текущие и архивные данные тепловычислителей. Программы APM, контроллера и эмуляторов создавались параллельно и по принципу от простого к сложному. Реализована возможность сохранения в файлы протоколов работы программ и протоколов об-

на, а также архивов данных, смоделированных в эмуляторах и накопленных в APM за время сеанса. Программы контроллера могут быть загружены в виртуальный контроллер на компьютере, благодаря чему в процессе разработки, отладки и тестирования кроме схемы рис. 1 применялись ещё и следующие схемы взаимодействия программ APM, контроллера и программ-эмуляторов:

- 1) наиболее удобная схема для разработки основных алгоритмов. Все про-

граммы APM, контроллера и эмуляции запускались на одном компьютере. Программы оператора и контроллера обменивались через виртуальный Ethernet, а программы контроллера и эмуляции – через связанные пары виртуальных портов RS-485;

- 2) схема для разработки протоколов обмена по RS-485 для BKT-7 и СПТ961. Программы APM и контроллера запускались на одном компьютере, а программы-эмуляторы – на другом. Программы оператора и контроллера взаимодействовали через виртуальный Ethernet, а программы контроллера и эмуляции – через реальные каналы с помощью четырёх USB/RS-485 преобразователей;

- 3) схема для разработки протоколов передачи текущих данных и архивных запросов по Ethernet поверх Modbus TCP. Программы APM запускались на одном компьютере, а программы контроллера и эмуляции – на другом. APM оператора и контроллер использовали реальный Ethernet, контроллер и эмуляторы – виртуальные порты RS-485. ●

Литература

1. Вычислитель количества теплоты BKT-7. Руководство по эксплуатации. Теплоком.
2. Реализация протокола обмена для связи с вычислителем BKT-7. Теплоком.
3. Тепловычислители СПТ961. Руководство по эксплуатации. ЛОГИКА.
4. Магистральный протокол СПСеть. Руководство программиста. ЛОГИКА.

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

Обновление линеек встраиваемых безвентиляторных компьютеров AdvantiX

Компания AdvantiX продолжает обновление своей линейки безвентиляторных встраиваемых компьютеров и представляет две модели – ER-6300 и ER-7300. Эти модели предназначены для широкого круга задач. Например, они одинаково хорошо подойдут как для сбора технологической информации или видеоданных в режиме круглосуточной работы в необслуживаемых помещениях, на транспорте, в общественных местах, так и для организации видеосервера в составе информационно-справочных систем в торговых центрах, местах массового посещения, на объектах транспортной инфраструктуры и др.



Безвентиляторный встраиваемый компьютер ER-6300



Безвентиляторный встраиваемый компьютер ER-7300

Кроме того, модели отлично подойдут для работы в ответственных системах управления в области энергетики, на производстве, в транспортной сфере (управление движением, грузоперевозками, организация обслуживания пассажиров).

Основные преимущества компьютеров ER-6300 и ER-7300

- Реализованы на базе новейших процессоров Intel 13-го или 14-го поколения.
- Объем оперативной памяти – до 64 Гбайт, DDR5.
- Высокая вычислительная мощность для работы с графикой.
- Гибкие возможности масштабирования с широким выбором портов ввода-вывода, включая 8 портов USB 3.2, 4x COM-порта, интерфейсы для подключения видео: 2x HDMI, 2x DP.

- Пассивная система охлаждения, компактные размеры корпуса.
- Питание от 24 В постоянного тока, возможность питания по PoE.
- Стандартный рабочий диапазон температур от +5°C до +40°C, опционально до +50°C с SSD-накопителем.
- Возможность заказа индивидуальной конфигурации под конкретное техническое задание. ●



Сертификаты Минпромторга на ИБП Сайбер Электро серий «Пилот» и «Эксперт»



Актуализированы сертификаты Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, подтверждающие статус промышленной продукции Российской Федерации, для серий источников бесперебойного питания.

- Линейно-интерактивные ИБП Сайбер Электро серии «РСК-Пилот» в мощностях 1 кВА и 3 кВА. Высокоэффективные Smart ИБП, обеспечивающие стабилизированный выходной сигнал в виде чистой синусоиды. Эта серия отлично справится с защитой серверного оборудования в офисе или в стойке небольшого дата-центра, подойдёт для защиты телекоммуникационного, сетевого, специализированного промышленного оборудования.
- Онлайн ИБП Сайбер Электро серии «РСК-Эксперт» в мощностях 2 кВА и 3кВА. Модели выполнены по технологии двойного преобразования для достижения максимального уровня защиты и обеспечения бесперебойной работы ответственного оборудования в серверных комнатах, небольших дата-центрах, на различных отраслевых и производственных объектах.

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

Обновление сертификатов подтверждает стабильность производства Сайбер Электро на территории Российской Федерации. ●



Новые поступления в центр знаний ISA



Известный специалист в области силовой электроники и электропривода, кандидат технических наук, доцент кафедры электромеханики и робототехники ГУАП Мартынов Александр Александрович передал в дар в центр знаний ISA изданное в 2025 году учебное пособие «Промышленная электроника. Активные выпрямители»: учеб. пособие / А.А. Мартынов, О.Б. Чернышева. СПб.: ГУАП, 2025. 152 с.

Новые возможности удалённого доступа от Weintek

Компания Weintek рада представить новую модель панели оператора в линейке cMTX – cMT3218XP. Это 21,5-дюймовая панель с ёмкостным сенсорным управлением, оснащённая дисплеем Full HD и высококачественным алюминиевым корпусом. Сочетая в себе мощное аппаратное и программное обеспечение в промышленном дизайне, она идеально подходит для промышленной автоматизации, управления станками, киосков самообслуживания и цифровых вывесок.

Модель cMT3218XP оснащена экраном Full HD разрешением 1920×1080, яркостью 500 кд/м² и коэффициентом контрастности 1000:1 для чёткого и насыщенного изображения. Технология WVA обеспечивает широкий угол обзора в 89°, гарантируя, что динамические данные будут видны под любым ракурсом. Панель cMT3218X, созданная для работы в сложных условиях эксплуатации, отличается долговечностью и удобным дизайном. Экран защищён закалённым стеклом, а мультитач-управление



Модель	cMT3218XP
Экран	21,5" (WVA), ёмкостный
Разрешение	1920×1080
Яркость (кд/м ²)/Контрастность	500/1000:1
Угол обзора	89/89/89/89
Процессор	Quad-core RISC
Flash/RAM	4 Гбайт / 2 Гбайт
Ethernet	LAN1: 10/100/1000 Base-T ×1 LAN2: 10/100 Base-T ×1
COM Port	Con.A: COM2 RS-485 2W/4W, COM3 RS-485 2W, CAN Bus Con.B: COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W
CAN Bus	Есть
USB Host	USB 2.0 × 2
Габариты Ш×В×Г	546×354×47,5 мм
Монтажный вырез	532×340 мм
Степень защиты	NEMA4 / IP66 по передней панели
Рабочая температура	0...+50°C (32...122°F)
Корпус	Алюминий
Входное напряжение	24±20% В постоянного тока
Вес	~ 5,5 кг

поддерживает интуитивно понятные жесты даже в перчатках. Передняя панель с классом защиты IP66 защищает от пыли и влаги, алюминиевый корпус, соответствующий стандарту NEMA 4, обеспечивает прочность конструкции.

Оснащённая высокопроизводительным четырёхядерным RISC-процессором, 2 Гбайт оперативной и 4 Гбайт флеш-памяти, панель cMT3218XP с лёгкостью справляется с большими проектами и многозадачностью – от быстрого перехода по экрану до отображения данных в режиме реального времени. Благодаря универсальным портам ввода-вывода, включая 2× LAN Ethernet, 2× USB, RS-232, RS-485 и поддержке таких протоколов, как MPI 187.5K и CANopen, она легко интегрируется с контроллерами различных брендов.

Подробные характеристики cMT3218XP представлены в таблице. ●



Проактивный риск-ориентированный подход в управлении технологическими процессами

Николай Лунцев

В последнее десятилетие в сфере информационных технологий широкое распространение получили системы с искусственным интеллектом, это обусловлено огромным объемом цифровых данных, накопленных к настоящему моменту, для обработки и анализа которых потребовались новые технологии. В промышленной автоматизации системы обработки и анализа данных как с технологиями искусственного интеллекта, так и с методами классического математического анализа менее распространены, несмотря на то что каждое предприятие, оснащённое АСУ ТП, обладает значительной базой цифровых данных. В настоящей статье излагаются принципы проактивного риск-ориентированного подхода к управлению технологическими процессами. В первую очередь эта статья ориентирована на технических руководителей промышленных предприятий и эксплуатирующий персонал, так как понимание изложенных принципов поможет не ошибиться в своих ожиданиях от внедрения соответствующих систем, а главное, эффективно их использовать, обеспечивая снижение ремонтных затрат и минимизируя риски возникновения аварий.

Введение

Что такое проактивный риск-ориентированный подход в управлении, в чём его преимущество перед классическим реактивным подходом?

Реактивный подход предусматривает реагирование на произошедшие события. При этом управляющие воздействия не всегда могут быть своевременны, так как сами события зачастую являются следствием ранее возникших процессов.

Проактивный или риск-ориентированный подход предусматривает возможность предвидеть события и реагировать на риски их возникновения. В этом случае управляющие воздействия опережают события, благодаря чему становится возможным избежать само возникновение негативных событий.

Иными словами, проактивный подход – это устранение причин (предпо-

сылка) к возникновению событий, в то время как реактивный подход – это устранение последствий произошедших событий.

Реактивный подход в полной мере реализован в классических АСУ ТП, для которых на этапе проектирования определяется перечень технологических событий с указанием условий их возникновения и последовательности управляющих воздействий, выполняемых системой.

С 70–80-х годов прошлого века, когда появились первые АСУ ТП, сами технологические процессы значительно усложнились, следствием чего стало значительное увеличение количества контролируемых параметров. Несмотря на это, принцип реактивного управления в современных АСУ ТП остаётся единственным и неизменным уже более 50 лет, это можно объяснить следующими факторами:

- сформировавшаяся база нормативно-технической документации по АСУ ТП;
 - дефицит кадров в сфере промышленной автоматизации, обладающих компетенциями в области проактивного риск-ориентированного подхода.
- Вышеуказанные факторы препятствуют изменению принципов работы современных АСУ ТП, несмотря на это, очевидно, что качественное управление современным технологическим процессом возможно только с реализацией принципов как реактивного, так и проактивного риск-ориентированного подхода. Второй можно обеспечить благодаря внедрению смежных с АСУ ТП систем, обладающих принципами проактивного управления, например Систем Поддержки Принятия Решений (СППР, англ. Decision Support System, DSS).
- Практика внедрения смежных с АСУ ТП систем для расширения функционала хорошо себя зарекомендовала, что

видно на широком применении MES-систем (систем управления производственного процесса), появление которых было обусловлено отсутствием необходимых функций: синхронизации, координации, оптимизации выпуска продукции в классических АСУ ТП.

Среди систем, обладающих принципами проактивного риск-ориентированного управления технологическими процессами, наиболее известны: GE SmartSignal, Aveva PRiSM и AspenTech Predictive Analytics. В настоящий момент российские аналоги подобных систем только начали появляться и широкого распространения не получили, несмотря на это, их востребованность в ближайшей перспективе очевидна.

Система Поддержки Принятия Решений для управления технологическими процессами

Система Поддержки Принятия Решений – это компьютерная автоматизированная система, целью которой является помощь людям, принимающим решение в сложных условиях, для полного и объективного анализа предметной деятельности. Это наиболее точное определение СППР, доступное в открытых источниках.

Важно понимать, что СППР не заменяет человека, автоматизируя процедуру решения, а обеспечивает его различного рода помощью в ходе решения проблемы. Эта помощь заключается в предоставляемых человеку результатах анализа массива данных.

Системы Поддержки Принятия Решений для управления технологическими процессами обеспечивают пользователей информацией о рисках возможных негативных событий, в том числе аварийных ситуаций, наиболее значимым из которых является отказ основного технологического оборудования.

Отказ основного технологического оборудования может быть вызван следующими причинами:

- потеря эксплуатационных свойств одного или нескольких узлов технологического оборудования, связанная с их износом, например, аварийный останов установки из-за высокой вибрации вала паровой турбины, вызванной износом подшипника;
- недопустимые условия эксплуатации отдельных узлов или технологической установки в целом, например, аварийный останов установки из-за

снижения давления перекачиваемой среды ниже допустимого значения на входе в компрессор;

- отказ одной или нескольких вспомогательных систем, например, аварийный останов технологической установки вследствие отказа САУ (системы автоматического управления);
- потеря эксплуатационных свойств одного или нескольких узлов технологического оборудования, обусловленная внешним воздействием, например, разрушение запорной арматуры установки вследствие падения на неё постороннего предмета;
- некорректные действия эксплуатирующего персонала, например, аварийный останов установки, вызванный некорректными командами управления, выданными эксплуатирующим персоналом при изменении режима работы.

Все вышеперечисленные риски, кроме двух последних, можно своевременно выявлять и оценивать, благодаря чему вероятность наступления соответствующих негативных событий можно минимизировать. При этом риск некорректных действий эксплуатирующего персонала может являться следствием отсутствия своевременного информирования о начале развития нештатной, потенциально опасной ситуации, в этом случае применение СППР снижает риск некорректных действий эксплуатирующего персонала.

Риск отказа технологического оборудования из-за износа узлов или недопустимых условий эксплуатации, или отказа вспомогательных систем может быть своевременно выявлен при анализе соответствующих контролируемых параметров:

- для выявления и оценки степени износа узлов технологического оборудования необходимо выполнять анализ технических параметров, связанных с износом (например, вибрация, температура и т.д.);
- для выявления предпосылок к возникновению недопустимых условий эксплуатации и оценки соответствующих рисков необходимо выполнять анализ внешних параметров, характеризующих допустимые условия эксплуатации оборудования (например, температура и влажность окружающей среды, давление на входе в компрессор и т.д.);
- для выявления предпосылок к отказу смежных систем и оценки соответствующих рисков необходимо вы-

полнять анализ контролируемых параметров смежных систем (например, напряжение на разных фазах в сети электроснабжения, температура трансформаторного масла и т.д.).

СППР, используемые для управления технологическими процессами, выполняют непрерывный анализ значений контролируемых параметров, которые получают от смежных информационных систем (АСУ ТП, АСУЭ, ПАЭ и т.д.), результатом которого являются:

- сообщения о выявлении рисков возникновения тех или иных негативных событий;
- качественные оценки выявленных рисков: степень вероятности наступления события, прогнозное время до возникновения события;
- отчёт о причинах возникших рисков;
- интегральные оценки обобщённого состояния объекта/оборудования, как мгновенные, так и за заданные интервалы времени (в том числе интегральные оценки за рабочую смену, сутки, неделю, месяц и т.д.).

Для формирования вышеуказанных оценок в современных СППР используются как классические методы математического анализа, так и методики, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении.

Мониторинг отдельных контролируемых параметров

Для раннего выявления изменений значений критически важных контролируемых параметров (для которых в АСУ ТП предусмотрены предупредительные и аварийные/блокировочные уставки) и оценки рисков, связанных с этими изменениями, в СППР предусмотрена аппроксимация исторических значений заданных параметров. В дальнейшем полученные аппроксимирующие функции исследуются с помощью методов математического анализа.

От полученных аппроксимирующих функций берутся производные, а с их помощью рассчитываются мгновенные скорости изменения заданных контролируемых параметров. В случае если значение скорости превышает заданный порог, СППР формирует сообщение о появившейся тенденции на рост или снижение соответствующего контролируемого параметра, такое сообщение будет всегда предшествовать достижению предупредительных или аварийных уставок и позволяет пред-

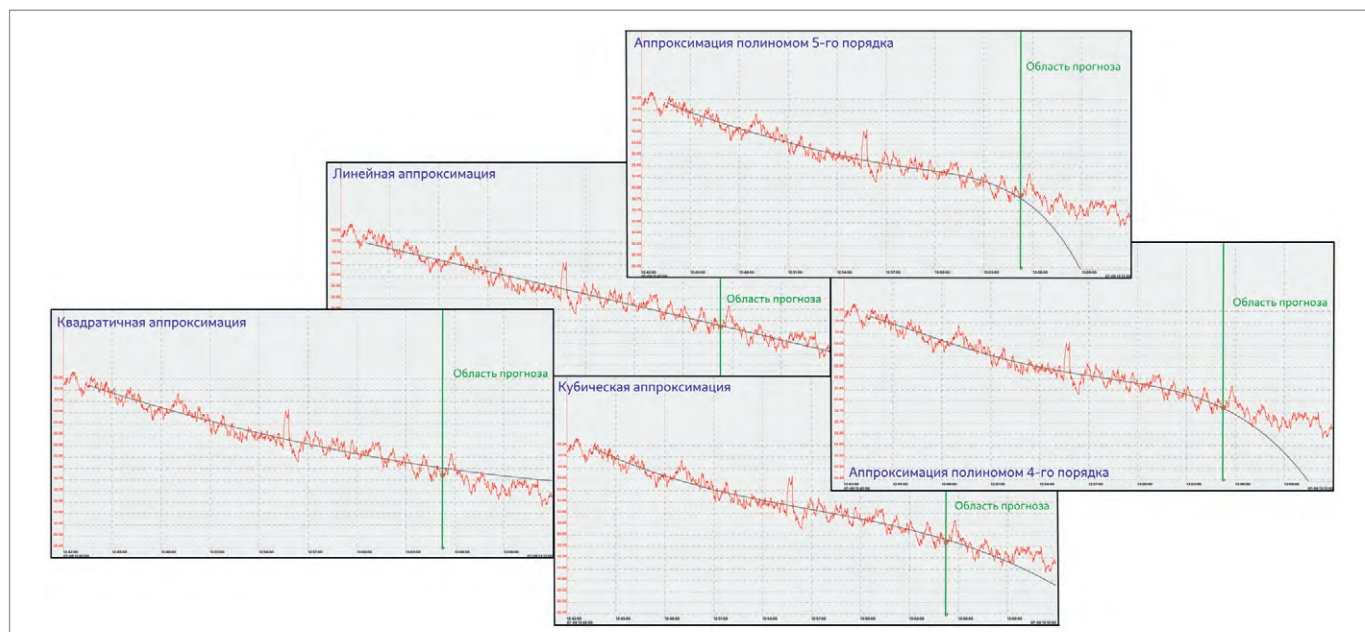


Рис. 1. Различные аппроксимирующие функции исторических данных

принять необходимые действия своевременно.

Необходимо отметить, что при аппроксимации важно правильно выбрать тип аппроксимирующей функции: показательная ($y = a^x + b$), линейная ($y = ax + b$), квадратичная ($y = ax^2 + bx + c$), кубическая ($y = ax^3 + bx^2 + cx + d$) и т.д.

На рис. 1 приведены примеры аппроксимации значений одного из контролируемых параметров разными типами функций, на графиках аппроксимирующая функция наложена на фактические значения контролируемых параметров, причём фактические значения параметров из области прогноза не использовались при расчёте аппроксимирующих функций. Из при-

ведённых примеров видно, что с увеличением порядка аппроксимирующего полинома скорость изменения функции в прогнозной области растёт, что может ухудшить качество прогноза.

Наиболее часто используемыми типами функций при аппроксимации исторических значений контролируемых параметров являются линейная и квадратичная функция, реже используется кубическая функция.

Показательные функции четвёртого и более высоких порядков практически не используются.

В связи с разным характером поведения параметра исходные данные для аппроксимации могут быть также предварительно подготовлены, например, значения параметра, по которым

выполняется расчёт аппроксимирующей функции, могут быть усреднены.

Помимо расчёта мгновенной скорости изменения контролируемого параметра, полученная аппроксимирующая функция используется для визуализации прогнозных значений параметра в будущем, а также для расчёта прогнозного времени до достижения этим параметром аварийных/блокировочных и предупредительных уставок, для этого на основе полученной аппроксимирующей функции составляется уравнение, где в качестве значения функции подставляется значение необходимой уставки, далее система находит наименьший вещественный корень заданного уравнения, который и является прогнозным временем до

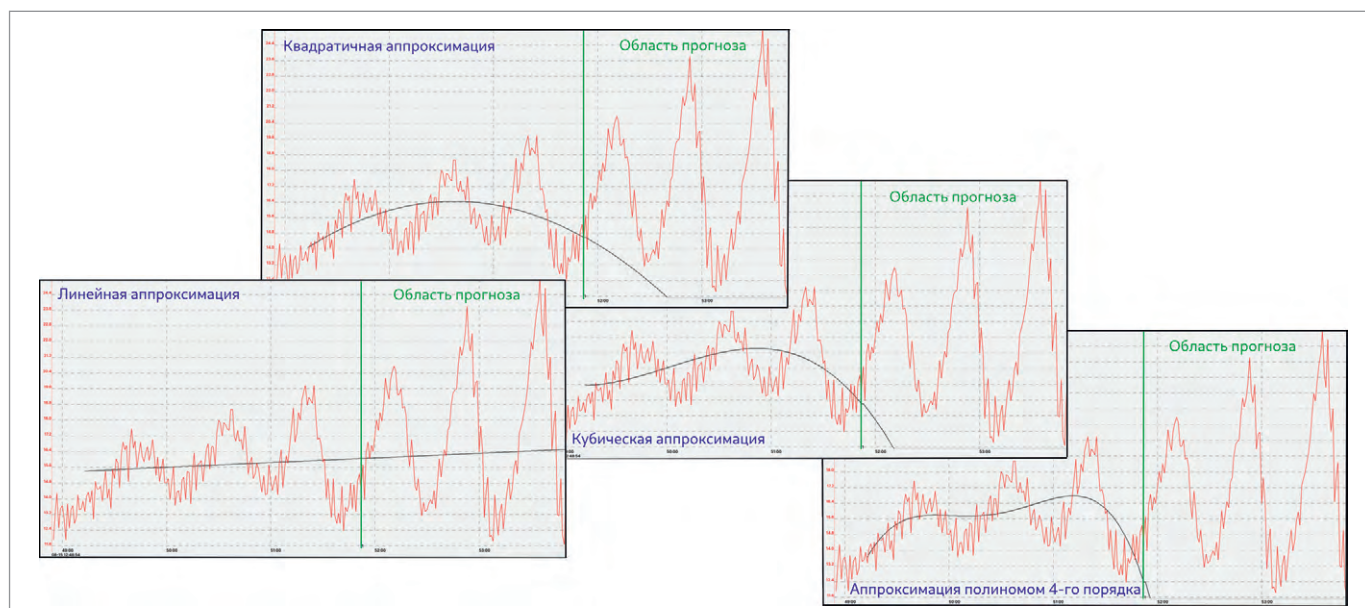


Рис. 2. Аппроксимирующие функции исторических данных с колебательным характером изменения

достижения контролируемым параметром уставки.

Прогнозное время до достижения контролируемым параметром уставки является качественным показателем текущего риска, связанного с выявленной тенденцией изменения этого параметра.

Изменения значений контролируемых параметров могут носить колебательный характер (например, ток электродвигателя при помпаже компрессора), при котором амплитуда колебаний может нарастать, в таких случаях исследование аппроксимирующих функций, рассчитанных по историческим значениям этих параметров, может быть неэффективно. На рис. 2 представлены графики изменения значений контролируемого параметра колебательного характера с нарастающей амплитудой и аппроксимирующие функции 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков, рассчитанные по этим значениям.

При колебательном характере изменения значений параметра целесообразно выполнять аппроксимацию по размаху его значений. Напомним, что размах – это разность между наибольшим и наименьшим значениями числового набора. В СППР размах рассчитывается как разность максимального и минимального значения контролируемого параметра за заданный промежуток времени.

На рис. 3 представлен график изменения размаха значений контролируемого параметра и аппроксимирующая функция 2-го порядка, рассчитанная по этим значениям размаха.

В СППР по расчётным значениям размаха можно выявлять тенденции на рост (рост амплитуды колебаний контролируемых параметров), определять уставки и в дальнейшем рассчитывать прогнозное время до достижения предельных значений амплитуд колебаний контролируемых параметров.

Анализ взаимосвязей значений контролируемых параметров

Анализ абсолютных значений контролируемых параметров малоэффективен для выявления сложных неявных аномалий в работе технологического оборудования. Под сложными неявными аномалиями подразумеваются ситуации, когда значения одного или нескольких контролируемых параметров в течение времени изменяются с крайне малой скоростью, которая сама по себе не воспринимается как тенденция



Рис. 3. Аппроксимирующая функция изменения размаха

на изменения, при этом как минимум один из параметров вследствие длительного изменения принимает значение, не характерное для текущего режима работы установки.

Для выявления сложных, неявных аномалий в работе технологического оборудования в современных СППР предусмотрены методы анализа взаимосвязей (зависимостей) контролируемых параметров.

Анализ зависимостей значений контролируемых параметров может выполняться как с помощью корреляционного анализа – количественного метода определения тесноты и направления взаимосвязи между выборочными переменными величинами, так и с помощью моделей машинного обучения.

При корреляционном анализе определяется группа из двух или трёх параметров, значения которых исследуются на взаимосвязь (например: обороты компрессора и расход газа или ток возбуждения электродвигателя и обороты электродвигателя и т.д.).

Для выявления корреляционных зависимостей между контролируемыми параметрами на координатной плоско-

сти, по осям которой откладываются значения этих параметров, наносятся точки, координаты которых соответствуют значениям параметров в заданные моменты времени. Характер распределения точек указывает на характер зависимости между исследуемыми параметрами. На рис. 4 представлены различные характеры корреляционной связи между двумя параметрами.

После того как в ходе исследования выявлена корреляционная связь, выполняется расчёт аппроксимирующей функции заданного типа (порядка) по точкам, соответствующим выявленной взаимосвязи. Далее при анализе поступающих значений контролируемых параметров СППР рассчитывает расстояние от точки, соответствующей этим значениям до соответствующей аппроксимирующей функции. Это расстояние и является качественной оценкой отклонения от ранее выявленной корреляционной связи, для которой можно задать уставки, а также рассчитывать аппроксимирующие функции и выявлять момент роста этого отклонения.

Следует учитывать, что на разных режимах работы технологического оборудо-

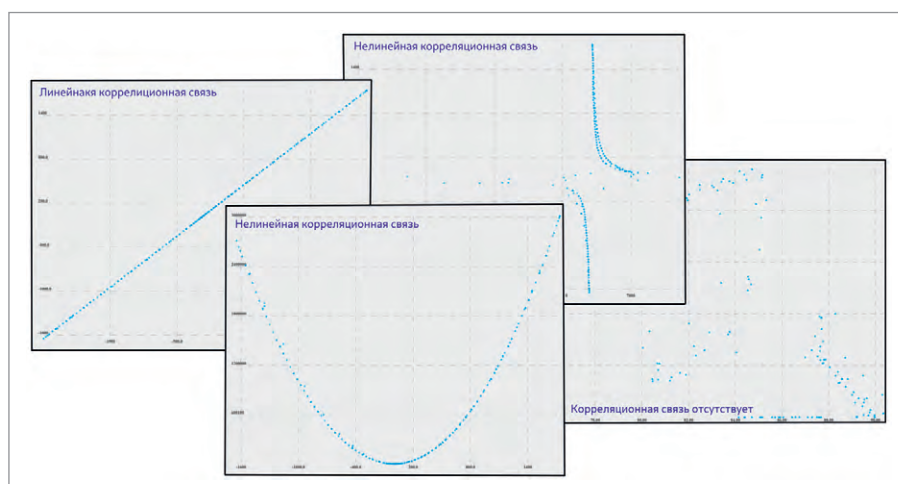


Рис. 4. Примеры корреляционных связей

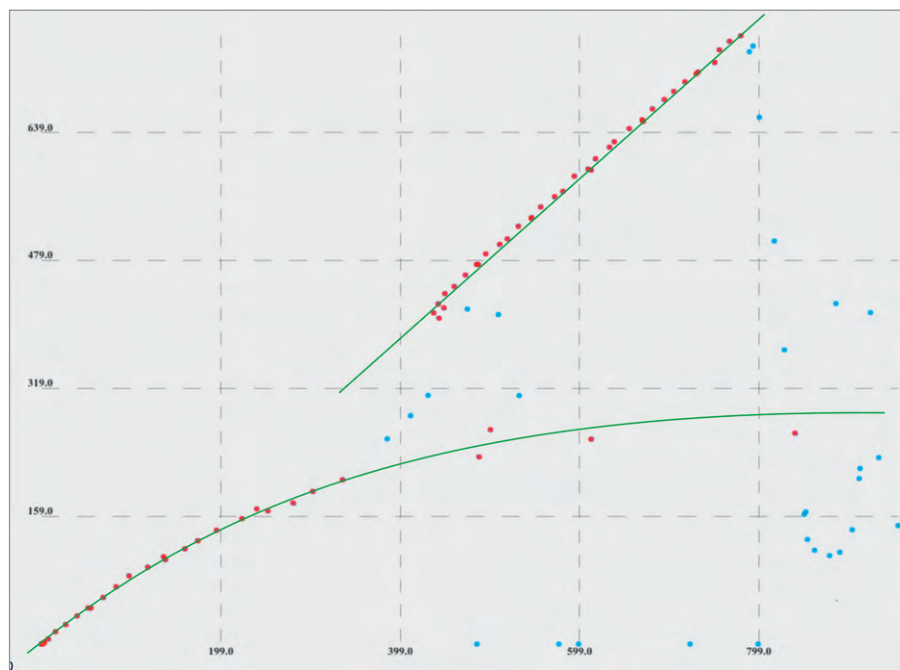


Рис. 5. Корреляционные зависимости двух параметров для разных режимов работы

дования корреляционная связь между одними и теми же параметрами может быть различной (рис. 5), поэтому данный метод анализа может использоваться с ограничениями. Помимо этого, к недостаткам корреляционного анализа следует отнести невозможность наглядного выявления взаимосвязей для групп из 4 и более параметров.

При этом анализ корреляционных связей крайне эффективен для небольших групп из 2 или 3 параметров, взаимосвязь между которыми очевидна:

- температура продуктов сгорания в разных точках камеры сгорания газотурбинного двигателя;
- давление на входе в компрессор, обороты компрессора и давление на выходе из компрессора;
- температуры группы подшипников установки.

Применение машинного обучения при анализе значений взаимосвязанных контролируемых параметров позволяет обойти все ограничения, присущие корреляционному анализу.

Для анализа значений взаимосвязанных контролируемых параметров применяются модели классификации, которые классифицируют состояние объекта по какой-либо группе признаков, например, определяют наличие либо отсутствие аномалии по группе контролируемых параметров.

Группа параметров, по которым определяется аномалия, формируется исходя из предположения о наличии сложных корреляционных связей, например:

- виброперемещение вала;

- осевой сдвиг вала;
- температура подшипника вала;
- скорость вращения вала;
- давление масла на подаче;
- температура масла на подаче.

Функционал моделей классификаций схож с корреляционным анализом, но при этом позволяет анализировать группы с произвольным количеством параметров, что невозможно в корреляционном анализе.

Перед использованием любой модели машинного обучения, в том числе и моделей классификации, их необходимо обучить на имеющихся выборках исторических данных. Необходимым условием для обучения любой модели машинного обучения является использование в обучении исторических значений контролируемых параметров, охватывающих все допустимые режимы работы установки при всех возможных допустимых внешних условиях (низкие температуры зимой, высокие летом, высокая влажность весной и т.д.).

Результатом анализа моделями классификаций является оценка о наличии либо отсутствии аномалии, которая, в свою очередь, отражает наличие либо отсутствие отклонений значений одного или нескольких параметров из ранее определенной группы от типичных для соответствующего режима работы.

Главным преимуществом моделей классификаций перед корреляционным анализом является возможность анализа групп с любым количеством параметров, а также учёт при анализе

разных режимов работы, однако модель классификации не даёт качественную оценку величины отклонения при выявлении аномалии.

Аномалии, выявляемые моделями классификации, являются предпосылками к развитию сложных, неявных, но потенциально опасных ситуаций.

Для формирования качественных оценок степеней аномальности выполняются статистические вычисления над заданным количеством оценок, сформированных моделями классификации за заданный интервал времени. Например, рассчитывается среднее арифметическое от последних 100 результатов анализа, полученных от модели классификации, где за классификацию аномалии принимается «1», а за отсутствие аномалии «0», полученное значение будет являться степенью аномальности и будет принимать значение от 0 (минимальная степень аномальности) до 1 (максимальная степень аномальности) с дискретностью 0,01, которое для удобства в дальнейшем может быть переведено в проценты.

Как и исторические значения контролируемых параметров, рассчитанные исторические значения степеней аномальности могут быть аппроксимированы для дальнейшего исследования с помощью математического анализа:

- выявления тенденции на рост степени аномальности;
- определения мгновенной скорости изменения степени аномальности;
- расчёта времени, оставшегося до достижения степени аномальности критического значения.

Недостатком анализа моделями классификации также является отсутствие указания причины, по которой была классифицирована аномалия, – указание на параметр или группу параметров, чьи значения внесли наибольший вклад в классификацию аномалии.

Для решения этой задачи используются регрессионные модели, которые определяют ожидаемое значение одного из контролируемых параметров из заданной группы взаимосвязанных параметров по фактическим значениям других контролируемых параметров из этой группы. В дальнейшем ожидаемое значение сравнивается с фактическим значением контролируемого параметра, а их разность указывает на величину отклонения фактического значения от типичного (ожидаемого) для данного режима работы.

Принцип выбора группы параметров для регрессионных моделей такой же, как и для моделей классификации, – предположение о наличии сложных корреляционных взаимосвязей, однако в случае с регрессионными моделями создаётся не одна модель на всю группу параметров (как для моделей классификации), а по одной модели для каждого параметра из группы.

Так, для вышеприведённой группы параметров (виброперемещение, осевой сдвиг, температура подшипника, скорость вращения, давление масла на подаче, температура масла на подаче) будет создано 6 регрессионных моделей, каждая из которых будет формировать ожидаемое значение отдельного параметра из группы по фактическим значениям других параметров из группы.

При совместном использовании моделей классификаций и регрессионных моделей целесообразно использовать идентичные группы параметров и одинаковые данные для их обучения, в этом случае их прогнозы будут согласованными – степень аномальности, определяемая моделью-классификатором, будет выявляться и расти вместе с появлением и увеличением расхождения между ожидаемым, сформированным регрессионной моделью и фактическими значениями одного или нескольких контролируемых параметров.

Интегральные оценки риска

Расчёт интегральной оценки предусматривает получение из совокупности событий (текущих или произошедших в заданный интервал времени) некоего количественного показателя, который может охарактеризовать рассматриваемый риск в целом, не оперируя отдельными ситуациями.

В промышленной автоматизации под технологическими событиями подразумеваются: достижения контролируемых параметрами предупредительных и аварийных уставок, наличие либо отсутствие дискретных сигналов от внешних систем (положение исполнительных механизмов, внешние сигнализации) и т.д. Каждое технологическое событие при возникновении соответствующих условий получает статус «событие пришло», а при пропадании этих условий – «событие ушло».

Суть расчёта мгновенной интегральной оценки сводится к следующему:

- каждому технологическому событию, которое мы хотим учитывать в

интегральной оценке, задаётся весовой коэффициент. Этот коэффициент указывает на степень критичности соответствующего ему события (чем более критичным является событие, тем большее значение должно быть у соответствующего ему весового коэффициента);

- далее выполняется сложение всех весовых коэффициентов технологических событий, которые в текущий момент времени имеют статус «событие пришло», полученное значение делится на сумму весовых коэффициентов всех предусмотренных интегральной оценкой событий.

Формула расчёта мгновенной интегральной оценки приведена ниже.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N W_i}{\sum_{j=1}^N W_j},$$

где W_i – весовой коэффициент текущего события, N – общее количество всех событий, W_j – весовой коэффициент произвольного события.

Результатом вышеуказанного расчёта будет количественный показатель, принимающий значения от 0 (в текущий момент времени ни одно событие не имеет статуса «событие пришло») до 1 (в текущий момент времени все события, предусмотренные интегральной оценкой, имеют статус «событие пришло»).

При расчёте интегральной оценки за заданный интервал времени выполняются следующие действия:

- как и в случае мгновенной интегральной оценки, каждому технологическому событию, которое мы хотим учитывать в интегральной оценке за заданный интервал времени, задаётся весовой коэффициент;
- далее определяется суммарная продолжительность каждого технологического события за заданный интервал времени, которая умножается на соответствующий весовой коэффициент. После чего полученные значения складываются, а получившаяся сумма делится на произведение заданного интервала на сумму всех предусмотренных весовых коэффициентов.

Формула расчёта интегральной оценки за заданный интервал времени приведена ниже.

$$R_t = \frac{(W_i \times T_i)}{\sum_{j=1}^N (W_j \times t)},$$

где W_i – весовой коэффициент события, попадающего в заданный интервал времени, T_i – суммарная продолжительность события в заданный интер-

вал времени, N – общее количество всех событий, t – продолжительность заданного интервала времени.

Как и в случае с мгновенной интегральной оценкой, результатом расчёта будет количественный показатель, принимающий значения от 0 (за заданный интервал времени ни одного события не произошло) до 1 (длительность всех предусмотренных событий составила весь заданный интервал времени).

Интегральная оценка наиболее полезна техническим руководителям предприятий, так как позволяет, не погружаясь в детальный анализ текущих и произошедших технологических событий, быстро оценить риски на большом количестве технологических объектов.

При непрерывном расчёте интегральной оценки её исторические значения можно экстраполировать, выполнять анализ приращений, рассчитывать мгновенную скорость изменения и т.д., что позволяет получать сложные метрики состояния технологического процесса и оборудования.

Одновременно могут рассчитываться несколько интегральных оценок, весовые коэффициенты для которых будут заданы в соответствии с различными приоритетами.

Вывод

Использование проактивного риск-ориентированного подхода в управлении технологическими процессами позволяет:

- минимизировать риски возникновения аварий, как следствие, повысить уровень безопасности эксплуатации объектов;
- сократить эксплуатационные и ремонтные затраты, связанные в том числе с простоем оборудования;
- значительно повысить информирование персонала о состоянии объектов. ●

Литература

1. Ларичев О.И., Петровский А.Б. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития // Итоги науки и техники. М.: ВИНТИ, 1987.
2. Интегральная оценка риска. URL: https://studbooks.net/29437/ekonomika/integralnaya_otsenka_riska.
3. Вьюгин В.В. Математические основы машинного обучения и прогнозирования. 3-е изд. М.: МЦНМО, 2022.

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



Simbol-300 – отказоустойчивый промышленный ПЛК из Беларуси

Екатерина Большакова

В статье описана новая линейка программируемых логических контроллеров SIMBOL-300 – современная разработка ООО «Научно-производственный центр «Европрибор» для построения систем АСУ ТП. Их характерные особенности: модульное построение, высокое быстродействие, резервированные шины питания и данных, дуплекс-версия модулей CPU, «горячая» замена модулей расширения, порты Ethernet в каждом модуле, пакет программирования MasterSCADA 4D. Аналоговые модули с поддержкой HART-протокола.

В последние годы актуальность использования отечественных импортозамещающих продуктов возросла многократно. Особенно если речь идёт о таких устройствах, как промышленные контроллеры, без которых невозможно представить любую, даже совершенно небольшую автоматизацию.

Компания ООО «Научно-производственный центр «Европрибор» присутствует на рынке 24 года, из них 13 лет активно развивает направление – проектирование и производство программируемых контроллеров. На сегодняшний день у компании есть три линейки промышленных контроллеров (далее по тексту – ПЛК).

SIMBI-10 – моноблочный ПЛК для систем малой и средней степени сложности (рис. 1). Можно использовать как самостоятельно, так и в составе контроллера «SIMBOL-100», с возможностью подключения до 10 внешних модулей расширения. ПЛК «SIMBI-10» характеризуется высоким быстродействием; открытой архитектурой; возможностью реализации до 6 ПИД-регуляторов; наличием в комплекте среды разработки, веб-сервера; имеется 10 аналоговых каналов (7 входных, 3 выходных) и 17 дискретных каналов (11 входных, 6 выходных). Оснащён стандартным интерфейсом Ethernet (OPC-сервер и Modbus TCP), RS-485 (Modbus RTU

230,4 Кбит/с), а также USB-интерфейсом для связи с ПК.

SIMBOL-100 – модульный ПЛК, принцип построения которого обеспечива-ет возможность создания систем авто-

матизированного управления различного уровня сложности. В состав ПЛК входят модуль центрального процессора и набор модулей расширения (рис. 2).



Рис. 1. Моноблочный промышленный контроллер «SIMBI-10»



Рис. 2. Программируемый контроллер модульного типа «SIMBOL-100»

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 аналоговых модулей с поддержкой HART-протокола

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





Рис. 3. Программируемый контроллер модульного типа «SIMBOL-300»

Контроллер оснащён стандартным интерфейсом Ethernet (OPC-сервер и Modbus TCP), RS-485 (Modbus RTU 230,4 Кбит/с), флеш-картой стандарта SDHC, памятью SDRAM и программным сторожевым таймером (WATCHDOG). Дуплекс-версия контроллера обеспечивает «горячее ре-

зервирование» с возможностью восстановления после отказов.

SIMBOL-300 – новая линейка ПЛК (рис. 3) для построения высоконадёжных и отказоустойчивых АСУ ТП для всех отраслей промышленности, выпущенная на рынок в 2025 году.

Отличительные черты ПЛК «SIMBOL-300»

Для новой линейки контроллеров «SIMBOL-300» характерны модульное построение, высокое быстродействие, резервированная шина питания и данных, дуплекс-версия модулей ЦПУ, «горячая» замена модулей расширения, порты Ethernet в каждом модуле, легитимный русскоязычный пакет программирования.

Аналоговые модули имеют версии с поддержкой HART-протокола.

К модулям центрального процессора ПЛК «SIMBOL-300» относятся следующие.

S-300-CPU – модуль центрального процессора, предназначен для построения систем автоматизации средней и высокой степени сложности путём управления модулями ввода-вывода, выполнения пользовательской задачи, передачи информации по сетевым интерфейсам.

S-300-CPU-D – резервированный модуль центрального процессора, имеющий следующие характеристики.

- 4-ядерный процессор Texas Instruments с максимальной частотой 1,4 ГГц на каждое ядро.

**Мы обновились и расширяем
ВАШИ КОМПЕТЕНЦИИ **ОНЛАЙН****

Дистанционные курсы:



**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

ProSoft®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

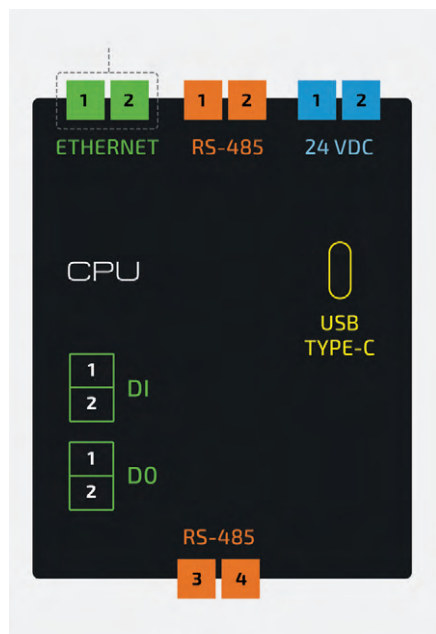


Рис. 4. Интерфейсы CPU «SIMBOL-300»

- Значение ОЗУ 2 ГБ DDR4 SDRAM 2666 МГц.
- Значение ПЗУ 32 ГБ ROM (eMMC) 200 МГц.
- Интерфейсы:
 - 2 независимых Ethernet до 1 Гбит/с (RJ45);
 - 4x RS-485 до 921,6 Кбит/с;
 - USB – Type C – для питания, программирования и конфигурирования модуля;
 - 2 дискретных входа, 2 дискретных выхода;
 - 2 порта питания 24 В пост. ток.
- Программный и аппаратный «Watchdog». Программный WATCHDOG реализован в MasterSCADA 4D и функционирует самостоятельно (загрузка, инициализация, работа и т.п.) – защита от зависаний MasterSCADA 4D. Аппаратный WATCHDOG контролирует работу всего модуля CPU (операционная система, Runtime и т.п.) – защищает от зависаний модуля CPU с полной перезагрузкой в течение ~13 с, а также выдачей сигнала о срабатывании во внешние системы – дискрет «DO1».
- Среда исполнения Master PLC (РФ) – лицензия в комплекте поставки.
- Поддержка веб-визуализации.
- До 128 модулей расширения на один порт RS-485.
- Шинный терминал с резервированным питанием и шиной данных.
- Защитное покрытие плат.
- Защита от обратной полярности питающего напряжения.
- Время опроса по RS-485 и Ethernet до 0,5 мс на модуль.

- Встроенный суперконденсатор – поддержка питания до 5 с после отключения источника питания.
- Расширенный список поддерживаемых протоколов связи. По умолчанию: Modbus RTU/TCP, OPC UA, МЭК 60870-5-104. Под заказ: Mitsubishi SLMP, SNMP, HTTP, MQTT, BACnet, Siemens PLC (PROFINET), МЭК 61850, OMRON FINS и FINS Serial.
- Время переключения на резервный контроллер (до 50–70 мс).
- Увеличенный диапазон температуры эксплуатации (от –40°C до +60°C).

На рис. 4 представлено расположение перечисленных интерфейсов на модуле.

Обзор модулей ввода/вывода ПЛК «SIMBOL-300»

Внешний вид модулей ввода/вывода «SIMBOL-300» приведён на рис. 5.



Рис. 5. Модули ввода/вывода «SIMBOL-300»

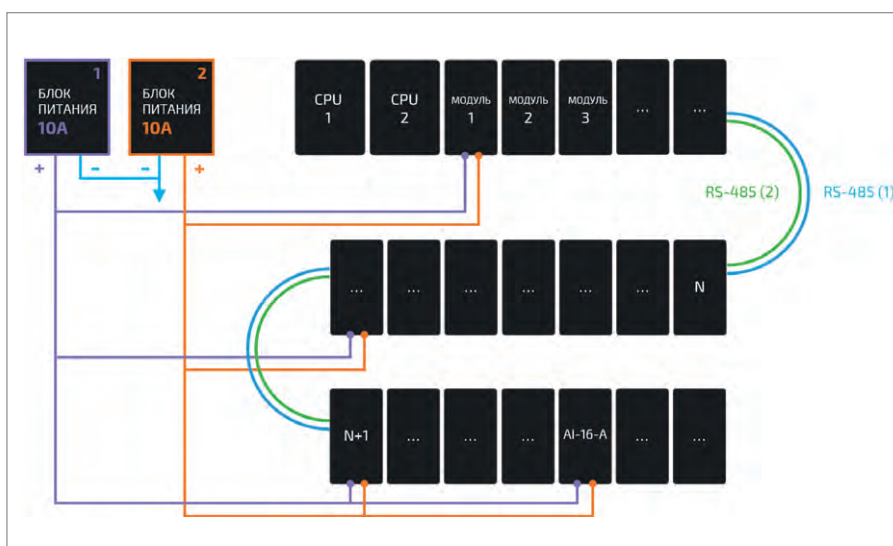


Рис. 6. Пример организации питания в «SIMBOL-300»

В табл. 1 (на с. 20) приведены модификации модулей S-300.

Дополнительно во всех модулях ввода/вывода «SIMBOL-300» имеется:

- USB-Type C для подключения к ПК;
- Ethernet до 100 Мбит/с;
- 2x RS-485 до 921,6 Кбит/с;
- 2 порта питания 24 VDC;
- защитное покрытие плат;
- возможность установки и выбора входных фильтров;
- защита от обратной полярности питающего напряжения (защита от переплюсовки).

Пример организации питания модулей ввода/вывода «SIMBOL-300»

Реализована шина дублированного питания и передачи данных.

Пример организации питания в «SIMBOL-300» приведён на рис. 6.

Таблица 1. Модули ввода/вывода линейки контроллеров «SIMBOL-300»

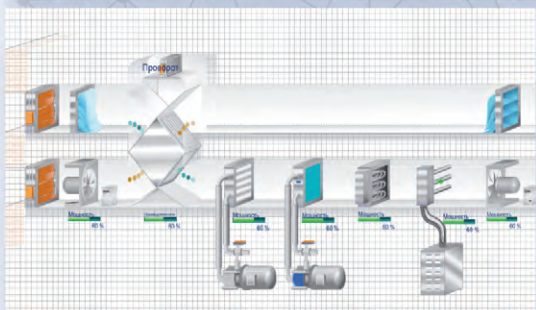
Наименование модуля	Характеристики
S-300-DI16 и S-300-DI32 – модули ввода дискретных сигналов типа механический контакт или полупроводниковый ключ, соответственно тип входа 1 или 3 по ГОСТ ИЕС 61131-2	16 каналов (2×8) / 32 канала (4×8) дискретного ввода; - изоляция групповая по 8 каналов (межгрупповая, от цепей питания, от интерфейсов); - длительность импульса от 5 мкс; - счётчик импульсов до 100 кГц; - общий провод любой полярности (программный выбор); - принимаемые дискретные сигналы: 24 В пост. ток, «сухой контакт», транзисторный ключ
S-300-DO16 и S-300-DO32 – модули вывода дискретных сигналов типа полупроводниковый ключ с изолированным затвором N-типа	16 каналов (2×8) / 32 канала (4×8) дискретного вывода; - изоляция групповая по 8 каналов (межгрупповая, от цепей питания, от интерфейсов); - защита каждого канала от перегрузки по току и напряжению; - диагностика обрыва и короткого замыкания выходной цепи; - установка выходного канала в программируемое состояние; - задержка включения/отключения канала не более 0,2 мс; - коммутируемый ток группы каналов не более 4 А (напряжение 24 В пост. ток)
S-300-RO8 и S-300-RO16 – модули вывода дискретных сигналов типа нормально-разомкнутый и переключающийся контакт реле	8/16 каналов релейного вывода; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); 4/8 каналов с переключающим контактом реле, 4/8 каналов – с нормально разомкнутым; - установка выходного канала в программируемое состояние; - задержка включения/отключения канала не более 8/4 мс; - коммутируемое напряжение 250 В пер. / 30 В пост. ток, 2 А длительно (все каналы включены)
S-300-AI8 и S-300-AI16 – модули измерительные, предназначены для ввода аналоговых сигналов постоянного тока и (или) напряжения постоянного тока, их обработки и передачи по последовательным интерфейсам в информационную систему верхнего уровня	8/16 каналов аналогового ввода; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - индивидуальный АЦП на каждый канал; 24-разрядный АЦП; - погрешность 0,1%; 0,2%; 0,25%; - быстродействие не более 7 мс на опрос всех каналов; 0–5 мА, 0(4)–20 мА, 0–10 В, 0–1 В; –10–0–10 В; 0(0,2)–2 В; - программный выбор диапазона измерений; - возможность запитки датчиков от входных каналов; - контроль обрыва и короткого замыкания сигнальной цепи
S-300-AI8 HART P и S-300-AI16 HART P – измерительные модули аналогового ввода с поддержкой HART-протокола. При измерении сигналов постоянного тока входные каналы модулей сконфигурированы как пассивный токовый вход (внешнее питание измерительной цепи)	8/16 каналов аналогового ввода с поддержкой HART протокола; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - работа в режиме «точка-точка». Одно устройство на канал. Отображение сигнала 4–20 мА + до 8 доп. параметров; - работа в «многоточечном режиме». До 8 устройств на канал. Отображение 1 параметра каждого устройства; - индивидуальный АЦП на каждый канал; 24-разрядный АЦП; 4–20 мА; - погрешность 0,1%; 0,25%; - быстродействие не более 7 мс на опрос всех каналов
S-300-AI4 HART и S-300-AI8 HART – измерительные модули аналогового ввода с поддержкой HART-протокола. При измерении сигналов постоянного тока входные каналы модулей могут быть сконфигурированы как пассивный или активный токовый вход	4/8 каналов аналогового ввода с поддержкой HART протокола; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - работа в режиме «точка-точка». Одно устройство на канал. Отображение сигнала 4–20 мА + до 8 доп. параметров; - работа в «многоточечном режиме». До 8 устройств на канал. Отображение 1 параметра каждого устройства; - индивидуальный АЦП на каждый канал; - индивидуальный АЦП на каждый канал; 24-разрядный АЦП; 4–20 мА; - погрешность 0,1%; 0,25%; - быстродействие не более 7 мс на опрос всех каналов; - возможность запитки датчиков от входных каналов
S-300-TC8 и S-300-TC16 – модули измерительные, предназначенные для ввода сигналов термодатчиков различных типов с HX по СТБ ГОСТ Р 8.585, их обработки и передачи по последовательным интерфейсам в информационную систему верхнего уровня	8/16 каналов для измерения сигналов термодатчиков; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - индивидуальный АЦП на каждый канал; 24-разрядный АЦП; - быстродействие не более 3 мс на опрос всех каналов; - предел допускаемой основной абсолютной погрешности ±2°C; - типы входных сигналов: R; S; J; T; E; K; N; A-1; A-2; A-3; L; - программный выбор типа сигнала; - контроль обрыва и короткого замыкания сигнальной цепи
S-300-RTD6 и S-300-RTD12 – предназначены для ввода и измерения сигналов от термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651, их обработки и передачи по последовательным интерфейсам в информационную систему верхнего уровня	6 каналов (2×3) / 12 каналов (4×3) для измерения сигналов термосопротивления; - Изоляция групповая по 3 канала (межгрупповая, от цепей питания, от интерфейсов); - индивидуальный АЦП на каждый канал; 24-разрядный АЦП; 3-проводная схема измерения; - быстродействие не более 3 мс на опрос всех каналов; - типы входных сигналов: - сопротивление 0–400 Ом, 0–4000 Ом с приведённой погрешностью 0,1%; 0,2%; - термопреобразователи сопротивления с HX по ГОСТ 6651: Pt50, Pt100, Pt1000, 50П, 100П, 1000П, Cu50, Cu100, 50М, 100М с абс. погрешностью ±0,4°C; - термопреобразователи сопротивления медь гр.23, платина гр.21, никель Ni1000 с абсолютной погрешностью ±0,4°C; - программный выбор типа сигнала; - контроль обрыва и короткого замыкания сигнальной цепи
S-300-AO8 и S-300-AO16 – модули измерительные, предназначенные для воспроизведения унифицированных аналоговых сигналов постоянного тока и/или постоянного напряжения, их обработки и передачи по последовательным интерфейсам в информационную систему верхнего уровня	8/16 каналов для воспроизведения аналоговых сигналов; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - индивидуальный ЦАП на каждый канал; 15-разрядный ЦАП; - быстродействие не более 5 мс на генерацию всех каналов; - погрешность 0,1%; 0,25%; 0–5 мА, 0(4)–20 мА, 0–10 В; - программный выбор диапазона измерений; - возможность запитки датчиков от выходных каналов; - программный выбор типа сигнала; - контроль обрыва и короткого замыкания сигнальной цепи
S-300-AO4 HART и S-300-AO8 HART – предназначены для воспроизведения унифицированных аналоговых сигналов постоянного тока с поддержкой HART-протокола. Выходные каналы модулей могут быть сконфигурированы как пассивный токовый выход, так и активный токовый выход	4/8 каналов аналогового вывода с поддержкой HART протокола; - поканальная изоляция (межканальная, от цепей питания, от интерфейсов); - работа в режиме «точка-точка». Одно устройство на канал. Формирование выходного сигнала 4–20 мА + отображение до 8 доп. параметров; - индивидуальный ЦАП на каждый канал; 15-разрядный ЦАП; 4–20 мА; - погрешность 0,1%; 0,25%; - быстродействие не более 300 мс на генерацию всех каналов; - возможность запитки датчиков от выходных каналов

MASTERSCADA

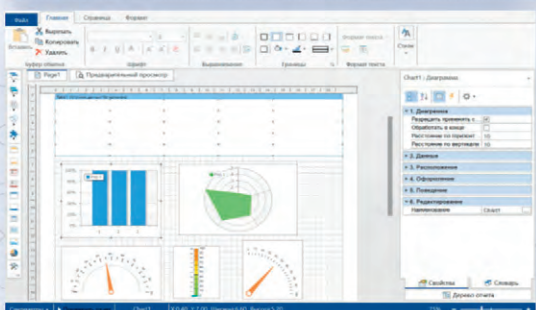
MasterSCADA 4D — российская программная платформа для разработки систем автоматизации и диспетчеризации в различных отраслях промышленности



Внесена в реестр отечественного ПО № 13907



Визуализация
технологического
процесса



Формирование
и выдача
отчетов



Хранение истории
контролируемых
параметров



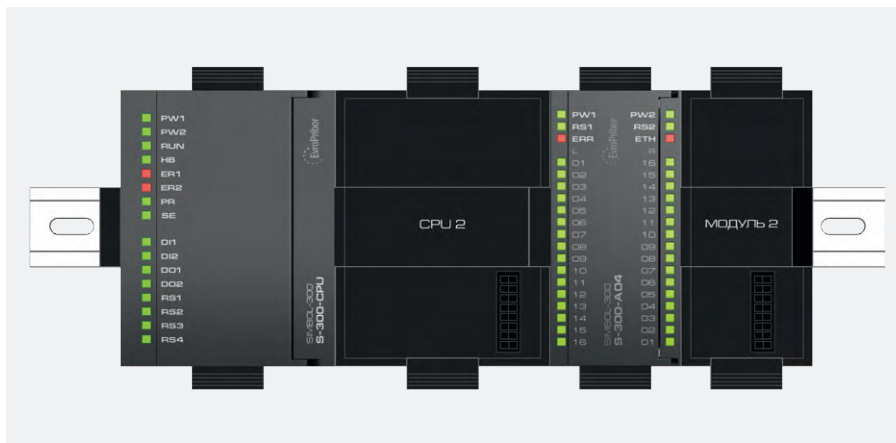


Рис. 7. Пример построения шины в «SIMBOL-300»

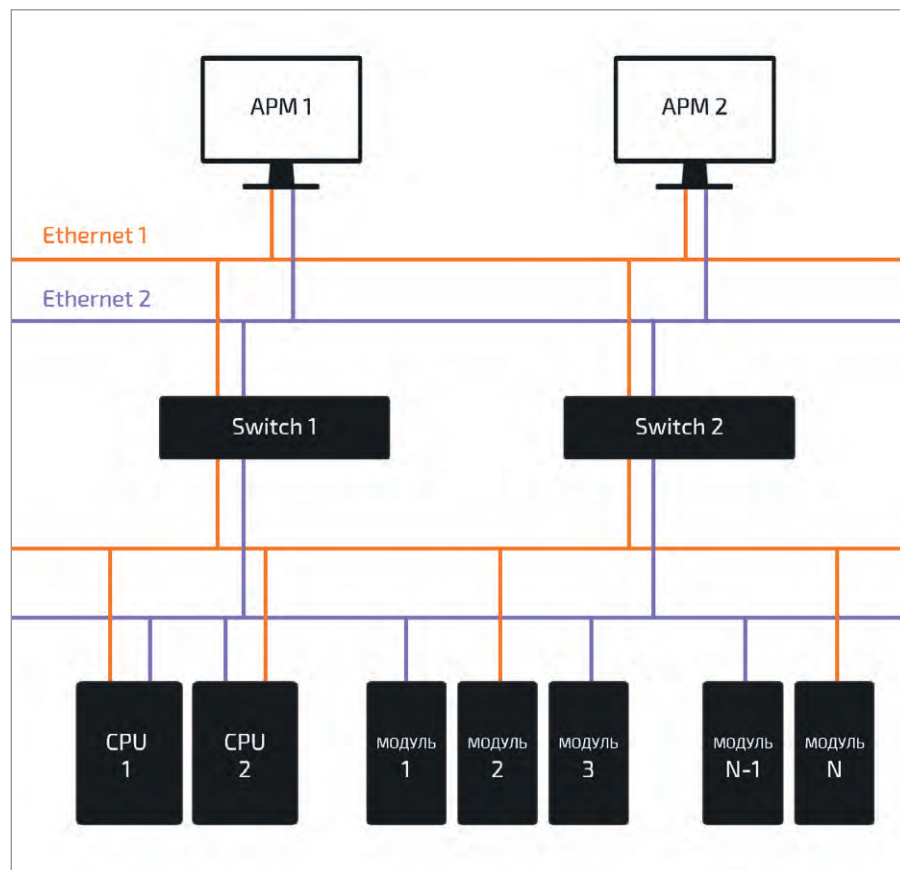


Рис. 8. Использование «SIMBOL-300» в дублированной сети Ethernet



Рис. 9. Реализация проекта в MasterSCADA для ПЛК «SIMBOL-300»

Пример построения шины в «SIMBOL-300» приведён на рис. 7.

Программируемые контроллеры «SIMBOL-300» поддерживают резервирование на всех уровнях системы, включая процессоры, источники питания, модули ввода-вывода и элементы коммуникационной инфраструктуры (рис. 8). При отказе любого из ключевых компонентов системы резервный элемент моментально вступает в действие, беря на себя функции вышедшего из строя оборудования без перерыва в технологическом процессе. Механизм автоматического резервирования и переключения позволяет существенно снизить риски производственных потерь, минимизировать влияние сбоев и гарантировать бесперебойную работу всех технологических линий.

На рис. 9 приведён пример реализации проекта в MasterSCADA.

В настоящее время отечественные разработчики технологического оборудования и программного обеспечения всё больше приближаются по качеству и функциональности к лучшим зарубежным аналогам.

В результате отечественная продукция, в том числе модули контроллера «SIMBOL-300», становится конкурентоспособной на рынке. Современные отечественные разработки не просто соответствуют международным стандартам, но зачастую превосходят зарубежные аналоги по целому ряду технических и эксплуатационных показателей.

Так, линейка ПЛК «SIMBOL-300» демонстрирует высокую скорость обработки данных, повышенную надёжность, удобство настройки и простоту технического обслуживания, высокий уровень технологичности и функциональности.

ПЛК производства ООО «НПЦ «Европрибор» доступны к заказу как напрямую у производителя, так и у официальных дилеров в Российской Федерации, с перечнем которых можно ознакомиться на официальном сайте <http://evropribor.by>.

**Автор – сотрудник
компании Европрибор**

Перейдя по ссылке в QR-коде,
можно ознакомиться
с новым контроллером
подробнее.



Глубокая модернизация напольных шкафов ШТК-М

В 2024 году Производственная группа REMER провела глубокую модернизацию напольных телекоммуникационных шкафов серии ШТК-М.

Изменения коснулись как ассортимента типоразмеров шкафов, так и ряда конструктивных решений.

Ключевые изменения

1. В конструктив шкафов внесён ряд изменений, существенно расширяющих функциональность, удобство монтажа и эксплуатации. Нагрузочная способность увеличена до 1200 кг, время сборки сокращено в 2 раза.
2. Серия ШТК-М замещает серию снятых с производства серверных шкафов ШТК-С.
3. Сняты с производства шкафы ШТК-М высотой 22, 27, 33 и 47 U. Шаг монтажной высоты унифицирован и составляет 6 U. Аналогичный шаг высоты у телекоммуникационных и серверных шкафов серии ШТК-ЭКОНОМ.



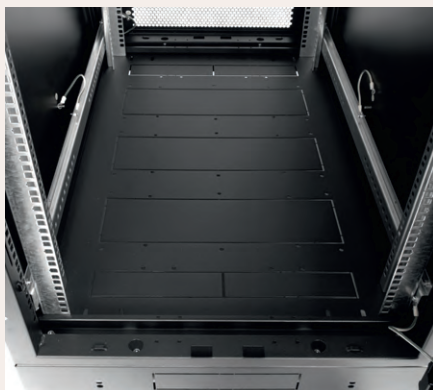
4. В ассортимент добавлены шкафы глубиной 1200 мм.

Обновлённые типоразмеры универсальных шкафов ШТК-М:

- монтажная высота: 18, 24, 30, 36, 42 и 48 U;
- глубина: 600, 800, 1000 и 1200 мм;
- габаритная ширина: 600 и 800 мм.

Конструктивные изменения в шкафах серии ШТК-М:

- новая конструкция рам с полузамкнутым профилем позволила увеличить несущую способность шкафа до 1200 кг;



- основание изделия выведено в размер с рамой – каркас шкафа обрёл монолитную целостность;
- внутренняя поверхность рам по вертикали получила перфорацию, создающую дополнительное монтажное пространство для установки органайзеров, шин заземления и прочих аксессуаров ЦМО и REM;
- вертикальные юнитовые направляющие опираются на основание, благодаря чему повысилась их несущая способность;



- новая конструкция двери со стеклом обеспечивает единый заземляющий контур и отсутствие зазора между крышей/основанием и дверью, а также защищает стекло при транспортировке и эксплуатации;
- применённый в двери алюминиевый профиль позволил отказаться от клеёнки стекла, что исключает отклеивание стекла при нарушении условий хранения шкафа (холодные склады) и при превышении допустимой нагрузки на дверь;

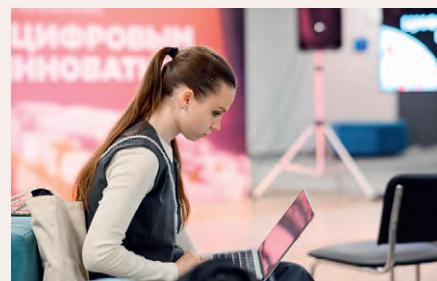


- новый дизайн перфорированной двери позволил облегчить её на 30% и увеличить площадь перфорации двери до 76%.

Шкафы ШТК-М – это удобство монтажа и эксплуатации. Сборка модернизированного шкафа занимает в 2 раза меньше времени. Горизонтальные монтажные швеллеры унифицированы, в комплекте шкафа поставляются швеллеры единого типа. Применение запрессованных резьбовых элементов в труднодоступных местах конструкции значительно упрощает сборку. Вертикальные юнитовые направляющие для шкафов шириной 800 мм стали цельными, без дополнительных проставок. Также в них предусмотрены окна под установку аксессуаров, создающие дополнительное монтажное пространство. Установка стенок в шкаф не требует монтажа дополнительных элементов. У шкафов глубиной 1000 и 1200 мм боковые стенки для облегчения установки разделены на две – верхнюю и нижнюю. И благодаря новой конструкции рам шкафы соединяются между собой без дополнительных крепёжных элементов. ●



Студентка ГУАП получила бронзовую медаль в финале Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал»



Мария Белова, студентка Института фундаментальной подготовки и технологических инноваций ГУАП, член Санкт-Петербургской Российской секции ISA, приняла участие в финале Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал» в двух направлениях: «Освоение космоса» и «Управление цифровым продуктом и инноватика». Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал» – один из проектов президентской платформы «Россия – страна возможностей». Мария стала призёром в направлении «Освоение космоса» и бронзовым медалистом в направлении «Управление цифровым продуктом и инноватика». ●



Комплекс унифицированных программных средств автоматизации технологических процессов SCADA «EXVISION»

Александр Родионов, Сергей Усынин, Роман Кузнецов (АО «УЭХК»)

Комплекс унифицированных программ автоматизации технологических процессов «eXvision» (далее – SCADA «eXvision») представляет собой набор программных средств для SCADA (системы диспетчерского мониторинга/сбора данных), HMI (человеко-машинного интерфейса) и управления технологическими процессами в реальном времени. На ПО SCADA «eXvision» получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ – № 2011612968 от 21 февраля 2011 г.

Различных SCADA/HMI на рынке представлено большое количество, но до сих пор остаются предприятия, по тем или иным причинам ведущие

собственные разработки программного обеспечения АСУ ТП.

В качестве таких причин могут выступать: высокая стоимость покупных

систем, недостаточное быстродействие готовых решений, требования внутренней системы безопасности предприятия или просто сложившиеся тра-

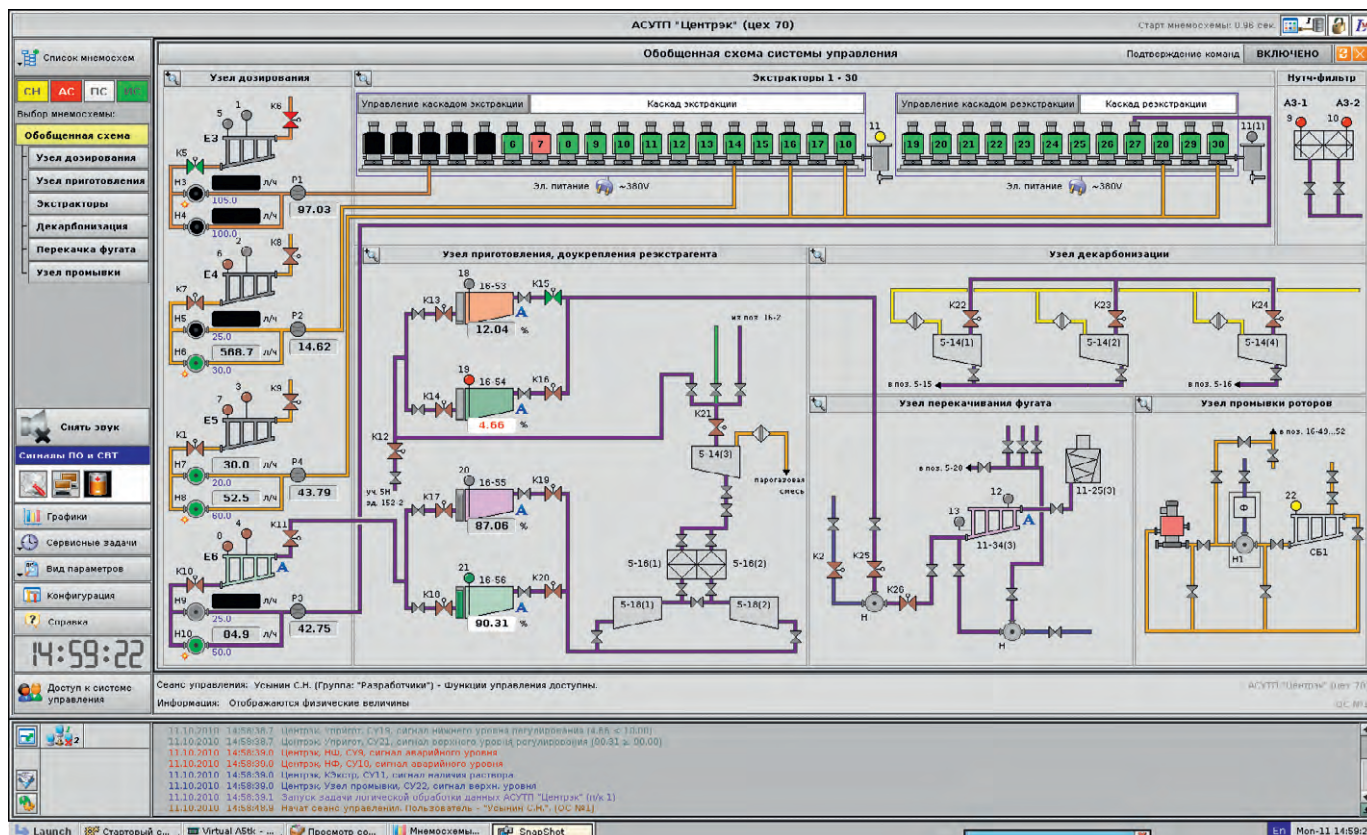


Рис. 1. Общий вид ПО АСУ ТП, разработанного с использованием eXvision

диции. Также не является секретом и то, что при использовании таких языков программирования, как C/C++, можно добиться большей скорости обработки объектов АСУ ТП, в отличие от специализированных языков, используемых в коммерческих продуктах.

При создании SCADA «eXvision» закладывалась возможность использования функциональности языка программирования C++ при реализации алгоритмов обработки данных при снижении времени и стоимости разработки новых АСУ ТП за счёт использования унифицированных модулей, реализующих прикладную функциональность. Также, соблюдая традиции следовать по пути обеспечения наибольшего удобства работы технологического персонала, оказалось сложным в полном объёме реализовать HMI-систему с использованием коммерческих предложений рынка.

Гибкость и простота разработки АСУ ТП, а также независимость от типа аппаратных средств ввода-вывода были положены в основу создания SCADA «eXvision».

SCADA «eXvision» разрабатывалась для автоматизации разделительного производства урана, однако заложенная при проектировании и реализованная в дальнейшем функциональность позволяет применить SCADA «eXvision» практически для любого, как типового, так и довольно специфичного технологического процесса.

Модульность SCADA «eXvision» предоставляет разработчику механизмы расширения функциональности базовых модулей за счёт подключения к ним динамических библиотек и создания в них собственных функций и проверок. Также следует отметить оптимизацию SCADA «eXvision» для проектирования и разработки АСУ ТП, обладающих большим количеством активных элементов на каждой отдельно взятой мнемосхеме и с большим количеством типовых мнемосхем в АСУ ТП.

Для разработки мнемосхем используется стандартный QNX-редактор Photon Application Builder (рис. 1). Мнемосхемы создаются, как правило, на основе имеющихся шаблонов. Можно использовать готовые из библиотеки или создать новые графические элементы

мнемосхем. Для сокращения времени разработки мнемосхем создан механизм их тиражирования за счёт автоматического переопределения идентификаторов объектов на типовой мнемосхеме.

Имеется положительный опыт внедрения АСУ ТП с более чем тридцатью типовыми мнемосхемами, каждая из которых содержит более 1100 активных элементов (время открытия такой мнемосхемы составляет менее 1 секунды).

За счёт организации «подписных» механизмов на группы данных и событийной передачи информации SCADA «eXvision» обеспечивает минимизацию сетевого трафика и снижение вычислительной нагрузки на аппаратные ресурсы ЭВМ.

Развитые механизмы конфигурирования позволяют редактировать базы данных, графический интерфейс АСУ ТП, включая мнемосхемы, систему ввода-вывода, сообщения системы регистрации, выходные документы, распределение функциональных задач по ЭВМ и ряд других настроек, задач и параметров АСУ ТП.





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



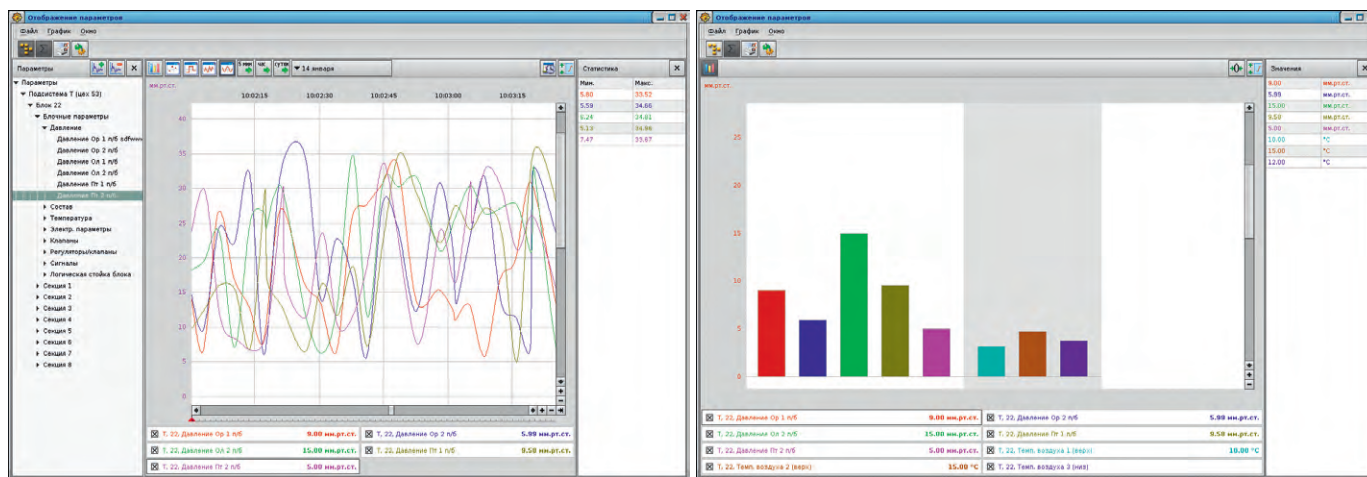


Рис. 2. Модуль отображения графиков и трендов

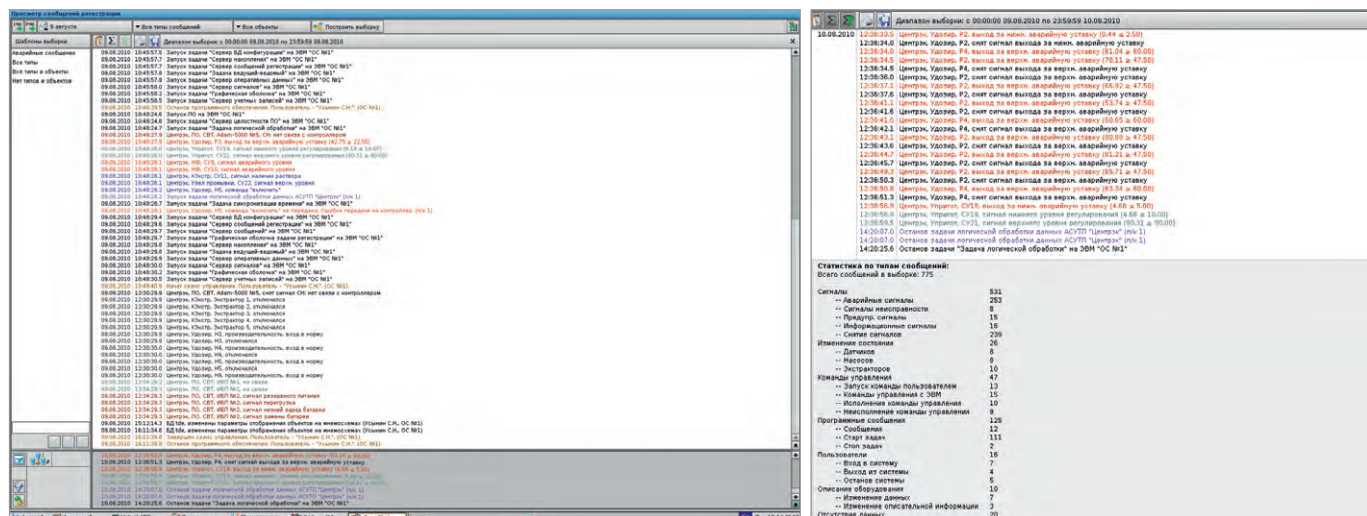


Рис. 3. Модуль просмотра и сортировки сообщений регистрации

Как и большинство подобных систем, SCADA «eXvision» обеспечивает выполнение следующих функций:

- сбор и первичную обработку информации (в качестве источника первичной информации могут выступать любые контроллеры, преобразователи и устройства, обладающие открытыми протоколами передачи данных);
- отображение текущей информации о технологическом процессе на экранах дисплеев в виде мнемосхем, динамических таблиц, трендов, гистограмм;
- дистанционное управление технологическим оборудованием;
- автоматическое управление и регулирование технологического процесса;
- регистрацию сигналов и событий;
- архивацию и хранение исторической информации о значениях технологических параметров;
- отображение зарегистрированной информации о сигналах и событиях;
- отображение накопленной информации о значениях технологических параметров;

- вывод выходных документов (отчетов и протоколов) на экран, принтер и в файл (использованы форматы HTML и PDF);
- оперативное конфигурирование автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- разграничение прав доступа;
- автоматизацию метрологической поверки (калибровки);
- поддержку единого времени;
- информационное взаимодействие с другими системами;
- контроль и диагностику состояния;
- вспомогательные функции.

SCADA «eXvision» позволяет создавать одноуровневые и многоуровневые иерархические системы распределенного управления и централизованного контроля, соответствующие структуре технологического объекта и характеру управления им с возможностью дублирования и резервирования (с автоматической синхронизацией баз данных конфигурации системы как в режиме реального времени, так и на базе отложенной синхронизации,

построенной на использовании log-a «транзакций»).

Механизм каскадного открытия мнемосхем позволяет создавать многомониторные и многомашинные операторские станции, обеспечивающие возможность отображения больших мнемосхем (разбитых на несколько ЭВМ) нажатием одной кнопки на экране (может использоваться для отображения мнемосхем длинных трубопроводов).

Большое внимание уделено механизмам создания командных меню, удобных для оператора, обеспечивающих вывод на них динамической информации, а также позволяющих гибко регулировать режим подтверждения отправки команд.

SCADA «eXvision» не имеет программных ограничений по количеству обрабатываемой информации (ограничения накладываются только применяемыми техническими средствами и возможностями операционной системы).

Программное обеспечение SCADA «eXvision» создавалось с учётом опти-

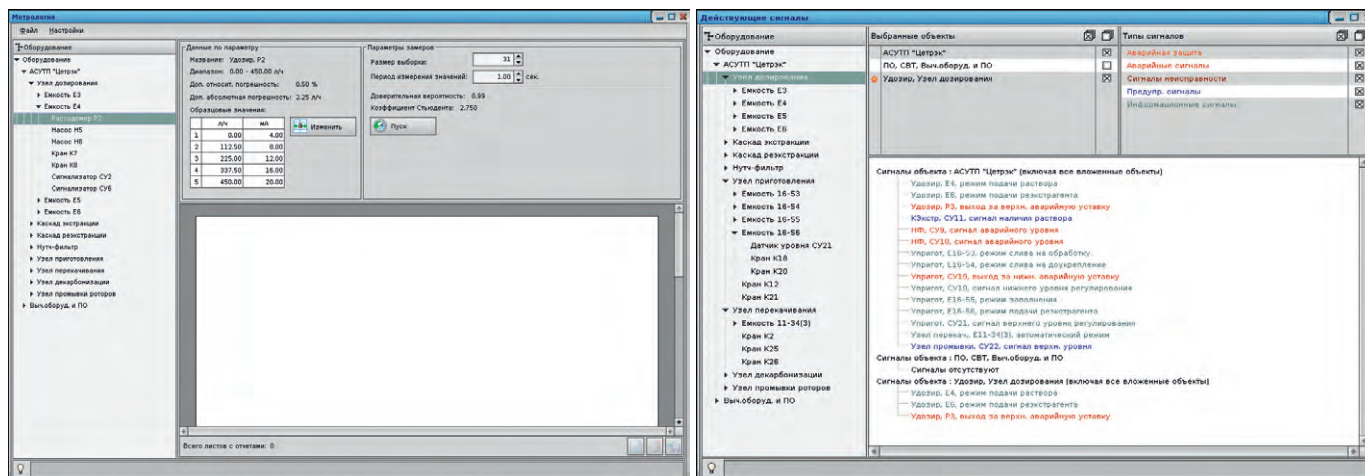


Рис. 4. Модули метрологической аттестации информационных каналов и отображения и сортировки активных сигналов и тревог

мизации скорости обработки информации, минимизации загрузки вычислительной сети, а также предоставления возможности создания распределённых вычислительных комплексов АСУ ТП (информационных кластеров), обеспечивающих перераспределение вычислительных ресурсов в информационно ёмких системах.

Реализованные решения и алгоритмы позволяют наращивать или, наоборот, ограничивать (снижать вычислительную нагрузку) функциональность АСУ ТП.

Обладая открытыми протоколами и набором средств доступа как к оперативным, так и накопленным данным, SCADA «eXvision» позволяет создать практически неограниченное количество модулей с требуемой (специфической) функциональностью, а использование в информационном обмене протокола TCP/IP обеспечивает возможность передачи данных в смежные АСУ ТП или автоматизированные системы верхнего уровня, базирующиеся на различных операционных системах.

На рисунках 2, 3, 4 приведены некоторые экранные формы модулей SCADA «eXvision».

Большое внимание при создании SCADA «eXvision» было уделено информационной безопасности создаваемых систем автоматизации. Применены алгоритмы хеширования паролей, реализованы механизмы конфигурирования парольной защиты (задание минимальной длины пароля, уровня его сложности, создание групп пользователей с соответствующим набором возможностей работы с системой, назначение каждому пользователю срока действия пароля).

Заключение

Изначально SCADA «eXvision» разрабатывалась и функционировала на ЭВМ архитектуры x86 под управлением операционной системы реального времени (ОСРВ) «QNX» v.6.5 (Канада) с использованием интерфейсных функций СУБД «Empress» v.8.62. Операционные системы QNX отличаются высокой скоростью, компактностью, наличием большого числа механизмов межзадачного обмена, отказоустойчивостью, отсутствием вирусов и т.д.

В 2024 г. SCADA «eXvision» была портирована на отечественную ЗОСРВ «Нейтрино» (Россия), а СУБД «Empress» заменена на собственную разработку. Теперь SCADA «eXvision» – это 100-процентно российский программный

продукт. Планируется включение ПО SCADA «eXvision» в реестр российских программ для ЭВМ и БД Минцифры РФ.

На базе SCADA «eXvision» в АО «УЭХК» на 2023 год успешно внедрены в эксплуатацию 14 АСУ ТП на технологических объектах автоматизации различной информационной мощности.

Ведётся работа по созданию центра подготовки и обучения специалистов по работе и конфигурированию АСУ ТП на базе SCADA «eXvision» в г. Новоуральске.

Техническая поддержка SCADA «eXvision» выполняется специалистами АО «УЭХК» с помощью службы технической поддержки (Service Desk), которая работает в режиме 24×7. ●

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

Российский морской регистр судоходства продлил действие Свидетельства о типовом одобрении на контроллеры и модули Fastwel I/O

Документ имеет № 25.44.01.03306.120 от 10.04.2025 г. и действует до 10.04.2030 г.

Указанное Свидетельство удостоверяет, что на основании освидетельствования и проведённых испытаний программируемые логические контроллеры Fastwel I/O удовлетворяют требованиям Российского морского регистра судоходства и могут использоваться в составе судовых автоматизированных систем управления на объектах технического наблюдения Российского морского регистра судоходства. ●



РОССИЙСКИЙ МОРСКОЙ РЕГИСТР СУДОХОДСТВА
RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING

Стр. 1/2
6.8.3

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ТИПОВОМ ОДОБРЕНИИ
TYPE APPROVAL CERTIFICATE

Исходитель:
Manufacture: ООО «ФАСТВЕЛ» ИНН 7801020000
FASTWEL LLC
Заявитель: ООО «РЕГИСТР ПРОМ. ИНИЦИАТИВ»
Applicant: REGISTRY PROM LLC

Адрес:
Address: 190000, Санкт-Петербург, ул. Литейная, д. 10, лит. А, этаж 10, кв. 1001 (10/01/01)
190000, Saint-Petersburg, Liteynaya str., 10, lit. A, floor 10, apt. 1001 (10/01/01)

Идентификатор:
Product: Контроллеры и модули FASTWEL I/O
Controllers and modules FASTWEL I/O

Код классификации: 12090600
Code of classification

На основании освидетельствования и проведенных испытаний удостоверяется, что вышеуказанный(и) изделие(я) удовлетворяет(ют) требованиям Российского морского регистра судоходства.
This is to certify that on the basis of the survey and tests carried out the above mentioned item(s) comply(ies) with the requirements of Russian Maritime Register of Shipping.

Часть XV «Правила классификации и постройки морских судов» (изд. 2024), Регламент 12, Глава IV «Правила классификации и постройки судов и систем автоматизации и управления судами» (изд. 2024).
Part XV of the «Rules for the Classification and Construction of Sea-Going Ships» (ed. 2024), Section 12, Chapter IV «Rules for the Classification and Construction of Ships and Ship Automation and Control Systems» (ed. 2024).

Настоящее Свидетельство о типовом одобрении действует до 10.04.2030
This Type Approval Certificate is valid until 10.04.2030

Настоящее Свидетельство о типовом одобрении теряет силу в случаях, установленных в Правилах.
This Type Approval Certificate becomes invalid in cases stipulated in Rules for Technical Supervision during Construction of Ships and Manufacture of Materials and Products for Ships.

Дата выдачи: 10.04.2025
Date of issue: 10.04.2025

Российский морской регистр судоходства
Russian Maritime Register of Shipping

№ 25.44.01.03306.120

Куман М.В. / M. V. Kumanov
(Подпись, печать)
(Signature, stamp)



Обзор решений на базе Ethernet-APL

Максим Рафальсон

Ethernet Advanced Physical Layer – технология, которая обеспечивает усовершенствованный физический уровень передачи данных в сетях Ethernet. Технология Ethernet-APL предназначена для автоматизации технологических процессов в сложных производственных средах, таких как химическая, нефтегазовая, фармацевтическая и другие отрасли. Для реализации технологии Ethernet-APL используются совместимые устройства: полевые устройства (датчики, исполнительные механизмы) и коммутаторы Ethernet-APL для сетевой коммуникации.

Ethernet-APL базе стандарта 10BASE-T1L

Прежде чем перейти к описанию стандарта Ethernet-APL, позволим небольшую предысторию.

Это был 2021 год. Время, когда трава казалась зеленее, мы – моложе, а ковид и прочие напасти ещё не успели прочно поселиться в наших буднях. Где-то далеко за Полярным кругом шёл запуск очередной версии уровнемера. Если не вдаваться в технические детали, то ключевым «апгрейдом» модели стал разъём RJ-45.

Обратная связь от специалиста КИП, который в -40°C на 15-метровой высоте пытался обжать этот разъём, была... скажем так, особо выразительной. Настолько, что вопрос поиска более надёжного решения для промышленной связи показался крайне важным.

К счастью, в тот момент Analog Devices, Inc., американская компания, специализирующаяся на технологиях преобразования данных, обработки сигналов и управления питанием, как раз представила свой чип ADIN1100 – и перед нами открылись новые горизонты.

Чип ADIN1100 представляет собой специально разработанный для промышленного применения малопотребляющий приёмопередатчик Ethernet 10BASE-T1L, соответствующий стандарту IEEE 802.3cg для передачи данных на большие расстояния со скоростью 10 Мбит/с по одной паре проводов.

Итак, давайте начнём с определения Ethernet-APL.

Ethernet-APL (Advanced Physical Layer) – это стандарт физического уровня Ethernet (IEEE 802.3cg), разработанный для промышленной автоматизации. Он обеспечивает:

- двухпроводную передачу данных (10BASE-T1L) со скоростью 10 Мбит/с;

- питание через линию связи Power over Data Line (PoDL);
- расстояние передачи данных до 1200–1500 метров;
- искробезопасность во взрывоопасных зонах (Ex ia-защита) в соответствии со стандартом IEC 60079-11:2011.

Структурная схема стандарта Ethernet-APL представлена на рис. 1. В качестве

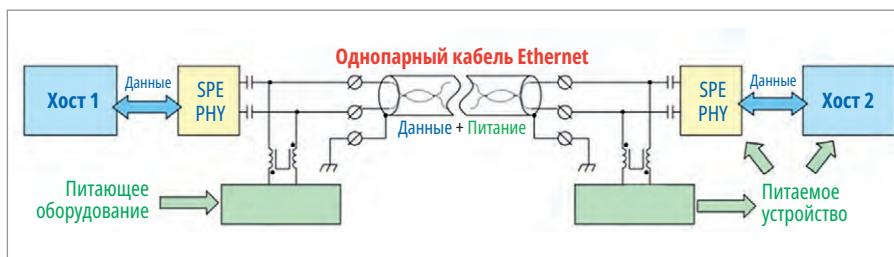


Рис. 1. Структурная схема стандарта Ethernet-APL

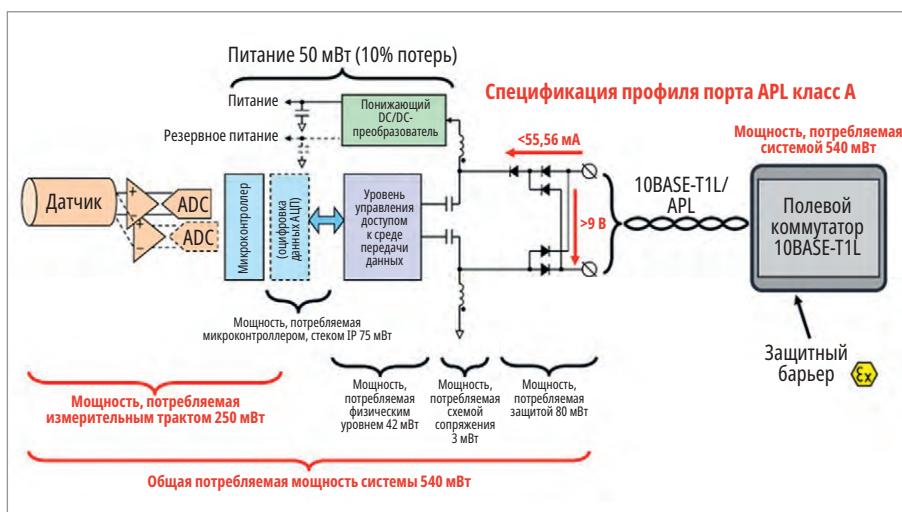


Рис. 2. Структура сенсора типового датчика с поддержкой APL

хоста может быть использован любой процессор, поддерживающий RMI (RGMII), в качестве микросхемы физики SPE PHY используется чип ADIN1100 или его аналог DP83TD510E (производства Texas Instruments).

Разработчикам остаётся лишь рассчитать и продумать необходимую систему фильтров в зависимости от поддерживаемого регламентированного стандарта мощности в диапазоне от искробезопасной до 70W.

Сам стандарт Ethernet-APL поддерживает искробезопасное подключение датчиков. Следует отметить, что на текущий момент все ведущие производители КИП практически лавинообразно расширяют свою продуктовую линейку датчиками с поддержкой APL. Могу предположить, что в перспективе ближайших 5–10 лет произойдёт плавное вытеснение датчиков 4–20 мА / 24 В (HART).

На рис. 2 представлена структура сенсора типового датчика с поддержкой APL. С точки зрения энергопотребления он практически ничем не отличается от привычных 4...20 мА / 24 В, но отсутствие необходимости задумываться о полярности и скорость соединения сильно и приятно удивят пользователей «современных» AMS систем.

Что касается правой части рис. 2: помимо наших собственных разработок, на рынке стали появляться APL-коммутаторы производства Stahl, Phoenix, Siemens и пр., причём разработанные именно для полевого использования.

Основным преимуществом стандарта Ethernet-APL является то, что объединение производственных и административных объектов в единую сеть Ethernet создаёт возможность IP-адресации для любого конечного узлового устройства из любой точки мира в любое время.

Прозрачная IP-адресация каждого устройства полевого уровня значительно упрощает установку, настройку и обслуживание решений, подключённых к сети 10BASE-T1L. Стандарты Ethernet гарантируют, что все устройства 10BASE-T1L могут использовать промышленные протоколы связи, такие как PROFINET, EtherNet/IP, HART/IP, OPC UA/TM или MODBUS/TCP, и поддерживать протоколы IoT.

Стандарт IEC61499 и 4diac

Давайте попробуем смешать стандарт IEC 61499 и 4diac и хорошенько взболтать, и чтоб разобраться, что за напиток у нас получается, более под-

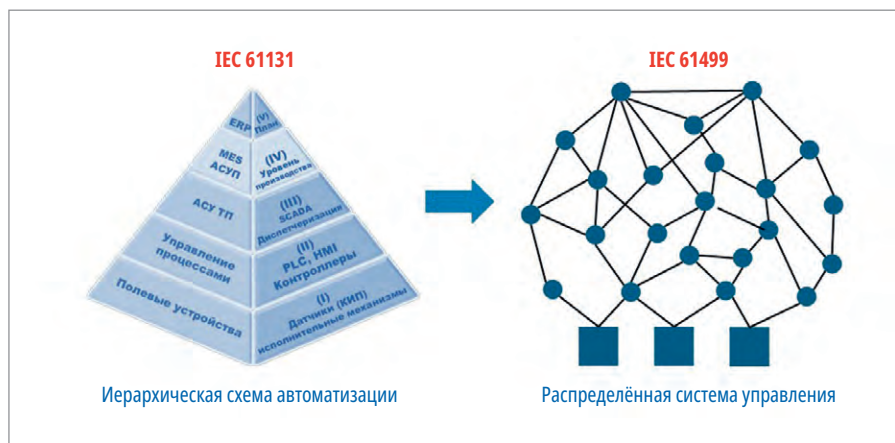


Рис. 3. Различия между стандартами IEC 61131 и IEC 61499

робно остановимся на основных ингредиентах.

В сущности, основные ингредиенты – стандарт и программный продукт, – это две абсолютно разные вещи, но в нашем случае для более лёгкого понимания удобно рассматривать их вместе.

На просторах всемирного разума достаточно информации касательно стандарта IEC 61499. Он фактически является продолжением стандарта IEC 61131 и придуман для построения распределённых систем управления.

На рис. 3 продемонстрирована принципиальная разница между стандартами IEC 61131 и IEC 61499. Стандарт IEC 61131 имеет строго иерархическую структуру построения: один процессор (дублированный или нет), на который или по цифровым каналам, и/или физическим сигналам корзины попадает вся информация о процессе. Далее различным инструментарием вендора на одном из 5 языков программирования происходит разработка циклического приложения.

Уверен, у большинства читающих этот текст имеется огромный опыт построения различных систем в данном формате в различных отраслях народного хозяйства.

В чём же принципиальное отличие стандарта IEC 61499? Вследствие прогресса в развитии промышленных сетей, сделавшего огромный скачок за последние 10–15 лет, вполне логично возник вопрос о возможности построения систем управления с распределённым центром на несколько процессоров, причём работающих под различными операционными системами, от FreeRTOS до Windows.

Основными принципами стандарта IEC 61499 являются:

- распределение задач автоматизации посредством Ethernet соединения на

неограниченное количество процессоров. Таким образом вы можете распределять вычислительную нагрузку на систему целиком, например, простейшую логику управления алгоритмом на месте делает локальный контроллер, а оптимизацию параметров – установок регуляторов, интервальных задержек и прочие алгоритмы посложнее – вычисляет более производительная машина;

- событийная модель реализации алгоритма. То есть блоки выполняются не по циклу, а когда это необходимо (например, пришёл сигнал – сработал блок);
- блочная структура написания кода управления (с диаграммной моделью управления событиями). В данной структуре код управления может задаваться каждому блоку по отдельности.

Работа по разработке стандарта IEC61499 велась в рамках международной электротехнической комиссии МЭК (IEC, International Electrotechnical Commission) в рабочей группе WG63 технического комитета TC65. Обсуждение будущего стандарта IEC61499 началось в октябре 1990 года, активная работа над ним – в марте 1992 года, период апробации подготовленного проекта стандарта – в марте 2001 года и, наконец, завершение разработки – в 2005 году.

Основной целью разработки стандарта IEC 61499 была необходимость решить проблемы гибкости и создания распределённой системы в автоматизации. Но долгое время он оставался «на бумаге», на взгляд автора, по ряду причин.

Вот основные из них:

- отсутствие нормальных распределённых Ethernet-сетей. В реалиях того времени тянуть витую пару даль-

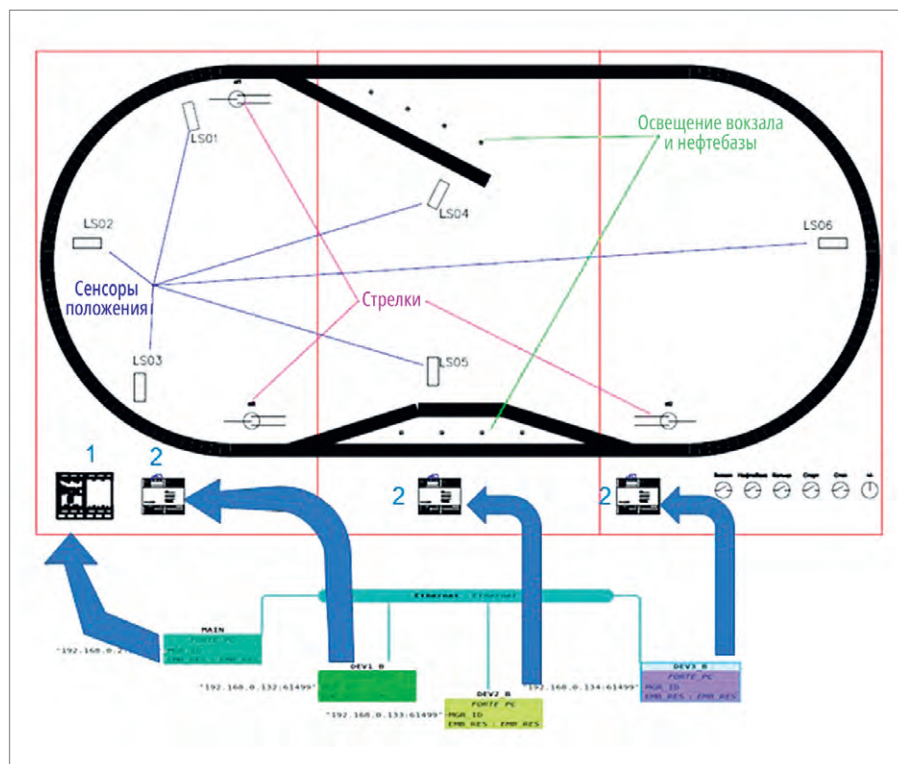


Рис. 4. Структурная схема железной дороги

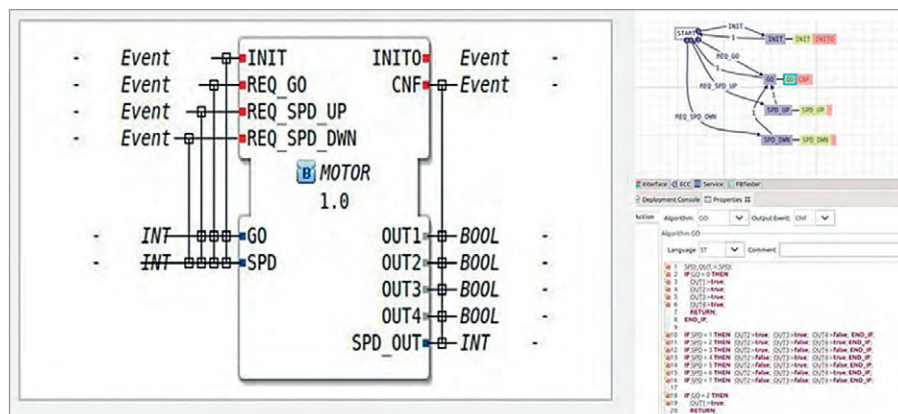


Рис. 5. Функциональный блок управления скоростью поезда



Рис. 6. Общий вид железной дороги

ше 100–150 метров не представлялось возможным. В то же время устанавливать кучу процессоров для промышленных объектов в одном помещении, согласитесь, выглядит несколько странно. С учётом гонки производительности Intel, AMD и прочих брендов было удобнее оставаться в рамках стандарта IEC 61131;

- консервативность ведущих вендоров. Зачем что-то менять в процессе, если и так всё работает?

С последней проблемой блестяще справилась команда разработчиков, (включая авторов стандарта!), создав 4diac – бесплатную «open source» платформу, которая показывает, как стандарт IEC 61499 должен работать в реальной жизни, и сделала её доступной для производителей «железа», таких как мы.

Практическое применение стандарта IEC61499, 10BASE-T1L и 4diac

Давайте познакомимся с 4diac поближе. 4diac состоит из двух программных модулей – это 4diac IDE на базе Eclipse и 4diac Forte.

4diac Forte – исполнительная часть программы, работающая на удалённых машинах.

4diac IDE – среда разработки для моделирования распределённых приложений управления.

В качестве «Hello World» предлагаю рассмотреть проект железной дороги. Что нам понадобится:

- 4diac;
- коммутатор Insol NODE – 1 шт.;
- удалённые модули Insol-1000 – 3 шт.;
- модель железной дороги от Piko – 1 шт.

Структурная схема железной дороги с указанием функциональных блоков представлена на рис. 4, где (1) – коммутатор Insol NODE, (2) – удалённые модули Insol-1000.

Каждый удалённый модуль Insol-1000 является функциональным блоком управления скоростью поезда на определённом сегменте железной дороги. Общий вид функционального блока с описанием алгоритма действий представлен на рис. 5.

В результате мы имеем распределённую между тремя контроллерами систему управления (рис. 6).

Как же это работает? Территориально железную дорогу разбили на 3 сегмента, каждому сегменту соответствует свой контроллер, который отвечает за сенсоры и исполнительные механизмы на его сегменте. Первый контроллер отвечает за стрелку въезда в депо и съезда с нефтебазы, второй контроллер – за скорость поезда, направление движения и освещение железной дороги, третий – за стрелку въезда на нефтебазу и кнопки команд, расположенные в правом нижнем углу на рис. 4. Коммутатор реализует общий алгоритм движения.

В сущности, в данной распределённой системе есть всё необходимое для комфортной работы, а именно:

- возможность отладки в режиме онлайн как всей системы целиком, так и на каждого отдельно стоящего контроллера;
- онлайн-наблюдения за прохождением сигналов;
- развёртывание всей системы целиком и каждого отдельно стоящего контроллера.

В описании стандарта IEC 61499 упоминалось, что он использует блочный принцип создания программ. Суть этого принципа с точки зрения исполнительной системы заключается в том, что набор доступных FB (функциональных блоков) в 4diac IDE и в исполнительной машине одинаков. После компиляции 4diac IDE генерирует XML-файл, в котором описывается, какие экземпляры функциональных блоков используются и как они связаны между собой.

Согласимся, что отличия в работе по сравнению с софтом на базе стандарта IEC 61131 вызывают некоторое замешательство для бывалых и не очень «асушников» и требуют ряда перестроек внутреннего алгоритма мышления при написании программ, но, на взгляд автора, общая структура более прозрачна и несёт огромное количество преимуществ, например:

- открытость системы, изначально заточенной под разработчиков «железа»;
- масштабируемость;
- переносимость системы вашего кода на разные платформы;
- совместимость с протоколом Ethernet-APL (10BaseT1L).

Решения и продукты ООО «Инсол»

Основным направлением разработки продуктов «Инсол» является производство оборудования, «заточенного» под требования IEC 61499 и 4diac, это в том числе производство сетевого оборудования с поддержкой Ethernet-APL. Примеры сетевого оборудования производства ООО «Инсол» приведены в табл. 1.

Внешний вид сетевого оборудования приведён на рис. 7.

В чём же преимущества сетевого оборудования производства «Инсол»? Рассмотрим пример типового решения для камер видеонаблюдения (рис. 8) и решение с удлинителем Ethernet-APL (рис. 9).

Мы видим, что благодаря сетевым решениям на основе Ethernet-APL есть возможность без дополнительных затрат увеличить расстояние между камерами видеонаблюдения до 1000 метров.

Оборудование для реализации стандарта IEC 61499

Мы разобрались с тем, что IEC 61499 – это неограниченное множество вычислительных узлов, объединённых в одну сеть. Мы разобрались, как строить сети на базе Ethernet-APL. Давайте рассмотрим решения по этим узлам и как

Таблица 1. Виды сетевого оборудования

Вид	Наименование	Характеристики	Количество портов
Коммутаторы неуправляемые Ethernet-APL	INSOL Switch (15/30/40)	1×SFP – 100 Мбит, 2×RJ45 – 100 Мбит (1POE)	3×10BT1L (PODI OUT)
	INSOL Switch (15/30/40)		6×10BT1L (PODI OUT)
	INSOL Switch (15/30/40)		10×10BT1L (PODI OUT)
Медиаконвертеры и повторители интерфейса Ethernet-APL	MC30-DIN (15/30)	1×RJ45 – (10BT1L + PODL out)	
	MC31-DIN	1×RJ45 (POE-OUT) – 10×BASET1L (PODL in)	
	MC31-outdoor	1×RJ45 (POE-OUT) – 10×BASET1L (PODL in)	
	MC32-outdoor (15/30) повторитель интерфейса	10×BASET1L (PODL in) – 10×BASET1L (PODL out)	

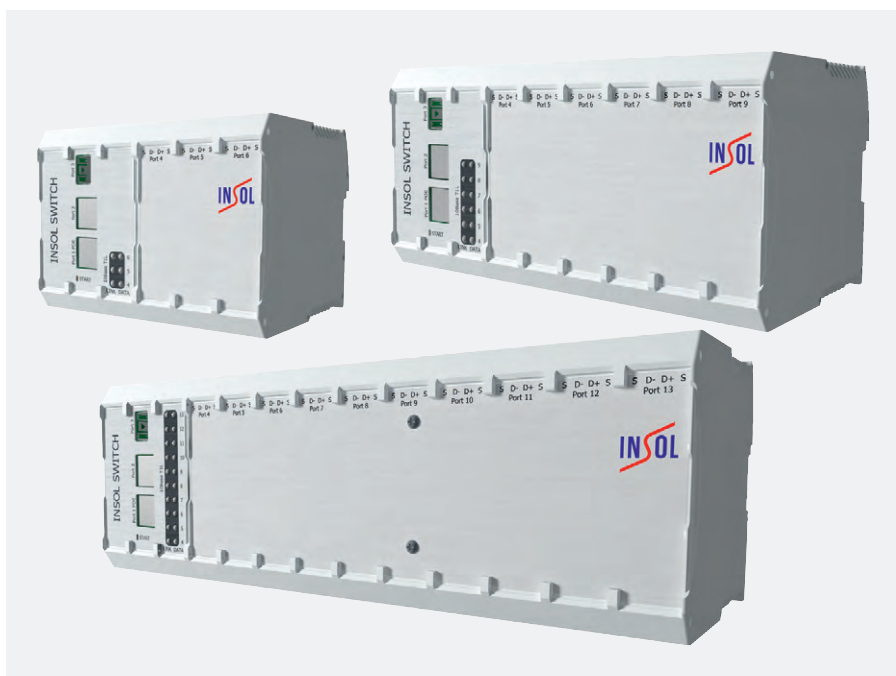


Рис. 7. Виды коммутаторов неуправляемых: (1) – INSOL Switch (15/30/40) V1; (2) – INSOL Switch (15/30/40) V2; (3) – INSOL Switch (15/30/40) V3

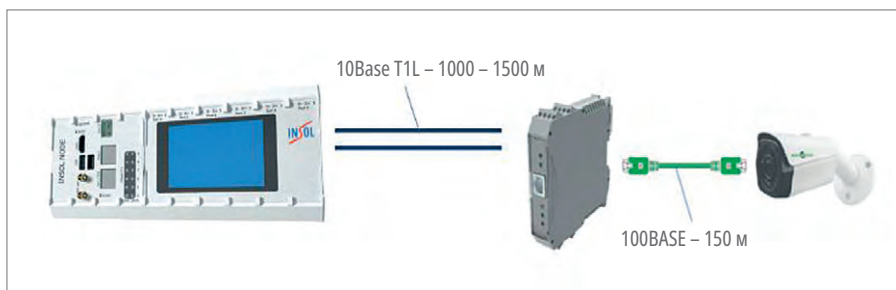


Рис. 8. Типовое решение для камер видеонаблюдения

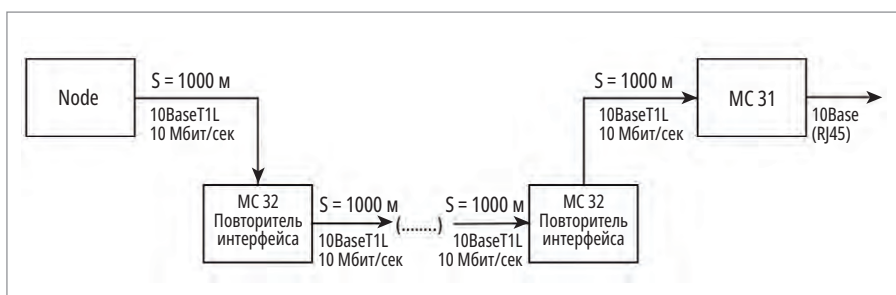


Рис. 9. Пример решения с удлинителем Ethernet-APL

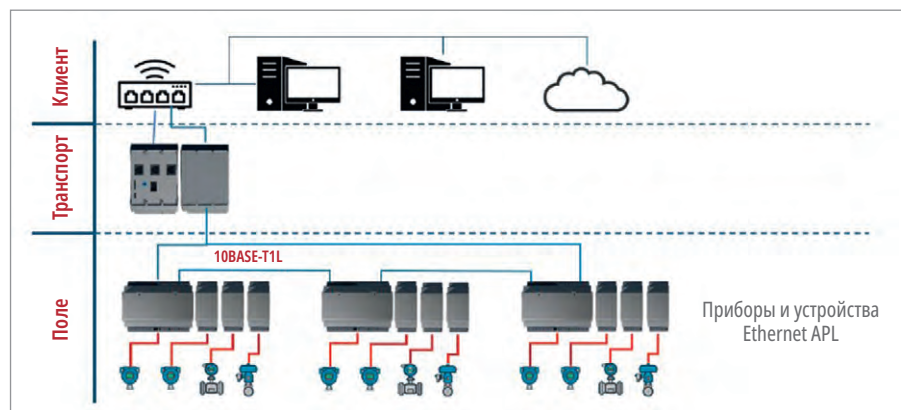


Рис. 10. Общая структура оборудования

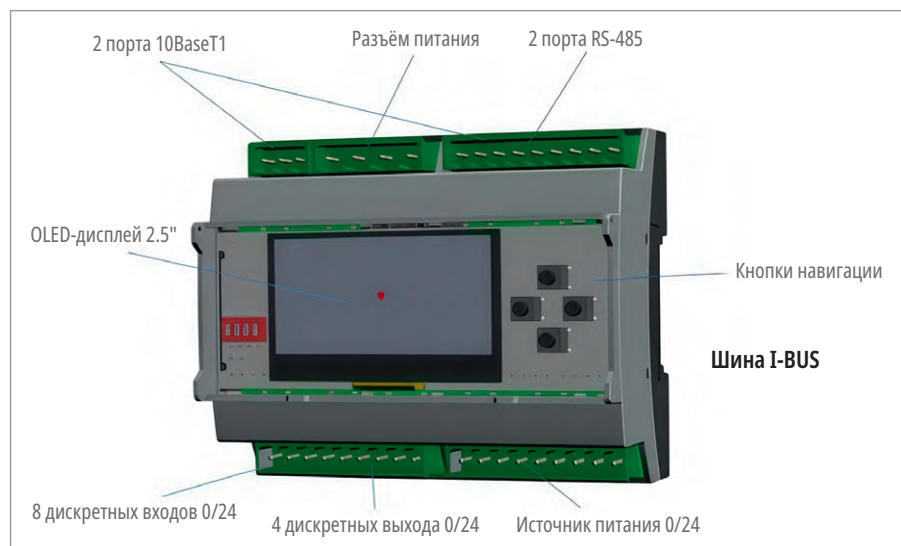


Рис. 11. Внешний вид модуля 1000 RCU

Таблица 2. Основные технические характеристики модуля 1000 RCU

Характеристика	Значение
Количество портов Ethernet 10BASE-T1L	2
Количество портов Modbus RS-485	2
Количество дискретных входов	8
Количество дискретных выходов	4
HMI	Индикация OLED 2,5"
	Настройка сетевых параметров и паролей доступа
ОС	FreeRTOS
CPU	STM32H
ОЗУ	16 MB SDRAM 16bitdata
FLESH	NOR 128Mbit
SD-Card	32 Гбайт

их можно структурировать на технологической площадке (рис. 10).

Начнём рассмотрение структуры снизу вверх. Основным «кирпичиком» нашей системы является процессорный модуль 1000 RCU.

Таблица 3. Описание модулей расширения

Наименование модуля	Обозначение	Показатели
Дискретный вывод	1001	8DO
Дискретный вход	1002	8DI
Аналоговый модуль	1003 4EXia	4Analog
Аналоговый модуль	1004	4Analog
Модуль локального питания	1051	БП-24
Локальный инжектор питания	1052	БП-24
Частотный вход	1005	8FI

Внешний вид модуля 1000 RCU представлен на рис. 11.

Модуль 1000 RCU является базовым модулем контроллера и представляет собой пластиковый корпус с печатными платами, с внешними разъёмами и

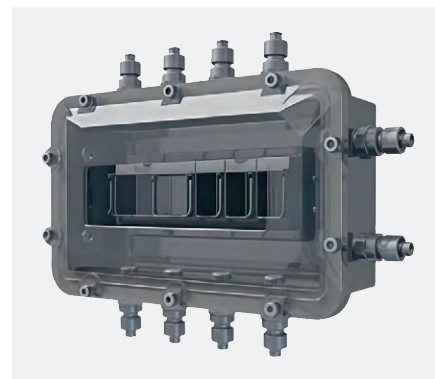


Рис. 12. Контроллер Insol-1000 Ex во взрывозащищённом корпусе

интерфейсами, а также жидкокристаллическим дисплеем. Основные технические характеристики модуля указаны в табл. 2. Также важными компонентами системы являются модули расширения. Описание модулей расширения приведено в табл. 3.

Одной из главных «фишек» 1000-й серии является то, что контроллеры можно соединять последовательно парой проводов, и эта «гирлянда» будет представлять единую локальную сеть с максимальной длиной одного сегмента до 1500 метров и внутренней скоростью передачи данных до 10 Мбит/с. Подключаете её к вашему компьютеру через медиаконвертер, и весь функционал 4diac в вашем распоряжении. На практике мы подключали контроллеры на расстоянии 3 км с заданными характеристиками.

Контроллер Insol-1000 – это сетевое устройство, предназначенное для подключения различных видов датчиков в общую систему управления через сеть Ethernet, удалённого сбора и обработки информации с подключённых датчиков, и управления ими путём передачи данных через соответствующие интерфейсы для выработки управляющих воздействий.

Контроллер применяется в различных системах сбора данных и управления, АСУ ТП промышленных предприятий, в системах безопасности и видеонаблюдения.

Контроллеры в пластиковом корпусе рекомендованы к применению в помещениях, пространствах электротехнических шкафов и отсеках промышленного оборудования вне взрывоопасных зон. Во взрывоопасных зонах применяется контроллер Insol-1000 Ex во взрывозащищённом корпусе (рис. 12).

Отличительными особенностями применения контроллера INSOL-1000 являются:

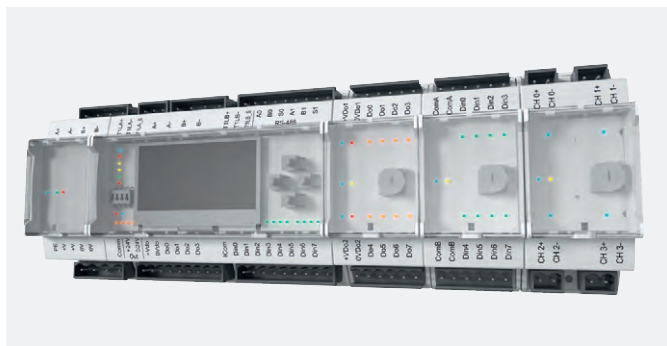


Рис. 13. Контроллер Insol-1000 в сборе

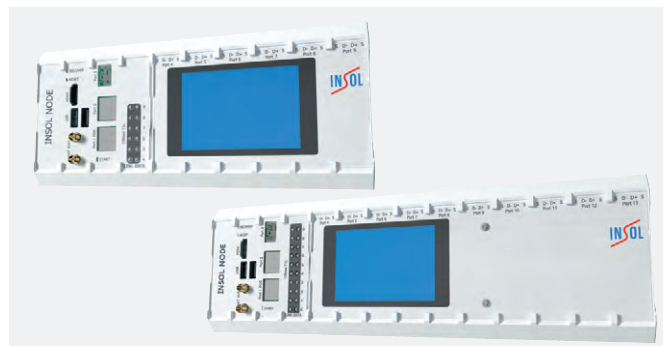


Рис. 14. Внешний вид Insol Node V1 (1) и V2 (2)

Таблица 4. Основные технические характеристики Insol Node

Характеристика	Значение
ОС	LINUX
ОЗУ	4G ROM +16G RAM
CPU	ROC 3399
HDD	256–512 Гбайт
USB	2
HDMI	1
Wifi	Есть

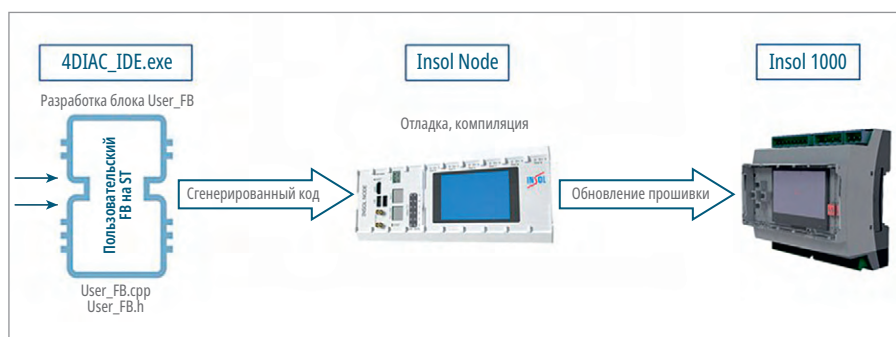


Рис. 15. Структура формирования, отладки и компиляции функциональных блоков

- работа в сети Ethernet по протоколу 10BASE-T1L;
- возможность последовательного и закольцованного подключения коммутаторов с расстоянием между устройствами до 1,5 км и скоростью передаваемых данных до 10 Мбит/с;
- использование технологии PoDL (Power over Data Line – Питание по линиям данных), то есть передача данных и питания по однопарному кабелю, что обеспечивает экономичное использование кабельной продукции;
- модульная конструкция, увеличение количества каналов путём присоединения модулей расширения (модулей ввода-вывода).

Питание контроллера может осуществляться:

- от удалённого источника номинальным напряжением 48 В посредством PoDL (Power over Data Line – питание по линиям данных), то есть непосредственно по витой паре, через которую передаются данные;
- от локальных источников 24...48 В при помощи модуля локального питания I1051;
- по PoDL и от локального источника одновременно (комбинированная схема подключения питания).

Обмен информацией между контроллером и сторонним оборудованием осуществляется по протоколам Modbus RTU (интерфейс RS-485), Modbus TCP, внутреннему протоколу INSOL NET.

Контроллер имеет встроенное программное обеспечение INSOL NET и предустановленную исполнительную среду системы 4diac forte. Программное обеспечение поставляется предустановленным в контроллер, имеет встроенный веб-интерфейс для удалённой настройки и диагностики через любой браузер и не требует для своего функционирования предустановки дополнительного программного обеспечения. Контроллер Insol-1000 в сборе с модулями расширения представлен на рис. 13.

Итак, далее поднимаемся по структуре (рис. 10). То, что у нас называется «уровнем транспорта», включает в себя кроме описанного выше коммутатора встроенный компьютер со следующими характеристиками.

Insol Node – это управляемый коммутатор, предназначенный для объединения в единую сеть устройств, построения распределённых систем сбора данных и управления АСУ ТП.

Внешний вид Insol Node представлен на рис. 14, а основные технические характеристики Insol Node указаны в табл. 4.

Кроме непосредственного запуска приложения 4diac Forte, причём сразу нескольких экземпляров, коммутатор имеет возможность отладки и компиляции пользовательских функциональных блоков. Структура формирования, отладки и компиляции функ-

циональных блоков представлена на рис. 15.

Этот инструментарий делает систему 4diac полноценным инструментом АСУ ТП, позволяя конечному пользователю сэкономить время на разбирательстве с внутренними процедурами оборудования и системы, сосредоточившись непосредственно на разработке прикладного программного обеспечения.

Одним из важнейших по значимости инструментарием софта Node является опрос по протоколам, сбор данных от устройств (HTTP, ModBusTCP и т.п.) и сохранение в базе данных с предоставлением в формате данных OPC UA.

В функции программного обеспечения интегрирована SCADA-система от INSOL (на базе FUXA), что с минимальными затратами позволяет делать как визуализацию на простых HMI-панелях с поддержкой WEB, так и создание полноценной клиент-серверной структуры.

Заключение

Новые стандарты позволили автоматизации стать более гибкой в стремительно изменяющемся мире бизнеса. Использование оборудования и продуктов производства «ИНСОЛ» позволят заказчикам экономить на капитальных затратах (CAPEX), а также существенно снизить операционные расходы (OPEX). ●

Автор – директор ООО «ИНСОЛ»



Настройка ПИД-регуляторов в несколько кликов в «АВАДС САР-эксперт»

Илья Варламов, ведущий инженер группы компаний «ИнСАТ»

Процедура настройки регуляторов требует значительных затрат времени. Высококвалифицированные специалисты, обладающие необходимыми навыками для выполнения этой задачи, являются редким ресурсом, и их рабочее время имеет высокую ценность. Программное обеспечение «АВАДС САР-эксперт» является инструментом специалиста по наладке систем автоматического регулирования (САР). «САР-эксперт» значительно повышает эффективность работы наладчика САР. Применение этой программы сократит время на настройку каждого контура регулирования и расширит охват выполняемых ценным специалистом задач.

Место «САР-эксперт» в структуре АСУ ТП

«САР-эксперт» устанавливается на компьютер, входящий в состав автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП). Например, на инженерную станцию или другой компьютер с сетевым доступом к АСУ ТП (рис. 1). Программа подключается к действующей системе для получения данных технологического процесса через протокол OPC UA. «САР-эксперт» в режиме реального времени опрашивает значения технологических параметров и формирует архив данных, по которому идентифицирует динамическую модель объекта регулирования. Для архивирования используется высокоскоростная база данных «АВАДС Сервер архивирования», разработанная компанией АВАДС СОФТ.

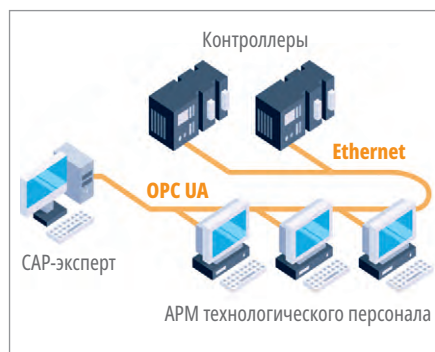


Рис. 1. Место САР-эксперт в структуре АСУ ТП

Наличие собственного архива обусловлено несколькими факторами. Во-первых, в системах управления не всегда архивируются все параметры, необходимые для анализа наладчиком и программой «САР-эксперт». Например, задание регулятору и управляющее воздействие (выход регулятора) могут отсутствовать в основном архиве. Во-вторых, это позволяет регистрировать только те параметры, которые необходимы для настройки контуров регулирования, и хранить их длительное время, не привязываясь к глубине хранения в архиве АСУ ТП. Кроме того, это упрощает доступ к архивным данным и обеспечивает пе-

ренос информации на другой компьютер для дальнейших исследований.

Для визуального мониторинга технологических параметров в «САР-эксперт» используется функционал трендов, доступных для каждого контура регулирования отдельно (рис. 2). Оперативное переключение между трендами позволяет отслеживать характер поведения процессов в реальном времени. Особую актуальность этот функционал приобретает при одновременной настройке нескольких контуров.

«САР-эксперт» получает данные посредством OPC UA, являясь OPC-клиентом. При этом система управления, по-



Рис. 2. Интерфейс САР-эксперт

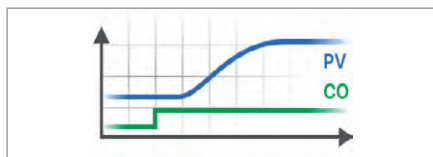


Рис. 3. «Кривая разгона»

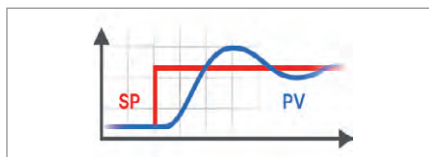


Рис. 4. Ступенчатое изменение задания регулятору

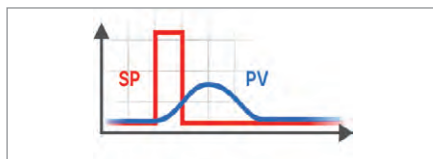


Рис. 5. Импульсное изменение задания регулятору

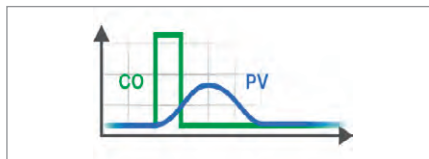


Рис. 6. Импульсное изменение управляющего воздействия

ставляющая данные для САР-эксперт, должна поддерживать функцию OPC UA сервера. Если это не реализовано, но имеются другие протоколы общепромышленного назначения, то в качестве плюза можно использовать Master OPC Server, который обеспечивает конвертацию в OPC UA из протоколов OPC DA, Modbus, BACnet, Profinet, SNMP, МЭК-61850, МЭК-60870-5-104 и других.

Выбор переходного процесса. Типы процессов

Расчёт настроек регулятора производится на основании идентификации объекта регулирования. В свою очередь, идентификация объекта осуществляется по переходному процессу, возникшему в замкнутом (регулятор в режиме «Авто») или разомкнутом (регулятор в режиме «Ручной») контуре. Зачастую такие процессы возникают в ходе штатной эксплуатации технологической установки: операторы меняют задание, меняются режимы работы или происходят ещё какие-либо события. Если в ходе обычной эксплуатации явно выраженных переходных процессов не происходит, то следует преднамеренно внести возмущение для получения переходного процесса одного из следующих видов:

- ступенчатое изменение управляющего воздействия в разомкнутом контуре – снятие так называемой «кривой разгона» (рис. 3);
- ступенчатое изменение задания регулятору (рис. 4);
- импульсное изменение задания регулятору (рис. 5);
- импульсное изменение управляющего воздействия (рис. 6).

Идентификация

По переходному процессу производится идентификация объекта регули-

рования. Объект аппроксимируется феноменологическими моделями:

- 1) аperiodическое звено первого порядка с запаздыванием – описывает поведение процессов регулирования температуры и давления газообразных сред;
- 2) интегральное звено с запаздыванием – описывает поведение процессов регулирования уровня;
- 3) усилитель с запаздыванием – процессы расхода и давления жидкостей.

Данные феноменологические модели, хотя и упрощают реальную динамику системы, но являются достаточными для настройки регуляторов. Пользователю программы предоставляются параметры полученной в результате идентификации модели объекта и график аппроксимации (рис. 7). Он отображает исходную кривую и кривую выхода модели при подаче на неё того же воздействия, которое было приложено к реальному объекту во время анализируемого переходного процесса. Изменяя вручную пара-

метры модели объекта, наладчик визуально оценивает изменение модели по графику аппроксимации.

Расчёт настроек. Критерий минимального времени регулирования

Расчёт настроек производится поисково-оптимизационными процедурами с последовательным приближением к минимальному времени регулирования. Настройка по этому критерию обеспечивает самый быстрый переход к новому установившемуся состоянию, отсутствие колебательности, близкий к минимальному выбег и хороший запас устойчивости.

Настройки вычисляются сразу в тех величинах, которые нужно будет установить в регулятор. При этом учитывается структура формулы регулятора, форма представления настроечных коэффициентов и шкалы.

Формулу регулятора можно выбрать из предустановленного списка. Также имеется встроенный редактор формул, в котором пользователь может создать свою (рис. 8).

Моделирование

Моделирование предоставляет возможность проведения экспериментов с изменением параметров до их фактической установки в регулятор. Это позволяет ответить на вопрос: «Что произойдёт, если...?». Кроме того, оно даёт возможность оценить поведение системы при различных типах возмущений, как по нагрузке, так и по заданию.

В моделировании применяются инструменты автоматизированного из-

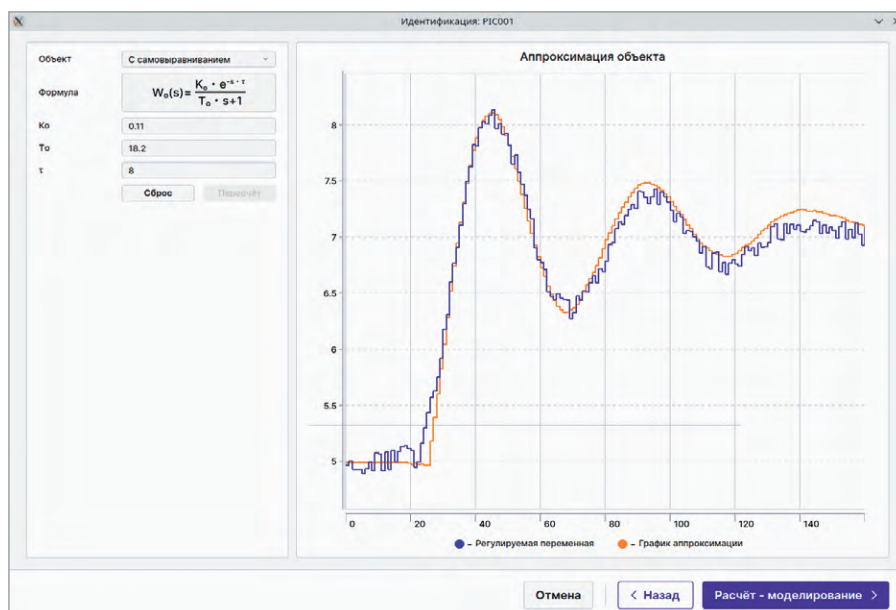


Рис. 7. Окно идентификации объекта

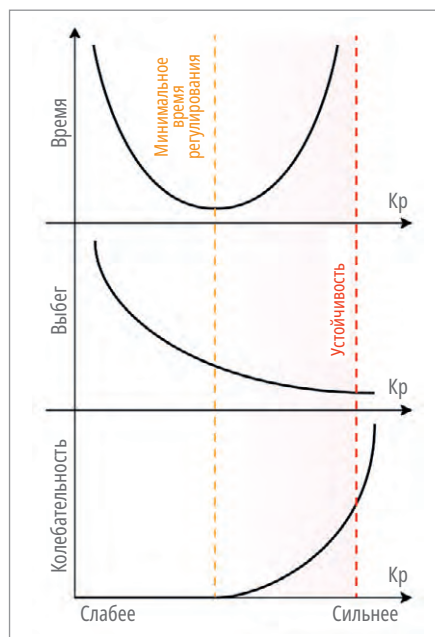


Рис. 8. Критерий минимального времени регулирования

менения настроек регулятора – ослабления, усиления. Кроме этого, можно выбрать закон регулирования (П, ПИ или ПИД) и структуру регулятора (ПИД, ПИ-Д или И-ПД) (рис. 9). Полученные результаты расчёта настроек и моделирования сохраните в архив расчётов.

Особенности настройки реальных объектов. Поиск компромиссных настроек

Одна из ключевых возможностей программы – загрузка параметров объекта, полученных в результате идентификации предыдущих процессов. Поскольку свойства реальных объектов непрерывно изменяются под влиянием внешних факторов, то на них не будет ни одного одинакового переходного процесса при одном и том же возмущении. Меняется нагрузка, меняются режимы, меняются погодные условия – всё это влияет на свойства объекта. Поэтому рекомендуется провести несколько экспериментов, идентифицировать объект по каждому из них и результат сохранить в архив. Затем, подставляя свойства объекта из архива в моделирование, найти компромиссные настройки, которые обеспечат удовлетворительную работу регулятора при разных свойствах объекта.

Статистический анализ

Для оценки работы системы регулирования за длительный период, а также для оценки изменений в работе системы до и после настройки регулятора в «САР-эксперт» имеются средства статистического анализа. Они предо-

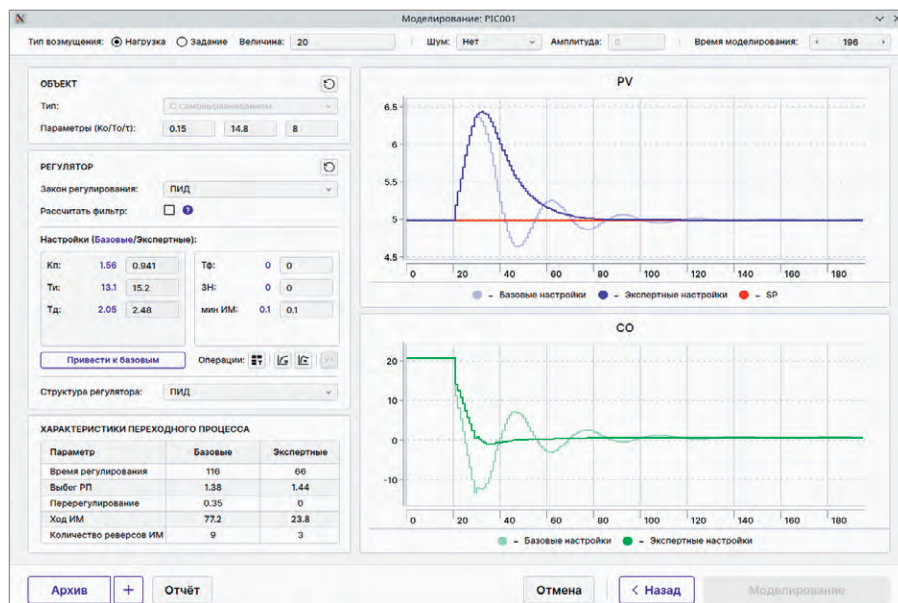


Рис. 9. Окно моделирования

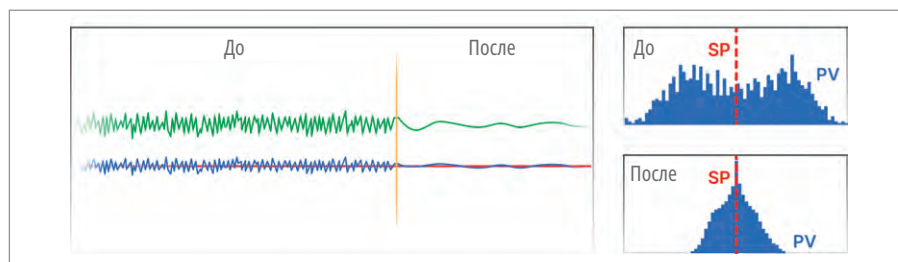


Рис. 10. Гистограмма распределения регулируемой переменной

ставляют гистограмму распределения регулируемой переменной (рис. 10) и выхода регулятора, а также статистические характеристики: среднее значение, среднемодульное отклонение, суммарный ход клапана, количество реверсов ИМ и другие.

Уменьшение девиации регулируемой переменной предоставляет возможность изменить задание для ведения технологического процесса ближе к границам спецификации. Другими словами – сократить так называемый «запас по качеству», что обеспечит не только повышение производительности, но и снижение затрат.

За счёт точной и своевременной настройки регуляторов можно снизить потребление энергии и сырья. Как правило, даже незначительное уменьшение потребления ресурсов даёт ощутимую экономию. Например, за счёт оптимизации работы систем регулирования зачастую удаётся получить экономию энергоресурсов порядка 0,5–2%.

Более точное регулирование технологических процессов часто ведёт к увеличению выхода готовой продукции. Оптимизация режимов работы может дать прирост производительности до 10%.

Заключение

Постоянное совершенствование производственной культуры, повышение качества продукции и оптимизация затрат являются неотъемлемыми аспектами современного этапа развития производственной деятельности. Это требует от руководства систематического поиска эффективных методов оптимизации процессов. Одним из резервов повышения эффективности технологических процессов является качественная работа систем регулирования. За счёт оптимизации работы систем регулирования «САР-эксперт» обеспечивает:

- повышение стабильности процессов и качества продукции;
- снижение риска нештатных ситуаций;
- повышение производительности;
- снижение энергозатрат.

«САР-эксперт» внесён в Реестр российского программного обеспечения Минкомсвязи России под номером № 28066. В Реестре отнесён к классу 18.10 (средства усовершенствованного управления технологическими процессами).

Подробнее ознакомиться с программным продуктом «САР-эксперт», а также загрузить его демоверсию можно, перейдя по ссылке в QR-коде.



Встраиваемые компьютеры JNSTECH для управления городским трафиком

В связи с быстрым ростом городов мы всё чаще сталкиваемся с серьёзными пробками на дорогах и большим числом нарушений правил дорожного движения. Традиционный визуальный подход к контролю дорожной ситуации уже не отвечает современным требованиям. Налицо острая необходимость в эффективной и надёжной интеллектуальной системе мониторинга дорожного движения, способной повысить эффективность управления и снизить аварийность.

Чтобы устранить пробки на дорогах, повысить безопасность и увеличить эффективность городского движения, системный интегратор решений для транспорта из Бразилии разработал и запустил интеллектуальную систему мониторинга и управления сигналами светофора. Выбор подходящего устройства управления был важным шагом в обеспечении успеха проекта.

- Объект расположен в тропиках с высокой температурой окружающей среды до +45°C и влажностью 90%, поэтому к системе предъявляются чрезвычайно высокие требования в плане стабильности, долговечности и безотказности.
- Система должна обеспечить распознавание номерных знаков и обработку данных в режиме реального времени. Для подключения периферийных устройств необходимо как минимум 2 порта LAN и 2 COM-порта.
- Для удалённой передачи данных в режиме 24/7 устройство также должно располагать гибкими возможностями по расширению, включая поддержку 5G, Wi-Fi, Bluetooth и других беспроводных средств связи.

Решение, предложенное

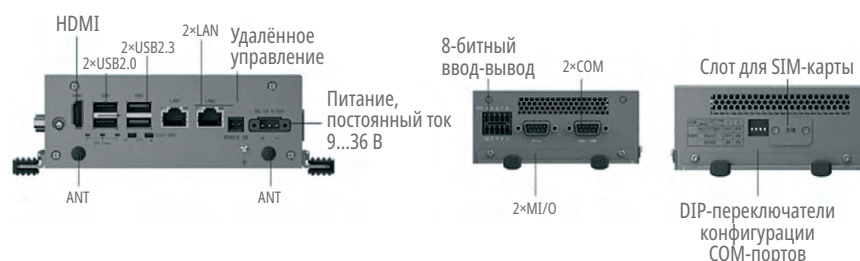
компанией JNSTECH: промышленный компьютер KMDA-3302

В качестве основного вычислительного блока для системы был выбран промышленный встраиваемый компьютер KMDA-3302, ключевые преимущества которого включают:

- высокую производительность вычислений;
- компактную и надёжную конструкцию;
- богатые интерфейсные возможности ввода-вывода;
- гибкость расширений.

KMDA-3302 оснащён процессором Intel семейства Tiger Lake U-серии Core i5-1135G7,

- Компактный корпус небольшого размера, высокая производительность
- Процессор Intel® Tiger Lake U SoC
- Корпус с вентилятором охлаждения, управление скоростью с помощью 4-проводного подключения
- 1×DDR4 3200 МГц SODIMM, до 32 Гбайт
- 1×выход HDMI 4K
- 2×I210AT Gigabit Ethernet, 2×USB 3.2, 2×USB 2.0
- 8-битный ввод-вывод, 1×RS-232/422/485, 1×RS-232
- 1×M.2 2230 E-Key, поддержка WiFi/BT и других функциональных расширений
- 1×M.2 B-Key, слот для SIM-карты, поддержка беспроводного модуля 5G NR
- 1×Mini PCIe поддерживает CAN и другие функции, опционально mSATA
- 1×полноразмерный mSATA для устройств хранения данных
- Источник питания постоянного тока 9...36 В с защитой от переплюсовки, перегрузки по току, перенапряжения



обеспечивающим высокую вычислительную мощность, необходимую для быстрого распознавания номерных знаков и обработки данных в режиме реального времени. Компьютер выполнен в металлическом корпусе и благодаря компактным размерам идеально подходит для установки в настенных шкафах. Система охлаждения вентилятора с регулируемой скоростью вращения и поддерживает диапазон рабочих температур от -20°C до +60°C, что обеспечивает надёжную работу в жарких и влажных условиях Бразилии. Широкие возможности ввода-вывода включают 2× LAN, 8-разрядный DIO, 2× COM и 4× USB для лёгкой интеграции с периферийными устройствами. Благодаря слотам расширения 2× M.2 соответствующие модули 5G NR, Wi-Fi и Bluetooth обеспечивают удалённую передачу данных в режиме реального времени на центральную систему мониторинга движения. Система питания поддерживает широкий диапазон входных напряжений постоянного тока (9–36 В), а также оснащена защитой от обратной полярности, перегрузки по току и перенапряжения.

Результаты применения:

оптимизация трафика

на основе полученных данных

Снижение числа нарушений правил дорожного движения и проезда запрещающего сигнала светофора.

Повышение эффективности движения, интеллектуальное управление сигналами светофора оптимизирует распределение транспортных средств и обеспечивает более плавный дорожный поток. Снижение аварийности, мониторинг в режиме реального времени и раннее предупреждение помогают уменьшить риски столкновений и повысить безопасность дорожного движения. ●



Итоги XXI конкурса на лучшую студенческую научную работу

22 апреля 2025 года на заседании учёного совета ГУАП были оглашены итоги XXI конкурса на лучшую студенческую научную работу Европейского, Ближневосточного, Африканского региона Международного Общества Автоматизации ISA. Большого успеха добились студенты и аспиранты ГУАП. Золотыми медалями награждены: Космынин Данила, Худяков Вадим, Рындина Карина, Чембарисова Рената, Кузьменко Юрий, Калинин Михаил, Заневская Мария, Китаев Вениамин. Команда университета стала победителем в общем медальном зачете. Ректор университета профессор Юлия Анатольевна Антохина (президент Российской Санкт-Петербургской секции ISA 2014 года) вручила высокие награды победителям. ●



Коботы – будущее автоматизированного производства

Андрей Головастов

Компания JHSTECH специализируется на разработке решений для промышленной автоматизации и производства электроники. Она была основана в Китае и получила известность благодаря своим достижениям в создании высокотехнологичных продуктов для промышленности и транспорта, включая контроллеры и системы управления для роботов и другого автоматического оборудования. В целом бренд JHSTECH ассоциируется с инновациями, качеством и функциональностью, завоёвывая доверие производителей и потребителей по всему миру своими уникальными техническими характеристиками и надёжностью решений. Среди наиболее значимых разработок компании можно отметить серию контроллеров для роботов, таких как KMDA-2631, которые отличаются компактностью, мощностью и энергоэффективностью. Эти продукты нашли широкое применение в сфере коллаборативных роботов (коботов), способствуя развитию гибких производственных линий и автоматизации в малом и среднем бизнесе.

Введение

Повышение спроса на гибкое производство стимулирует развитие новых технологий. Коллаборативный робот (англ. – collaborative robot), или кобот, играет ключевую роль в индустриаль-

ной трансформации благодаря своей способности эффективно взаимодействовать с людьми. Эти роботы обеспечивают безопасность, универсальность и удобство эксплуатации, работа вместе с человеком без ошибок и

точно выполняя самые сложные операции. Основой современных интеллектуальных систем является мощный контроллер — мозг кобота.

Эволюция коботов берет своё начало в 1990-е годы (рис. 1), когда промыш-

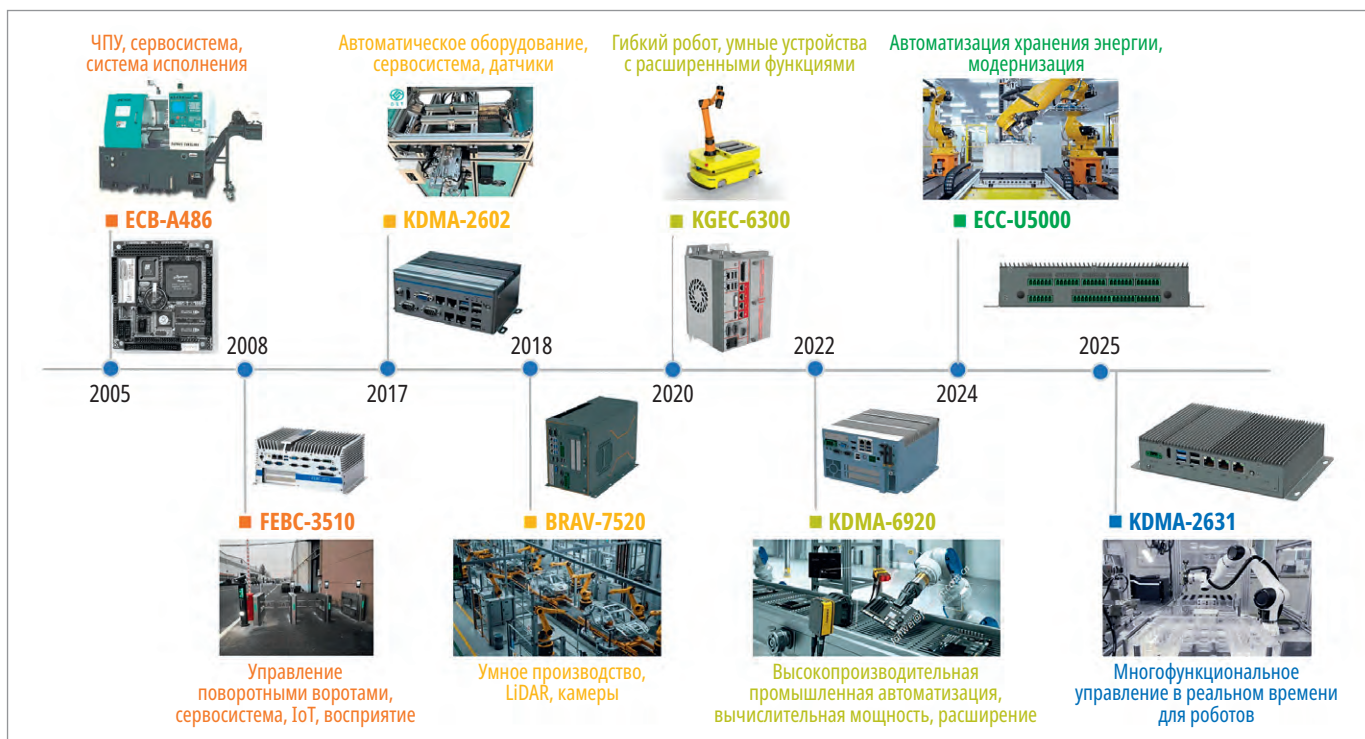


Рис. 1. Хронология эволюции коботов

ленность столкнулась с необходимостью повышения гибкости производственных процессов и улучшения взаимодействия между человеком и машинами. Классические промышленные роботы с их сложной настройкой, высокой стоимостью обслуживания и жёсткими мерами безопасности начали демонстрировать свою ограниченность.

Важным этапом стал выпуск в 1996 году первого коммерческого робота датской компанией Universal Robots, что положило начало новой эре в области автоматизации производств. Вслед за этим такие крупные игроки рынка, как KUKA и ABB, также представили собственные модели роботов. Сейчас роботы превратились из экспериментальной идеи в неотъемлемый элемент современного интеллектуального производства, отличаясь гибкостью, удобством внедрения, мобильностью и высоким уровнем безопасности.

Преимущества роботов

• Безопасность

Роботы обеспечивают высокую степень защиты персонала, позволяя работать бок о бок с людьми без риска травматизма. Использование специализированных датчиков и алгоритмов контроля гарантирует полное отсутствие угрозы жизни и здоровью сотрудников, что кардинально отличает их от традиционных промышленных роботов.

• Гибкость

Лёгкая адаптация роботов к новым производственным условиям и оперативная перенастройка делают их незаменимыми в условиях частых изменений технологических процессов. Возможность быстрого перехода от одной задачи к другой минимизирует простои оборудования и повышает общую производительность предприятия.

• Интеллектуальность

Современные роботы оснащены системами искусственного интеллекта, технологиями больших данных и IoT-решениями, позволяющими непрерывно улучшать рабочие процессы и повышать эффективность труда. Постоянное обучение и адаптация позволяют быстрее осваивать новые производственные сценарии и обеспечивать максимальную отдачу от вложенных инвестиций.

• Простота использования

Интуитивно понятные интерфейсы и эргономичная конструкция упрощают

процесс освоения и использования роботов сотрудниками любого уровня подготовки.

Минимизация сложности эксплуатации снижает затраты на обучение операторов и ускоряет внедрение инноваций на предприятии.

Эти ключевые преимущества делают роботов привлекательным решением для предприятий различных отраслей промышленности, стремящихся повысить конкурентоспособность, снизить издержки и обеспечить устойчивое развитие бизнеса.

Производственная программа роботов JNTECH

С 2005 года компания JNTECH активно развивает решения для промышленного сектора, выпустив серию инновационных систем управления, среди которых модели FEBC-3510, KMDA-6920 и KGES-6300.

Постепенно укрепляя позиции на рынке, компания представила новейший продукт – контроллер KMDA-2631, ставший своего рода эталоном качества и эффективности в управлении современными коллаборативными робо-

тами. Этот флагманский продукт устанавливает принципиально новый уровень стандартов для индустрии роботов, обеспечивая беспрецедентную надёжность, точность и эффективность управления роботизированными системами.

Основные преимущества модели KMDA-2631

• Высокая производительность

Она оснащена процессором Intel® Elkhart Lake Soc, обеспечивающим высокую производительность, бесперебойную работу и многозадачность (рис. 2).

Поддерживает до 32 Гбайт памяти DDR4 и два интерфейса хранения (mSATA/SATA 3.0) для быстрого и стабильного доступа к данным.

• Компактная конструкция и гибкое встраивание

Компактный форм-фактор с высотой корпуса всего 45 мм идеально подходит для промышленных роботов и широкого спектра интеллектуальных устройств, обеспечивая экономию места и простоту установки (рис. 3).

Безвентиляторная конструкция соответствует высоким стандартам для ис-



Рис. 2. Контроллер KMDA-2631



Рис. 3. Преимущества компактного дизайна KMDA-2631

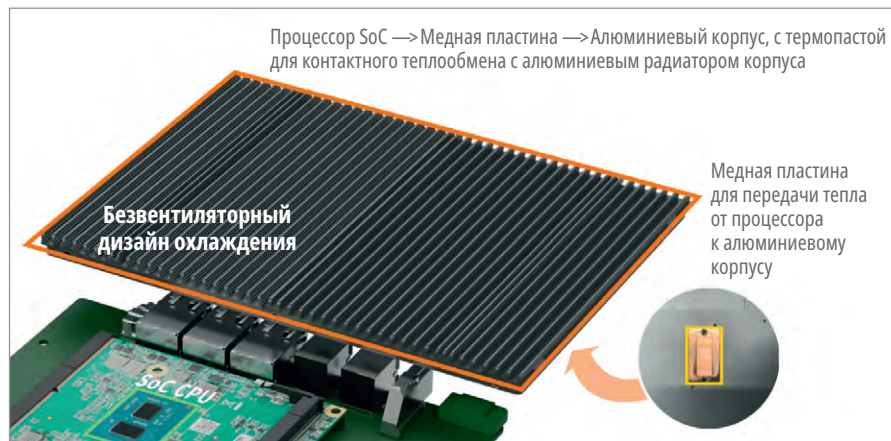


Рис. 4. Безвентиляторная система охлаждения контроллера

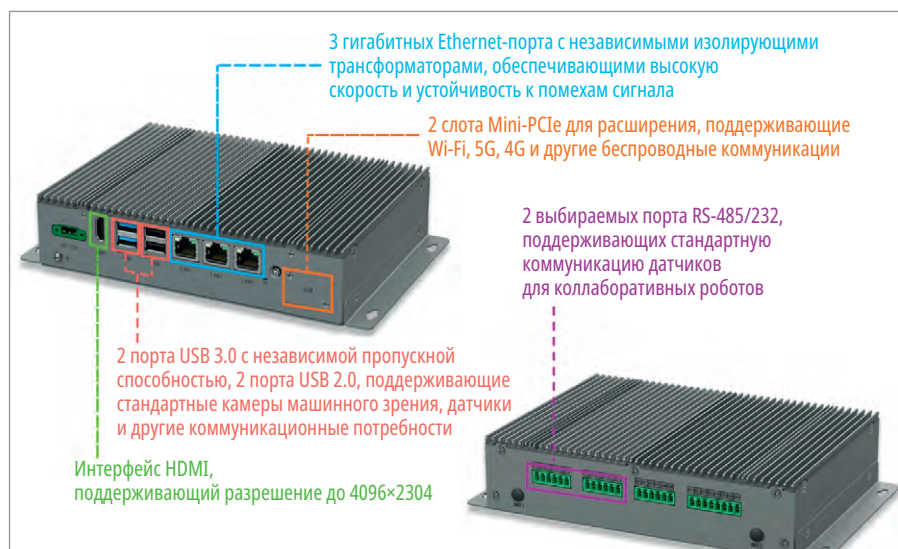


Рис. 5. Набор интерфейсов достаточен для большинства применений

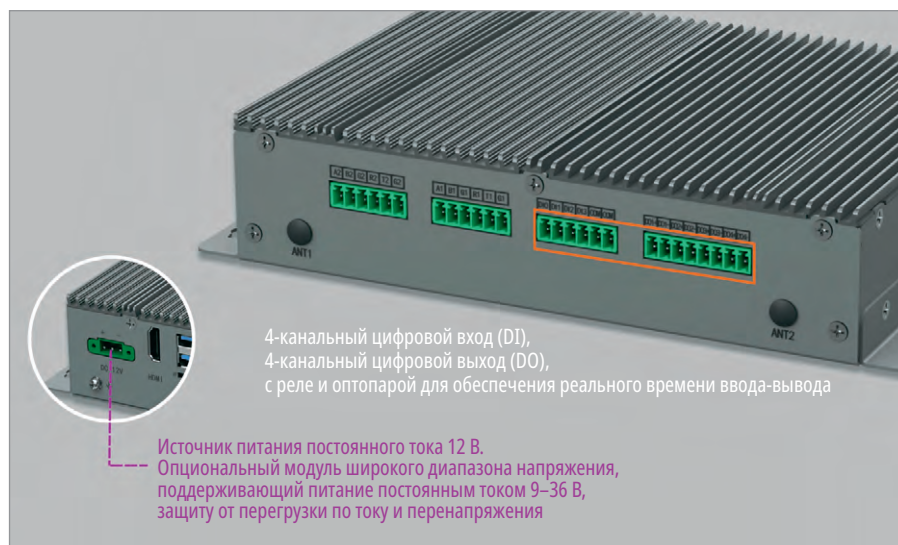


Рис. 6. Контроллер надёжен и неприхотлив в требованиях к питанию

пользование в беспыльных цехах и чистых помещениях (рис. 4).

• Универсальные интерфейсы, удобное подключение (рис. 5)

3 порта Gigabit Ethernet + 2 USB3.0 + 2 RS-485/232, поддерживающие эффективную связь нескольких датчиков, видеокamer и промышленного оборудо-

вания. Слот расширения Mini-PCIe, расширяемые модули 5G/4G/WiFi для беспроводного подключения интеллектуальных устройств.

• Надёжность промышленного уровня (рис. 6)

Широкий диапазон напряжений питания 9~36 В со встроенной защитой от

перенапряжения и перегрузки по току, подходит для сложных промышленных условий.

4-канальный изолированный цифровой интерфейс с двойной оптоизоляцией и реле обеспечивает стабильную и надёжную передачу сигнала.

Примеры успешного применения коботов (рис. 7).

• Производство мелких партий разнообразной продукции («small batch, multi-product»)

Коботы отлично подходят для задач, когда предприятие выпускает небольшие объёмы различной продукции. Быстрое переключение между заданиями и лёгкая настройка позволяют производить широкую номенклатуру изделий без значительных задержек и остановок линии.

Например, на мебельном заводе каждая партия стульев или столов может отличаться дизайном, цветом покрытия или типом материала. Благодаря быстрой смене инструментов и настроек коботы оперативно приспосабливаются к таким изменениям, сохраняя высокое качество продукции.

• Совместная работа с оператором-человеком

Одной из главных особенностей коботов является возможность безопасно и комфортно работать рядом с человеком. Это способствует улучшению рабочей среды и снижению нагрузки на персонал, выполняющий монотонные и утомительные задачи вручную. Операторы могут сосредоточиться на контроле качества и принятии важных решений, передавая выполнение рутинных операций роботам.

Представьте конвейер по сборке электронных компонентов: оператор размещает деталь на платформе, а кобот аккуратно фиксирует компоненты и проверяет правильность монтажа, снижая вероятность дефектов и брака.

• Автоматизация ручной работы

Использование коботов помогает сократить количество работающих, необходимых для выполнения простых, но трудоёмких задач.

Рутинные процессы, такие как упаковка готовой продукции, нанесение этикеток, перемещение предметов, обработка поверхностей, выполняются коботами с высокой точностью и стабильностью.

К примеру, обувная фабрика применяет коботов для пошива обуви разных размеров и стилей, что невозможно реализовать обычными средствами ме-



Рис. 7. KMDA-2631 может применяться во множестве сценариев автоматизации

ханизации из-за различия конструкций каждой пары.

• Быстрая перенастройка производства

Традиционная автоматизация требует длительного программирования и настройки оборудования. Коботы же обладают возможностью быстрого изменения конфигурации и перенастройки. Менее опытные сотрудники могут управлять работой роботов через графический интерфейс или простое программирование, что резко снижает сроки запуска новых проектов.

Это полезно, например, в автомобильной отрасли, где постоянно возникают потребности выпускать автомобили разных марок и конфигураций. Коботы могут использоваться как универсальное решение, заменяя дорогие специализированные станки.

• Минимизация брака и отходов

Благодаря точности движений и непрерывному контролю параметров коботы снижают процент бракованной продукции и отходов. Ошибки, вызванные усталостью человеческого глаза или рук, исключаются из производственного цикла, что положительно сказывается на себестоимости продукции и прибыли компании.

Предположим, что автомобильная компания производит сложные пластиковые элементы салона автомобиля. Для качественного литья важна высокая точность поддержания температуры, давления и скорости заливки. Человеческие руки и зрение не смогут повторить точное исполнение процесса сотню раз подряд, в отличие от кобота.

• Умная логистика

Используя современные модули компьютерного зрения и визуальную навигацию, коботы способны самостоятельно перемещаться внутри складских помещений и заводов, находить нужные товары и доставлять их к рабочим местам или зонам отгрузки. Автоматизация процессов транспортировки и сортировки материалов уменьшает человеческий фактор, улучшает скорость обработки заказов и снижает риск ошибок.

Заключение

Коллаборативные роботы представляют собой одну из важнейших технологий современной эпохи, способствующую повышению эффективности и конкурентоспособности предприятий. Благодаря уникальной комбинации безопасности, гибкости, интеллектуальности и удобства использования коботы меняют подходы к организации производственных процессов, открывая новые горизонты для малого и среднего бизнеса. Ожидается, что дальнейшие разработки в области искусственного интеллекта, сенсорики и машинного обучения приведут к появлению ещё более совершенных моделей коботов, способных решать комплексные задачи и автономно функционировать в сложных условиях. Таким образом, использование коботов станет необходимым условием успеха компаний, ориентирующихся на высокие стандарты качества и надёжности производства. ●

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

НОВОСТИ реклама

Все ИБП Сайбер Электро включены в каталог ГИСП



Вся линейка источников бесперебойного питания (ИБП) российской марки Сайбер Электро – от компактных настольных моделей до мощных трёхфазных систем промышленного уровня – внесена в каталог Государственной информационной системы промышленности (ГИСП). Это решение подтверждает статус отечественной разработки и соответствие требованиям стратегического развития промышленного сектора.

ГИСП – это бесплатный ресурс Минпромторга России, оператором которого является Фонд развития промышленности РФ. Система создана в соответствии с 488-ФЗ «О промышленной политике в Российской Федерации». Основная задача платформы – предоставить участникам рынка доступ к важным сведениям и товарам, производимым на территории России. Ресурс полезен как для представителей крупных предприятий, так и для малого бизнеса и индивидуальных предпринимателей. В каталог ГИСП включён весь ассортимент Сайбер Электро.

- СТАРТ ПЛЮС: серия маломощных ИБП (700–850 ВА) – компактные «стражи» офисных, домашних, небольших отраслевых устройств.
- ПИЛОТ SMART: линейно-интерактивные системы (1000...3000 ВА) серии SMART сочетают гибкость монтажа в серверные стойки с продвинутым мониторингом.
- Эксперт, Эксперт Плюс: онлайн-ИБП с двойным преобразованием (1000 ВА ... 10 кВА) – эталон надёжности для промышленности. Нулевое время переключения, стоечные и напольные модели, поддержка высоких токов заряда.
- ЛЕГИОН и ПАТРИОТ: трёхфазные блочные и модульные ИБП (10...500 кВА) – масштабируемые «энергохабы» для металлургии, нефтегаза и тяжёлого машиностроения. Блочная конструкция позволяет наращивать мощность под задачи предприятия.

Подробнее с перечнем продукции можно ознакомиться в каталоге ГИСП. Включение в ГИСП позволяет:

- упростить участие в государственных тендерах и проектах, включая программы импортозамещения;
- повысить доверие со стороны корпоративных заказчиков благодаря подтверждению соответствия стандартам Минпромторга. ●





Сегодня и завтра малой энергетики

Антти Эс

Сегодня производственники и разработчики в области электроники и гидротехники размышляют о разных путях энергонезависимости страны как стратегической необходимости, спорят о том, каким путём целесообразно двигаться в области альтернативных источников энергопитания. В статье рассмотрены концепции, история, оборудование и перспективы ГЭС и малых ГЭС в России и Северной Европе.

Для малой гидроэнергетики наступает время своеобразного Ренессанса. В первую очередь это обусловлено задачами по развитию территорий, отнесённых к технологически изолированным территориальным энергосистемам, а также изолированных от систем централизованного электроснабжения муниципалитетов. Речь идёт не только о районах Крайнего Севера, где задачи обеспечения надёжного энергоснабжения осложнены дороговизной «северного завоза» топлива, в зону внимания входят также Северо-Запад, Дальний Восток, Сибирь и Кавказ [7]. Вторая веская причина развития отрасли – заинтересованность государства (в том числе Минпромторга России) в том, чтобы не потерять компетенции, имеющиеся в производстве оборудования для гидроэнергетической отрасли. В России сохранён потенциал и по каждому из основных элементов оборудования, таких как генераторы, турбины, трансформаторы и др. Производственные мощности позволяют производить оборудование для МГЭС мощностью до 4 ГВт, невзирая на экономические санкции.

История и принципы строительства малых ГЭС в России

Малые гидроэлектростанции удобно строить на небольших реках с условно большой скоростью течения. Но плотины имеют значение не только для МГЭС, существует много гидротехнических сооружений на обширном Русском Севере и территории бывшей Финляндии, которые строились для ре-

гулирования воды во время паводков. Паводки остаются существенной сезонной «головной болью» муниципалитетов даже в глубинке российского государства. Для подтверждения этого факта надо лишь обратить внимание на новостную палитру в регионах в период марта-мая каждого года, когда сотни гектаров земли затапливаются половодьем.

На рис. 1 – фотография из г. Тихвина Ленинградской области, сделанная автором в апреле 2024 года. Такая же и ещё более губительная ситуация складывается для пахотных земель, производственной сферы и частной застройки в некоторых других регионах. На локализацию последствий вполне предсказуемых природных катаклизмов затрачиваются миллиарды рублей, таким образом поддерживая ослабленное внимание к малой гидроэнергетике.

При этом в развитии малой гидроэнергетики, как перспективные факторы, имеют значение и реки, и плотины для решения сразу нескольких задач на конкретных территориях.

Работа по определению гидроэнергетического потенциала акваторий в России уже проводилась. Расцвет гидроэнергетики, в том числе малых ГЭС, пришёлся на период 40–60-х годов XX века. В конце XIX столетия появились первые гидроэлектростанции, а с 1950-х началось строительство сразу нескольких крупных ГЭС мощностью более 1 ГВт. Однако за последние 30 лет не реализовано ни одного аналогичного нового проекта — лишь доводили до конца те, что не успели завершить во

времена СССР, когда с целью обеспечения постоянно растущего спроса на энергию в условиях роста промышленности было введено в эксплуатацию более 90% действующего гидропотенциала страны. Ранее почти все элементы малой ГЭС могли быть произведены на советских предприятиях. Но в 1962 году на правительственном уровне было принято решение не развивать концепцию МГЭС, сделав ставку на крупные гидроэлектростанции, а также иные виды генерации. В это время в СССР работало 6,5 тыс. ГЭС. Сегодня в отечественной энергетике около 350 станций, крупных и малых. Снижение их числа стало результатом укрупнения энергетических объектов. Эксплуатация и поддержание малых ГЭС в работоспособном состоянии обходится дороже, чем крупных ГЭС и ТЭС (ТЭЦ).

Однако ещё в 60-е годы XX века оценены возможные места строительства электростанций на 1400 реках, определён потенциал, условно соизмеримый с половиной электропотребления всей страны. В 1985 году был подготовлен доклад, включавший примерно 43 каскада и общих зон, где можно строить ГЭС. Тем не менее масштабных исследований по заказу государства давно не проводилось. Известны только исследования и изыскания по заявкам заинтересованных компаний, которые уточняли возможность строительства МГЭС в разных регионах РФ. Вместе с тем условия и потенциал гидрологии водных объектов значительно меняются со временем. К примеру, на Северо-Западе, в Поволжье и части Централь-



Рис. 1. Ежегодное половодье в Ленобласти, фотофакт

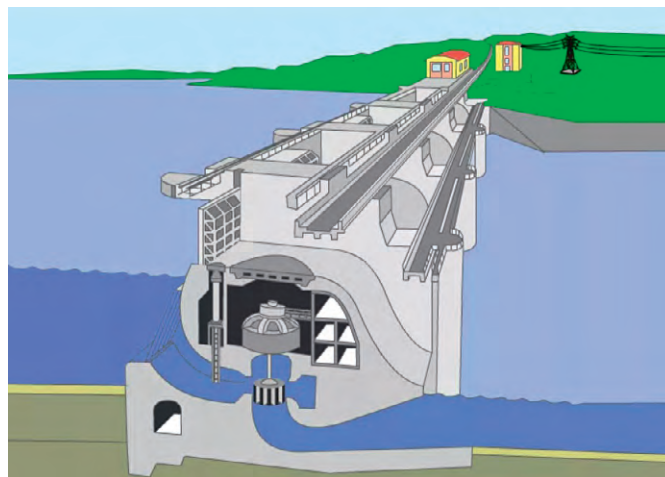


Рис. 2. Концепция устройства плотины для ГЭС

ной России динамика наполняемости рек, по мнению авторитетных специалистов, изменилась на 10% за последние 20 лет. Теперь «архивные» данные устарели примерно на треть [4].

В 25-м году XXI века можно констатировать, что количество гидрологических станций на реках сократилось, а компьютерно-теоретическое моделирование стоков и водосборных поверхностей не всегда обеспечивает достоверный результат. Теперь проектирование

и строительство новых МГЭС опирается не столько на «старые данные», которые разработчики пытаются оперативно актуализировать, сколько на то, что полученные в исследованиях конкретных условий, акваторий и грунтов данные были предварительными и не «привязанными» к современным вызовам времени – конкретным проектным решениям будущих ГЭС. На их актуализацию требуется много времени и сотни миллионов рублей. По большому

счёту, почти не заметен государственный подход в развитии малой гидроэнергетики в России, за небольшим исключением не заинтересованы ни производители оборудования, ни строительные компании. Одна из причин – эффективность МГЭС по однотарифному учёту электроэнергии соизмерима с солнечными электростанциями (СЭС), которые, к слову, в России тоже развивают недостаточно масштабно. К примеру, по состоянию на сей день для



**НА ВЕРШИНЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ,
УНИВЕРСАЛЬНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ**







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



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



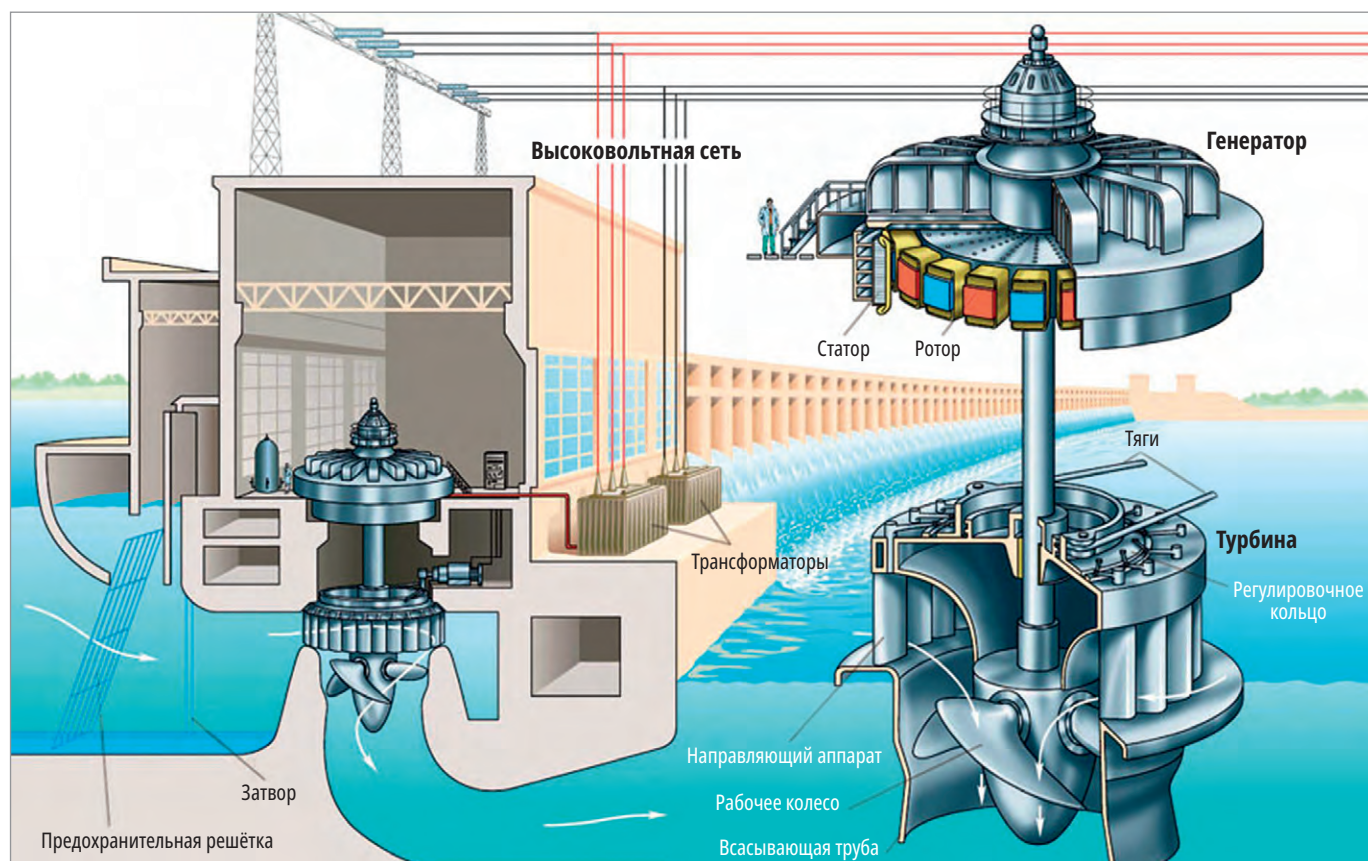


Рис. 3. Иллюстрация типичной гидроэнергостанции

МГЭС мощностью менее 25 МВт, запланированных к вводу в эксплуатацию в 2029–2030 годах, предельная цена электроэнергии составляет около 10 рублей за кВт/ч, а аналогичный показатель электростанции, функционирующей на основе фотоэлектрического преобразования энергии солнца – 8 рублей за 1 кВт/ч. По мнению экспертов, поднимать стоимость далее уже невозможно, она уже увеличена практически до предельных значений [6].

Электрическое оборудование ГЭС и МГЭС

Принцип работы типичной ГЭС почти универсален. На реке, даже малой, перегородивая поток, строится плотина, тем самым создаётся водоотвод-водохранилище. Обязательный элемент ГЭС – турбинная установка, соединённая с электрогенератором (их может быть несколько). Вода по трубам подаётся сверху вниз под напором, попадает на лопасти колеса турбины и вращает её с большой скоростью. Турбина соединена валом с генератором, который вырабатывает электроэнергию. Электрогенераторы вырабатывают электрический ток, который стабилизируется с помощью трансформаторов и затем поступает в линию электропередач (ЛЭП), затем – на распределительные

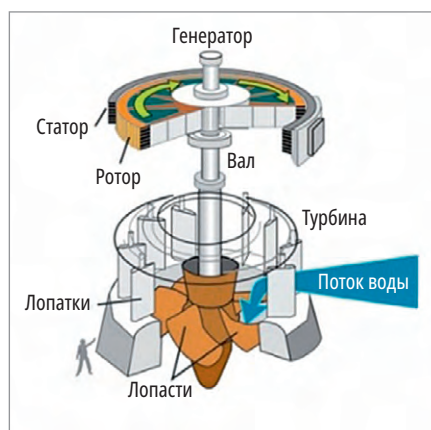


Рис. 4. Элементы электрогенератора, применяемого в ГЭС

станции, трансформирующие электроэнергию, и к потребителям. На рис. 2 показана концепция устройства плотины для ГЭС. Иллюстрация типичной гидроэлектрической установки представлена на рис. 3.

Причём комплекс машинных зданий, где осуществляется контроль параметров и управление ГЭС и МГЭС, может состоять всего из 1–2 небольших зданий, а «рабочая смена» операторов и инженеров – из 2–3 человек.

На рис. 4 представлены элементы электрогенератора, применяемого в ГЭС. На рис. 5 в разрезе показан совмещённый с турбиной электрогенератор в музее Братской ГЭС.

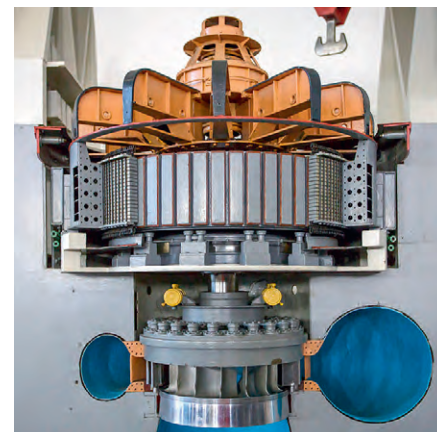


Рис. 5. Энергогенератор, совмещённый с турбиной, в музее Братской ГЭС (в разрезе)

ный с турбиной электрогенератор в музее Братской ГЭС.

По типичному принципу можно использовать мини-ГЭС даже вдали от акваторий. Идея такой установки становится более понятной, если оценить принцип (функцию) действия водонапорной башни (ВБ), установленной почти в каждом малом населённом пункте в российских регионах (рис. 6). Если в разрыв магистрали «сливного» контура ВБ установить (по аналогии с системой ГЭС) электрогенератор с турбиной, поток воды будет вращать его под давлением, определяемым самой кон-

ADVANTIX

ПРОМЫШЛЕННЫЕ РАБОЧИЕ СТАНЦИИ



**ВЫСОКАЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ**



**ПОДДЕРЖИВАЕМЫЕ
ФОРМАТЫ ПЛАТ
ATX, MATX, PICMG 1.3**



**ФОРМ-ФАКТОРЫ
2U, 4U, TOWER,
WALLMOUNT**



**УСИЛЕННОЕ
ИСПОЛНЕНИЕ КОРПУСА**



**ВЫСОКАЯ
НАДЕЖНОСТЬ**



**ПОВЫШЕННАЯ
ЗАЩИТА ОТ ВНЕШНИХ
ВОЗДЕЙСТВИЙ**



**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ
РЕБРА ЖЕСТКОСТИ**



**ГОРЯЧАЯ ЗАМЕНА
ПЫЛЕВЫХ ФИЛЬТРОВ**

- Промышленные системные платы повышенной надежности для работы 24/7
- Любые встраиваемые процессоры Intel 8/9 или 12/13 поколений
- Оперативная память до 128 ГБ nonECC или с поддержкой ECC
- Поддержка RAID 0, 1, 10, 5
- Хранение данных: SSD- или HD-диски – внутренние или с горячей заменой
- Опции расширения: видеокарты, COM-порты, платы ввода-вывода и другие
- Поддержка Windows 10/11, а также российских ОС: Astra Linux, Alt Linux, РедОС

ProSOFT®

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU



Реклама

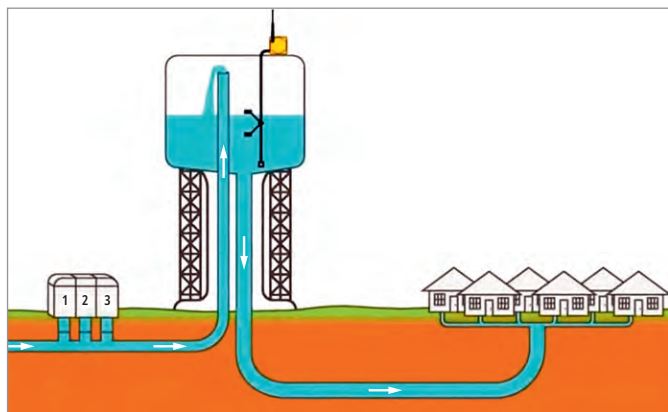


Рис. 6. Принцип действия водонапорной башни



Рис. 7. МикроГЭС Turgo с малооборотным генератором



Рис. 8. Иллюстрация водонапорного колеса римской цивилизации



Рис. 9. Вид действующей МГЭС со шнековой турбиной открытого типа

струкцией ВБ, её высотой, шириной патрубков (магистралей) и другими факторами.

Поскольку ВБ по своему техническому функционалу создаёт давление воды (и этим пользуются вместо электронасосов в многоквартирных домах, удалённых от центрального водоснабжения), то вращение лопастей электрогенератора миниатюрной ГЭС также может быть обеспечено.

Разумеется, речь идёт всего лишь об идее, которая должна быть всесторонне рассчитана, обеспечена и усовершенствована, тем не менее как альтернативный источник электроэнергии она имеет право на рассмотрение: имеющий глаза да увидит.

На рис. 7 показан внешний вид реализованной микроГЭС Turgo с малооборотным генератором.

К слову, на протяжении веков для вращения условного генератора или оси использовался один и тот же принцип, представленный на иллюстрации (рис. 8), – свидетельство той же древней системы с лопатками-лопастями турбины – приведения в действие меха-

низмов посредством вращения, получаемого благодаря воздействию воды.

Среди других устройств и идей можно рассматривать ременно-ковшевую установку или, к примеру, сифонную, а также микроплотинную установку (и другие), вплоть до микроГЭС «рукавного» типа. Плотины и конструкции миниГЭС могут быть разными, но принцип действия един.

На рис. 9 представлен вид действующей МГЭС со шнековой турбиной открытого типа. Такие системы можно было бы установить в России на каждой небольшой речке.

Шнековые МГЭС могут обладать следующими характеристиками:

- мощность до 500 кВт;
- расход – 0,1–10 м³/с;
- напор – 1–10 метров;
- угол наклона 22...36°;
- диаметр шнека – от 0,7 до 2 м;
- КПД – до 85%.

Шнековые турбины применяются на малых реках, каналах и ручьях с низким перепадом и расходом воды.

На рис. 10 представлен внешний вид радиально осевой турбины и электро-

генератора типа Frensis мощностью от 100 до 3000 кВт при обеспечении входящего напора воды от 10 до 300 м³/мин. При таких условиях имеет очень высокий КПД.

Компактные МГЭС устанавливаются в специальном контейнере, удобном для перевозки. Установка, монтаж и наладка всех комплектующих производится на заводе. Такая энергосистема быстро монтируется на местности и может подавать электрическую энергию или в общую сеть, или в местную сеть в «островном» режиме. Для экс-

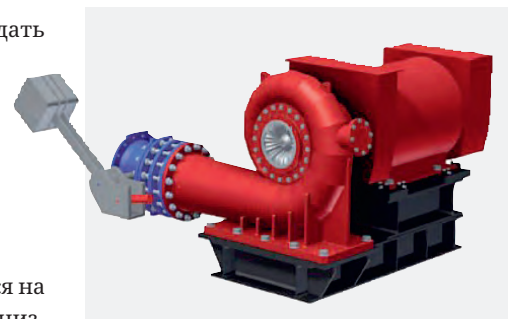


Рис. 10. Внешний вид радиально осевой турбины и электрогенератора типа Frensis



Рис. 11. Изобретатель и рационализатор инженер ВНИИГ
Петр Николаевич Кашкаров (1923–2012)

плутации параллельно с общей сетью, автономного режима работы в удалённых точках эксплуатации или включения в комбинированном режиме работы в МГЭС применяют шкафы управления, они отличаются автоматизированным контролем и обеспечением следующих функций:

- визуализация процесса и цифровое сохранение данных;
- управление и контроль в режиме дальнего обслуживания (SCADA или GSM);
- регулировка уровня воды;
- надёжная предохранительная система для сети и генератора;
- центральная регулировка для оптимальной совместной работы нескольких турбин.

Стандарты и реалии малых ГЭС на современном этапе

Определение малых ГЭС в разных странах мира имеет широкое толкование и единым стандартам не подчиняется. Так, в КНР и Канаде под классификацию МГЭС попадают станции мощностью до 50 МВт. В некоторых штатах США значение достигает 100 МВт, в ЕС – до 20 МВт, в странах Скандинавии, к примеру в Норвегии, – до 10, а в Швеции мощность ограничена даже до 1,5 МВт. Что позволяет и производить, и строить МГЭС буквально в каждом муниципалитете или кантоне отдельно и относительно быстро. Поэтому за рубежом страны, причём исторически традиционно, малая гидроэнергетика давно

наравне с СЭС и ВЭС успешно развивается, в то время как в России при наличии концернов «ГусГидро», «Атомпроект», «Ленгидропроект», «Силовые машины», ГК «ТяжМаш», НПО «Элсиб», ООО «Электротяжмаш-Привод» и Ассоциации «Гидроэнергетика России» сильной стороной является проектирование, но не массовое строительство ГЭС и тем более МГЭС.

В концерн «РусГидро» ведущим разработчиком НИОКР входит НИИ гидро-техники им Б.Е. Веденеева (ранее ВНИИГ), где почти 40 лет научным сотрудником работал инженер П.Н. Кашкаров (рис. 11), запатентовавший в СССР 8 изобретений (в том числе в соавторстве) и 88 рацпредложений, ветеран ВОВ, участник разработки и строительства Барабинской, Нижнекамской, Братской, Усть-Илимской и др. ГЭС в СССР, а также Асуанской плотины в Египте.

Факты таковы. В 2023 году Группа «РусГидро» ввела в эксплуатацию Красногорские малые ГЭС-1 и ГЭС-2 в Карачаево-Черкесии совокупной мощностью 49,8 МВт. Началась реализация новых проектов малых ГЭС в регионе Кавказа номинальной мощностью 129,4 МВт:

- Башенная МГЭС – 2024 год (10 МВт), Чеченская Республика;
- Черекская МГЭС – 2024 год (23,4 МВт), Кабардино-Балкарская Республика;
- Верхнебалкарская МГЭС – 2027 год (23,2 МВт), Кабардино-Балкарская Республика;
- Могохская МГЭС – 2028 год (49,8 МВт), Республика Дагестан;

- Нихалойская МГЭС – 2027 год (23 МВт), Чеченская Республика;
 - Барсучковская МГЭС (5,25 МВт);
 - Усть-Джегутинская МГЭС (5,6 МВт);
 - МГЭС Псыгансу – 2025 год (19,1 МВт);
 - Красногорские МГЭС 1-2 (49,8 МВт);
 - Каллиокоски МГЭС – 2025 год (1 МВт), Республика Карелия;
 - Рюмякоски МГЭС – 2024 год (0,6 МВт), Республика Карелия, МГЭС построена в 1937 году при мощности 0,32 МВт, в 1960-е годы остановлена и заброшена;
 - Ляскеля МГЭС – 2024 год (4,8 МВт), Республика Карелия, МГЭС в эксплуатации с 1899 года, в XX веке приостанавливала работу, теперь частично реконструирована (рис. 12);
 - Белопорожские МГЭС 1-2 (50 МВт) и др.
- Здесь показаны проектные сроки окончания строительства и в скобках мощность соответствующих МГЭС.

Любопытно, что много МГЭС на Карельском перешейке и в Республике Карелия введены в эксплуатацию ещё в начале XX века, а теперь реконструированы и продолжили работать. Давно и успешно работает в Карелии Юшкозерская МГЭС. Два года назад вновь введена в эксплуатацию МГЭС Рюмякоски рядом с природным водопадом на реке Тохмайоки в посёлке Рускеала Сортавальского района, рядом с широко известным карьером и туристическим парком, где некогда был завод по обработке мрамора.

В 2020–2021 гг. одним из важных этапов развития МГЭС Группы «РусГидро» на Северном Кавказе стало завершение строительства Верхнебалкарской (20 МВт), Усть-Джегутинской (5,6 МВт) и Барсучковской (5,25 МВт) малых гидроэлектростанций [7]. Тем не менее на всю страну с её огромными просторами



Рис. 12. МГЭС Ляскеля



Рис. 13. Верхнебалкарская МГЭС



Рис. 14. Строительство Усть-Джегутинской МГЭС

по массовости это крайне малый, неудовлетворительный результат с учётом бюджета государства. Что касается Могожской МГЭС, то строительный сектор в этой части «лихорадит», как и финансирование работ, об этом можно прочесть в [8]. Не используется гидропотенциал реки Самур, исследованный во времена СССР: проект так и не был реализован. Таких примеров много. Вполне возможно, что такая ситуация типична для большинства современных строек МГЭС.

Строительство деривационной Верхнебалкарской ГЭС началось в 2011 году, однако уже на следующий год работы были приостановлены. К 2017 году проект МГЭС переработан, тогда и возобновилось возведение объекта, ставшего первой гидроэлектростанцией России, построенной по программе поддержки развития электроэнергетики на базе ВИЭ (рис. 13). Что касается Усть-Джегутинской МГЭС, введённой в эксплуатацию в 2021 году, проект этой плотинной гидроэлектростанции на реке Ку-

бань в Карачаево-Черкесии разрабатывали в 1990-х, но строительство начато не было. К работам на площадке приступили только в 2017 году, и почти через три года МГЭС была введена в эксплуатацию (рис. 14).

Проекты отечественной разработки в сфере создания МГЭС «с нуля» в основном ограничены мощностью стан-

ций 0,7–1 ГВт, но в настоящих условиях и на это ещё нужно выбить финансирование.

По российским стандартам ранее к малой гидроэнергетике относили объекты с номинальной мощностью менее 25 МВт, затем 50 МВт. В соответствии с ГОСТ, утверждённым в 1998 году, малыми считались станции мощностью до 30 МВт. В 2009 году, когда формировались основные направления государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности электроэнергетики на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), предусматривающей поддержку проектов строительства объектов ВИЭ до 2024 года, включая и малые ГЭС (в концепции ДПМ ВИЭ 1.0), к этой категории относят станции мощностью не более 25 МВт.

Распределённая генерация или общая энергосистема?

В наши дни 17 проектов МГЭС мощностью 5–50 МВт, представленных в разные годы на конкурсы ДПМ, будут работать на оптовом рынке в составе единой энергосистемы, так или иначе интегрированные в сеть. В такой системе энергоснабжения эквивалентные мощности учитываются и распределяются системным оператором. Эта организационная концепция единой энергосистемы имеет как плюсы, так и минусы: достаточно разрушить несколько элементов системы, и люди и производственные мощности остаются без энергоснабжения, то есть при современных вызовах времени такие сети крайне уязвимы. Об особенностях «закольцованной» энергосистемы и её недостатках можно прочесть в [2] и [4].

Для сведения на рис. 15 показано, как для обеспечения многоквартирного до-



Рис. 15. СЭС на крыше многоквартирного дома в Киеве, 2024 год

КИУ-8 |

УНИВЕРСАЛЬНАЯ РОССИЙСКАЯ ПЛАТФОРМА

ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ И РЕШЕНИЯ
ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
ПРЕДПРИЯТИЙ

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

ИННОВАЦИОННОСТЬ

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



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



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

ШИРОКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНДИВИДУАЛИЗАЦИИ



Биометрическая
идентификация



Сканеры



RFID



Принтеры



Дизайн



PFORT

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

ма электроэнергией жители устанавливают элементы СЭС прямо на крыше дома. Электронные преобразователи энергии большой мощности обеспечивают выходную мощность в 20–25 кВт, что для многоквартирного дома явно недостаточно. Тем не менее в безальтернативных условиях этот способ генерации и потребления электроэнергии реализуется в 2024 году.

Вместе с тем есть возможности получения инвестиционной поддержки проектов строительства малых ГЭС в качестве технологически изолированных территориальных энергосистем на удалённых территориях, где потенциальный заказчик строительства малых ГЭС будет использовать их как источник распределённой генерации, либо предполагается подключение МГЭС к централизованной (закольцованной) энергосистеме.

Проблемные вопросы

В России с её гидроэнергетическим потенциалом в экономическом плане выгоднее строить ГЭС, с учётом того, что электроэнергия, вырабатываемая гидроэлектростанциями, обходится дешевле других видов генерации. Себестоимость производства электроэнергии на ГЭС самая низкая, около 50–70 копеек за 1 кВт/ч, далее по экономической эффективности идут атомные станции: около 0,8–1 руб. за 1 кВт/ч, самая высокая себестоимость на тепловых станциях – более 1 рубля за 1 кВт/ч. Эффективность и целесообразность развития гидроэнергетики в стране отчасти зависит от экономической выгоды, а отчасти от стабильности природных аквасистем. То есть из-за обмеления рек себестоимость электроэнергии, выработанной ГЭС, существенно вырастет. Пока в качестве альтернативы МГЭС в России опережающими темпами предполагается осваивать новые технологии в сфере возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Строительство МГЭС без поддержки к существующим ценам на энергию экономически нецелесообразно: снижение удельных капитальных вложений до уровня 70 млн руб. / МВт возможно для проектов, значительно превышающих по предельной мощности 50 МВт, к примеру, фактическая удельная стоимость проекта Нижне-Бурейской ГЭС мощностью 320 МВт составила 140 млн руб. / МВт [6].

Основной проблемой, связанной с эксплуатацией МГЭС, является низкая

операционная эффективность, в том числе по следующим причинам:

- в техническом плане оборудование части станций, особенно построенных в середине XX века, подверглось значительному износу;
- низкий КИУМ для большинства объектов является следствием ряда причин: от проектных решений и состояния оборудования до забора воды на нужды орошения;
- расходы на персонал в себестоимости эксплуатируемых МГЭС составляют до 40%, при этом на объектах в СКФО дополнительно ещё до 40% в себестоимости – это затраты на охрану объектов;
- среди проблем, связанных с реализацией проектов малых ГЭС, можно выделить высокую удельную стоимость строительства (по сравнению с СЭС и ВЭС), длительный срок строительства, что не всегда зависит от работы застройщика и проектировщика, низкую вариативность в плане размещения объекта с учётом гидроэнергетического потенциала конкретного створа и влияния на стоимость схемы выдачи мощности.

Отечественные производители оборудования для МГЭС имеют достаточные компетенции, поэтому часть из них потенциально сохраняет позиции в зарубежных гидроэнергетических проектах. Согласно новым правилам реализации программы ДПМ ВИЭ 2.0, и особенно в наше время, когда ведущие производители находятся под экономическими санкциями, логистика и оплата за поставляемую ими продукцию затруднена.

Большая часть оборудования для ГЭС и МГЭС, как правило, производится по заказам индивидуально, с учётом особенностей и характеристик конкретного проекта, то есть не является серийной. Это удорожает проекты в части себестоимости производства и финансовой отдачи. К примеру, ВЭС можно спроектировать, построить и установить и в Африке, и в Средней Азии, её почти везде можно адаптировать к условиям на местности. Что касается турбин и в целом оборудования для гидротехники, его затруднительно универсально применить в другом проекте МГЭС для конкретных технико-энергетических параметров проекта.

Пока же российские инженеринговые организации и НИИ, имеющие богатый опыт проектирования ГЭС во всём мире, пытаются заинтересовать

отечественными технологиями республики Кавказа и страны Средней Азии, такие как Узбекистан, Таджикистан, Киргизия, и даже Бхарат и КНР в регионе Индокитая. За счёт этого восстанавливают своё присутствие на рынке гидроэнергетики за рубежом. Но конкуренция сильна. Китайские гидротехники имеют свои проекты, подчас дешевле российских в итоговом подсчёте, а также поставщиков оборудования и инвесторов. Специалисты КНР уже участвуют в строительстве МГЭС на разных континентах – в Африке, Южной Америке – и осуществляют технологическую экспансию в другие страны.

Эти проекты инвестиционно привлекательны по нескольким причинам: специалисты КНР осуществляют полный цикл работ: от проектирования, строительства с собственным и лишь изредка заимствованным оборудованием до гарантированного сопровождения и эксплуатации объекта в течение 50–60 лет, тем самым возвращая себе инвестированный капитал. Экономика страны, получающей электроэнергию от этих МГЭС, становится сильно зависимой от китайских инвесторов. Тем не менее эта концепция оказалась успешной.

Даже в гидротехнике конкуренция на мировом рынке с Китаем очень жёсткая. Только за последние 10 лет введено в эксплуатацию малых ГЭС мощностью до 20 ГВт в России совсем немного, большая часть введена ещё в послевоенное время – в сороковые-пятидесятые годы. А страны, имеющие технологический задел, как КНР, или Финляндия с её подходящими природными условиями, становятся лидерами в рассматриваемой области. Между тем ещё в конце 80-х годов XX века Китай не обладал достаточными компетенциями в гидротехнике и гидроэнергетике, и специалисты из МЭИ и других вузов и проектных организаций обучали китайских студентов, консультировали инженеров и конструкторов.

Чтобы принять решение о строительстве МГЭС, необходима проектная подготовка и предварительные изыскания в области гидрологии, геологии, резервирования земель и охраны окружающей среды, строительства водохранилищ, при необходимости – переселения людей и переноса производств. Сделать перечень возможных створов – долгая работа, она выполняется только при условии каче-

ственного межведомственного взаимодействия и финансирования. Примерно та же ситуация в отрасли малых газовых электростанций с электрической мощностью до 50 МВт и 20 МВт – тепловой. Типично такая МГазЭС размещается в двух-трёх помещениях размерами 24×60 м каждое, её работу обеспечивают два сотрудника в смену – начальник станции и инженер. Себестоимость электричества 1,95 руб./кВт·ч. В этой ситуации представить себе экономические обоснования строительства станции мощностью 50 МВт на площади 1–2 га весьма затруднительно.

Перспективы и совершенствования

С точки зрения реализации программы развития ДПМ ВИЭ 2.0 в части малых ГЭС необходимо изменить конкурсные требования, а не создавать фонд «помощи», потому что такой подход эффективнее для развития малой гидроэнергетики [4]. Из реализованных инициатив и с учётом конкретных проектов, финансирования, условий местности ясно, почему в концепции ДПМ ВИЭ 1.0 срок строительства заклады-

вался 4 года: за это время даже полномасштабные изыскания провести затруднительно.

Перспективный подход к строительству МГЭС в Финляндии

Проекты строительства малых ГЭС известны в Финляндии примерно с 1826 года, когда были предложены новые решения использовать энергию движущейся воды для вращения мельниц, и позже, после изобретения Павлом Николаевичем Яблочковым «свечи Яблочкова», а также в 1876–1879 годах благодаря работам Лодыгина и Эдисона – электрической лампы освещения, работающей от электрического тока. Тогда электричества боялись, тому свидетельством плакат 1879 года из Австрии (рис. 16). Но примерно так же обыватели боялись в своё время всего нового – и автомобилей тоже. Когда вокруг много умных, да мало смелых, ситуация может повторяться сначала трагедией, затем фарсом. Итак, финны не без технической помощи российских инженеров, но всё же самостоятельно построили у себя в стране только на ру-



Рис. 16. Плакат пропаганды опасности электричества, 1879, Австрия (реплика)

беже XIX–XX веков более 500 малых гидроэлектростанций, теперь же их количество счёту не поддаётся. В Финляндии, называемой «Страной тысячи озёр» (на самом деле около 190 тысяч озёр, в основном небольших, глубиной 5–20 метров) и ещё почти 2 тысяч рек, в целом акватории занимают примерно 9% территории страны.

Барьеры искрозащиты

надежное решение для обеспечения искробезопасности цепей

NEWPWR

	Широкий спектр промышленных сигналов
	Тройная изоляция цепей
	Широкий диапазон напряжения питания 18–60VDC, с возможностью питания по общей шине
	Рабочая температура -20 °C~ +60 °C
	Уровень безопасности SIL2/SIL3, сертификат Ex - TP TC 012
	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

Реклама



Рис. 17. МГЭС в Питкякоски (2021) *Pitkäkoski Miehikk elokuu*

Природные и географические условия в стране вполне способствовали развитию малой гидроэнергетики. Теперь почти в каждом муниципалитете там не одна, а несколько МГЭС, СЭС, ВЭС. И это добавляет энергонезависимость гражданам, сокращая потребительскую стоимость электроэнергии – с 2023 года она почти «нулевая», а страна является донором в области энергоресурсов для других стран ЕС. Одна из недавно введенных в эксплуатацию малых ГЭС в Финляндии представлена на рис. 17. Причём интересно, что при всей высокой технологичности финны о внешнем облике своих МГЭС заботятся не сильно. Вот лишь несколько примеров.

Также в 1930-е годы на естественном рельефе финнами построена Тулемайокская МГЭС. В 1936 году на реке Шуя, в то время ещё на территории Финляндии, на пороге Пиени-Юакоски («ма-

ленький водопад Юка» – пер. с фин.) построены две малые ГЭС, в том числе «Игнойла», или ГЭС-26. Как и в районе Выборга, на порогах реки Вилайоки в начале XX века. В 1942 году на реке Паз финские инженеры построили ГЭС Янискоски, проработала она недолго – в 1944 году при отступлении немецких войск станция была взорвана. Удивительно, что почти все эти старые малые ГЭС работают и сейчас. Невдалеке от этих мест расцветает город Симпеле – одна из старейших финских промышленных коммун, где небольшие деревообрабатывающие заводы изготавливали бумагу с 1906 года. Производство начиналось с тонкой коричневой обёрточной бумаги, которую отвозили в Санкт-Петербург и окрестности. Электричество в этих краях требовалось не только ради освещения, но и заводам. Поэтому использование водной энергии порогов реки Хиитон-

ланйоки было обоснованным и логичным инженерным решением.

Электростанции на реке Хиитонланйоки на финской стороне по-прежнему работают. Получаемое электричество поступает в общегосударственную электросеть. Как и 10 лет назад, так и сегодня мощность гидроэлектростанции Ритакоски составляет 2200 МВт/ч. Несколько маленьких гидроэлектростанций на порогах рек вполне обеспечивают электричеством близлежащие коммуны.

Сегодня в Симпеле продолжает работать завод по производству тарного картона, в том числе для производства пищевых продуктов. Кроме того, на территории современного действующего завода M-teak в Симпеле с 1948 года функционирует ещё одна электростанция Юванкоски.

Малая гидроэлектростанция, что находится по дороге от Иматры на Симпеле, построена в 1925 году (рис. 18). На рис. 19 показан вид той же действующей МГЭС в 2023 году.

Выводы

Энергетический потенциал и производственное оборудование – стратегический ресурс страны. История строительства МГЭС ярко показывает, что в России действует государственная программа поддержки ВИЭ, она продолжится до 2035 года. Всего в России под эту категорию попадают примерно 200 объектов.

Уместно (кроме прочего) посмотреть на примеры соседей, для этого мы привели соответствующие истории. Но главное в наше турбулентное время – экономическое обоснование и финансирование соответствующих проектов, ког-



Рис. 18. Электростанции на реке Хиитонланйоки, 1925 год



Рис. 19. Та же МГЭС в 2023 году

да они представляются действительно важными и перспективными.

Основная тенденция в мире – снижение субсидирования ВИЭ и переход на прямые контракты с покупателями, для которых приобретение «зелёной» энергии даёт преимущество на собственных рынках. Среди возможностей развития малой гидрогенерации полезны к рассмотрению следующие:

- значительный неосвоенный гидропотенциал;
- наличие государственных поручений по разработке механизма рыночной поддержки малых ГЭС;
- «окно возможностей» по формированию комфортной нормативной среды для проектов малых ГЭС;
- наличие компетенций и опыта в части проектирования, строительства и эксплуатации.

С экономической стороны в сравнении с ГЭС малые станции всё же могут быть выгодны. Удельная стоимость проектов крупных и средних ГЭС в мире составляет около 1500 долл/кВт, аналогичный показатель для малых ГЭС существенно больше и составляет от 1150 долл/кВт в КНР и до 4800 долл/кВт в Европе.

КИУМ проектов ВГЭС составляет в среднем 45–50%, а показатель долгосрочной стоимости электроэнергии (LCOE) 0,06–0,19 долл/кВт/ч. Тем не менее количество реализованных в последние годы в России проектов малой гидроэнергетической возрастает. Кроме того, важнейший шаг для решения проблем в области МГЭС и в целом – возобновляемых источников энергии видится в создании новых систем хранения (аккумулирования) энергии, которые повысят качество жизни людей, сделают их производственную и творческую работу эффективнее, а внедрение возобновляемых источников – массовым. ●

Литература

1. Зелёное преобразование: самые экологичные технологии — 2024, которые меняют мир. URL: <https://knife.media/eco-technologies/>.
2. Повлияет ли на качество жизни в странах Прибалтики отказ от электроэнергии из России? URL: https://wsem.ru/publications/kak_otkaz_ot_elektroenergii_iz_rossii_povliyaet_na_kachestvo_zhizni_latvii_litvy_i_estonii_ekspertny_25829.
3. Кашикарёв А. Финны сохранили систему гидроэлектростанций на порогах и лосо-

севый путь. Финляндский торговый путь. URL: <https://www.torgovyiput.fi/%D1%84%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D1%8B-%D1%81%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D1%83-%D0%B3%D0%B8%D0%B4%D1%80%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80/>.

4. Мал, да удал: Насколько велики перспективы малых ГЭС? Энергетика и промышленность России. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/465-466/8550746.htm>.
5. Малые ГЭС – виды и конструкции. URL: <https://electricalschool.info/energy/2073-malые-ges-vidy-i-konstrukcii.html>.
6. Появятся ли в России новые мощные ГЭС, и насколько актуально развитие малой гидроэнергетики? URL: <https://dzen.ru/a/YltwsPRTnS1oI89>.
7. Проекты «РусГидро»: на Северном Кавказе строят и проектируют новые ГЭС. Строительный мир. URL: <https://dzen.ru/a/ZGSKINyKTWgvTa2T>.
8. «РусГидро» сливается: компания отказалась от строительства ГЭС из-за «экономической неэффективности». URL: https://dzen.ru/a/Ziy92esiNgQPTm_S.

НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

Высокий уровень безопасности и надёжности во взрывоопасных средах – искробарьеры серии H от NewPWR



Компания Nanjing New Power Electric Co., Ltd. рада представить линейку промышленных изолированных барьеров безопасности серии H с возможностью монтажа на объединительной плате.

Барьеры искрозащиты серии H, как и вся продукция компании, представляют собой собственные инновационные разработки, обеспечивающие защиту оборудования и электроники, а также безопасность рабочего персонала в сложных производственных условиях повышенной опасности (взрывоопасные зоны классов Zone 0, 1, 2).

Устройства обеспечивают гальваническую развязку между входными, выходными сигналами и источником питания, обеспечивая безопасность передачи сигналов между зонами с разной степенью риска. Оснащены защитой от обратного включения питания, имеют высокую степень изоляции (до 2500 В переменного тока) и сертифицированы согласно как российским стандартам (ТР ТС 012), так и международным (IEC 61326-3-1, [Ex ia Ga] II C и др.).

Линейка включает в себя барьеры, поддерживающие множество различных типов сигнала, таких как термодатчики, датчики сопротивления и температурные преобразователи; дискретный ввод/вывод, преобразователи тока и напряжения, а также частотные и потенциометрические. Кроме того, ряд моделей поддерживает протокол HART, позволяющий передавать дополнительную диагностическую информацию наряду с основными измерительными сигналами.

За счёт конструкции монтажа на объединительной плате значительно упрощается подключение барьеров, их обслуживание, так как доступна возможность горячей замены и сокращение количества проводов. Стандартные объединительные платы рас-

считаны на установку 8 или 16 барьеров с общим количеством сигналов до 32 шт. Оснащены разъёмами DB25, DB37 с соответствующими кабельными сборками, но могут быть и кастомизированы для подключения к сторонним системам управления, таким как Honeywell, Yokogawa, Hollysys, SE, Emerson, Supcon и т.д.

Из дополнительных возможностей стоит отметить:

- широкий диапазон напряжений питания – 18...32 В постоянного тока с возможностью резервирования;
- встроенная компенсация холодного спаия (Cold Junction Compensation) улучшает точность измерений температуры;
- возможность настройки параметров через ПК или ручным программатором;
- функция сигнализации о неисправностях включает световую индикацию и возможность вывода аварийных сообщений на центральную систему мониторинга. Рабочий диапазон температур составляет от –20°C до +60°C.

Искробарьеры серии H обеспечивают высокий уровень безопасности, повышают эффективность технологических процессов и снижают риски в промышленности, что осо-

бенно актуально для предприятий нефтегазового сектора, химической индустрии и энергетики, а также для всех заинтересованных в повышении стандартов безопасности своего производственного процесса. ●



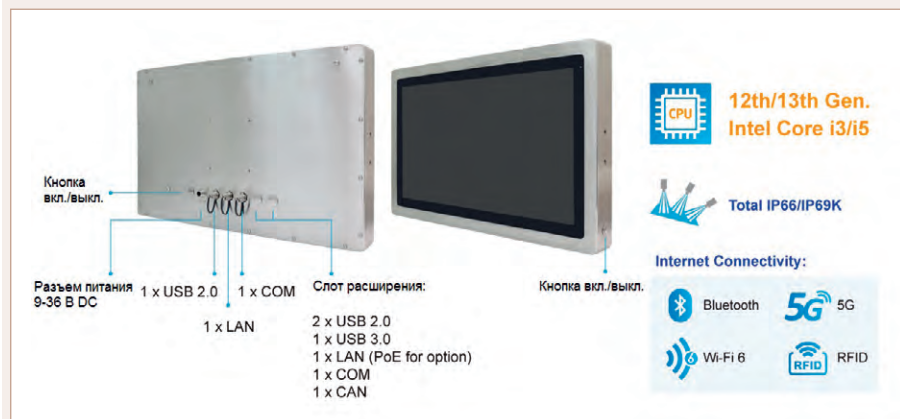
ViTAM-9D – лучшее решение для пищевой промышленности

APLEX Technology Inc., производитель промышленных вычислительных решений, рад представить новую модель панельного ПК – ViTAM-9D, дополняющую линейку продуктов из нержавеющей стали – серию ViTAM.

Серия промышленных панельных ПК из нержавеющей стали – ViTAM – обеспечивает надёжную работу там, где санитарные и

гигиенические требования, а также надёжность и долговечность имеют решающее значение. Исходя из этого и были разработаны панельные ПК серии ViTAM, чтобы выдерживать ежедневные мойки под высоким давлением, химическое воздействие и стабильную непрерывную работу. Последнее дополнение в этой линейке – ViTAM-9D.

Это панельный ПК из нержавеющей стали, оснащённый процессорами Intel Core i3/i5 12-го и 13-го поколений, доступный в нескольких размерах: 15", 15,6", 17", 19" и 21,5" TFT-LCD с резистивным или проекционно-ёмкостным сенсорным экраном. ПК поддерживает O3U SO-DIMM до 64 Гбайт памяти и 1 слот для накопителя формата M.2 M-Key 2280 (PCIe Gen3 x4) для хранения данных. Он оснащён 2× USB 2.0, 1× COM, 1× LAN портами, а также двумя дополнительными (опциональными) слотами для расширения коммуникационных возможностей. При этом все разъёмы имеют конструкцию с фиксирующей резьбой M12 и водонепроницаемой крышкой. Возможности беспроводной связи включают Wi-Fi 6E, Bluetooth 5.3, 5G и RFID, причём RFID обеспечивает бесконтактную удобную работу, что идеально подходит для поддержания высоких стандартов гигиены.



Корпус выполнен из нержавеющей стали SUS304/SUS316, обладает высокой устойчивостью к коррозии, бактериям и окислению. Водонепроницаем, с полной защитой IP66/IP69K, выдерживает мойку под высоким давлением и при высокой температуре. Также поддерживает широкий диапазон рабочих температур от –20°C до +60°C.

Поддержка нескольких вариантов монтажа, таких как напольные стойки, поворотные кронштейны, крепления VESA и крепления Yoke, позволяет устанавливать ПК в любых доступных местах производства. А для обеспечения читаемости при различных условиях освещения устройства серии ViTAM, в том числе и новый ViTAM-9D, оснащены ЖК-дисплеем высокой яркости, технологией оптического склеивания, покрытием AG/AR, керамическими чернилами с защитой от УФ-излучения и функцией автоматического затемнения.

Высокопроизводительный ViTAM-9D, и в целом серия ViTAM, является идеальным решением и отличным выбором для пищевой промышленности и производства напитков. ●



Обнаружение и идентификация беспилотных летящих аппаратов (БПЛА)

Перспективы рынка использования малых БПЛА или дронов обширны. Небольшие дроны могут широко применяться в таких областях, как аэрофотосъёмка, защита сельскохозяйственных культур, предотвращение и ликвидация последствий стихийных бедствий, поиск и спасение людей, мониторинг дорожного движения, разведка полезных ископаемых, дистанционное зондирование и картография, контроль границ, метеорологические наблюдения и многое другое. Однако отставание правовой сферы привело к многочисленным «несанкционированным полётам». Всё труднее становится регулировать и привлекать к ответственности компании, нарушающие существующие правила. Назрела острая необходимость в новых подходах к обнаружению БПЛА и противодействию неразрешённым полётам.

Сегодня незаконное использование технологий дронов привело к большим проблемам в сфере безопасности и угрозам для критически важных оборонных объектов, включая нарушение границ, полёты в зоне боевых действий, береговую охрану, аэропорты, атомные электростанции, обще-

ственную безопасность, тюрьмы, энергетическую инфраструктуру, объекты культурного наследия и достопримечательности. Вытекающие отсюда экономические потери ставят под сомнение использование воздушного пространства на малых высотах. Поэтому обнаружение и противодействие незаконным летающим объектам играют жизненно важную роль в обеспечении безопасности воздушного пространства.

Дроны классифицируются как «низколетающие, медленные и малые» цели. Обычно они действуют на низких и сверхнизких высотах, имеют небольшую скорость и их сложно фиксировать. Обнаружение и идентификация дронов — это многопрофильная прикладная задача, решение которой требует использования сразу нескольких технологий, таких как радиолокация, контроль радиосигналов, оптоэлектронная идентификация, а также звуковой мониторинг.

С технической точки зрения для эффективной обработки всех возможных сценариев, традиционные методы точечного обнаружения недостаточны. Для достижения точного отслеживания целей в низковысотном воздушном пространстве необходимо использовать многомерный совместный подход, объединяющий радар, беспроводную связь и оптоэлектронику. Радиолокационные системы могут сканировать обширные области воздушного пространства и собирать информацию о траектории, скорости и высоте полёта дрона. По беспроводным каналам отслеживаются сигналы связи между дроном и наземной станцией управления. Оптоэлектронные системы идентификации используют оптические и инфракрасные датчики для достижения высокочувствительного отслеживания и точного позиционирования дронов.

Требования к пользовательскому приложению

Китайская компания, специализирующаяся на технологиях БПЛА, предоставляет пользователям комплексное решение по обнару-



жению и противодействию дронам. Специалисты компании обратились в JHTECH, чтобы найти высокопроизводительный периферийный вычислительный блок для своей оптоэлектронной системы идентификации и отслеживания с целью обеспечить высокоточное отслеживание и позиционирование целей в низковысотном воздушном пространстве. Требования к системе:

- высокая производительность ЦП для поддержки программных моделей, разработанных заказчиком;
- широкий выбор интерфейсов ввода-вывода для подключения к оптоэлектронному идентификационному оборудованию;
- мощные возможности по расширению, включая поддержку графических карт, для обеспечения глубокого анализа данных изображений и точный вывод;
- набор проводной и беспроводной связи для обеспечения передачи данных в реальном времени.

Решения JHTECH

В результате рассмотрения всех возможных вариантов были выбраны два продукта: KMDA-5920 и BRAV-7720. Эти встраиваемые компьютеры поддерживают разработанную заказчиком модель оптоэлектронной системы идентификации и отслеживания, обеспечивая высокоточное и высокочувствительное отслеживание и позиционирование дронов. Подобные решения JHTECH для периферийных вычислений в основном используются для получения данных от оптоэлектронных камер и позволяют достичь точного результата определения положения.

Решение на основе BRAV-7720

BRAV-7720 оснащается процессорами семейства Intel® Alder Lake-S/Raptor Lake-S. Для этого проекта был выбран процессор I7-12700, обеспечивающий высокую производительность, необходимую для поддержки эффективной работы системной модели заказчика. Благодаря двухканальным слотам памяти DDR5 поддерживается до 64 ГБ, что соответствует эксплуатационным требованиям пользователя.

Функционал ввода-вывода включает 3×LAN, 6×USB3.2 и 2×COM-порта, что обеспечивает бесперебойное соединение с оборудованием оптоэлектронной идентификации. Кроме того, двойные независимые видео выходы 8K DP и 4K HDMI обеспечивают отличную визуализацию положения дронов в реальном времени. BRAV-7720 имеет эффективную систему питания, охлаждения и надёжную конструкцию промышленного уровня, что гарантирует непрерывную и стабильную работу в режиме 24/7.



Готовая система оснащена двумя слотами расширения PCIe: один PCIe x16 поддерживает плату графического процессора мощностью до 450 Вт, другой PCIe x16 поддерживает карту ускорителя ИИ мощностью 75 Вт. Для этого проекта была выбрана плата графического процессора RTX 3070 Ti. Графический процессор обрабатывает изображения дронов с помощью алгоритмов глубокого обучения, таких как свёрточные нейронные сети. Система автоматически определяет ключевые характеристики: модель дрона, информацию о производителе и цель полёта. Также анализируется и прогнозируется траектория полета и поведенческая модель. В случае, когда система идентифицирует потенциально опасный дрон, она автоматически активирует механизмы защиты и контрмеры. К ним относятся электронные помехи, электромагнитное подавление и направленные радиочастотные атаки на каналы управления дроном. Контрмеры динамически корректируют стратегии на основе типа дрона, высоты полёта, скорости и других факторов. Например, сигналы электромагнитных помех определённой частоты могут нарушить работу системы управления или канала связи дрона, заставив его потерять управление или приземлиться.

Основные технические характеристики

BRAV-7720

- Процессор Intel® 12-го/13-го поколения серии Alder lake-S/Raptor lake-S, LGA1700;
- Чипсет Intel® Q670.
- Память 2×DDR5 4800 МГц SODIMM, до 64 Гбайт.
- 1×DP+1×HDMI и 1×VGA, сверхвысокое разрешение 8K+4K, три независимых дисплея.
- 2×Intel® I226V Gigabit network, 1×Intel® I219LM Gigabit network, поддержка iAMT12.0.
- Расширение 1×PCIe X16 (сигнал X16) +1×PCIe X16 (сигнал X4).

- 2×2,5" SATA3.0 Bay, 1×M.2 2280 PCIeX4 NVMe.
- Поддержка шифрования TPM2.0 и технологии iVpro.
- Охлаждение ЦП без вентилятора, эффективное воздушное охлаждение карты AI/GPU.
- Поддержка блока питания 450 Вт GPU или двух 75 Вт/150 Вт для карты ускорителя AI.
- Блок питания 1000 Вт DC 12 В, стандартный высокотемпературный PFC без вентилятора, адаптер питания переменного/постоянного тока.

KMDA-5920



- Процессор Intel® 8-го/9-го поколения серии Coffee lake LGA1151
- Чипсет Intel® H310
- Память 2×DDR4 2400/2666 МГц SODIMM, до 64 ГБ
- Поддержка 1×DP, 1×HDMI и 1×VGA, 3 независимых дисплея
- 2×LAN, 4×USB3.1, 2×USB2.0, 16-битный Iso. DIO
- 4 последовательных порта 2×RS-232/422/485 и 2×RS232,
- 2 слота расширений: 1×PCIeX16 и 1×PCIeX16 (сигнал X4)
- 1×M.2 E-key 2230, поддерживает гигабитный модуль Wi-Fi
- 2×2,5-дюймовых слота для жёстких дисков SATA3.0 с возможностью лёгкой замены и 1×mSATA
- Широкий диапазон напряжения питания DC 9–36 В с защитой от короткого замыкания, перенапряжения и перегрузки по току. ●



Weintek cMT3102X (R) – HMI с интегрированными возможностями RFID

Компания Weintek рада представить обновлённую модель панели оператора cMT3102X (R) с интегрированным решением идентификации. Это первая модель в линейке продуктов Weintek, которой не тре-



Модель	cMT3102X (R)
Экран	10,1" (WVA)
Разрешение	1204×600
Угол обзора	89/89/89/89
Процессор	Quad-core RISC
Flash/RAM	4 Гбайт / 1 Гбайт
Ethernet	10/100/1000 Base-T ×1 10/100 Base-T ×2
Wi-Fi	M02 Wi-Fi модуль расширения (опционально)
COM Port	Con.A: COM2 RS-485 2W/4W, COM3 RS-485 2W, CAN Bus Con.B: COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W
CAN Bus	Есть
RFID	Есть, ISO/IEC 14443 Type A/B, частота 13,56 МГц, макс. 4 см
USB Host	USB 2.0 ×1
Габариты Ш×В×Г	271×213×38 мм 400×263×27,6 мм
Монтажный вырез	260×202 мм
Степень защиты	NEMA4 / IP66 по передней панели
Рабочая температура	0...50°C (32...122°F)
Корпус	Пластик, задняя часть: алюминий
Напряжение питания	24±20% В пост. ток
Вес	~ 1,2 кг

буется внешний считыватель RFID, позволяя напрямую идентифицировать персонал и отслеживать объекты. Повышая безопасность и уменьшая количество ошибок при вводе данных, решение на базе cMT3102X (R) идеально подходит для таких применений, как контроль доступа, разблокировка оборудования и отслеживание продукции.

Панель cMT3102X (R) соответствует стандартам ISO/IEC 14443 Type A/B, считывая RFID-метки и карты на частоте 13,56 МГц с дальностью действия до 4 см. Не требует паролей, безопасность и быстрый доступ обеспечиваются простым прикладыванием карты пользователя. А при использовании с EasyBuilder Pro программа собирает данные о входе и выходе, обеспечивая эффективную выборку и чёткое представление о состоянии данных.

Модель cMT3102X (R), как и другие панели линейки cMTx, оснащена четырёхъядерным RISC-процессором, 1 ГБ оперативной и 4 ГБ флеш-памяти, что позволяет легко справ-

ляться со сложной графикой, повышая удобство работы пользователя. Корпус панели соответствует стандартам NEMA 4 и имеет защиту по передней панели со степенью IP66. Что, в свою очередь, с защитным покрытием печатной платы обеспечивает долговечность и надёжную работу во влажной и пыльной среде. Кроме того, панель имеет сертификаты CE, ATEX и UL, гарантирующие высокие стандарты качества и безопасности.

Широкие коммуникационные возможности обеспечивают два порта Ethernet, а также поддержка интерфейсов USB, RS-232, RS-485 и подключения по шине CAN. Благодаря возможности установки дополнительного модуля Wi-Fi – M02 и сервисам Weincloud пользователи могут осуществлять беспроводную передачу данных, улучшая промышленный контроль и управление данными.

Подробные характеристики cMT3102X (R) приведены в таблице. ●



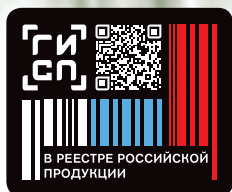
Скорость и надежность
современных
технологий

SATA

SUPER SPEED
USB

GIGABIT

PCI
EXPRESS



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



Возможна модификация
изделий под серийный
проект заказчика

Совместимые ОС



CPC524

3U CompactPCI Serial
ЦП Эльбрус-2С3
ОЗУ 16 Гб DDR4 с ECC
2×Gigabit Ethernet



CPC516

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



CPC520

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



CPC522

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



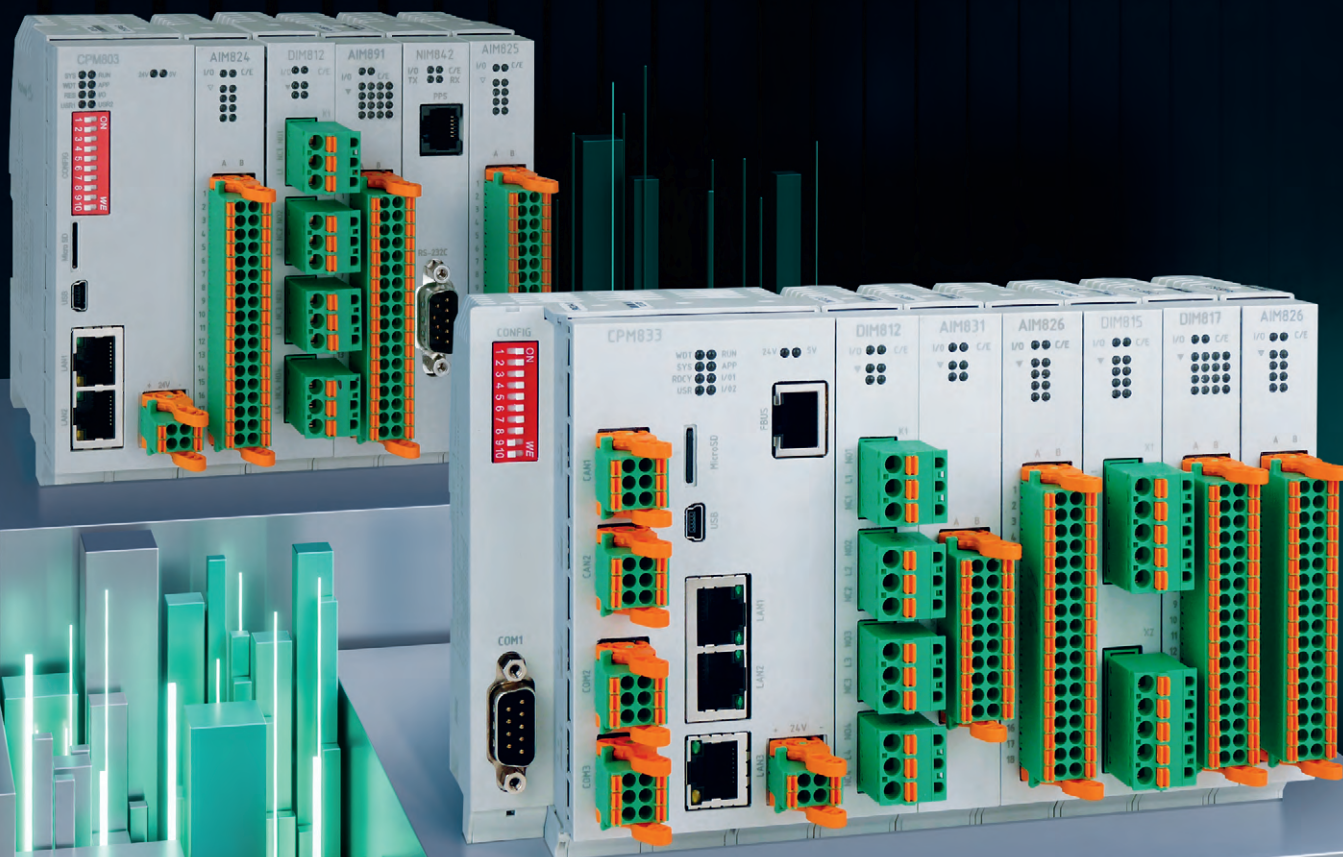
CPC507

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



Fastwel F800

ПЛК для АСУ ТП
ПОВЫШЕННОЙ НАДЁЖНОСТИ



**МОЩНЫЙ
НАДЁЖНЫЙ
НАШ**

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

«Горячая» замена модулей ввода-вывода
Поддержка функции резервирования

Разработан
и производится в России

