

# 2'24

# СТА

СОВРЕМЕННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.CTA.RU

**ЛУЧШЕЕ ЛЕЧЕНИЕ – ПРОФИЛАКТИКА:**

о своевременном обслуживании оборудования

**ВКАЛЫВАЮТ РОБОТЫ, А НЕ ЧЕЛОВЕК:**

ИИ выпускает джинна из бутылки

**НИ ХОЛОДНО НИ ЖАРКО:**

РЖД на страже комфорта пассажиров



Telegram



Сделано в России  
geolink.ru

Термометрическое  
оборудование

Имитационно-поверочное  
устройство Артчек



Телеметрические  
модули НЕВОД

Расходомеры  
электромагнитные

Расходомеры  
ультразвуковые



Расходомеры для  
открытых каналов

Реклама



sales@geolink.ru

Электронная версия этого журнала



# 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 и 9 поколений
- Оперативная память до 64 ГБ nonECC или с поддержкой ECC
- Поддержка RAID 0, 1, 10, 5
- Хранение данных: SSD или HDD 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

**Скорость и надежность  
современных  
технологий**



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

    
Совместимые ОС



**CPC524**

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

**CPC516**

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

**CPC520**

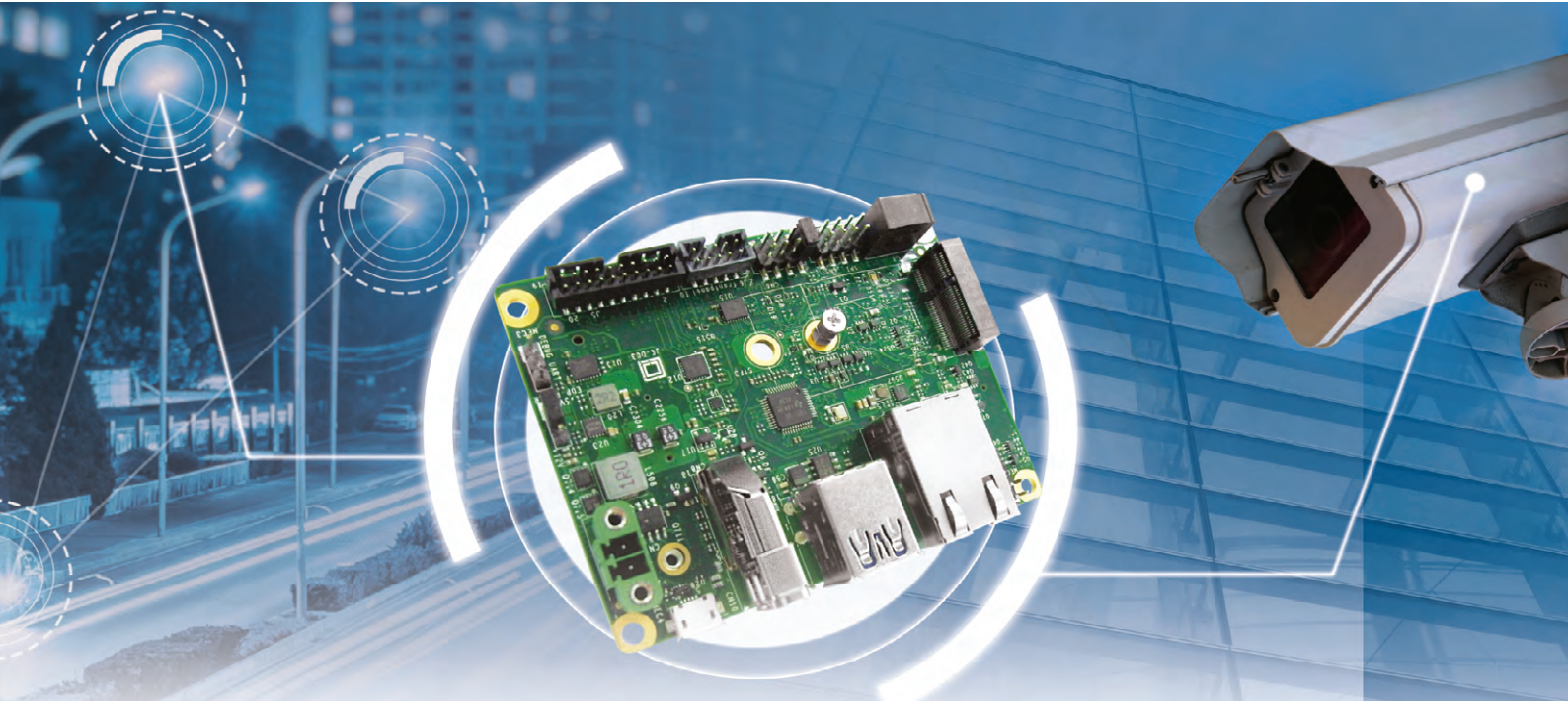
3U CompactPCI 2.30  
ЦП AMD Ryzen Embedded  
ОЗУ 8 Гб DDR4 с ECC  
2xGigabit Ethernet

**CPC522**

3U CompactPCI Serial  
ЦП Intel Coffee Lake HR  
ОЗУ до 16 Гб DDR4 с ECC  
2x10/100/1000/2500BASE-T

**CPC507**

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



## КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ **AN110-XNX** НА БАЗЕ САМОГО МАЛЕНЬКОГО В МИРЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРА **JETSON XAVIER NX**

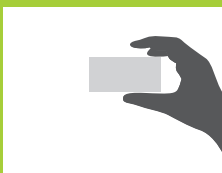
**AN110-XNX** открывает новые возможности для встраиваемых IoT-приложений, в том числе для видеорегистраторов начального уровня и интеллектуальных шлюзов с возможностями аналитики.

Компактная система AN110-XNX (87,4×67,4 мм) с модулем NX (70×45 мм) обеспечивает супервычислительную производительность для периферийных устройств. Благодаря быстрдействию 21 трлн операций в секунду в задачах ускоренных вычислений суперкомпьютер обеспечивает параллельную работу

нескольких нейронных сетей и обработку данных с нескольких датчиков высокого разрешения, что необходимо для систем искусственного интеллекта.

Решение включает в себя широкий набор интерфейсов: от высокоскоростных CSI и USB до низкоскоростных I<sup>2</sup>C и GPIO. Используйте возможности компактного форм-фактора, множества интерфейсов и высокой производительности, чтобы обеспечить эффективность встраиваемых систем ИИ и периферийных устройств.

- Ввод-вывод:**
- 1×HDMI тип A
  - 1×RJ-45
  - 2×USB 3.2 Gen1 тип A
  - 1×USB 2.0 Micro
  - 1×MicroSD
- 1×FPC (15 контактов/ MIPI CSI – 2 линии)
  - 1×FPC (36 контактов/ MIPI CSI – 4 линии)
- 1×RS-232/2×UART/1×I<sup>2</sup>C/ 5×GPIO/1×SPI
  - 1×DC-in 12 В
  - 1×eDP
  - 1×M.2 (тип E, 2230)



**Компактный размер**

Новый размер 87 × 67 мм для всех платформ



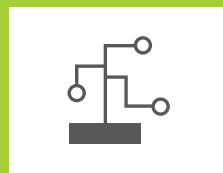
**Низкое энергопотребление**

Потребляемая мощность не более 10 Вт



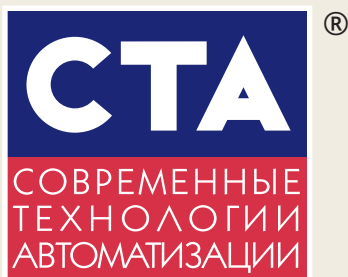
**Производительность**

21 TFLOPS



**Расширяемость**

Полная поддержка EVID и EIOA от Aetina для модулей ввода-вывода и камер



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,  
В.М. Половинкин,  
Д.П. Швецов,  
В.А. Яковлев

Дизайн и вёрстка А.Ю. Хортова  
Служба рекламы И.Е. Савина  
E-mail: shop@cta.ru  
Служба распространения С.Ю. Чепурова

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

E-mail: info@cta.ru  
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  
№ 2'2024 (111)  
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, 2024



Здравствуйтесь, уважаемые друзья!

Под знаменем ИИ сегодня развиваются многие отрасли экономики, разумеется, не обошло веяние времени и промышленную автоматизацию: уже сегодня функции, ранее считавшиеся исключительной прерогативой оператора-человека, потихоньку берёт на себя вездесущая нейросеть. Но это лишь начало, а в недалёком будущем ИИ сможет полностью вытеснить человека со многих промышленных производств. Читайте об этом в нашем журнале.

Почему технологическая независимость в области промышленной автоматизации – стратегически важная задача, никому объяснять не требуется. Спрос рождает предложение, и на российском рынке появляются компании, последовательно и успешно внедряющие собственные конкурентоспособные решения. Сегодня мы хотим рассказать вам о совместных возможностях SCADA-системы MasterSCADA 4D от компании «МПС софт» и ПЛК для жёстких условий эксплуатации Regul R500 от компании «Прософт-Системы» из Екатеринбурга.

Всем известно, что не доводить дело до болезни гораздо разумнее, чем впоследствии бороться с ней. Этот «человеческий» принцип полностью применим и к промышленному оборудованию, стоимость аварийной эксплуатации которого может вырасти многократно. Сегодня мы расскажем о реализации предиктивного подхода к техническому обслуживанию дорогостоящих промышленных установок.

Из этого выпуска журнала вы узнаете о принципах функционирования автоматических систем управления климат-контролем в поездах, о конструктивных особенностях антивандального и взрывозащитного оборудования, о цифровых двойниках на складе, а также о многом другом. Читайте журналы «СТА» и «Современная электроника» без ограничений в электронном виде на портале [www.cta.ru](http://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



# СОДЕРЖАНИЕ 2/2024

## ОБЗОРЫ

### 6 Замещение человеческого участия и тенденции искусственного интеллекта. Прогноз

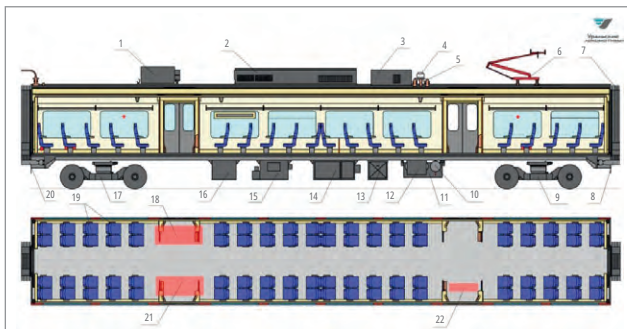
Антти Суомалайнен



В этой статье мы решили рассмотреть некоторые ближайшие перспективы развития современной электроники и сетей, созданных на её основе.

### 10 Климат-контроль ЭПЗД: проблемы и решения

Жосс Бомон



Особенности силовых агрегатов, оборудования и РЭА в электропоездах (ЭПЗД) важны для специалистов отрасли и оказывают влияние на широкие слои потребителей (пассажиров). В статье затронуты актуальные и проблемные вопросы эксплуатации «старых» типов ЭПЗД, связанные с несовершенством и анахронизмом ранее разработанных датчиков и термореле, приведены примеры нового оборудования и РЭА в современных поездах повышенной комфортности, соответствующих запросам сего дня и вызовам времени дня завтрашнего.

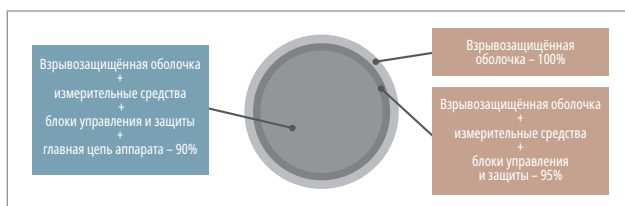
### 22 Роботы и искусственный интеллект в шахтах

Филипп Игнатенко

Мы взяли интервью у специалиста по горному делу О.А. Афанасьева и провели обзор основных направлений развития робототехники в шахтах.

### 24 Конструктивные особенности антивандального и взрывозащитного оборудования

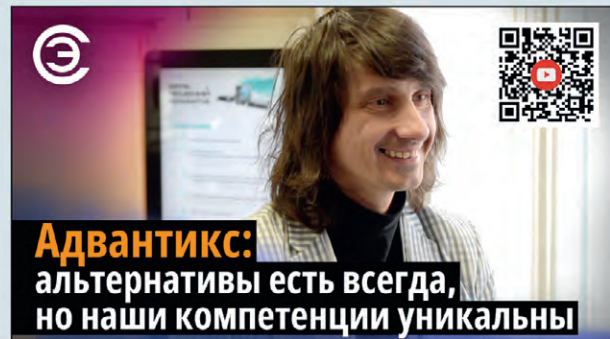
Андрей Каушаров



Новый век и вызовы времени уточнили определение, виды, классификацию и маркировку РЭА, устойчивой в взрывоопасной среде. Изменились векторы определения: современные РЭА требуют защиту не столько от разрушения изнутри, сколько от внешних воздействий – агрессивной среды, осколков и поражающих веществ и предметов. Теперь электронные устройства для соответствующих задач изготавливаются в вандалоустойчивом (антивандальном) и взрывозащищённом исполнении. В статье на примерах дан обзор современных конструкций корпусов и боксов, защищающих РЭА от внешних поражающих элементов, приведена стандартизация маркировки взрывозащиты РЭА по ГОСТ для применения во взрывоопасных зонах, помещениях для наружной установки.



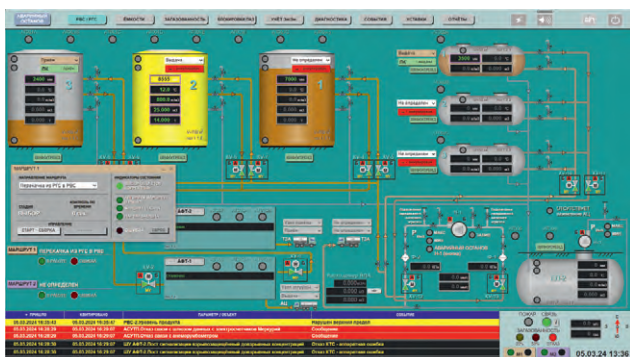
Смотрите на канале **СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**



Интервью с Алексеем Аввакумовым, начальником отдела промышленных компьютеров ADVANTIX

### 38 Горячее резервирование с MasterSCADA 4D и ПЛК Regul R500 на примере АСУ ТП для авиатопливных комплексов

Тимур Алексеев, Алексей Яковлев, Ольга Киселёва



В статье представлено решение для автоматизированного контроля и управления технологическими объектами склада одного из технологических лидеров российской авиатопливной отрасли. Система построена на базе ПЛК REGUL500 с поддержкой горячего резервирования центральных процессоров и программной платформе MasterSCADA 4D с поддержкой резервирования серверов, работы рантайм на операционной системе Astra Linux и синхронизацией данных на программном уровне. Эти составляющие, а также опыт сертифицированного интегратора ООО «ЛИТЭК», позволили создать отказоустойчивую систему управления повышенной надёжности в полном соответствии с современными требованиями стратегии цифровой трансформации.

## ПРОЕКТЫ

### 44 Построение цифрового двойника склада металлопроката с использованием искусственной нейронной сети

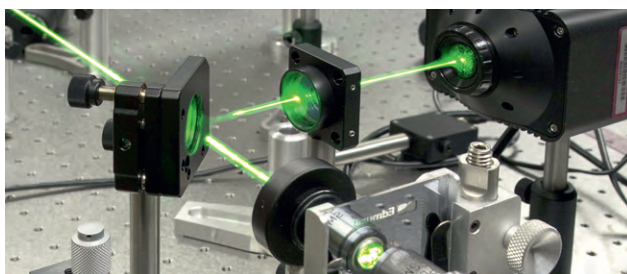
Виталий Осипович, Сергей Борисенко



Изложены методика и результаты эксперимента по применению искусственной нейронной сети для отслеживания перемещений продукции металлопроката на территории цеха. Приведены преимущества такого способа организации цифрового двойника склада.

### 46 Блок управления для исполнительных устройств в оптическом тракте лазерной системы

Сергей Шишкин

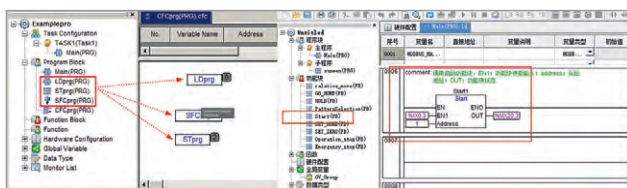


В статье представлен блок управления для исполнительных устройств в оптическом тракте лазерной системы. Приведены решения на аппаратном и программном уровнях, обоснован выбор средств автоматизации.

## НОУ-ХАУ

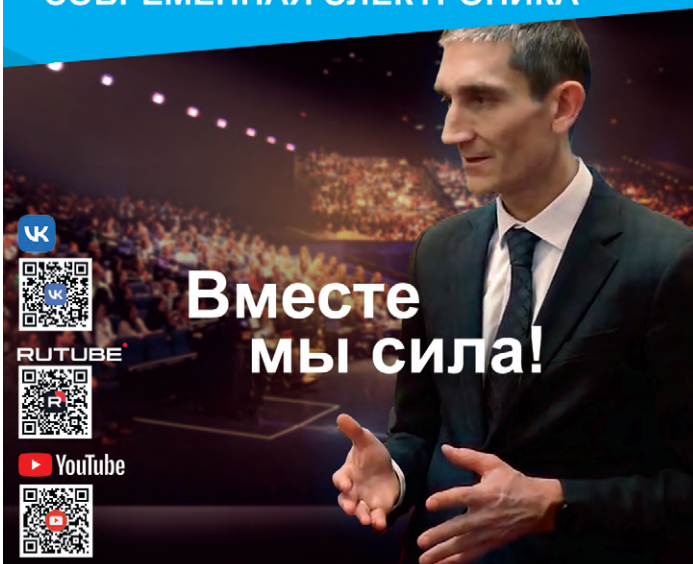
### 54 Экономика профилактики: использование Интернета вещей для планирования профилактического обслуживания оборудования

Андрей Краснов



Машины, а точнее, сложные высокотехнологичные установки – станки или другое технологическое оборудование для любой промышленной отрасли представляют собой ценные активы, которые необходимо защищать от повреждений, неисправностей и отказов с помощью надлежащих мер по техническому обслуживанию. В этой статье будет рассмотрен один из примеров создания системы, автоматически контролирующей состояние и время работы машин с последующей отправкой уведомлений о графике профилактического технического обслуживания (ПТО).

Смотрите на канале  
СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА





# Замещение человеческого участия и тенденции искусственного интеллекта. Прогноз

Антти Суомалайнен

В этой статье мы решили рассмотреть некоторые ближайшие перспективы развития современной электроники и сетей, созданных на её основе.

Если квантовые вычисления считают главным трендом развития отрасли, связанной с высокими технологиями и компьютерами, то квантовая телепортация и высочайшая скорость обмена информацией не кажутся фантастикой. Благодаря подключению своих мобильных девайсов к квантовым компьютерам мы получим мгновенный доступ к большим массивам данных, накопленных человечеством. В отличие от обычного компьютера, квантовый обрабатывает информацию не по частям, а целиком – с возможностью мгновенно анализировать огромные объёмы информации. Последствия квантовой технологической революции, разумеется, ожидаются в нескольких сферах.

В бытовой сфере разовьётся Интернет вещей, последует объединение его элементов в большие сети с разным уровнем безопасности и искусственным интеллектом; обмен информацией расширится без участия человека-оператора, таким образом устройства на основе новых технологий выполнят за человека множество рутинных действий, не требуя его вмешательства и настройки. В прошедшем 2022 году элементы системы уже были освоены и работают, однако инновации приведут к ещё большему замещению человека условным электронным роботом, называемым сегодня «искусственный интеллект» (ИИ). В сфере ИИ определяются не менее трёх интересных тенденций.

**Технологии искусственного интеллекта в сфере создания контента.** Тех-

нологии – это инструмент, следовательно, пользоваться им можно по-разному. Стоит также принять во внимание третий закон Ньютона с условной трактовкой «всякое действие рождает противодействие». Если технологии ИИ уже используются для создания недостоверного контента (deepfake), то их использование для распознавания фейкового контента станет повсеместным, тем самым нивелируя производителей фейков на манер антивирусных приложений для ПК. В стране огромное количество видеокamer в общественных местах. Тенденция продолжится с **расцветом технологии слежения и контроля, обнаружения и предотвращения преступлений или катастроф**. Но в этих примерах есть две условные проблемы, а именно: тот, кто будет управлять фейками, будет влиять и на их содержание. То есть актуализируется вопрос – что именно считать фейковой информацией. Если любая информация будет приобретать легитимность только в случае подтверждения с официальной версией, скажем, на правительственном портале или в СМИ, подконтрольных администрациям (как теперь), то количество «фейков» будет большим, а работа антифейковых фильтров приведёт к ещё большему закрытию, обособленности, ограниченности и, не побоюсь этого слова, кастрации информационного поля.

И второе: видеоконтроль тоже только инструмент, и важно, насколько он будет открыт «для общего пользова-

ния». Сегодня не всегда можно быстро и просто, а иногда и невозможно получить видеозапись, скажем, с камер наблюдения за подъездом многоквартирного дома, – чтобы определить злоумышленника, ночью совершившего акт хулиганства. Инструменты имеют большую перспективу, но для граждан они условно закрыты. Понятно, что есть исключения – там, где ТСЖ и коммунальные службы не номинально работают с учётом мнения жильцов. Но в общем смысле новации в сфере современной электроники позиционируются пока как повышение уровня контроля государственных структур в связи с их уставными задачами. Какую пользу сие принесёт обычному законопослушному гражданину – вопрос дискуссионный. Поэтому уместно так ставить вопрос – нас ожидает **противостояние «ИИ против ИИ»**.

Развитие нейросетей как элементов искусственного разума перспективно. К примеру, нейросети GPT3 уже способны на конструктивный диалог без участия оператора, однако для их обучения применяли текстовую информацию. Теперь ИИ обучают на мультимедальных данных (текст, аудио, видео) с более глубоким «пониманием» окружающего мира. **Ожидается появление, причём массовое, нейросетей с ИИ, сочиняющих музыку и саундтреки, видео, сценарии и – о ужас! – появление автоматического робота-писателя!** Он никогда не допустит ошибок, автоматически проконтролирует плагиат и





Рис. 1. Внешний вид устройства Kissenger



Рис. 2. Приставка к смартфону для распространения запахов в нужное время

скорректирует стилистические неточности. Разумеется, его интеллектуальный багаж – словарный запас. Это то, чем отличается сегодня, кроме стиля, любой хороший автор-человек. И словарный запас робота будет не такой, как 30 слов у Эллочки-людоедки или индейца племени мумбо-юмбо. Причём писательский ИИ даст возможность моментально получать ссылки или «сноски» на примеры, указанные в тексте; иногда этим удобно пользоваться, как неким аналогом информационного словаря, обычно размещаемого в конце технической книги. Искусственный интеллект будет структурированным и разноплановым, как мы имеем автомобильные навигаторы разного качества или машины с разными опциями. Качество подобных роботоматоматов во многом будет зависеть от баз данных, облачных хранилищ «запаса слов». В упрощённом виде, разумеется, это уже есть. Но искусственный интеллект с высокохудожественными возможностями построения сценариев или хотя бы фигур речи пока не может создавать красоты живого русского языка на манер приветствия «восторг души, прелестная Диана», «и что за странные задержки даёт её любовный пульс», «как он, такого тунейдца второго нет, хоть и ищу напрасно» (Лопе де Вега «Собака на сене», пер. М. Лозовского), или «майский день, именины сердца», «вы отдохните, подождите, сейчас я скажу приятное для вас слово» (Н.В. Гоголь «Мёртвые души»).

Прогресс в нейросетях затронет экологию, медицину, энергетику, образование и многие другие области нашей жизни. Но в сфере отношений «человек-человек», сиречь сфере психологической, этот важнейший тренд в связи с развитием технической сферы приведёт к ещё более обособленному в со-

циуме состоянию человека разумного, а причинно-следственная связь – к большему развитию социопатии. Поэтому нейросети успешно развиваются в медицинской сфере, в кардиологии, НЛП, в сфере электронных контроллеров различных состояний живого организма, но что касается психических реакций человека разумного на вызовы времени, и их предотвращения, такие, к примеру, методики, как борьба со страхами (страх – самая сильная человеческая эмоция, гораздо сильнее любви) завтрашнего дня в условиях неопределённости, эта сфера пока ещё только открывается искусственному интеллекту.

**Новинки прикладного свойства** могут поразить даже самые смелые ожидания. Интересны разработки в области вибротактильной стимуляции, устройства, разрабатываемые в этом направлении, имеют относительно небольшую себестоимость, так как используют вибрационные лёгкие и простые в управлении миниатюрные электродвигатели, в том числе в пневматических системах. Пока ещё речь не идёт о широком распространении систем, интенсивно имитирующих человеческие прикосновения, вызывающих богатые интимные эффекты на основе вибрационных паттернов. Но... несомненно, это дело будущего.

Несколько лет назад была презентована пижама Huggy, пользователь которой получает приближенное к реальному ощущение объятий; в устройстве пижамы используются пневматические приводы для создания давления вместо вибраций – примерно, как в массажном кресле. В подобных устройствах передача эмоций по сенсорному каналу происходит мгновенно без всякого кодирования. Также в прошлом разработана мультимодальная тактильного

устройства для виртуального поцелуя Kissenger, имитирующего реалистичные ощущения поцелуя с помощью тактильного и сенсорных стимулов обоняния. Это уже вчерашний день. Но на данном примере мы можем посмотреть, в каком направлении ожидать развития новых технологий. Авторы идеи малазийцы Эмма Янн Чжани и Адриан Дэвид Чок; я только информирую читателей о том, что происходило в мире в прошлые годы и что нас ждёт завтра.

На рис. 1 представлено устройство с интерфейсом, имитирующим губы.

Применяя это устройство, подключённое к смартфону, пользователь-человек в дистанционном формате ощущает давление губ другого пользователя во время «поцелуя». Как сообщают разработчики, микролинейный приводной массив под поверхностью губ создаёт динамическую обратную связь в реальном времени в различных точках губ пользователя, чтобы воспроизвести тактильные ощущения поцелуя [1]. Устройство позволяет людям выражать близость и передавать эмоции дистанционно посредством опосредованного поцелуя. Что, по мнению разработчиков, устраняет разрыв между традиционной моделью цифровой коммуникации, ранее сосредоточенной на языковой и устной информации, и естественным человеческим общением, в значительной степени зависимой от инстинктивных движений человеческого тела и чувств для передачи значимых невербальных сигналов. В частности, физическое прикосновение и обоняние являются наиболее эффективными каналами для выявления и передачи своих эмоциональных состояний. Таким образом, сделан конкретный шаг вперёд, технически облегчающий «эмоциональную близость» между человеком и «маши-

ной» и взаимосвязь между роботами. Разумеется, мы говорим пока только о технической стороне дела.

Однако примеры тоже есть, равно как и подобная дистанционная модель, управляемая смартфоном, распространяющим запахи, – см. рис. 2.

Среди запахов допустимы и концентрированные духи-феромоны, привлекающие внимание противоположного пола. Обмен феромонами происходит во время тесного физического контакта, такого как поцелуи. Феромоны позволяют младенцам идентифицировать своих матерей.

Представители обоих гендерных полов используют феромональные сигналы для партнёра, обнаруживая класс генов, называемых «МНС» (Major Histocompatibility Complex) и контролирующих синтез антигенов, определяющих гистосовместимость тканей, присутствующих в запахах тела. Причём разработчик устройства утверждает, что «излучение запаха тела или феромонов из устройства для поцелуев не только создаёт сильное ощущение физического присутствия, но также усиливает связь» [1].

Метод дистанционного поцелуя как способ общения с маленькими детьми и людьми с физическими недостатками или расстройствами общения, возможно, удобен, когда личное общение невозможно. Младенцы не имеют языковых способностей для эффективного общения с использованием слов, поэтому родителям или бабушкам и дедушкам трудно общаться со своими детьми или внуками, когда они не находятся рядом.

Приставка к смартфону с функционалом дистанционного поцелуя хороша как способ интимного общения с близкими, детьми, людьми с физическими недостатками или социопатами (с расстройствами общения), когда личное участие в прикосновении к губам невозможно из-за расстояний или отсутствия времени на такую радость. Особое внимание уделено мягкой и гибкой текстуре силиконовой резины для поверхности электронных губ в непосредственном контакте с губами пользователя. В пресс-релизе говорится, что Kissenger – воплощённый агент для интеллектуальных социальных роботов, помогает делиться физической бли-

зостью с людьми, давая виртуальный поцелуй. Так искусственный интеллект становится эмоциональным, и homo sapiens, рождённые от себе подобных, и «люди-роботы» смогут выражать любовь и сочувствие другому виду.

Чтобы до такого додуматься, надо понимать проблематику отношений в эпоху постоянного цейтнота и зарабатывания всех денег мира без перерыва на сон и явь. Автор бы только порекомендовал параллельно озаботиться кибербезопасностью, а то и поцелуи могут украсть. А ведь как важна идея!.. Сегодня отправил авторам изобретения телеграмму: «Простите, но я против ваших методов».

Впрочем, и идеи, и мнения могут быть разными, главное, что технический прогресс в области современной электроники идёт вперёд. ●

## Литература

1. Designing a multimodal haptic device for virtual kissing. Лондонский городской университет, Институт воображения, Малайзия. URL: <https://investforesight.com/designing-a-multimodal-haptic-device-for-virtual-kissing/>.



## МОДУЛИ НОРМАЛИЗАЦИИ И ИЗОЛЯЦИИ СИГНАЛОВ

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



**PROSOFT**<sup>®</sup>

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

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



Art Technology – производитель  
промышленных устройств сбора данных,  
компонентов встраиваемых систем  
и компьютеров



- CompactPCI и PXI шасси и контроллеры
- Встраиваемые компьютеры
- PCIe, cPCI, PXI, PC/104 процессорные платы, многофункциональные платы сбора данных, высокоскоростные АЦП – ЦАП, платы дискретного ввода-вывода
- Модули преобразования сигналов, распределенного ввода-вывода и управления движением





# Климат-контроль ЭПЗД: проблемы и решения

Жосс Бомон

**Особенности силовых агрегатов, оборудования и РЭА в электропоездах (ЭПЗД) важны для специалистов отрасли и оказывают влияние на широкие слои потребителей (пассажиры). В статье затронуты актуальные и проблемные вопросы эксплуатации «старых» типов ЭПЗД, связанные с несовершенством и анахронизмом ранее разработанных датчиков и термореле, приведены примеры нового оборудования и РЭА в современных поездах повышенной комфортности, соответствующих запросам сего дня и вызовам времени дня завтрашнего.**

## Важность климат-контроля

Требования по нормам температуры (и допустимым отклонениям – девиации) окружающего воздуха в электропоездах (далее – ЭПЗД, «электрички») установлены Минздравом России, а не холдингом ОАО «РЖД» или аффилированных компаний, эксплуатирующих пассажирские перевозки в регионах. По нормам действующих Санитарных правил (СанПин) СП2.5.1198-03 отопление должно быть обеспечено при температуре воздуха ниже +10°C. Перед подачей состава на посадку температура воздуха в вагонах должна поддерживаться на уровне +20°C, а в пути следования на уровне +22°C. Когда состав электропоезда следует из парка отстоя (на улице) в конечной точке маршрута, к примеру, рано утром (первый рейс), в пассажирском вагоне должна быть обеспечена температура +13 ±2°C. Замеры производятся на уровне 1,5 метра от пола вагона. То есть, допустим, диапазон +11...+15°C. Притом что по нормам для жилых помещений многоквартирного дома минимально допустимая температура, с обязательным замером в угловой комнате, не должна быть менее +16°C, а условная норма в диапазоне +18...+22°C. В холода температура комнат и кухни по нормативам при включённом отоплении должна быть не менее +18°C, в угловых комнатах температура должна быть не ниже +20°C. Ванная должна прогреваться до +25°C. Кстати, есть нормативы и по тем-

пературе на лестничной клетке и в лифтах: +16 и +5°C соответственно. Возможны крайние случаи, когда отклонения могут быть и в большую сторону, но они допустимы не более чем на 4 градуса Цельсия.

Для эксплуатации электропоездов в холодное время года учитывают, что пассажир заходит в вагон не в пижаме, а одетым по погоде. То есть при разработке РЭА и регулировке термореле выбирают температуру, условно оптимальную для человека в верхней одежде. Датчики температуры установлены не у пола и не под сидением, где закреплены электропечи с ТЭНами, а в верхней части пассажирского вагона –

у потолка. Эти обстоятельства также влияют на корректность метрологических измерений и управление нагревом воздуха.

Подвижной состав модифицируется, а наиболее распространёнными в действующем парке ЭПЗД по сей день являются вагоны производства Октябрьского вагонного завода (ОРВРЗ) моделей 62-4162М и др. Согласно спецификации типичные моторвагоны модификации 4161М.07.00.000.Э3.4 и прицепные (не моторные) 4163М.07.00.000.Э3 выпускались также на Тверском вагонном заводе и др. Несмотря на то что разработка конструкции (до модификаций) моторных и головных вагонов электричек



Рис. 1. Электропоезд СР-3 в Музее железных дорог на Балтийском вокзале Санкт-Петербурга

имеет уже полувековой возраст, вагоны приведённого типа рассчитаны на 60 лет эксплуатации и ещё служат в железнодорожных составах. До окончания «срока номинальной службы» модифицированных вагонов (конструкций) примерно 20 лет; пока пассажиры ими пользуются, и мы их ещё увидим. Одна из первых моделей электропоездов-ветеранов модификации СР-3 представлена на рис. 1.

Более современными считаются вагоны ЭПЗД постоянного тока ЭТ2М, ЭР2Т, ЭТ2, ЭД2П и ЭД4М. Притом что базовые шасси имеют конструктивные особенности, принцип организации движения и управления силовой установкой в них идентичны. Различия тоже есть, они касаются условно второстепенных элементов конструкции, как то: электронных замков дверей, видеонаблюдения, электронных систем сигнализации и связи, систем накопления и передачи данных и др. Всего за почти 50 лет (особенно в последние 20 лет) в электронное оборудование ЭПЗД рассматриваемого типа внесены менее 10 системных и существенных изменений, систем: КЛУБ-У, САВПЭ, РПДА, «ПРИЗ-1.3» и др.

## Случай сложный, практический

Не откроем секрет, сказав, что при проезде (как недавно в авторском варианте) в ЭПЗД «старого образца» при температуре на улице 0°C, но при включённых «печах» в салоне, дискомфорт наступает уже после 10 минут сидения «на диване» (официальное название скамьи в электричке в регламентирующих документах ОАО «РЖД»). А если путешествовать пришлось более трёх часов, то можно реально погибнуть при температуре в бесконтрольно нагретом вагоне при температуре более +30°C. Именно поэтому родились данные изыскания, вылившиеся в статью. В такой ситуации, поверьте, пассажир негодует и ищет – как её исправить и улучшить. А в данном случае, поверьте, пассажиру ой как не просто «жариться» в салоне. Из факторов риска – разновозрастные пассажиры с разными медицинскими противопоказаниями, возрастом, состоянием. Условно здоровому человеку можно существовать и при температуре воздуха +30°C, а пенсионеру с гипертонической болезнью 1-й степени? А двухмесячному ребёнку? В таких и подобных случаях езде при высокой температуре воздуха

(буквально в жару) и на протяжении нескольких часов, да ещё когда и окна закрыты, не назовёшь комфортной; наоборот – она может быть опасна для жизни и здоровья. Более того, тот же Минздрав России много лет назад установил, что при температуре воздуха от +29°C в помещениях, где работают люди, на 1 час сокращается рабочий день. А при более высокой решается вопрос о значительном сокращении и даже прекращении коллективной трудовой деятельности. В данном случае в пути в ЭПЗД вы не можете выйти, дабы охладить себя. Вариант выходить в тамбур и «дышать» свежим воздухом во время остановок с раскрытием дверей также не подходит как некомфортный – ухудшающий качество жизни. И ещё один аргумент не в пользу подобных экспериментов, спровоцированных недомыслием конкретных лиц в РЖД.

При повышении температуры воздуха даже у здорового (а тем более – нездорового) человека обостряется психическая активность, многочисленными исследованиями доказано, что в жару увеличивается количество не только техногенных катастроф, связанных с человеческим фактором, но и количество конфликтов и трагедий. Именно поэтому затронутая проблема представляется не частной, а весьма важной. И её необходимо решать.

## Влияние инструкций и «человеческий фактор»

Кстати, уместно услышать мнение «другой стороны», подтверждающее масштаб проблемы и патологическое нежелание её решать. Вот мнение машиниста ЭПЗД, высказанное ещё несколько лет назад. Очевидно, массовые жалобы пассажиров электропоездов касаются не только «подогрева» собственных тел, но и их принудительного охлаждения.

*«Локомотивная бригада никакого отношения к температурному режиму в вагонах не имеет. Отопление работает в автоматическом режиме, стоят специальные датчики, которые включают/выключают его в зависимости от температуры. Многие думают, что в кабине электропоезда есть магический тумблер, который машинист со злорадным смехом постоянно отключает, дабы бедные пассажиры мёрзли. На самом деле никакого тумблера нет. Да, бригада может отключить отопление в вагоне (если есть какая-то неисправность и т.п.), но в этом случае оно*

*вообще работать не будет, и на такой случай есть свой порядок действий. По влиянию на диапазон рабочих температур датчиков бригада не может чисто технически»* [1]. То же касается и неконтролируемого повышения температуры в вагоне «сверх меры».

Разумеется, это не круг задач и ответственности машиниста поезда. В обязанностях помощника машиниста (локомотивная бригада ЭПЗД – 2 человека), также квалифицированного и компетентного лица (ибо многие «помощники» в ж.-д. пассажирских перевозках имеют открытые «права управления», то есть могут заменить машиниста), нет конкретной задачи проверять отопление в вагоне. Но в общей задаче – в инструкции это зафиксировано. Он должен внимательно осматривать все вагоны поезда на предмет выявления неисправностей как «механической», так и «электрической» составляющей. И фиксировать их в специальном «бортовом» журнале локомотивной бригады. На практике это делается номинально.

Но скажем приятное слово в защиту помощника машиниста. Ибо практика всегда вносит коррективы даже в самое лучшее теоретическое предписание или руководство к действию. Первое – когда ЭПЗД подан к перрону из парка, проблемы с нагревом воздуха зафиксировать невозможно – процесс происходит инертно. Второе – в движении, когда жалобы на температурный режим уже поступают, нельзя открыть соответствующий шкаф в тамбуре вагона ЭПЗД условно старых типов, где расположены выключатели отопления. Это запрещено инструкцией и подтверждено дополнительной надписью на соответствующем электрощитке (см. рис. 2).



Рис. 2. Шкаф с терморегулятором и выключателем отопления пассажирского вагона ЭПЗД типов ЭД4М, ЭП2Д, ЭТ2А(М), ЭР2Т, ЭТ2, ЭД2Т, ЭП2Д и аналогичных

Таким образом, даже если захотеть помочь пассажирам, вмешаться в работу электротехнического оборудования и РЭА в движении электропоезда – при поднятом токоприёмнике – можно, только нарушив инструкцию. А кому это надо в практически ориентированных российских реалиях, когда главное – «отчётность» и «инструкция», за нарушение которой можно оказаться наказанным, а при исполнении небезупречной инструкции, даже если с пассажиром или его курицей что-нибудь случится, освобождённым от ответственности? При этом невыпуск электрички на линию грозит руководству депо соответствующими последствиями. И поэтому давно привыкли не решать проблему, а рассчитывать, что люди всё стерпят. Не в первый же раз.

## Особенности ситуации

Необходимо отметить, что шкафы с электрощитами подобного типа должны быть (строго по инструкции) закрыты на ключ, и замок в их дверях имеется. Это требование актуально по двум причинам. Во-первых, чтобы случайные люди не получили удар током и не лишились жизни, во-вторых, в целях обеспечения транспортной безопасности – чтобы в «шкаф» не положили «несанкционированный» предмет, представляющий не только индивидуальную, но и коллективную угрозу.

В рассматриваемых вагонах на примере Финляндского направления Санкт-Петербургской дистанции пути такие шкафы нередко не заперты. Отчасти в связи с тем, что члену локомотивной бригады или особенно любопытному пассажиру приходится регулярно вмешиваться в работу электрооборудования вагона, в том числе для включения/отключения системы отопления или её регулировки. И при этом шкаф забывают закрывать. Это, разумеется, беспорядок, тем не менее рассматриваемый вопрос безопасности пассажирских перевозок не является основным в теме статьи. Все обнаруженные и подтвержденные локомотивной бригадой ЭПЗД неисправности в пути следования или до подачи ж.-д. состава на перрон вокзала заносятся в специальный бортовой журнал; это обязательная процедура.

Дополнительно скажу, что при усилении мер транспортной безопасности, к примеру, в поездах дальнего и местного следования Южной пригородной пассажирской компании, курсирую-

щих по Крымскому мосту от Керчи до Джанкоя и далее – в обе стороны, все шкафы даже в туалетных комнатах (не только с оборудованием РЭА) обязательно опечатываются пломбами, и это тщательно проверяют сотрудники ФСБ в штатском, проходя по каждому составу в Керчи.

Также в качестве мер безопасности все билеты на поезда дальнего следования в этом регионе имеют электронное оформление, что позволяет заблаговременно видеть в электронной форме (базе) персональные данные всех пассажиров и «личный состав» поездной бригады; то есть проверять их заблаговременно и дистанционно [3]. Эти меры, вероятно, оправданы, чего не скажешь о практике, действующей в других регионах России, сообразно примеру Петербурга, представленному выше.

Почему некорректно в «старых» ЭПЗД работает оборудование обогрева салонной части вагонов, технически тоже можно понять. Датчики старые, расположены высоко, при техническом обслуживании систему обогрева проверяют номинально, реле-регулятор в электрощитке присутствует, но, будучи единожды поставленным на «максимум», когда, видимо, были заморозки до  $-20^{\circ}\text{C}$ , никогда не корректируется на реальную температуру «за окном».

В ещё более старых электропоездах типа ЭР2 и ЭР9 с модификациями (теперь они сняты с эксплуатации и украшают собой музей) применялась совмещённая система отопления – калорифер и электропечи, да, с автоматическим управлением, но с помощью ртутных датчиков температуры с ТКЕ, не сравнимым с современными требованиями и термодатчиками. Нарекания на них в службах эксплуатации были уже с первых месяцев. По отзывам практиков – ветеранов РЖД, в депо «силой инженерной мысли» делали раздельное управление отоплением и составляли режимную карту отопления. Да так, что иногда в движении ЭПЗД приходилось принудительно выключать освещение, чтобы прекратить электроснабжение вагона вообще, с тем чтобы таким образом отключить электропечки...

Да, локомотивные бригады в ходе зимних поездок регулярно слышат противоречивые отзывы о работе отопления: кому-то холодно, кому-то жарко. Помощник машиниста на конкретных перегонах, закреплённых в регламенте



Рис. 3. Вид на термометр и панель громкой связи «пассажир-машинист»

для каждого направления, должен контролировать в вагонах исправность оборудования по внешним признакам. На практике, если есть неисправность, то либо она устраняется доступным простым способом без остановки движения состава, либо машинист по громкой связи типа ТОН-1 объявляет пассажирам, что один или несколько вагонов не отапливаются, и просит перейти в другой вагон. На рис. 3 представлен вид системы связи «пассажир-машинист» – элемент системы оповещения ТОН-1 с расположенным рядом неисправным термометром. Ввиду рассмотренной выше типичной проблемной ситуации термометр, да ещё неисправный, выглядит вопиющим издевательством над получателями услуги РЖД – пассажирами: вы говорите по громкой связи локомотивной бригаде, что вам холодно или слишком жарко с обоснованной просьбой скорректировать отопление в вагоне, а из кабины машиниста в ответ: «а сколько там у вас на градуснике?», и вы отвечаете « $-40...$ » (как на термометре).

## Отопительная система вагонов «старого образца»

Если вагон не отапливается зимой, в нём довольно быстро установится такая же температура, как на улице. Теперь будем разбираться в причинно-следственной связи. Действительно, регулировка температуры происходит в автоматическом режиме: в каждом вагоне ЭПЗД, включая головные, моторные и прицепные (не моторные), установлены электронные датчики температуры, выведенные на внешнюю сторону обшивки вагона. Это элемент системы климат-контроля пассажирского вагона. В общем смысле, и упрощённо, работает система по одному прин-

# Astra Linux Embedded



Специальная лицензия Astra Linux Special Edition для устройств фиксированного назначения, широко использующихся в торговле, безопасности, банковской сфере, на транспорте, в промышленности, энергетике и других отраслях

## Ключевые преимущества

- **Широкий выбор** совместимого программного и аппаратного обеспечения из реестров Минцифры и Минпромторга позволяет выстроить оптимальную конфигурацию оборудования для любой задачи
- **Увеличенный срок поддержки** и продуманная система установки обновлений экономят ресурсы на обслуживание парка устройств
- **Уникальные СЗИ Astra Linux** обеспечивают максимум защиты при работе с конфиденциальной информацией, соответствие требованиям ФСТЭК и других регуляторов
- **Режим «Киоск»** обеспечивает простоту работы с интерфейсом приложений и предотвращает нежелательные действия пользователей
- **Готовый дистрибутив** – экономия на обучении сотрудников и сборке собственного образа
- **Оптимальное ценообразование** и отсутствие привязки к конечному пользователю отвечают потребностям OEM-производителей

Сертифицирована ФСТЭК России для работы с конфиденциальными данными

## ООО «Кварта Технологии»

Эксклюзивный дистрибьютор ОС  
Astra Linux Embedded

[www.quarta-embedded.ru](http://www.quarta-embedded.ru)  
+7 (495) 123 45 18  
[soft@quarta.ru](mailto:soft@quarta.ru)



ципу. Когда значение окружающей температуры достигает предустановленного регулятором электронным термореле (ЭТР) «верхнего» предела, отопление выключается, при падении значения температуры ЭТР включает отопление. Управление электропечами, главным элементом которых является трубчатый электрический нагреватель (ТЭН) – в условно старых, но ещё «бороздящих рельсы» электропоездах типов ЭД4М, ЭП2Д, ЭТ2А(М), ЭР2Т, ЭТ2, ЭД2Т, ЭП2Д и ещё более старых версий ЭР2, ЭР9 с модификациями – вплоть до «пионерской» разработки электропоезда СР-3 и др., в вагонах моделей 62-4162М осуществлялось электрическими контакторами в электрической цепи управления со слаботочными электромагнитными реле типа МКУ48С (и др.): посредством контактной группы реле замыкалась или размыкалась электрическая цепь питания мощных электропечей [2].

Причём в «старых» электропоездах ЭД4М, ЭП2Д, ЭТ2А(М), ЭР2Т, ЭТ2 (до «Ласточки») система отопления организована принципиально иначе (электропечи без воды и пара), чем в пассажирских вагонах поездов дальнего следования любого класса, где котёл растопит проводник углём и поддержит температуру с использованием ТЭНов.

О том, как организована система отопления в вагонах поездов дальнего следования, уместно прочесть в [5]. Подогрев воздуха в «старых» ЭПЗД осуществляется при помощи не электрических калориферов, а ТЭНов: внутри проволочные спирали, через них проходит электрический ток, происходит нагрев стенки трубки – выделение тепла, так нагревается окружающий воздух. Тепло поднимается вверх по законам физики – в салон транспортного средства, растёт температура к радости (но не всегда) пассажиров.

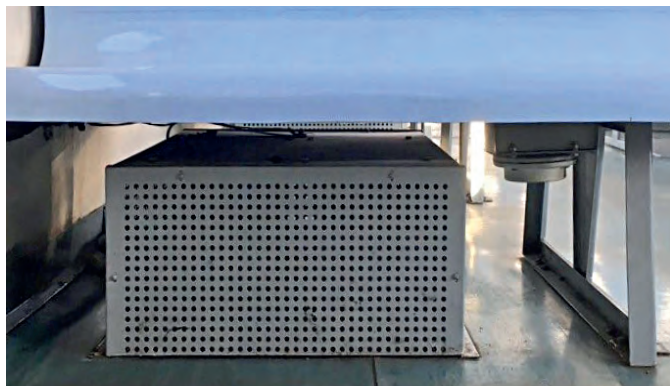


Рис. 4. Вид на электрическую печь ПЭТ-1УЗ в вагоне ЭПЗД ЭЭП

## Реле температуры ЭПЗД

ЭТР относится к «низковольтным аппаратам» и служит для отключения электрического отопления при достижении опасной температуры в вентиляционном канале в месте установки электротенов калориферов. Сплав, из которого изготовлен плавкий контакт, содержит 33% свинца, 33,5% олова и 33,5% висмута. Сплав переходит в жидкое состояние при температуре +105...+125°C. При достижении данной температуры воздуха в вентиляционном канале металл плавится, и соединённые им контактные пластины под действием листовых пружин размыкаются, разрывая электрическую цепь.

Технические характеристики термодатчика с чувствительным элементом – сплавом из лёгких металлов (термопара):

- температура срабатывания 105–125°C;
- разрывная мощность контактов 150 Вт при номинальном напряжении 50 В постоянного тока;
- зазор между не соединёнными сплавом пластинами 4 мм.

Отопительная система вагонов поражает своим анахронизмом. Разумеется, при таких технических характеристиках «старого датчика» температуры нельзя ожидать корректной метрологии и качественного климат-контроля в вагоне.

Система отопления состоит из электрических печей ПЭТ-1УЗ, предназначенных для нагрева воздуха внутренних помещений электропоезда, и электрокалориферов – для подогрева наружного воздуха, поступающего в пассажирское помещение. Электрические печи ПЭТ-1УЗ расположены в заземлённых кожухах на полу пассажирского вагона под диванами (рис. 4).

Каждая печь имеет четыре трубчатых нагревательных элемента, внутри которых пропущены проволочные спи-

рали. Для предотвращения смещения спиралей из-за вибрации трубки заполнены кварцевым песком. Нагревательные элементы укреплены на изоляторах и соединены последовательно. В моторном вагоне установлено 20 печей, в прицепном 20 печей, в головном (в пассажирском помещении) – 15 печей.

Электрокалориферы собраны из трубчатых нагревательных элементов ТЭН-78А мощностью 800 Вт каждый, рассчитанных на напряжение 220 В и закреплённых на фарфоровых изоляторах, установленных на металлических планках.

Внутри нагревательного элемента намотана спираль из нихромовой проволоки. Каждый электрокалорифер содержит 48 нагревательных элементов, соединённых в четыре параллельные группы.

Ещё более архаичная конструкция электрической печи была в вагонах ЭПЗД типа ЭР2 и ЭР9 (рис. 5).

## Юридический ликбез

Единственное, что можно сделать практически (апробировано автором) после безуспешных попыток получить помощь от локомотивной бригады и после того, как три часа пассажиры реально мучились от жары в вагоне, – это в открытом шкафу – в тамбуре, рукой, с соблюдением мер предосторожности, отключить тумблер «Отопление» и таким образом решить проблему.

Мы вовсе не рекламируем именно этот практический опыт, чтобы читателей не обвинили во вмешательстве в работу оборудования. Автор, как опытный в прошлом сотрудник правоохранительных органов России, доводит до сведения в качестве познавательного юридического ликбеза, что в Кодексе об административных правонарушениях (КоАП РФ) есть и такие нормы.

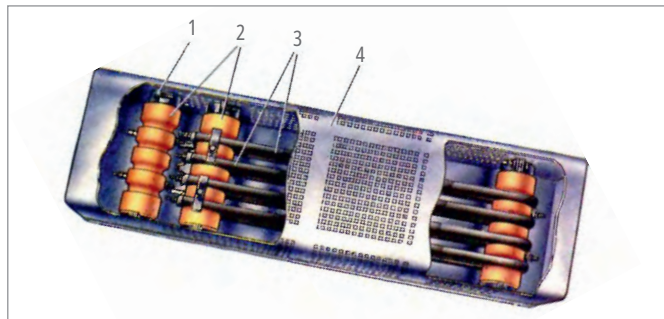


Рис. 5. Вид на устройство электрической печи ЭПЗД. 1 – хомут; 2 – изолятор; 3 – нагревательные элементы (4 шт.); 4 – металлический кожух



# WebScadaMT 4.7

Новая версия кроссплатформенной  
SCADA для электроэнергетики



## Отечественное ПО

В Реестре российского программного обеспечения № 17943



## Кроссплатформенность

Поддержка семейств  
ОС Windows и Linux



## Специализированные модули для электроэнергетики

- Определение места однофазных замыканий на землю
- Расчёт ресурса коммутационного оборудования
- Поддержка коммуникационных протоколов:  
Modbus, OPC UA, МЭК 61850, МЭК 60870-101 / -103 / -104



Скачивайте официальную бесплатную демоверсию с полным функционалом и возможностью сохранения проекта на 120 дней на нашем сайте – [mtrele.ru](http://mtrele.ru)

 **Механотроника**

198206, Санкт-Петербург, ул. Пионерстроя, д.23, лит. А  
Ком. поддержка: 8 (812) 244-70-10 / [sales.mt@systeme.ru](mailto:sales.mt@systeme.ru)  
Тех. поддержка: 8 (812) 654-35-85 / [service.mt@systeme.ru](mailto:service.mt@systeme.ru)  
[www.mtrele.ru](http://www.mtrele.ru)

 ГК «СИСТЭМ ЭЛЕКТРИК»

© 2024 НТЦ Механотроника. Все права защищены.  
Все упомянутые названия продуктов являются товарными знаками их владельцев.



mtrele



Telegram



VK



YouTube

В современных ЭПЗД типа ЭС1 (ЭС-2) «Ласточка», частично производящихся в ООО «Уральские локомотивы», система климат-контроля значительно усовершенствована для обеспечения надлежащего комфорта пассажиров, управляется электронным контроллером, в том числе с токовыми ключами, реализованными на мощных тиристорах. Климат-контроль в пассажирских вагонах современных ЭПЗД осуществляется с помощью кондиционеров с функцией подогрева воздуха.

### Системы современного климатического контроля ЭПЗД ЭС2Г

С появлением электропоезда с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ серий ЭС (ЭС1, ЭС2Г) типа «Ласточка» и соответственно тяговых локомотивов «смешанного тока» с тиристорным управлением силовыми установками началась буквально новая эра развития электротранспорта на железной дороге.

Система поддержания микроклимата ЭПЗД «Ласточка» предназначена для обеспечения комфортного температурного режима в пассажирском салоне и кабине машиниста.

Особо важно, что она регулирует содержание углекислого газа в установленных пределах.

Система состоит из следующих компонентов:

- компактная климатическая установка на крыше для пассажирского салона;
- компактная климатическая установка на крыше для кабины машиниста;
- система распределения воздуха внутри поезда;
- система воздухоотвода;
- система управления.

Система поддержания микроклимата выполняет следующие функции:

- подача наружного воздуха и воздухоотвод;
- отопление и охлаждение;
- подача и распределение воздуха (приточный, рециркуляционный);
- грубая фильтрация наружного воздуха;
- фильтрация смешанного воздуха;
- обеззараживание воздуха ультрафиолетом;
- аварийная вентиляция;
- аварийное отопление;
- регулировка и управление.

На рис. 6 представлена иллюстрация расположения агрегатов разного

назначения современного электропоезда ЭС1 (ЭС2) «Ласточка», часть оборудования которого производится в ООО «Уральские локомотивы». Предложена иллюстрация оборудования вагона с обозначением элементов отопления и системы климат-контроля. В такой конфигурации и с учётом реализации современной базы РЭА система климат-контроля своевременно и чётко регулирует температуру воздуха в вагоне, не вызывает особых нареканий и не приводит к негативным последствиям относительно описанных выше случаев угрозы жизни и здоровью пассажиров в старых, но продолжающих эксплуатацию ЭПЗД. В кабине машиниста возможен обогрев пола и ниш для ног, который действует при температурах ниже +10°C и включается вручную через элементы управления дисплея машиниста. Рассмотрим компоненты и узлы, входящие в новую систему поддержания микроклимата, особенности и режимы их работы.

### Климатическая установка пассажирского салона ЭС1(2) «Ласточка»

Климатическая установка пассажирского салона (рис. 6, позиции 1 и 2) рас-

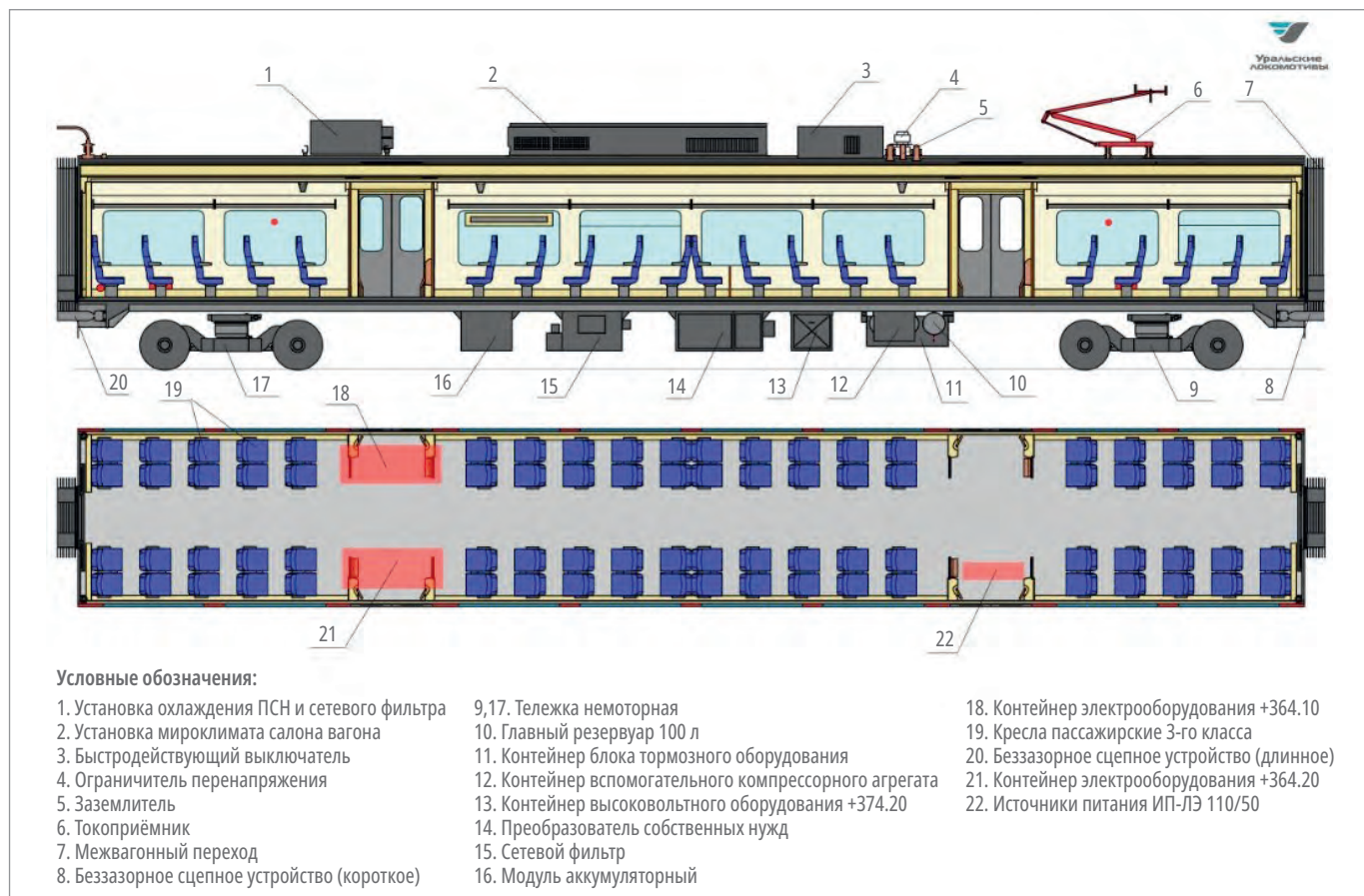


Рис. 6. Иллюстрация оборудования вагона электропоезда «Ласточка» ЭС2Г с обозначением элементов отопления и системы климат-контроля

полагается на крыше каждого вагона ЭПЗД «Ласточка» и состоит из следующих устройств.

Аппарат воздухоподготовки (LBG) осуществляет всасывание наружного воздуха через две решётки, расположенные вертикально на стенке корпуса установки. В корпусе установки два клапана приточного воздуха и два клапана циркуляции воздуха, которые управляются параллельно. Смесительный фильтр очищает смешанный воздух перед впуском в испаритель, выполненный в виде пластинчатого теплообменника. Два контура охлаждения размещаются в испарителе вложенными один в другой. Перед испарителем для обеззараживания воздуха установлены УФ-лампы. Вентиляторы приточного воздуха выполнены центробежными. Мощность нагрева реализуется

с помощью электронагревателя 3 кВт мощностью 22 кВт и двух групп электронагревателей 380 В мощностью по 14 кВт каждая. Рядом с аппаратом воздухоподготовки сбоку находится вытяжной вентилятор отработанного воздуха. Через отверстие для циркуляции воздуха в днище аппарата отработанный воздух вытягивается из пространства крыши, а далее с помощью вентилятора отработанного воздуха (рис. 7, позиция 6) выдувается из аппарата. Блок «Нагнетатель + конденсатор» (WS) обеспечивает регулирование мощности охлаждения при помощи байпаса газового теплоносителя в каждом контуре охлаждения. Контур охлаждения защищён от избыточных значений давления хладагента (реле безопасности высокого давления, датчик высокого давления и датчик минимального

давления), а конденсаторы выполнены в виде пластинчатых теплообменников [6]. Вентилятор конденсатора осевой формы с двумя скоростями вращения. Шкаф электрораспределительного устройства разделён на высоковольтную и низковольтную части. Он располагается в климатической установке рядом с аппаратом воздухоподготовки с компонентами управляющей и регулирующей техники, как и регулятор микроклимата, оборудованный устройством сопряжения с шиной MVB. Кроме того, климатические установки содержат систему управления и регулирования, блоки коммутации и контакторы для компонентов, предохранительные элементы нагревателей, контактор для сети 3000 В и соответствующий предохранитель. Климатическая установка жёстко соединена с крышей вагона при помощи 8 крепёжных захватов [7].

Технические характеристики установки поддержания микроклимата в пассажирском салоне представлены в табл. 1.

Для распределения нагретого или охлаждённого воздуха по пассажирскому салону используются потолочные каналы (разделены на три параллельных канала: центральный канал – для охлаждённого воздуха, боковые – для нагретого, с последующей передачей в боковые каналы), боковые и напольные воздухопроводы.

Продувка подготовленного приточного воздуха в пассажирский салон при охлаждении и вентиляции осуществляется через центральный потолочный канал и перфорированный по-

Таблица 1. Некоторые технические характеристики установки поддержания микроклимата в пассажирском салоне ЭПЗД ЭС1/ЭС2Г

Параметр	Значение
Холодопроизводительность, кВт	43
Теплопроизводительность, кВт	
вспомогательная система отопления 3 кВт DC	22
основная система отопления 380 В, 50 Гц, AC	28
Объём приточного воздуха, м <sup>3</sup> /ч, макс.	5000
в том числе наружного воздуха, м <sup>3</sup> /ч, макс.	3600
Размеры, мм	5150×2900×723
Масса, кг	1180
Хладагент	R134a
Масса хладагента, кг	30

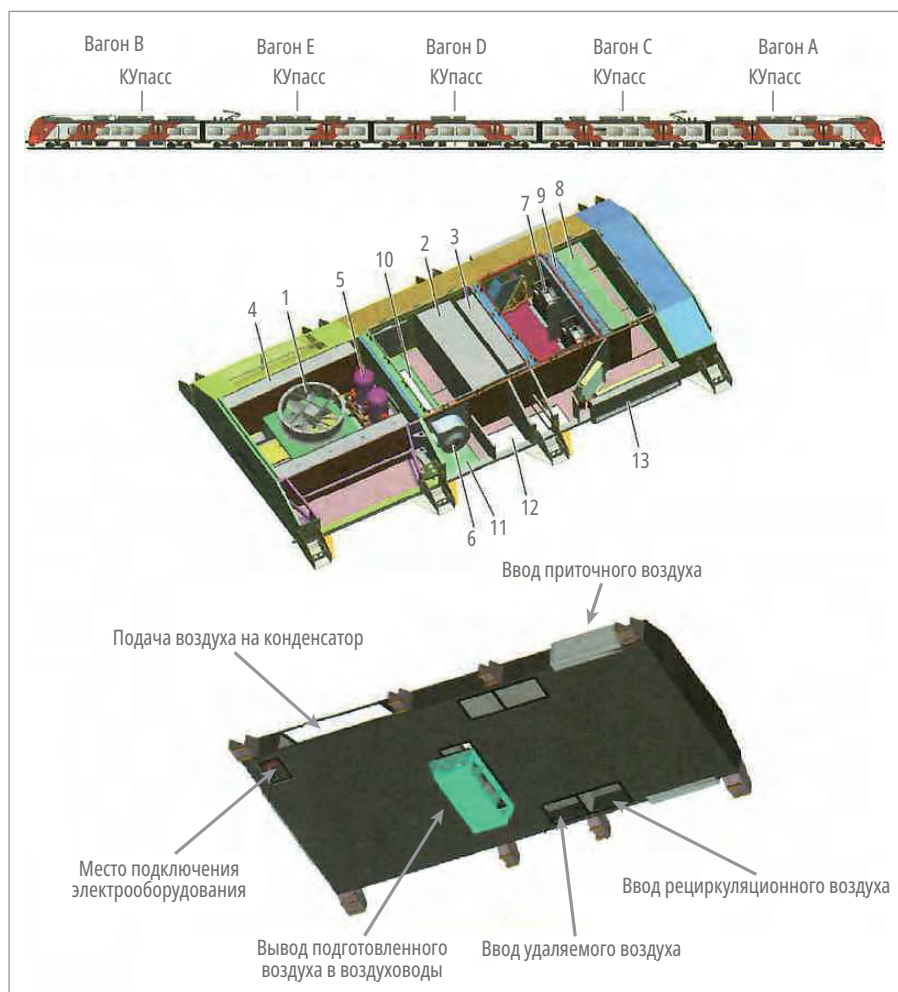


Рис. 7. Компонировка климатической установки пассажирских салонов ЭПЗД ЭС1. КУпасс – климатическая установка пассажирского салона; 1 – вентилятор конденсатора; 2 – блок вспомогательной системы отопления (3 кВт); 3 – блок основной климатической системы пассажирского салона; 4 – конденсатор; 5 – спиральный нагнетатель; 6 – вентилятор отработанного воздуха; 7 – вентилятор приточного воздуха; 8 – фильтр; 9 – испаритель; 10 – вентиляционное отверстие (приточный воздух); 11 – отверстие для отработанного воздуха; 12 – отверстие для циркуляции воздуха; 13 – решётка наружного воздухозаборника

толок. В случае обогрева подготовленный приточный воздух поступает в пассажирский салон через систему боковых и напольных каналов.

## Режимы работы климатической установки

В режиме «Климатическая установка включена» (штатный) система управления автоматически регулирует температуру внутреннего воздуха в каждом вагоне с соблюдением заданного параметра температуры. Через интерфейс «человек-машина» заданное значение температуры в кабине машиниста может корректироваться на  $\pm 4^\circ\text{C}$  с шагом в  $1^\circ\text{C}$ , а в пассажирском салоне – на  $\pm 2^\circ\text{C}$  с тем же шагом. Если температура наружного воздуха опускается ниже  $+5^\circ\text{C}$ , то система управления КУ автоматически включает защиту от замерзания. Режим «Защита климатической установки от замерзания» деактивируется, если температура наружного воздуха поднимается выше  $+7^\circ\text{C}$ . Когда температура воздуха внутри вагонов ЭПЗД поднимается выше  $+40^\circ\text{C}$ , система управления КУ активирует защиту от перегрева. В режиме «Защита климатической установки от перегрева» включается принудительное охлаждение во избежание повреждений из-за избыточной температуры воздуха внутри поезда. Защита от перегрева деактивируется, если температура воздуха внутри поезда снижается до  $+35^\circ\text{C}$  [6, 7].

Переход КУ в режим «Аварийное отключение климатической установки» выполняется либо вручную при помощи кнопки «Аварийное отключение климатической установки», либо автоматически через систему пожарной сигнализации, активной по всему составу. Все процессы вентиляции, отопления и поддержания микроклимата переходят в отключённое состояние (обесточиваются) [6]. Температура воздуха внутри поезда может повышаться или понижаться в зависимости от внешних условий. В отличие от режима работы «Отключение климатической установки» включение защиты от замерзания или перегрева не происходит, для их активации необходимо осуществить повторное включение климатической установки после выявления и устранения причин отключения.

Режим «Отстой во включённом состоянии» отличается тем, что КУ отключается, однако имеются два варианта настройки, корректирующие режим работы климатической установки:

- режим «Техническое обслуживание»: климатическая установка поддерживает температуру внутри поезда на уровне установленного заданного параметра;
- режим «Положение отстоя»: если не выбран режим техобслуживания, в зависимости от температуры наружного воздуха в поезде поддерживается температура до  $+12^\circ\text{C}$  в случае отопления либо не выше  $+30^\circ\text{C}$  в случае охлаждения.

В режиме «Проезд через автоматическую мойку» все включённые системы отопления в компактных КУ отключаются, а режим охлаждения контролируется системой управления микроклиматом. Все наружные заслонки автоматически закрываются, чтобы воспрепятствовать проникновению воды. В режиме «Аварийная вентиляция», являемся резервным уровнем штатного режима КУ в пассажирском салоне на случай отсутствия напряжения в контактной сети и выхода из строя бортовой сети переменного тока 380 В, элементы отопления и нагнетатели климатической установки отключаются, а приточные вентиляторы работают со сниженной мощностью. При отсутствии напряжения в контактной сети производится подача исключительно наружного воздуха. Приточные вентиляторы в такой ситуации получают питание от АКБ ЭПЗД примерно в течение 90 мин (в зависимости от состояния и энергоёмкости АКБ). При выходе из строя бортовой сети переменного тока 380 В, но продолжающем поступать напряжении в контактной сети, так же осуществляется аварийная вентиляция. Режим «Аварийное отопление» определяется тем, что при выходе из строя бортовой сети переменного тока 380 В, но продолжающем поступать напряжении в контактной сети, температура воздуха внутри поезда поддерживается с помощью элементов отопления напряжением 3 кВ на уровне не менее  $+5^\circ\text{C}$ . Все прочие отопительные элементы и нагнетатели климатической установки отключаются, а приточные вентиляторы работают со сниженной мощностью. Для снижения расхода тёплого воздуха подаётся умень-

шенный объём наружного воздуха. Приточные вентиляторы в таком случае получают питание от аккумуляторных батарей поезда в течение 90 мин [6, 7].

Кроме перечисленных выше режимов работы климатической установки, существуют ещё два функциональных состояния КУ, обусловленных функциональным назначением ЭПЗД. Функциональный режим «Городской режим работы» реализуется, когда поезд используется в пригородном сообщении. Средняя температура воздуха в пассажирском салоне при наружной температуре в диапазоне  $-40\dots+5^\circ\text{C}$  составит  $+15^\circ\text{C}$ . При росте температуры наружного воздуха средняя температура воздуха внутри непрерывно поднимается до нормально установленного значения  $+22^\circ\text{C}$ . Функциональный режим «Междугородний режим работы» реализуется, когда поезд используется для дальнего пассажирского сообщения. Средняя температура воздуха в пассажирском салоне при наружной температуре в диапазоне  $-40\dots+20^\circ\text{C}$  устанавливается на уровне  $+22^\circ\text{C}$ . Затем средняя температура воздуха внутри поезда непрерывно поднимается, если растёт температура наружного воздуха. Контроль заданных параметров температуры внутри пассажирского салона подбирается как функция от наружной температуры в соответствии с внесённой в программное обеспечение регулируемой характеристикой.

Температура в пассажирском салоне измеряется двумя температурными датчиками. Датчик уровня углекислого газа контролирует концентрацию  $\text{CO}_2$  в вагоне, в зависимости от этого параметра и температуры за бортом регулируется объём подачи свежего воздуха. Подача приточного воздуха зависит от количества пассажиров. Объём необходимого приточного воздуха приведён в табл. 2.

Климатическая установка в кабине машиниста (рис. 8) имеет свои особенности: 1 – вентилятор приточного воздуха; 2 – блок отопления; 3 – спиральный нагнетатель; 4 – вентилятор конденсатора; 5 – конденсатор; 6 – фильтр.

Распределение воздуха в кабине машиниста выполняется при помощи вы-

Таблица 2. Минимальное количество наружного воздуха, подаваемого в салон на одного пассажира

Параметр	Температура наружного воздуха		
	$T_{\text{атм}} < -20^\circ\text{C}$	$-20^\circ\text{C} < T_{\text{атм}} < -5^\circ\text{C}$	$-5^\circ\text{C} < T_{\text{атм}} < +26^\circ\text{C}$
Объём приточного воздуха	8 м <sup>3</sup> /ч	10 м <sup>3</sup> /ч	20 м <sup>3</sup> /ч

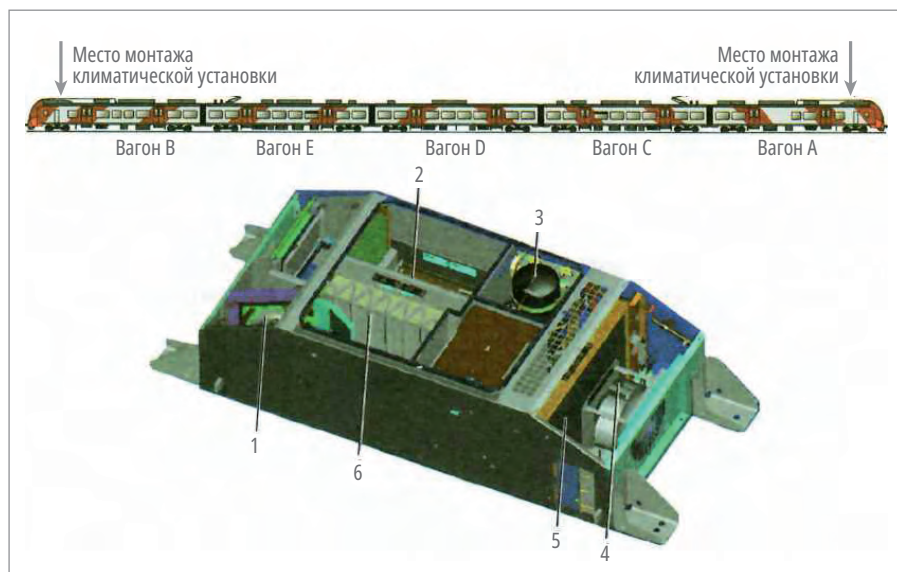


Рис. 8. Основные компоненты климатической установки в кабине машиниста

пусковых отверстий на лобовом стекле, через потолочные каналы и отверстия в нишах для ног. Режимы работы климатической установки в кабине машиниста идентичны для климатической установки в пассажирском салоне, но имеют некоторые особенности. У климатической установки в кабине машиниста нет функции аварийной вентиляции, так как кабина в критичном случае аварии вентилируется через открытые боковые окна. Заданный параметр температуры внутри кабины машиниста регулируется в зависимости от температуры наружного воздуха автоматически с помощью ПО.

## Выводы

За последние 10 лет после того, как электропоезд ЭС2Г с асинхронным тяговым приводом типа ЭГЭ «Ласточка» стал доступен для пассажирских перевозок, в том числе на дальних перегонах, таких как Москва-Петербург и Москва-Минск, комфортность поездки пассажиров существенно возросла. А это косвенно влияет и на качество жизни и здоровья. Это стало возможным благодаря разработкам в области современной электроники – в том числе электронных датчиков с относительно небольшой погрешностью метрологических измерений, а также адаптированным к ним электронным контроллерам и средствам электронной памяти. Всё это способствует автоматизации процессов измерения, контроля, безопасной эксплуатации и управления многопрофильными электронными и гибридными системами.

Таким образом, разработки новой РЭА существенно повлияли и продолжают

влиять на современные средства транспорта, и не только в железнодорожных перевозках. В этом смысле средства РЭА представляются незаменимыми.

Вместе с тем на объектах транспорта и железной дороге эксплуатируется подвижной состав прежних лет выпуска, причём есть «образцы» с эксплуатационным «стажем» более 50 лет. В этих транспортных средствах – анахронизмах эпохи – применена устаревшая элементная база, которая даже при соответствующем регламентном обслуживании и обеспечении безопасного механического движения «колёсных пар» не позволяет обеспечить требуемый вызовами времени уровень не только комфорта, но и безопасности при длительной поездке в электропоезде; это показано на невдуманном примере и подтверждается многочисленными жалобами и отзывами пассажиров РЖД из-за неудовлетворительного автоматического (а иного не предусмотрено) контроля температурного режима в вагонах ЭПЗД.

Проблема весьма серьёзная, притом что действующие инструкции локомотивных бригад ЭПЗД не предусматривают ответственность за контроль температурного режима, а также с учётом того, что «старые электрички» ещё долго (по ресурсу отдельных модификаций более 10 лет) будут «бороздить» рельсовые просторы обширного нашего государства.

Таким образом, требуется отладить в службах эксплуатации пригородных пассажирских компаний и их филиалах контроль и ответственность за обеспечение температурного режима в вагонах для пассажиров.

И третий важный аспект. Необходимо, наконец, совершенствовать электронное оборудование и подвижной состав на примере введённых в эксплуатацию поездов повышенной комфортности «Ласточка» и аналогичных, где автоматическая система климатического контроля соответствует требованиям к безопасности жизни и здоровью людей и в целом обеспечивает высокий уровень комфорта в пути. То есть развернуть, наконец, производственный сектор и разработки РЭА в области транспорта, а главное – изменить отношение в сторону заботы о человеке, а не о системе или электрошкафах в тамбурах вагонов ЭПЗД РЖД. Этого требует не только автор, но историческая необходимость и вызовы завтрашнего дня. ●

## Литература

1. Записки машиниста электропоезда. Отопление // URL: [https://pikabu.ru/story/zapiski\\_mashinista\\_yelektropoezda11\\_otoplenie\\_6948409](https://pikabu.ru/story/zapiski_mashinista_yelektropoezda11_otoplenie_6948409).
2. Особенности отопления в «электричке» // URL: <https://dzen.ru/a/YJczmeNY-GjBUJh->
3. Каишкаргов А.П. Выживание в кризисной ситуации. Полезный практикум на случай войн и техногенных катастроф. М.: Солон-Пресс, 2024. 205 с.
4. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 25.12.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 05.01.2024).
5. Принцип работы и порядок регулирования приборов отопления в пассажирском вагоне // URL: <https://stroiteh-msk.ru/obzory/princip-raboty-i-poryadok-regulirovaniya-priborov-otopleniya-v-passazhirskom-vagone.html>.
6. Система поддержания микроклимата // URL: <https://br.etrain.ru/%D1%8D%D1%811-%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0-%D0%BF%D0%BE-%D0%B4%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B0/>.
7. Электропоезд ЭС1 «Ласточка». Электронный датчик контроля параметров температуры нагрева // URL: <https://br.etrain.ru/%D1%8D%D0%B2%D1%812-%D1%8D%D0%B2%D1%811-%D0%B4%D0%B0-%D1%82-%D1%87%D0%B8%D0%BA-%D0%BA-%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F-%D0%BF-%D0%B0-%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2-%D1%82/>.
8. Электропоезд ЭТ2М, ЭП2Т, ЭТ2 // URL: [https://electric4ka.com/et2\\_m\\_et2t\\_ed2t/et2\\_115.html](https://electric4ka.com/et2_m_et2t_ed2t/et2_115.html).

## Прософт-Системы запустили автоматизированную линию защиты плат от агрессивных сред



В производственном центре ООО «Прософт-Системы» дооборудован участок с автоматизированной линией УФ-лакировки печатных плат. В её состав входят современная селективная установка по нанесению защитного изоляционного покрытия, инспекционные конвейеры открытого и закрытого типов, УФ-печь для отверждения материалов, переворотный конвейер и две лифтовые секции.

Нанесение защитного покрытия – УФ-лакировка – применяется в качестве финишного этапа изготовления печатных плат: после монтажа всех элементов и тщательной промывки.

С помощью дозирующего аппликатора селективной установки УФ-лак наносится только на те участки, которые необходимо защитить. За счёт применяемой оси вращения ±180° можно покрывать также боковые поверхности элементов. Данный способ позволяет не только нанести покрытие в короткие сроки, но и сделать это с высокой точностью и повторяемостью. Кроме того, равномерное и точное покрытие обеспечивает высокое качество работы и экономии наносимого материала.

Сегодня УФ-лакировка является необходимым этапом изготовления печатных плат для производства оборудования, эксплуатирующегося в агрессивных условиях внешней среды. Покрытие электронных узлов изоляционными материалами позволяет максимально защитить их от внешних неблагоприятных факторов и избежать отказов в работе. Таким образом, повышается устойчивость к влажности, конденсации, солевому туману, коррозионным газам или комбинации всех этих элементов. Помимо этого, защитное покрытие выполняет задачу по дополнительной электрической изоляции узла и компонентов. ●



## Astra Linux Embedded для промышленных сценариев

28 февраля в г. Санкт-Петербург прошло первое в России очное мероприятие по новому продукту группы Астра – Astra Linux Embedded, который призван заменить продукты Windows Embedded и IoT в условиях санкционных ограничений.

Мероприятие провела компания Кварта Технологии, эксклюзивный дистрибутор Astra Linux Embedded, совместно с компаниями ГК Астра и Ниеншанц-Автоматика.

Astra Linux Embedded — это особый тип лицензии ОС Astra Linux Special Edition, созданный специально для устройств фиксированного назначения и обладающий более выгодной ценой, удобным лицензированием и логистикой, по сравнению с лицензиями для офисного применения. Существует в клиентской и серверной редакциях, для архитектур x86 и ARM. По составу дистрибутива полностью соответствует Astra Linux Special Edition.

Лицензии Astra Linux Embedded поставляются партнёрам-производителям или интеграторам компьютерных устройств и решений фиксированного назначения, выполняющих определённую узкую функцию.

Помимо рассказа об особенностях предложения Astra Linux Embedded, были также освещены вопросы миграции приложений с Windows на Linux и реализованные проекты. Впервые была представлена сервисная модель работы для более сложных сценариев, например для разработок под ARM архитектуру.

Специалисты Ниеншанц-Автоматика поделились своим опытом применения платформы Astra Linux на промышленных ПК.

Особый интерес посетителей вызывало программное обеспечение (скрипты) для автоматизации настройки специальных возможностей Astra Linux Embedded, разработанное Кварта Технологии для повышения отказоустойчивости встраиваемых решений.

Семинар посетили более 50 представителей компаний-производителей и системных интеграторов из разных регионов России. ●

ООО Кварта Технологии

[www.quarta-embedded.ru](http://www.quarta-embedded.ru), [soft@quarta.ru](mailto:soft@quarta.ru)

+7 (495) 123-45-18



## Защищённый ноутбук GETAC X600 PRO



Getac представляет ноутбук в защищённом корпусе X600 PRO с диагональю экрана 15,6 дюйма и яркостью дисплея 1000 нит. Проекционно-ёмкостный сенсорный экран допускает работу в перчатках в холодную погоду и под дождём. В полной комплектации модель имеет габариты 412×322×77,4 мм и вес 6,05 кг. Работает серия X600 PRO под управлением операционной системы Microsoft Windows 11 Pro.

X600 PRO сертифицирован по стандартам MIL-STD-810H по устойчивости к ударам и вибрации (допускается падение с высоты до 1,2 м) и MIL-STD-461G по электромагнитной совместимости, а также обладает защитой от пыли и влаги уровня IP66 по всему корпусу. Рабочая температура ноутбука от –29 до +63°C, что подходит для круглогодичного использования в большинстве широт. Допустимая влажность среды до 95% без образования конденсата.

Ноутбук выполнен в нескольких модификациях на базе процессоров Intel® Core® I семейства Rocket Lake и Intel® Xeon® W семейства Tiger Lake.

Есть возможность установки до трёх быстросъёмных твердотельных накопителей с интерфейсом подключения PCIe общей ёмкостью до 6 Тбайт.

В базовой комплектации имеется: 2× 2.5GbE Ethernet, 2× RS-232, 1× VGA, 1× Thunderbolt 4, DVD-привод и считыватель смарт-карт, а также дополнительно можно установить модуль расширения для двух полноразмерных плат с интерфейсом подключения PCIe.

На борту установлено 4 литиевые батареи (75 Вт·ч) и блок питания 230 Вт, 100–240 В.

Полное гарантийное обслуживание, включая «случайные повреждения» в течение 3 лет, производится на территории РФ. ●



## TORNADO-MTCA – системы ЦОС стандарта MicroTCA от российского производителя

Российская фирма «МикроЛАБ Системс» (г. Москва) отметила своё 30-летие началом поставок высокопроизводительных систем ЦОС TORNADO-MTCA «классического» промышленного стандарта PICMG MicroTCA (MTCA.0) на базе инфраструктурных системных компонентов полностью собственной разработки (шасси, ИП, модули коммутации и управления MCH), а также уже хорошо известных прикладных модулей ЦОС TORNADO-A стандарта PICMG AdvancedMC (AMC.0) собственной разработки. Это позволяет создавать высокопроизводительные, реконфигурируемые, распределённые и легко масштабируемые системы ЦОС с «горячей» установкой и заменой AMC-модулей для приложений телекоммуникации, связи, радиолокации, мониторинга, DPI COPM, обработки изображений и ИИ, измерений и др.

Уникальные «классические» компактные шасси MicroTCA TORNADO-MC/C6.1 и модуль MCH TORNADO-MCH/E40G.1 фирмы «МикроЛАБ Системс» по своим техниче-



ским и эксплуатационным характеристикам значительно превосходят ближайшие аналоги от известных мировых производителей, а их аппаратные средства и ПО могут быть модифицированы в соответствии со спецификациями заказчика.

Шасси TORNADO-MC/C6.1 имеет высоту 1.5U для установки 6 полновысотных AMC-модулей, встроенный ИП 650 Вт с лимитом 120 Вт на AMC-модуль, каналы передачи данных 12,5 Гбит/с (одиночные линки) и 50 Гбит/с (линки «Fat-Pipes»), агрегативную пропускную способность 3 Тбит/с и коммутационную объединительную панель («Backplane») с базовой «классической» топологией «одинарная звезда» для портов 4–11 AMC-модулей и топологией «M2M Partial Mesh» для портов 12–20 AMC-модулей. Кроме того, имеются опциональные слоты для специализированных модулей JTAG-эмуляции и SSD-дисков, соответствующие

перспективному «продвинутому» стандарту iMTCA фирмы «МикроЛАБ Системс», а также набор дополнительных опций, значительно повышающих эксплуатационные характеристики изделия и позволяющих расширить функциональность его применения.

Системный модуль MCH TORNADO-MCH/E40G.1 коммутации и управления имеет «базовые» линки AMC Fabric-A 1/10GbE и линки передачи потоков данных AMC Fabric-DEFG 10GbE/40GbE, а также позволяет запускать приложения пользователя для управления всей системой в реальном времени. Модуль управляется дистанционно через сети LAN/WAN.

Линейка AMC-модулей ЦОС TORNADO-A включает модули с ПЛИС, мультитядерными процессорами ЦОС и ARM, «дочерними» РЧ АЦП/ЦАП, сетевыми интерфейсами 10GbE/40GbE, регистраторами цифровых потоков и РЧ-сигналов и др.

Вся продукция фирмы «МикроЛАБ Системс» разрабатывается и производится на территории РФ. ●

[www.mlabsys.ru](http://www.mlabsys.ru)  
[info@mlabsys.ru](mailto:info@mlabsys.ru)  
 +7 (499) 900-62-08



Комплексные Решения ЦОС

# Системы ЦОС TORNADO-MTCA

Системы MicroTCA и модули AdvancedMC с ПЦОС-ARM-ПЛИС

- Телекоммуникация
- Радиомониторинг
- SDR, радиосвязь
- Радиолокация
- DPI, системы COPM
- Измерительные системы
- Запись РЧ-сигналов и потоков
- Интеллектуальные РЧ-джаммеры, РЭБ
- Обработка изображений и системы ИИ
- Распределенные системы ЦОС
- Промышленные и медицинские системы



**TORNADO-MC/C6.1**  
Шасси MicroTCA с 6-ю AMC модулями и источником питания 650Вт

- Компактность
- Модульная архитектура
- Агрегативный трафик 1.5Tbps
- Масштабируемость
- «Горячая» замена модулей
- Изолированные подсети и трафик
- Удаленный контроль и мониторинг




**TORNADO-A6678/FMC**  
AMC модуль ПЦОС+ПЛИС+FMC




**TORNADO-AZU+/FMC+**  
AMC модуль ARM+ПЛИС+FMC+




**TORNADO-AZ/FMC**  
AMC модуль ARM+ПЛИС+FMC




**T/AX-DSFPX**  
AMC модуль SFP+ LAN/WAN



**СДЕЛАНО В РОССИИ**

WWW.MLABSYS.RU



# Роботы и искусственный интеллект в шахтах

Филипп Игнатенко

Мы взяли интервью у специалиста по горному делу О.А. Афанасьева и провели обзор основных направлений развития робототехники в шахтах.

Афанасьев Олег Александрович – кандидат технических наук, специалист в области горного дела. Родился в городе Туле. После окончания Тульского государственного университета по специальности «Прикладная математика и информатика» начал работать в Конструкторском бюро приборостроения. В 31 год Олег защитил кандидатскую диссертацию на тему «Прогноз динамики газовыделения и оценка газовых ситуаций в углекислотообильных шахтах».

Олег является автором более 14 научных работ. В диссертации он уточнил ряд закономерностей фильтрационно-диффузионного переноса газов в угольных пластах, выработанных пространствах и горных выработках, а также разбавления и переноса газовых примесей в вентиляционном потоке горных выработок очистных и подготовительных участков с учётом трендов временного ряда атмосферного давления для прогноза газовых ситуаций в период экстренных газовыделений и повышения безопасности очистных и подготовительных работ.

– Олег Александрович, что стало продолжением вашей научной деятельности?

– В последние годы я активно занимался научными исследованиями в области применения робототехники в горном деле. На данный момент разрабатываю концепцию интеллектуальных роботов для работы в опасных горных выработках. Предложил использовать автономные дроны для поиска и спасения шахтёров при внезапных обвалах и неблагоприятных газовых ситуациях. При этом общая схема применения искусственного интеллекта состоит из сервера, ретрансляторов и

мобильных средств газового контроля и спасения (далее – МСГК).

– Какие новые возможности открываются при использовании искусственного интеллекта для обеспечения газовой безопасности горнорабочих?

– На сегодняшний день существует много различных систем контроля за газовой опасностью в шахтах, но нет систем, позволяющих анализировать получаемые данные и на основании их анализа предвидеть опасные газовые ситуации в режиме реального времени и заблаговременно сообщать о возможных опасностях горнорабочим, находящимся в зоне и/или на пути распространения потенциальной опасности.

В рамках этой работы была разработана полезная модель. Кратко приведу суть этой полезной модели. Она заключается в том числе в применении искусственного интеллекта для обеспечения газовой безопасности горнорабочих, в частности, может быть применено построение сети мобильных и стационарных устройств, а также сервера, объединяющие данные устройства (рис. 1). Для решения задач мониторинга, сигнализации, анализа и предупреждения опасных газовых ситуаций, а также оперативного автоматического поиска местоположения горнорабочих, попавших в сложную ситуацию, сервер снабжается

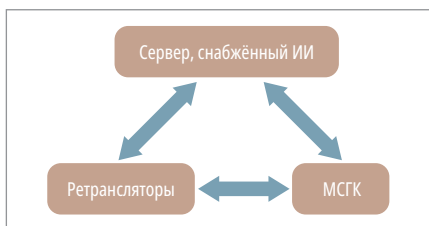


Рис. 1. Общая схема модели

искусственным интеллектом на базе нейросети.

Итак, данная система может состоять из следующих устройств:

- сервер с искусственным интеллектом;
- мобильные устройства (крепятся на руку горнорабочего);
- стационарные устройства (монтируются стационарно в шахте с определённым шагом).

Рассмотрим каждое из этих устройств подробно.

## Мобильные устройства

Каждый горнорабочий надевает специальный прибор на руку/запястье – мобильное средство газового контроля (рис. 2).

Возможные характеристики МСГК:

- форм-фактор наручных часов;
- наличие газовых датчиков;
- наличие датчика температуры окружающей среды;
- экран индикации + звуковой зуммер;
- батарейка на 36 часов работы;
- радиопередатчик на 2,4 или 5 МГц (для огибания радиоволнами препятствий);
- внутренняя память;

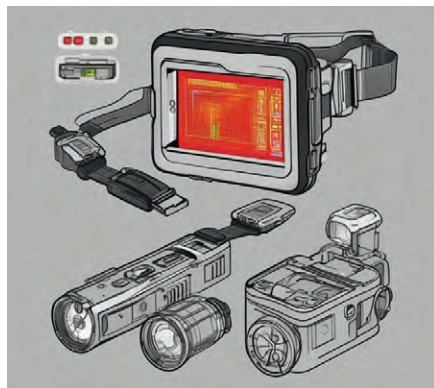


Рис. 2. Возможный вид мобильного средства газового контроля



- процессор управления;
- программное обеспечение МСГК.  
Возможные функции прибора МСГК:
- сбор данных с газовых сенсоров в своём корпусе;
- звуковой и видеосигнал о газовой опасности;
- радиообмен данными с такими же устройствами МСГК;
- определение собственного местоположения в угольной шахте на основании радиообмена со стационарными устройствами – маяками, в том числе являющимися и репитерами;
- функция радиорепитера данных с одних МСГК на другие МСГК;
- обеспечение радиосети наподобие сети Wi-Fi, с многочисленными клиентами/ретрансляторами;
- функция радио SOS;
- функция приёма данных об опасности с соседних/удалённых МСГК, а также с сервера обработки данных всех МСГК о газовой опасности, просчитанной нейросетью сервера обработки и хранения данных;
- функция голосового помощника на базе ИИ;
- функция таскменеджера и многие другие функции.

#### Стационарные устройства

Основными их функциями могут быть:

- функция «маяка»;
- функция ретранслятора данных.

Эти устройства могут размещаться на всём протяжении шахты с определённым шагом. Представляют собой ретрансляторы радиосигналов в защищённых корпусах, передающие данные между ближайшими МСГК, а также сервером.

#### Сервер

Это мозг всей системы. Он может состоять из:

- компьютера;
- радиоприёмника/передатчика, например, на частоте сети 2,4/5 мГц.  
Основные возможные функции:
- радиообмен данными с МСГК и ретрансляторами;
- анализ данных от всех МСГК о газовой опасности, просчитанной собственной нейросетью для обработки и хранения данных;
- расчёт вероятностей возникновения возможных ЧС на основании данных, обработанных собственной нейросетью;
- расчёт направлений распространения и последствий ЧС;
- автоматический вызов спасателей и экстренных служб в случае возникновения ЧС.

#### – А какой функциональностью будет обладать на практике предложенная вами система?

– В целом система позволит:

- прогнозировать и предупредить о возможной газовой опасности вблизи носителя мобильного прибора МСГК на основании обработки данных искусственным интеллектом;
- предупредить о возникшей газовой опасности вблизи носителя мобильного прибора МСГК, с передачей информации по концентрации вредных веществ с привязкой к координатам/местности в шахте;
- послать предупреждение всем соседним таким приборам МСГК, а по сути, горнорабочим, находящимся вблизи возникшей газовой опасности;
- при возникновении на нескольких МСГК вся информация поступает на сервер, где нейросеть определяет очаг, направление и скорость распространения газовой и пожарной опасности и рассылает предупреждение всем горнорабочим, находящимся на пути распространения опасности, используя радиосеть, состоящую из МСГК и маяков репитеров;
- МСГК посылает сигнал SOS в случае попадания горнорабочего в сложную ситуацию, при этом отсылаются данные с номером устройства, концентрации газов, температуре и данными о нахождении МСГК/горнорабочего относительно ближайшего стационарного маяка, что позволит существенно ускорить поиск и нахождение последнего. В свою очередь, нейросеть на сервере по техническим данным приёма определяет точное местоположение данного горнорабочего, после чего выслаются спасатели.

#### – Какие основные направления можно выделить для дальнейшего развития робототехники в шахтах?

– Вот основные направления для дальнейшего прогресса в горнодобывающей промышленности:

- повышение автономности и интеллекта роботов – создание систем искусственного интеллекта для анализа ситуации, принятия решений и управления без участия оператора;
- совершенствование алгоритмов машинного зрения и технологий SLAM для навигации роботов в сложных трёхмерных пространствах шахт и туннелей;
- разработка мультиагентных технологий – комплексов из множества небольших роботов, эффективно взаи-

модействующих для решения поставленных задач;

- создание стандартизированных унифицированных аппаратно-программных платформ, упрощающих разработку специализированных роботов;
- повышение энергоэффективности и создание компактных источников питания для увеличения времени автономной работы;
- разработка прочных и износостойких материалов и компонентов, выдерживающих условия подземных работ;
- создание систем беспроводной передачи энергии для зарядки роботов в труднодоступных местах;
- развитие нормативно-правовой базы для внедрения и эксплуатации роботизированных комплексов в шахтах.

Считаю, внедрение технологий искусственного интеллекта действительно может кардинально улучшить характеристики роботизированных систем, применяемых в горнодобывающей промышленности. Благодаря алгоритмам машинного и глубокого обучения роботы смогут действовать автономно в меняющихся условиях шахт, анализировать ситуацию и самостоятельно принимать решения. Нейронные сети позволят распознавать объекты в условиях недостаточной видимости, обеспечивая надёжную навигацию роботов. Использование ИИ увеличит скорость и качество выполнения таких задач, как бурение, добыча, транспортировка, погрузка горной массы. Интеллектуальная координация группы роботов повысит общую производительность и эффективность процессов. Предиктивная аналитика на основе больших данных от датчиков роботов оптимизирует управление шахтными операциями. Использование ИИ повысит автономность работы в опасных условиях, где нахождение человека затруднено или невозможно. Несомненно, интеллектуализация роботизированных решений приведёт к автоматизации шахт и значительному прогрессу горнодобывающей отрасли.

#### – В завершение расскажите, считаете ли вы развитие технологий, связанных с искусственным интеллектом, приоритетным?

– Безусловно, технологии искусственного интеллекта должны стать одним из стратегических приоритетов в развитии робототехники для горной отрасли. Планирую вносить и свой вклад в данное направление и продолжать научную деятельность. ●



# Конструктивные особенности антивандального и взрывозащитного оборудования

*Андрей Кашкаров*

**Новый век и вызовы времени уточнили определение, виды, классификацию и маркировку РЭА, устойчивой в взрывоопасной среде. Изменились векторы определения: современные РЭА требуют защиту не столько от разрушения изнутри, сколько от внешних воздействий – агрессивной среды, осколков и поражающих веществ и предметов. Теперь электронные устройства для соответствующих задач изготавливаются в вандалоустойчивом (антивандальном) и взрывозащищённом исполнении. В статье на примерах дан обзор современных конструкций корпусов и боксов, защищающих РЭА от внешних поражающих элементов, приведена стандартизация маркировки взрывозащиты РЭА по ГОСТ для применения во взрывоопасных зонах, помещениях для наружной установки.**

Взрывозащищённое электрооборудование – это электротехническое устройство, электрооборудование специального назначения, выполненное таким образом, что устранена или затруднена возможность воспламенения окружающей взрывоопасной среды вследствие эксплуатации. Взрывоопасная среда – смесь с воздухом, при атмосферных условиях, горючих веществ в виде газа, пара, тумана или пыли, в которой горение после воспламенения распространяется на весь объём взрывоопасной смеси [1]. Взрывоопасное оборудование соответственно классифицируется, есть и специальная маркировка взрывобезопасного оборудования – Ex (от англ. Explosion Proof – взрывобезопасность).

## Особенности взрывозащищённого оборудования

Проблематику надёжности и эффективности взрывозащищённого оборудования можно условно разделить по признакам и свойствам назначения оборудования. В силовых электрических установках, в РЭА, в микроэлектронике (также разного назначения)

эта проблематика видится со своими акцентами. Если на предприятиях со взрывоопасными условиями производства взрывозащищённое оборудование прямо связано с производственным процессом и безопасностью персонала, то в бытовой сфере наибольшую опасность представляют устройства и элементы РЭА, содержащие движущиеся механические части и АКБ. Чем больше мощность рассеяния или мощность, производимая электрическим устройством, тем более велик взрывоопасный риск и вероятность поражения людей и животных на расстоянии от устройства.

Особенное значение проблема взрывоопасного оборудования приобретает на транспортной инфраструктуре, ибо движущееся средство по определению является предметом повышенной опасности для окружающих. С проблемой взрывоопасности прямо связана пожарная безопасность – частота возникновения пожаров. В частности, многие помнят отдельные случаи проблем с аккумуляторами сотовых телефонов и других РЭА – от автоматических устройств вентиляции лёгких (медицинское оборудование в госпиталях во вре-

мя пандемии коронавируса) до «внезапных» взрывов и возгораний электросамокатов. Подробнее о проблематике в [3].

Отдельное направление – проблематика взрывоопасности дискретных элементов (и модулей на их основе) в источниках питания и в целом на печатных платах. Так, оксидные конденсаторы подвержены моментальному разрушению посредством взрыва при неправильно приложенном напряжении, а также при превышении номинального рабочего напряжения, или воздействию на обкладки модулированного либо переменного напряжения. Реже посредством «микровзрыва» повреждаются и другие дискретные элементы, в том числе полупроводники в корпусах разного форм-фактора. И если на производстве своевременное техническое обслуживание может предотвратить или минимизировать риски разрушения (посредством взрыва и возгорания) силовых машин, мощных электродвигателей и предотвратить остановку производственного процесса, то в частном секторе при отсутствии контроля и регламента РЭА это сделать затруднительно.

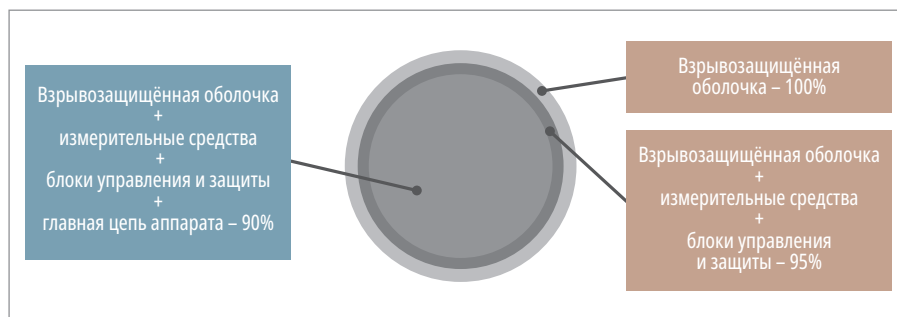


Рис. 1. Распределение неисправностей по причинам неисправностей

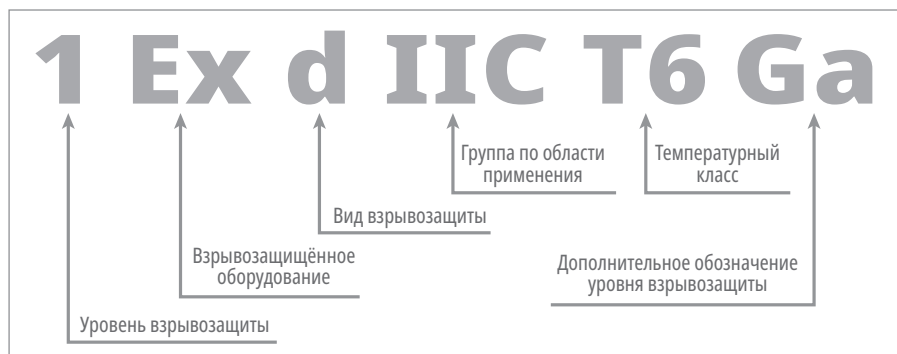


Рис. 2. Расшифровка маркировки взрывоопасного оборудования

На рис. 1 представлена условная диаграмма наиболее критичных элементов взрывозащищённого оборудования, установленного на производстве. Сведения по материалам из [7].

Каждому изделию, предназначенному для применения во взрывоопасной зоне, после проведения соответствующих испытаний с целью допуска к эксплуатации в конкретной среде присваивается маркировка взрывозащиты, или Ex-маркировка, и оформляется сертификат соответствия требованиям стандарта ТР ТС 012/2011. В сертификате указана информация о типе, модели, марке, исполнении оборудования (особенности модели), условия применения с параметрами электрических цепей, а также (если имеются) особые условия применения под знаком X.

Маркировка взрывозащиты имеет свои особенности. На рис. 2 представлен пример расшифровки Ex-маркировки электрического оборудования и РЭА по ГОСТ 31610.0–2014 (IEC 60079-0:2011) «Взрывобезопасные среды».

Имеет особое значение часть определений из раздела «Общие требования» – нескольких цифробуквенных символов, несущих полезную информацию, и имеющих следующую структуру (рис. 2):

- первый знак – знак уровня взрывозащиты;
- Ex – знак принадлежности к взрывозащищённому оборудованию;
- третий знак – вид взрывозащиты;

- четвёртый знак – группа по области применения;
- пятый знак – температурный класс;
- шестой знак – тоже знак уровня взрывозащиты на европейский манер – Ga, Gb и Gc.

В конце маркировки может стоять знак X или U: X указывает на специальные условия безопасного применения электрооборудования, U служит для обозначения Ex-компонента.

О проблематике взрывоопасного оборудования есть много условно устаревших публикаций. Однако далее и на протяжении всей статьи будем обращаться к способам и методам защиты РЭА и в целом – оборудования, работающих в условиях рисков и взрывоопасных сред. Таких рисков в разных сферах в последние годы появляется всё больше. Поэтому оказался востребованным (и не первый год) в производстве такой сегмент оборудования, как взрывозащитные кожухи, экраны, корпуса для РЭА различного назначения. О них на конкретных примерах и с обоснованием технических особенностей поговорим далее.

## Методы обеспечения взрывобезопасности

Основные способы обеспечения взрывобезопасности оборудования регламентируются Техническим регламентом «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах» (ТР ТС 012/2011) и межгосударственными

ми стандартами, перечень которых утверждался Решением Коллегии Евразийской экономической комиссии. Таким образом, по межгосударственным договорам оборудование сертифицировалось в соответствии с техническим регламентом Евразийского экономического союза, действующим также в Российской Федерации.

Среди способов защиты РЭА во взрывоопасных средах важными признаны следующие:

- локализация, сдерживание взрыва, когда принятые меры не дают взрыву распространиться за пределы оболочки оборудования;
- изоляция или герметизация – заливка компаундом, продувка оборудования, например, сжатым воздухом для поддержания внутри оболочки повышенного давления, заполнение оболочки кварцевым песком или маслом;
- применение искробезопасной электрической цепи в целях предотвращения или ограничения запасённой и выделяемой энергии в электрических цепях.

## Классификация электрооборудования

По уровню взрывозащиты электрооборудование подразделяется:

- на электрооборудование повышенной надёжности против взрыва;
- взрывобезопасное электрооборудование;
- особо взрывобезопасное электрооборудование.

Критерии присвоения уровня взрывозащиты электрооборудованию изложены в ГОСТ 31610.0–2014 (IEC 60079-0:2011). Вид взрывозащиты – специальные меры, предусмотренные в электрооборудовании с целью предотвращения воспламенения окружающей взрывоопасной среды, совокупность средств взрывозащиты электрооборудования. Каждому виду взрывозащиты соответствует определённый символ:

- d, e, i, m, n, o, p, q, s – для электрооборудования, предназначенного для работы во взрывоопасных газовых средах;
- t, i, m, p, s – для электрооборудования, предназначенного для работы во взрывоопасных пылевых средах;
- fr, d, c, b, k, p – для неэлектрического оборудования.

По области применения оборудования делится на группы:

- I – рудничное взрывозащищённое электрооборудование, предназна-

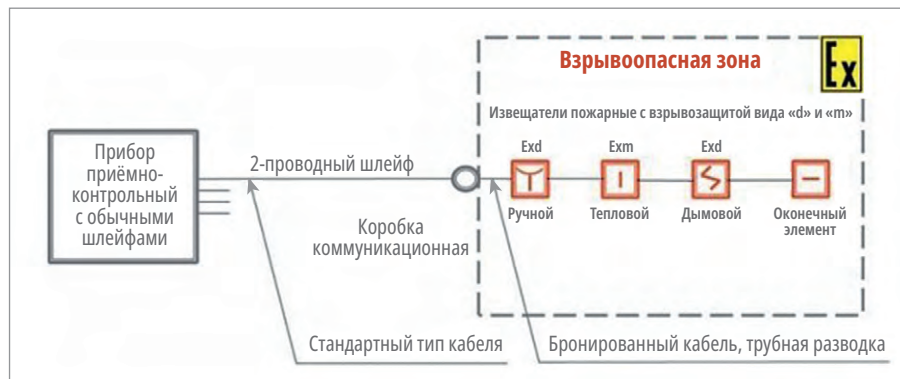


Рис. 3. Схема использования устройств с взрывозащитой вида «d» или «m»

ченное для применения в подземных выработках шахт, рудников и в их наземных строениях, опасных по рудничному газу и/или горючей пыли;

- II – взрывозащищённое электрооборудование для внутренней и наружной установки, предназначенное для потенциально взрывоопасных сред, кроме подземных выработок шахт и рудников и их наземных строений, опасных по рудничному газу и/или пыли;
- III – оборудование, предназначенное для применения во взрывоопасных пылевых средах (кроме подземных выработок шахт и их наземных строений).

Подробнее об этом в [1]. Электрооборудование групп II и III может подразделяться на подгруппы (IIA, IIB или IIC, IIIA, IIIB, IIIC) в соответствии с категорией взрывоопасности газовой среды и характеристикой особенностей пылевой среды, там, где они актуальны и влияют.

На рис. 3 представлена иллюстрация схемы использования устройств с взрывозащитой вида «d» или «m».

Для прокладки кабелей и обеспечения их целостности даже в условиях взрывоопасных сред применяют соответствующие способы с помощью уплотнительных модулей и дополнительной стальной оплётки. Иначе – помещают электрический и соединительный кабели (трансляция потоков данных в цифровой форме) в металлическую трубу, толщина которой выбирается в соответствии с задачами по конкретной ситуации. На рис. 4 представлен современный способ прокладки кабеля сквозь стены и перегородки с использованием взрывозащищённых уплотнительных модулей, установленных в муфты или рамы.

Достоинством данного метода является многообразие конструкции, когда каждый из уплотнительных модулей можно в любой момент заменить на другой, более подходящий под

тип используемого кабеля. Такой способ позволяет оперативно прокладывать новые кабели или заменять кабели, вышедшие из строя.

Определившись со смыслами, далее рассмотрим актуальные сегодня способы и меры обеспечения стабильной работы РЭА различного назначения в условиях рисков взрывоопасности. Очевидно, самый простой путь для разработчиков РЭА и защитных методов – помещение электронного устройства в особый защищённый корпус-бокс, разумеется, с обеспечением его устойчивости, взрывозащиты, а иногда и герметичности. Такое оборудование выпускается в России.

Взрывозащищённые видеокamеры, например, представлены моделями МК ВК тип-1, тип-3, тип-5 и тип-7, МК ВК FISHEYE, подвесными купольными видеокamерами МК PTZ. Среди сетевых коммутаторов – ПВК Орион МК СК, МК Wi-Fi, ИК-прожекторы типа Орион МК МК. Дополнительное оборудование включает термокухни Орион МК моделей М, ВО (с водяным охлаждением), ТВР (специальный, для тепловизора), взрывозащищённые мониторы ВК PTZ и Авто (для систем с РЭА на автомобильном шасси) с диагональю от 14 до 21 дюйма, а также персональные компьютеры типа МК ПК. Рассмотрим их подробнее.



Рис. 4. Применение взрывозащищённых уплотнительных модулей

## Сетевые взрыво-, пыле- и влагозащищённые коммутаторы

Коммутатор во взрывозащищённом исполнении ПКВ Орион МК СК имеет опционально много портов, предназначенных для объединения удалённых сетевых устройств в один или несколько сегментов сети в условиях взрывоопасной среды. Мощность каждого порта ограничена мощностью, связанной с конструкцией разъёмного соединения, и обычно (по данной модели коммутатора) составляет до 30 Вт. Эта конструктивная особенность коммутатора через стандартную проводную витую пару обеспечивает РЭА взаимосвязь данных и электроэнергии на расстоянии 250–300 метров (в режиме CCTV-Default). Так обеспечивают условия организации распределительной локальной сети с минимальными потерями данных за счёт качественного исполнения разъёмов и проводников. Это даёт оборудованию конкурентные преимущества перед аналогичными устройствами, а именно: в зависимости от комплектации коммутатор обеспечивает подключение и взаимодействие с потоком цифровых данных 8 (и менее) IP-устройств, среди которых видеокamеры, средства связи, маршрутизаторы – любая цифровая РЭА; с помощью коммутатора данные передаются на пост оператора с высокой скоростью и чёткостью, позволяя отследить нарушения в технологических процессах на опасных объектах и обнаружить незаконное вторжение на территорию объекта. В конструкции задействованы порты PoE, обеспечивающие с помощью одного кабеля питание удалённого устройства, передачу сигнала, а также возможность регулировки угла наклона и поворота камеры [2]. На боковой стенке коммутатора располагается переключатель режимов, позволяющий увеличить расстояние передачи данных. Порты PoE снижают расходы материалов при монтаже, соответственно, удешевляют конструкцию, сокращается время на обслуживание, что приводит к экономии средств при регламентных работах. Благодаря таким техническим характеристикам коммутатор востребован разработчиками РЭА в области устройств безопасности, контроля доступа и превентивного предупреждения о несанкционированном проникновении. А широкие допуски относительно условий среды функционирования позволяют применять его практически в любой климатической зоне России.

# ПЛК Fastwel I/O Старый знакомый в новых корпусах



**-40...+85°C**

**95%**

**ГАРАНТИЯ 3 ГОДА**

## Состав системы

- программируемые контроллеры
- модули ввода и вывода дискретных сигналов
- модули ввода и вывода аналоговых сигналов
- коммуникационные модули
- системные модули и модули питания

МОРСКОЙ РЕГИСТР / СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ / РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

## Программируемый контроллер

- До 192 модулей расширения на локальной шине
- Поддержка протоколов передачи данных CANopen, Modbus RTU, Modbus TCP, DNP3
- Энергонезависимая память 128 Кбайт с линейным доступом
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Бесплатная адаптированная среда разработки CoDeSys



CPM711

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN
- Среда разработки приложений CoDeSys 2.3



CPM712

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485
- Среда разработки приложений CoDeSys 2.3



CPM713

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet
- Среда разработки приложений CoDeSys 2.3



CPM723

- Протоколы передачи данных Modbus TCP/RTU
- Сетевой интерфейс 2xEthernet
- Среда разработки приложений CODESYS V3





Рис. 5. Сетевой коммутатор ПКВ Орион МК СК-8

Особенность устройства не только в исполнении корпуса с усиленной скрепляющей пластиной, выполняющей роль ребра жёсткости, нагревательного элемента для термокомпенсации, но и во взрывозащищённых кабельных вводах серии КВ ТУ 344995-138-81888935-2016.

На этом, в частности, специализируются разные производства [4–7]. Благодаря этим факторам механической надёжности устройство одновременно поддерживает потоки (передачу) данных между всеми портами с высокой скоростью. Выпускается в модификациях, отличающихся количеством сетевых портов с поддержкой PoE, к примеру, ПКВ Орион МК СК-4, ПКВ Орион МК СК-8 на базе поста управления взрывозащищённого ПКВ с маркировкой взрывозащиты 1Ex d IIB T6...T4 Gb (рис. 5).

Такое оборудование для применения во взрывоопасных зонах, помещениях и наружных установках в соответствии с маркировкой взрывозащиты 1Ex d IIB T6...T4 Gb (о маркировке было сказано выше) производится и стандартизируется по ГОСТ 31610.0-2014 и ГОСТ IEC 60079-10-1-2011. Степень защиты от проникновения пыли и влаги по ГОСТ 14254 IP66. Вид климатического исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150-69, атмосфера типа II по ГОСТ 15150. Так классифицируется РЭА и в целом электрооборудование II группы, годное для использования в взрывоопасных условиях и средах класса 1 и 2 (самые высокие и надёжные по ГОСТ IEC 60079-10-1-2011). Окружающая среда может содержать взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом категории IIA, IIB. Коммутатор соответствует I классу защиты от поражения электрическим током согласно ГОСТ 12.2.007.0-75.

На рис. 6 представлен один из возможных видов размещения РЭА во взрывозащищённом корпусе коммутатора.

## Принцип работы и особенности термокомпенсации

Рассматривая типичный практический пример подключения взрывозащищённого коммутатора к IP-устройствам и IP-камерам, расположенным на периферии охраняемого объекта или в местах технологических процессов, уточним принцип объединения разных РЭА в одну сеть – с помощью коммутатора. Каждое подключённое устройство имеет индивидуальный MAC-адрес. И каждому зафиксированному MAC присваивается отдельный порт, поэтому электронные устройства с каналами цифрового формата данных легко объединить и коммутировать. При установке на линии нескольких коммутаторов её длинакратно увеличивается; для этого рассматриваемые устройства дополняют линейными усилителями сигналов. В этой связи сети можно масштабировать на несколько километров. Самое слабое звено в цепи проводных локальных сетей – места (точки) разъёмных и коммутируемых соединений проводов – с учётом особенностей коммутатора перестаёт быть фактором риска надёжности сети. А это даёт всей системе связи повышенную устойчивость даже в условиях сильной детонации, и в целом во взрывоопасной среде.

Термокомпенсация обеспечивается специальными нагревательными элементами в форме пластины внутри корпуса коммутатора. Это обеспечивает устойчивую эксплуатацию при температуре окружающей среды даже  $-60^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха 90% без конденсации влаги при условии высоты установки над уровнем моря не более 4300 м.

## Особенности конструкции

Корпус сетевого взрывозащищённого коммутатора МК СК отличается раздельной взрывонепроницаемой оболочкой (рис. 6).

Элементы защиты состоят из корпуса и резинового уплотнительного кольца крышки. Крышка крепится к корпусу с помощью поворотных съёмных петель и герметично прижата креплением с винтами. Поскольку петли, соединяющие элементы конструкции, съёмные, крышку можно и удобно полностью отсоединять от корпуса. Это облегчает монтажные работы. На внешней стороне корпуса по периметру крышки устанавливаются пружинные

шайбы с прижимными винтами для того, чтобы исключить отвинчивание при возможной вибрации и детонации. Пломбирование двух диагонально расположенных винтов обеспечивает контроль несанкционированного доступа во внутреннюю полость корпуса. При таких условиях корпус коммутатора считается герметичным.

Пространство взрывонепроницаемой оболочки на площади  $0,5\text{ м}^2$  позволяет оптимально для монтажа и обслуживания разместить внутренние компоненты, такие как усилители сигналов, противопожарные фильтры и другие элементы. Коммутатор вместе с блоком питания устанавливается на монтажную плату и жёстко крепится винтами. Подвод кабелей осуществляется за счёт взрывозащищённых кабельных вводов. Нагревательная пластина (для термокомпенсации внутри корпуса) с термостатом установлена на стенке внутри оболочки, что позволяет сохранять оптимальную рабочую температуру для работы смонтированного внутри оборудования. Термостат с элементом регулировки температуры

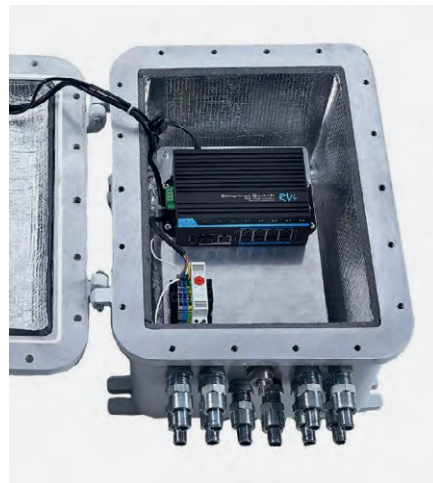


Рис. 6. Пример размещения РЭА во взрывозащищённом корпусе сетевого коммутатора



Рис. 7. Взрывозащищённый кожух, адаптированный для тепловизора

обеспечивает необходимый температурный режим. Для снижения теплопотерь и исключения конденсата внутри коммутатора задействован специальный материал – изолон. Подробнее о сетевых взрывозащищённых устройствах и корпусах в [4]. Интерес может представлять также взрывозащищённый кожух, адаптированный для тепловизора (рис. 7).

## Особенности взрывозащищённых термокожухов с охлаждением

Термокожухи с водяным охлаждением особенно полезны в условиях пылеобразования, при размещении в них электронного оборудования с высокой теплоотдачей и в условно тёплых климатических зонах. Притом что корпус термокожуха герметизирован, применить естественную воздушную вентиляцию с помощью перфорации стенок корпуса нельзя. Поэтому для таких условий разработана система принудительного жидкостного охлаждения. Ввод в корпус патрубков с охлаждающей жидкостью организован аналогично безаварийным разъёмным соединениям для электрических кабелей питания РЭА и кабельных каналов для передачи потока цифровых данных. К примеру, термокожухи серии Орион МК ВО (рис. 8) предназначены для монтажа устройств для цифрового потокового видео с последующей передачей по кабельным сетям, сети Интернет на устройства воспроизведения сигнала.

## Особенности конструкции

Такое исполнение термокожуха предотвращает влияние различных агрессивных и опасных производственных сред на РЭА даже там, где постоянная температура среды эксплуатации составляет до 200°C, а также в условиях



Рис. 8. Вид термокожуха с охлаждением серии Орион МК ВО

возможного присутствия взрывоопасной среды. Область применения термокожухов – обеспечение охраны, безопасности и контроля за технологическими процессами взрывоопасных и агрессивных производств нефтяной, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, газовой, металлургической отрасли и других сложно-технологических производств.

Термокожух Орион МК ВО рассматривается как взрывозащищённая оболочка для установки электронного оборудования внутри корпуса с последующим монтажом в условиях агрессивной среды, а также в местах возникновения опасности утечки взрывоопасных газов. При использовании термокожухов в условиях повышенных температур конструкция предусматривает снижающее воздействие теплового излучения водяное охлаждение для отвода тепла. С увеличением скорости прокачки охлаждающей жидкости увеличивается отвод тепла от оболочки термокожуха, поэтому снижается влияние температуры на РЭА.

Технические характеристики термокожуха Орион МК ВО представлены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики устройства

Маркировка взрывозащиты		РВ Ex d I Mb X / 1Ex d IIC T6 Gb X	
Напряжение питания		12 В ±10% DC	
		24–36 В ±10% DC/AC	
		230 В +10% –20% AC	
Ток потребления, не более (эффективное значение)		с подогревом	без подогрева
Тип-1	постоянный ток 12 В	4 А	1 А
	постоянный ток 24–36 В	2 А	0,5 А
	переменный ток 24–36 В	3 А	0,8 А
	переменный ток 220 В	0,3 А	0,1 А
Тип-3	постоянный ток 12 В	3 А	1 А
	постоянный ток 24–36 В	1,5 А	0,5 А
	переменный ток 24–36 В	2,3 А	0,8 А
	переменный ток 220 В	0,25 А	0,1 А
Питание оборудования	Напряжение	12 В ±10%	
	Ток потребления, не более	0,75 А	
Мощность установленного оборудования, макс	при температуре < +25°C	9 Вт	
	при температуре < +45°C	5 Вт	
Температура «холодного старта»		0°C (±3°C)	
Температура подогрева (вкл/откл)		+5°C/+12°C	
Температура аварийного отключения питания		55°C (±3°C)	
Габариты видеооборудования, мм		220×70×60	
Материал корпуса		Нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т	
Габаритные размеры, мм, не более		585×372×158	
Масса, кг, не более		11	

Пример маркировки устройства и расшифровки характеристик взрывозащищённого термокожуха:

Орион МК ВО	– 220 –	КМ15	– КТ
1	2	3	4

- 1 – наименование термокожуха;
- 2 – напряжение питания опционально и вариативно: 12 В, 24–36 В DC и 24–36 В, 230 В AC;
- 3 – обозначение типа кабельных вводов: К – для открытой прокладки кабеля; Т1/2, Т3/4 – для присоединения трубы с резьбой G1/2 или G3/4; Б – для кабеля в бронированной оплётке с внешним диаметром до 18 мм; КМ10, КМ12, КМ15, КМ20 – для металлорукава 10–20 мм;
- 4 – кронштейн крепления на трубу – (КТ).

## Особенности материала и корпуса

Термокожух является взрывозащищённым корпусом с повышенным классом взрывозащиты, основанным на применении взрывонепроницаемой оболочки типа «d». Оболочка во взрывозащищённом исполнении изготавливается из коррозионностойкой стали. Материал корпуса содержит не более 7,5%

магния, титана, циркония – это важно для знания об устойчивости корпуса к нагреву от внешней среды (возгорания, пожара), а также для понимания радиоактивной безопасности устройства и защиты РЭА от внешней, возможно радиоактивной, среды. Корпус в форме полого цилиндра с двойной стенкой (на манер колбы термоса) с расстоянием в 10 мм между стенками состоит из приваренных фланцев и съёмных крышек [6]. Задняя крышка оболочки крепится к корпусу на винтах и имеет на внешней стороне два штуцера с внутренней резьбой для установки кабельных вводов, а на противоположной стороне внутрь корпуса монтируется электронная плата адаптера питания. В смотровое окно на передней стенке корпуса встроено боросиликатное закалённое стекло с повышенной термостойкостью к механическим повреждениям. На внешней стороне оболочки имеются приварные штуцера для присоединения трубопровода с охлаждающей жидкостью. Чтобы исключить попадание влаги и пыли, применяются резиновые уплотнители в местах крепления съёмных деталей корпуса.

Смонтированный поверх корпуса кожух также является защитным элементом, ограничивающим воздействие неблагоприятных природных условий. Предусмотрен кронштейн для монтажа на горизонтальную или вертикальную плоскость, а также консольный кронштейн для крепления на трубу. Устройству присвоен класс взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка «d»». Маркировка взрывозащиты PB Ex d I Mb X / 1Ex d IIC T6 Gb X по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011. Знак «X» в маркировке означает «не подвергать светопропускающую часть механическим воздействиям».

Такие устройства относятся к взрывозащищённому электрооборудованию групп I, II, III по ГОСТ-Р МЭК 60079-0-2011 и предназначены для применения в подземных выработках шахт, рудников и их наземных строениях, а также во взрывоопасных помещениях, наружных установках и пылевых средах в соответствии с установленной маркировкой взрывозащиты, требованиями ТР ТС012/2011, ГОСТ-Р МЭК60079-14-2011 другими НПА, регламентирующими применение РЭА и электрооборудования в взрывоопасных зонах и в зонах, опасных по воспламенению горючей пыли. Рассчитаны на эксплуатацию при температуре окружающей среды в широком диапазоне

Таблица 2. Технические характеристики взрывозащищённых видеокамер разных типов

Маркировка взрывозащиты ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011	A: 1Ex d IIC T6 Gb X C, H: PB Ex d I Mb X	
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015	IP 67	
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1	
Рабочая температура окружающей среды	-60...+50°C	
Входное напряжение питания	12 В DC 24–36 В AC/DC 230 В AC PoE	
Ток потребления, не более (эффективное значение)	С подогревом 12 DC: 3 А 24–36 В, DC: 1,5 А 24–36 В, AC: 2,3 А 230 В, AC: 0,25 А PoE (802.3at)	Без подогрева 12 DC: 1 А 24–36 В, DC: 0,5 А 24–36 В, AC: 0,8 А 230 В, AC: 0,1 А PoE (802.3at)
Варианты используемых видеомодулей	AHD/TVI/CVI/PAL – 2 MP AHD/TVI/CVI/PAL – 4 MP IP – 2 MP – PoE IP – 4 MP – PoE	
Инфракрасная подсветка (опция, вариативно)	10°, 60°, 80°	
Материал корпуса	A: алюминиевый сплав C: низкоуглеродистая сталь H: нержавеющая сталь	
Угол поворота кронштейна	В вертикал. плоскости +35°...–55°; в горизонтальной плоскости +300°	
Габаритные размеры, мм, не более	A: 392×132×282 C, H: 392×132×276	
Масса, кг, не более	A: 4,0 C, H: 6,0	

температур согласно требованиям климатического исполнения УХЛ1 по ГОСТ 15150-69. Устойчивы в эксплуатации при атмосферном давлении 84–106,7 кПа. Степень защиты оболочки корпуса IP67 по ГОСТ14254. Защита от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007.0-75: класс I–III. Металлический корпус имеет защитное заземление и рабочую изоляцию от токоведущих частей. При напряжении питания 230–245 В переменного тока класс защиты I, при напряжении питания < 24 В постоянного или переменного тока – класс защиты III. Термокожухи выпускаются в исполнениях, отличающихся материалом корпуса, габаритными размерами, напряжением питания, наличием ИК-подсветки. С вариантами кабельных вводов различных исполнений:

- для открытой прокладки присоединяемого кабеля (индекс в обозначении – К);
- для прокладки присоединяемого кабеля в трубе G1/2 (Т-1/2) или G3/4 (Т-3/4);
- для присоединения бронированного кабеля (Б);

- для присоединения кабеля в металлорукаве РЗЦХ – 10, 12, 15 или 20 мм (КМ10 – КМ20).

Кабельные вводы позволяют ввести и вывести кабели круглого сечения диаметром 6–12 мм. Присоединительная резьба кабельных вводов G1/2. Подробнее об этом в [6].

## Взрывозащищённые видеокамеры

Взрывозащищённые видеокамеры представлены моделями МК ВК тип-1, тип-3, тип-5 и тип-7, МК ВК FISHEYE, подвесными купольными видеокамерами МК РТЗ.

По внешнему виду и конструктивно это цилиндрические стойки с размещёнными внутри сервоприводами, обеспечивающими вращение устройства в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

В табл. 2 представлены технические характеристики взрывозащищённых видеокамер разных типов.

Пример маркировки устройства и расшифровки характеристик взрывозащищённой видеокамеры:

Орион МК ВК тип-3	- [IP] -	[8MP]	- [A] -	[КМ15]	- [ИК10]
1	2	3	4	5	6



- 1 – Обозначение серии видеокамеры: Орион МК ВК тип-3 – взрывозащищённая видеокамера.
- 2 – Тип видеомодуля: IP – IP-камера + PoE; АНД – аналоговая камера.
- 3 – Разрешение матрицы: 2–12 МР.
- 4 – Материал корпуса: А – алюминиевый сплав; С – низкоуглеродистая сталь; Н – нержавеющая сталь.
- 5 – Тип кабельного ввода:
  - К – под кабель для открытой прокладки;
  - Б – под бронированный кабель;
  - Т1/2 – под прокладку кабеля в трубе с присоединительной резьбой G1/2;
  - Т3/4 – под прокладку кабеля в трубе с присоединительной резьбой G3/4;
  - КМ10 – под кабель в металлорукаве 10 мм;
  - КМ12 – под кабель в металлорукаве 12 мм;
  - КМ15 – под кабель в металлорукаве 15 мм;
  - КМ20 – под кабель в металлорукаве 20 мм.
- 6 – Наличие и величина угла ИК-подсветки (при отсутствии – без обозначения):

ИК10 – узкоугольная подсветка с углом 10°;  
 ИК60 – подсветка с углом 60°;  
 ИК80 – широкоугольная подсветка 80°.

### Особенности видеокамер ОРИОН МК ВК PTZ

Видеокамера с опорно-поворотным устройством предназначена для безопасного и эффективного видеонаблюдения за объектами в условиях возможного присутствия взрывоопасной среды (рис. 9).

Для установки средств видеофиксации на опорно-поворотном механизме предусмотрен выносной кронштейн в двух исполнениях: для монтирования отдельной видеокамеры либо для видеокамеры с дополнительным блоком мощной ИК-подсветки в отдельном корпусе. Устройство обеспечивает угол вращения в горизонтальной и вертикальной плоскостях до 360°, что практически позволяет охватить любую область и исключает возникновение слепых зон. Корпус опорно-поворотного устройства и термокожуха изготовлен из коррозийностойкой стали спе-



Рис. 9. Видеокамера МК ВК PTZ во взрывозащищённом корпусе

циально для возможности эксплуатации в агрессивных и взрывоопасных средах.

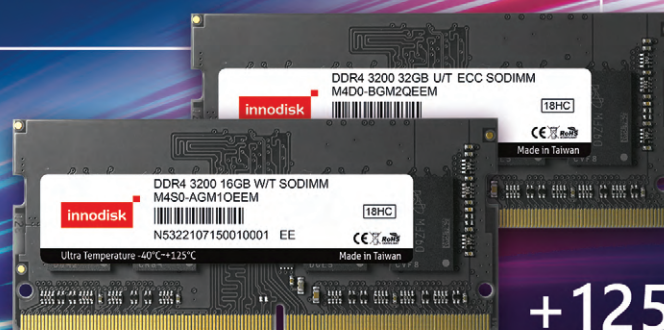
Управление устройством осуществляется по протоколу Pelco-D/Pelco-P через интерфейс RS-485 с ПК либо посредством дополнительного контроллера управления, ПДУ. Адрес устройства, скорость интерфейса RS-485 и тип протокола управления устанавливаются с помощью микропереключателей-джамперов в процессе настройки и подключения оборудования. Подробнее о взрывозащищённых видеокамерах в [2].

**innodisk**

**Модули оперативной памяти с ультрарасширенным диапазоном рабочей температуры – от  $-40^{\circ}$  до  $+125^{\circ}$ С**

DDR4 SODIMM с рабочей частотой 3200 МГц, емкость до 32 Гбайт

$-40^{\circ}$ С



$+125^{\circ}$ С

**PROSOFT®**

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

+7 (495) 234-06-36  
 INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

РЕКЛАМА

## Дополнительное оборудование

Термокожухи и видеокамеры серии «Тип-1» могут комплектоваться омывателем стекла. Тогда устройство обеспечивает подачу оmyивающей жидкости в комплекте с системой очистителя поверхности стекла термокожуха камер видеонаблюдения как дополнительный компонент (опция СМ) для работы в качестве элемента мониторинговых систем в службе безопасности, во взрывоопасных зонах или зонах общепромышленного назначения в зависимости от варианта исполнения. Устройство состоит из ёмкости для оmyивающей жидкости с погружным насосом и электроклапаном, выносного блока управления подачи жидкости с электронным контроллером управления, форсунки для распыления оmyивающей жидкости на поверхность стекла (рис. 10).

Гибкий шланг со специальной укладкой позволяет делать полный оборот платформы на 360°. Степень защиты ёмкости оmyивателя IP67, выносного модуля управления IP66 по ГОСТ 14254-96 (IEC 60529:2013) предполагает широкие возможности и условия эксплуатации в различных климатических зонах (УХЛ1, ХЛ1 и др.) в диапазоне температур -30...+50°C. При этом тип атмосферы II или III по ГОСТ 15150-69. Минимальная температура работоспособности устройства определяется температурными свойствами жидкости, заправленной в резервуар.

Омыватель выпускается в вариантах:

- оmyиватель стекла термокожуха общепромышленного назначения (без средств взрывозащиты);
- оmyиватель стекла термокожуха, имеющий взрывобезопасное исполнение по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) для применения в шахтах (рудниках), опасных по рудничному газу (метану) или по воспламенению горючей пыли;
- оmyиватель стекла для взрывоопасных зон помещений и наружных установок согласно присвоенной маркировке взрывозащиты PB Ex d I Mb/ 1Ex d IIC T6 Gb/ Ex tb IIIC T800C Db, TR TC 012/2011, ГОСТ IEC 60079-14-2013, ГОСТ 31438.2-2011 (EN 1127-2:2002), ГОСТ Р МЭК 60079-14-2013, классификации гл. 7.3 ПУЭ и других директивных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Сюда же относятся НПА, регламентирующие применение электрооборудования в подземных выработках шахт,



Рис. 10. Вид на дополнительный модуль оmyивателя

рудников и наземных строениях, опасных по рудничному газу или зонах взрывоопасных пылевых сред. К примеру, окружающая среда может содержать рудничный газ (метан) – категория I, взрывоопасные смеси газов и паров с воздухом – категории IIA, IIB и IIC по ГОСТ IEC 60079-10-1-2013, а также горючие пыли – категории IIIA, IIIB и IIIC по ГОСТ IEC 60079-10-2-2013. Материал корпуса бака и устройства управления оmyивателя – нержавеющая сталь марки 12Х18Н10Т.

## Взрывозащищённые мониторы и комплексы

В современных реалиях с помощью программной интеграции организовано взаимодействие видеонаблюдения и систем оборудования ОПС и СКАД с рядом явных преимуществ. В цифровом виде обеспечены настройка режимов и создание конфигураций РЭА, опрос датчиков и контроллеров, управление объектовыми приборами, вывод информации на мониторы и серверы с визуальным наблюдением состояния среды и местности с ближайших камер. Взрывозащищённые мониторы разработаны для установки в местах, где велика или ожидаема рискованная опасность взрывоопасных ситуаций и их последствий, неустойчивых в вибрационном отношении сред, а также неблагоприятных погодных условий. Применение монитора оправдано в отрядах и установках с РЭА в нефтеперерабатывающей промышленности, распределительных хранилищах углеводородного топлива, химической и фармацевтической промышленности, горнодобывающей промышленности, гражданском строительстве в опасных средах, полиграфии и других.

Наиболее востребованы разработчиками мониторы модельного ряда МК MONITOR (компл. 01, компл. 02, компл. 03) во взрывозащищённом ис-

полнении. Однако это не означает, что не разрабатываются и не выпускаются другие по тому же назначению – для воспроизведения видеосигнала и визуального отображения информации, поступающей на пост оператора по сетям для отслеживания технологических процессов в производственной сфере, в системе безопасности и контроля доступа, а также аварийных ситуаций, охраны объектов, учёта и анализа, в том числе в системах контроля логистики. К примеру, мониторы ВК РТЗ (рис. 11) и с приставкой «авто» (для систем с РЭА на автомобильном шасси) с диагональю от 14 до 21 дюйма.

Крышка корпуса является несъёмной, так как между сопрягаемыми деталями находится герметик. Крышка зафиксирована на корпусе с помощью винтов, расположенных по периметру. Внутри корпуса расположена монтажная пластина, матрица, нагревающая пластина и элементы защиты от перегрева. Матрица монитора размещена на оптимальном расстоянии от светопропускающей части для циркуляции теплового потока от греющей пластины, обеспечивая бесперебойную работу в условиях низких температур до -55°C. На монтажной панели внутри корпуса находятся клеммы электрического соединителя, к которым подводится питание. Подвод кабеля питания к клеммам осуществляется с помощью серти-



Рис. 11. Взрывозащищённый монитор комплекса ВК РТЗ Авто



## Решения на DIN-рейку от Delta Electronics

- Источники питания от 7 до 960 Вт с выходными напряжениями 5, 12, 24, 48 В
- ИБП постоянного тока 24 В/24 В с током нагрузки до 40 А
- Модули резервирования N+1, 1+1
- Буферные модули со временем удержания питания от 200 мс до 8 с
- Батарейные модули (для монтажа двух батарей 7-9 Ач)



Таблица 3. Технические данные для взрывозащищённых комплексов и мониторов, предназначенных для транспортных объектов

Маркировка взрывозащиты по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011)	A: 1Ex d IIC T6 Gb / 1Ex tb IIIС T85°C Db H; PB Ex d I Mb / 1Ex d IIC T6 Gb / Ex tb IIIС T85°C Db
Степень защиты оболочки по ГОСТ 14254-2015	IP 67
Вид климатического исполнения по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
Рабочая температура окружающей среды	-20...+60°C
Входное напряжение питания	12; 24 В, пост. ток
Ток потребления, не более (эффективное значение)	Монитор: 0,5 А Видеокамера: 0,09 А
Материал корпуса	A: алюминиевый сплав; H: нержавеющая сталь
Габаритные размеры, мм, не более (без учёта кабельного ввода)	Монитор: 238×200,5×111 Видеокамера: 195×139×161 Коммутационная коробка: 150×65
Масса, кг, не более	Монитор (A): 3,5; (H): 6 Видеокамера (A): 2,5; (H): 4 Коммутационная коробка (A): 2; (H): 4,5

фицированных кабельных вводов (КВ) через монтажный отсек. Монтажный отсек выполнен в единой конструкции с корпусом монитора и находится на тыльной стороне. Для удобства настройки и замены модулей в монтажном отсеке предусмотрена съёмная резьбовая крышка, дополнительно зафиксированная стопорным винтом. В монтажном отсеке располагаются интерфейсы для подключения монитора, экстендера. Возможна установка дополнительных кнопок управления монитором сбоку монтажного отсека по согласованию. На лицевой части поверх светопроницающей части может устанавливаться сенсорный экран, подключаемый через искробезопасный барьер (БИЗ). Контакты БИЗ выведены наружу через кабельный ввод (КВ-ниппель) в коммутационную коробку, служащую для удобства соединения искробезопасных внешних цепей и защиты от загрязнений. Коммутационная коробка обеспечивает дополнительную защиту мест соединения проводников и разъёмов от окружающей среды IP66.

Работа комплекса взрывозащищённого видеонаблюдения представляется взаимосвязью видеокамеры в специальном кожухе, взрывозащищённого коммутатора (рассмотрено выше), системы передачи данных на сервер и непосредственно монитора в защищённом исполнении. При этом система для автомобильного шасси имеет своеобразные особенности. Видеокамера по определению функционала обеспечи-

вает преобразования оптического изображения в электрический сигнал с последующей передачей по кабельным сетям на отдельный видеомонитор в кабине водителя. Это происходит в том числе в условиях возможного присутствия взрывоопасных либо агрессивных сред. С помощью модуля мощной ИК-подсветки видеокамеры позволяют вести видеосъёмку как в дневное время, так и в условиях недостаточной видимости (сумерки, ночь). К примеру, комплект видеонаблюдения предотвращения столкновений «Орион Авто» предназначен для своевременного оповещения машиниста железнодорожного состава о наличии людей, транспортных средств или иных факторов, имеющих критичное значение, а также для предотвращения столкновения или наезда на препятствия и людей. Комплект состоит из монитора, до 4 видеокамер, коммутатора и элементов для подключения. В зависимости от комплектации такие устройства применяются в местах, где маловероятно присутствие взрывоопасной газовой смеси (зона 2) или где вероятность появления взрывоопасной газовой смеси позиционируется высокой (зона 1).

В табл. 3 приведены технические данные для взрывозащищённых комплексов и мониторов, предназначенных для транспортных объектов.

Структура условного обозначения для основных типов взрывозащищённых мониторов для транспорта выглядит так:

Орион Авто	- [A, H] -	[7, 10]	- [1, 2, 3, 4] -	[K, B, B2, 1/2TB, 1/2TH, KM10, KM12, KM15, KM20]
1	2	3	4	5

- 1 – Обозначение серии видеокамеры: Орион Авто – взрывозащищённый комплект видеонаблюдения предотвращения от столкновений.
- 2 – Материал корпуса: А – алюминиевый сплав; Н – нержавеющая сталь.
- 3 – Диагональ видеомонитора в кабине водителя (в дюймах): 7; 10; иное.
- 4 – Количество видеокамер: от 1 до 4 шт.
- 5 – Тип кабельного ввода:  
К – для открытой прокладки кабеля диаметром 6,5–13,9 мм;  
1/2TB – для прокладки кабеля диаметром 6,5–13,9 мм в трубе с присоединительной внутренней резьбой G1/2;  
1/2TH – для прокладки кабеля диаметром 6,5–13,9 мм в трубе с присоединительной наружной резьбой G1/2;

Б – для прокладки бронированного кабеля с диаметром внутренней оболочки 6,5–13,9 мм;

B2 – для прокладки с двойным уплотнением бронированного кабеля с наружной частью диаметром 12,5–20,9 мм и диаметром внутренней оболочки 6,5–13,9 мм;

KM10 – для прокладки кабеля диаметром 3,1–8,6 мм в металлорукаве РЗЦХ-10;

KM12 – для прокладки кабеля диаметром 3,1–8,6 мм в РЗЦХ-12;

KM15 – для прокладки кабеля диаметром 6,1–11,7 мм в РЗЦХ-15;

KM20 – для прокладки кабеля диаметром 6,5–13,9 мм в металлорукаве РЗЦХ-20.

Стандартным (базовым) является ввод под 12 мм металлорукав M20KM12.

Мониторы предназначены не только для военной промышленности и критической инфраструктуры, но и для различных производственных отраслей, в том числе в горнопромышленном комплексе по добыче полезных ис-



Рис. 12. Монитор комплектации 2 во взрывозащищённом корпусе

копаемых подземным или открытым способом. Окружающая среда может содержать взрывоопасные смеси газов, пары с воздухом, пыли категории ПВ+H<sub>2</sub>, ИС и ИИС, включая ИА, ИВ, ИА, ИВ, ИА, ИВ. Взрывозащищённые мониторы

различается материалом корпуса, светопропускающей части, типу установки, габаритами и маркировкой взрывозащиты. На рис. 12 представлен монитор комплектации 2 во взрывозащитном корпусе.

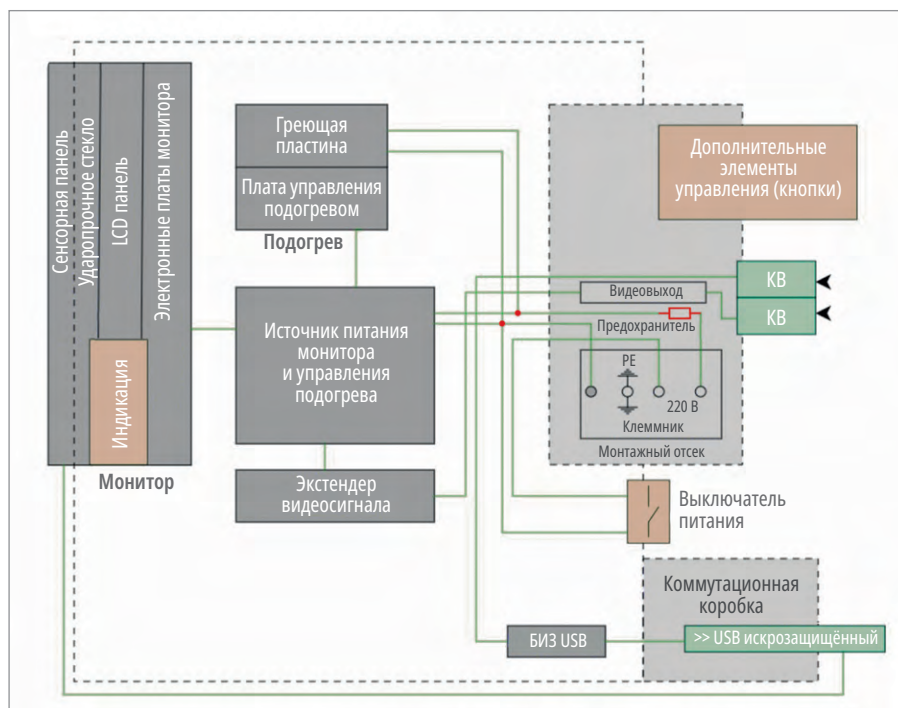


Рис. 13. Схема соединений модулей и блоков комплекта взрывозащитного монитора и камер видеонаблюдения

Таблица 4. Маркировка взрывозащиты в зависимости от комплектации видеокомплекса

Маркировка взрывозащиты МК MONITOR компл. 01	2Ex db mces [ib] IIB+H <sub>2</sub> T6 Gc X / Ex tb IIIC T800C Db X
Маркировка взрывозащиты МК MONITOR компл. 02	PB Ex db I Mb X / 1Ex db IIC T6 Gb X / Ex tb IIIC T800C Db X PB Ex db [ib] I Mb X / 1Ex db [ib] IIC T6 Gb X / Ex tb IIIC T800C Db X
Маркировка взрывозащиты МК MONITOR компл. 03	1Ex db IIC T6 Gb X / Ex tb IIIC T800C Db X 1Ex db [ib] IIC T6 Gb X / Ex tb IIIC T800C Db X
Климатическое исполнение	УХЛ (NF)
Тип атмосферы ГОСТ 15150-69	II, или III, или IV
Искробезопасный порт сенсорного экрана	USB
Порты монитора внутри оболочки	USB; HDMI и др.
Режим работы	Круглосуточный
Внутренний подогрев корпуса	Есть
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015 (IEC 60529:2013)	IP66
Диапазон рабочих температур (опционально)	-55...+50°C 0...+50°C (без подогрева)
Температурный класс	T6
Номинальное напряжение питания	24–36 В AC (50 Гц); 230 В (50/60 Гц)
Потребляемая мощность без подогрева	< 65 Вт
Потребляемая мощность с подогревом	< 165 Вт
Ток потребления без подогрева	0,30 А
Ток потребления, с подогревом	0,75 А
Диагональ монитора (в дюймах)	19, 21, 24
Материал корпуса (вариативно – по назначению)	Алюминиевый сплав; низкоуглеродистая сталь марки 10 или 20; нержавеющая сталь 12Х18Н10Т

На рис. 13 представлена схема типовых соединений модулей и блоков комплекта взрывозащитного монитора и камер видеонаблюдения.

Маркировка взрывозащиты в зависимости от комплектации видеокомплекса приведена в табл. 4.

Структура условного обозначения для основных типов взрывозащищённых мониторов выглядит так:

МК MONITOR	компл.02	M19"	X1 –	X2 –	X3
1	2	3	4	5	6

- 1 – Наименование «МК MONITOR».
- 2 – Комплектация согласно табл. 4: 01–03.
- 3 – Диагональ монитора М – в дюймах.
- 4 – Материал корпуса: А – алюминиевый сплав; С – низкоуглеродистая сталь с порошковым окрашиванием; Н – нержавеющая сталь без окрашивания.
- 5 – Комплектное оборудование в составе изделия; пример: 1 – при наличии сенсорного экрана Touchpad.
- 6 – Трёхзначный номер, указывающий исполнение монитора в зависимости от применяемых комплектующих. Присваивается монитору с особым набором опций и характеристик.

Приведённые в табл. 4 характеристики практически поясняются так. МК MONITOR комплектации 01 с несколькими видами взрывозащиты в соответствии с ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011), «db» – оборудование с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемые оболочки по классу «d» по ГОСТ IEC 60079-1-2013, «mb» – оборудование с видом взрывозащиты «герметизация компаундом «m» по ГОСТ 31610.18-2016 / IEC 60079-18:2014, «eb [ib]» – повышенная защита вида «e» по ГОСТ 31610.7-2017 (IEC 60079-7:2015). А также – оборудование с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «i» по ГОСТ 31610.11-2014 / IEC60079-11:2011, «tb» – оборудование с защитой от воспламенения пыли оболочками «t» по ГОСТ IEC 60079-31-2013. Внешняя искробезопасная цепь интерфейса USB для подключения сенсорного экрана:  $U_m = 250$  В,  $U_0 = 6,3$  В,  $I_0 = 0,35$  А,  $C_0 = 30$  мкФ,  $L_0 = 0,25$  мГн,  $P_0 = 0,95$  Вт. Искробезопасные параметры сенсорного экрана:  $U_1 = 6,8$  В,  $I_i = 1$  А,  $C_i = 17,6$  мкФ,  $L_i = 5$  мкГн,  $P_i = 1,7$  Вт. Комплектация относится к группе электрооборудования II и III по ГОСТ 31610.0-2014 (IEC 60079-0:2011) с предназначением для взрывоопасной зоны 2 (окружающая среда может содержать взрывоопасные смеси газов,

паров с воздухом ПА, ПВ+Н2 и пыли категории ША, ШВ, ШС).

Такие комплексы изготавливаются из алюминиевого сплава, нержавеющей стали или низкоуглеродистой стали. При изготовлении монитора для рудников и шахт легкосплавные материалы (алюминиевый сплав) не применяются. Материал светопропускающей части – монолитный поликарбонат или (опционально) закалённое стекло. Варианты оборудования по комплектации 02 и 03 можно уточнить в [6].

## Выводы

Корпуса и боксы для защиты от поражения осколками и «агрессивными» предметами и способами продолжают совершенствоваться в разных факторах – под типовые или оригинальные электронные устройства. Современные защитные корпуса и боксы делают из радиационно-безопасного материала, устойчивыми к механическому воздействию извне и нагреву от внешней среды (возгорания, пожара). Особенными считаются герметично запираемые корпуса и боксы в форме полых конструкций, но с двойной стенкой (на манер колбы термоса), со сварными элементами фланцев, штуцеров, разъёмных соединений для установки кабельных вводов и съёмных крышек. Взрывозащитные боксы предназначены для универсального применения. И не только для военной промышленности и критической инфраструктуры, но и для различных производственных отраслей, в том числе востребованы в горнопромышленном комплексе по добыче полезных ископаемых подземным или открытым способом. Взрывозащитные комплексы, в составе которых видеокамеры и мониторы различаются материалом корпуса, опорно-поворотными механизмами, светопропускающей частью, типом установки, габаритами, дополнительным оборудованием, и в целом решают актуальные задачи обеспечения безопасности людей, производственных линий, кабельных соединений линий связи, датчиков, сбора и передачи данных на значительные расстояния.

То есть соответствуют вызовам не только сегодняшнего, но и завтрашнего дня. ●

## Литература

1. Анализ повреждений взрывонепроницаемых соединений взрывозащитного электрооборудования // URL: <https://gekoms.org/2019/12/17/analiz-povrezhdenij-vzryvonepronicaemyh-soedinenij-vzryvozashhennogo-jelektrooborudovaniya/>.

2. Взрывозащищённая видеокамера ОРИОН МК ВК РТЗ // URL: <https://smd-tlt.ru/124>.
3. *Кашкаров А.П.* Аккумуляторы. : справочник. М.: РадиоСофт, 2016. 192 с.
4. Коммутатор сетевой взрывозащитный ПКВ Орион МК СК // URL: <https://smd-tlt.ru/66>.
5. *Любочкин А.* Специфика применения взрывозащитного оборудования на объектах, опасных по возникновению горючих газовых и пылевых сред // URL: [https://www.aktivsb.ru/statii/spetsifika\\_primeneniya\\_vzryvozashhishhennogo\\_oborudovaniya\\_na\\_obektakh\\_opasnykh\\_po\\_vozniknoveniyu\\_goryuchikh\\_gazovykh\\_i\\_pylevykh\\_sred.html](https://www.aktivsb.ru/statii/spetsifika_primeneniya_vzryvozashhishhennogo_oborudovaniya_na_obektakh_opasnykh_po_vozniknoveniyu_goryuchikh_gazovykh_i_pylevykh_sred.html).

6. Монитор взрывозащитный Орион МК MONITOR // URL: <https://smd-tlt.ru/69>.
7. Термокожухи взрывозащитные с охлаждением серии Орион МК ВО // URL: <https://smd-tlt.ru/67>.
8. *Ткачук А.Н.* и др. Проблемы ремонта взрывозащитного электрооборудования // URL: <https://masters.donntu.ru/2010/etf/mashnikov/library/article5.htm>.

## НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

### Новый расходомер СИМАГ 23 от компании Geolink



Выпускаемые компанией Geolink электронные расходомеры-счётчики серии СИМАГ постоянно совершенствуются для увеличения надёжности при длительной непрерывной эксплуатации, а также с учётом пожеланий потребителей. Был проведён комплекс работ, позволивший расширить область применения данных приборов. В результате получен сертификат средства измерений для новой модификации серии электромагнитных расходомеров СИМАГ 23 – теперь они начали выпускаться с увеличенным до 5 лет межповерочным интервалом и улучшенными эксплуатационными характеристиками.

1. Улучшены основные технические параметры:

- добавлен класс точности «D» с погрешностью  $\pm 0,2\%$  и динамическим диапазоном 1:30;
- добавлены подклассы точности «A1, B1, C1, D1» с уменьшенным динамическим диапазоном измерений;
- расширен рабочий диапазон частотного выхода до 3000 Гц;
- расширен диапазон напряжений питания от постоянного тока (12... 48 В);
- расширен рабочий диапазон температур при эксплуатации.

2. Для измерительного участка расширен диапазон температур измеряемой среды и увеличено максимальное допустимое давление среды, а также добавлены до-

полнительные конструктивные варианты исполнений.

3. В конструкции появилась разнесённая (комбинированная) версия исполнения, в которой блок обработки информации может находиться на расстоянии до 1200 м от измерительного участка.
4. В показателях надёжности увеличен средний срок службы расходомера до 15 лет и средняя наработка на отказ до 150 000 ч.
5. Наличие имитационного (беспроливного) метода периодической поверки.
6. Возможность проливной поверки при наличии эталонов с соотношением их погрешностей к допускаемым погрешностям расходомера 1:2.

Эту серию приборов можно использовать на самых сложных средах: агрессивных растворах кислот и щелочей, пищевых смесях и суспензиях, абразивных пульпах, загрязнённых сточных водах и др. Кроме того, в настоящее время на завершающей стадии находится процесс сертификации взрывозащитного исполнения. Взрывобезопасные расходомеры будут иметь комбинированный вид взрывозащиты: искробезопасные электрические цепи уровня «ia» по ГОСТ 31610.11 и взрывонепроницаемая оболочка «d» по ГОСТ IEC 60079-1. ●

ООО «Геолинк Ньютек»

+7 (495) 380-21-64,

[sales@geolink.ru](mailto:sales@geolink.ru), [www.geolink.ru](http://www.geolink.ru)

## Новости ISA

1 января 2024 года в должность Президента Российской Санкт-Петербургской секции ISA вступил Александр Федотович Крячко (заведующий кафедрой радиотехнических и оптоэлектронных комплексов ГУАП, доктор технических наук, профессор). В должность Президента студенческой секции ISA ГУАП вступила Мария Дмитриевна Рассыхаева (аспирантка кафедры высшей математики и механики ГУАП). ●

## ABOS – серия защищённых панельных ПК с интегрированными



Компания APLEX Technology рада представить новую серию защищённых панельных ПК с интегрированными в корпус кнопками —ABOS!

Серия ABOS – это панельные компьютеры с сенсорным экраном и встроенными кнопками. За счёт трёх кнопок, по умолчанию отвечающих за функции запуска, остановки и сброса, ПК обеспечивают быстрое, эффективное и интуитивно понятное управление. А наличие трёх дополнительных кнопок, с возможностью самостоятельной настройки позволяет адаптировать устройство к необходимым требованиям клиентов.

Кнопка аварийной остановки обеспечивает возможность немедленного отключения в случае возникновения чрезвычайной ситуации, а переключатель с ключом ограничивает право контроля и доступа в целях безопасности.

Кроме того, панельные ПК серии ABOS поддерживают 1 порт USB 2.0 на передней панели для облегчения доступа. Дополнительные алюминиевые кронштейны для левой и правой рукояток и держатель клавиатуры, за счёт которых можно регулировать положение устройства, дают пользователю возможность работать более удобно.

### Ключевые особенности серии ABOS

Панельные ПК серии ABOS доступны с размерами экрана 15,6" и 21,5", соотношением 16:9. Поддерживается 4 порта USB 3.2, 2 порта LAN, также есть дополнительные 2 COM-порта и 8-битный GPIO.

Корпус выполнен из прочного алюминиевого материала, а крышка ввода-вывода из нержавеющей стали 316L. Степень защиты IP65, для предотвращения попадания воды и пыли.



### Порты ввода/вывода

- 4 x USB
- 2 x LAN
- 2 x COM (for option)
- 8 bit GPIO (for option)



Модель	ABOS-916CP	ABOS-916CP
Экран	15,6" TFT-LCD, проекционный	21,5" TFT-LCD, проекционный
Разрешение	1920×1080	
Процессор	Intel Core 11-го поколения	
Память	2 × DDR4 3200 VUw SO-DIMM, до 64 Гбайт	
Порты	4 × USB 3.2 Type-A	
	1 × LAN Intel i219LM, RJ45 GbE LAN	
	1 × LAN Intel i225LM, RJ45 2.5GbE LAN	
	1 × COM1 (RS-232/422/485) (опция)	
	1 × COM2 (RS-232/422/485, поддержка 5V/12V/RI) (опция)	
Интегрированные кнопки	8 bit GPIO (опция)	
	1 × Аварийное отключение	
	1 × синяя (Reset) / 1 × красная (Stop) / 1 × зелёная (Start) 3 × чёрные (опционально настраиваемые) / 1 × Key Switch	
Слоты расширения	1 × Full size mSATA/mPCIe slot (mPCIe as default, select by BIOS)	
	1 × M.2 2230 E-key slot for Wi-Fi/BT Module	
	1 × Nano SIM card	
Накопитель	1 × M.2 2280 M-key (PCIe ×4) slot for PCIe/NVMe SSD	
Степень защиты	IP65	
Рабочая температура	0...50°C	
Корпус	Алюминий	
	Сталь 316	
Габариты	409,9 × 341,1 × 162	545,8 × 418 × 162
Вес	~ 10 кг	~ 17,5 кг
ПО	Windows 10 IoT, Windows 11, Ubuntu	

За счёт своих функций серия ABOS идеально подходит для применения не только в машиностроении или обрабатывающих станках, но и в интеллектуальном произ-

водстве со сложными и ответственными процессами. Подробные характеристики представлены в таблице. ●





# Горячее резервирование с MasterSCADA 4D и ПЛК Regul R500 на примере АСУ ТП для авиатопливных комплексов

Тимур Алексеев, Алексей Яковлев, Ольга Киселёва

В статье представлено решение для автоматизированного контроля и управления технологическими объектами склада одного из технологических лидеров российской авиатопливной отрасли. Система построена на базе ПЛК REGUL500 с поддержкой горячего резервирования центральных процессоров и программной платформе MasterSCADA 4D с поддержкой резервирования серверов, работы рантайм на операционной системе Astra Linux и синхронизацией данных на программном уровне. Эти составляющие, а также опыт сертифицированного интегратора ООО «ЛИТЭК», позволили создать отказоустойчивую систему управления повышенной надёжности в полном соответствии с современными требованиями стратегии цифровой трансформации.

## Зачем была написана эта статья

Согласно стратегии цифровой трансформации по Указу Президента РФ от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», применение отечественных решений стало приоритетным направлением в развитии систем автоматизации российских заказчиков.

Авторы этой статьи в своей работе часто встречаются с вопросами клиентов: «Какое есть надёжное российское оборудование для решения задач, описанных в техническом задании?», «Поделитесь примерами внедрения на базе MasterSCADA и спецификой интеграции», «С каким оборудованием работает MasterSCADA 4D?»

В рамках статьи мы постараемся ответить на эти вопросы на примере основных компонентов системы контроля состояния технологического оборудования склада горюче-смазочных материалов (далее – Системы), построенных на самых современных отечественных разработках в секторе

SCADA (MasterSCADA 4D) и ПЛК (REGUL R500).

## Задачи, функционал и компоненты Системы

Надёжная цифровая платформа – это один из основных драйверов экономического роста и конкурентное преимущество практически любой со-

временной компании. Если у заказчика возникла необходимость в модернизации производства или построении надёжной эффективной системы управления/диспетчеризации на базе отечественных компонентов с горячим резервом, в том числе ПЛК, SCADA и операционной системы Linux, то можно предложить рассмотреть ре-



Рис. 1. PCY и СПАЗ в интерфейсе MasterSCADA 4D





ВРЕМЯ СОБЫТИЯ	ОБЪЕКТ	СОБЫТИЕ
05.03.2024 17:29:44	Пульт насос	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Заводная XV-13	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Заводная XV-12	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Масст И-1	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	Пульт насос А-2	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-11	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-10	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-9	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-8	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-7	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-6	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-5	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-4	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-3	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-2	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-1	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-13	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Заводная XV-13	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Заводная XV-12	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	Масляная автотрансовая Масст И-1	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	Пульт насос А-2	Состояние при пуске АСУ: ВЫХОДНОЕ
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-11	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-10	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-9	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-8	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-7	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-6	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-5	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-4	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-3	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-2	Состояние при пуске АСУ: СТОП
05.03.2024 17:29:44	РРС Заводная XV-1	Состояние при пуске АСУ: СТОП

Рис. 5. Аварийные сигналы и блокировки

- особенностью внедрения программно-инструментального комплекса MasterSCADA 4D в конкретном проекте является использование отказоустойчивой системы ПЛК REGUL R500 с поддержкой горячего резервирования центральных процессоров.

## Зачем нужна связь по OPC UA

Для связи контроллеров и АРМ операторов с MasterSCADA 4D в этом проекте был выбран протокол OPC UA с резервированным каналом связи. Далее обоснован выбор такого взаимодействия.

Поддержка OPC UA реализована непосредственно в контроллерах REGUL R500, что исключает необходимость развёртывания протокола на серверах и АРМах. Благодаря этой особенности данные контроллеры могут напрямую взаимодействовать с любым клиентским приложением или SCADA-системой, поддерживающей этот стандарт, что обеспечивает лёгкую интеграцию и увеличение скорости построения проекта [1].

В состав лицензии MasterSCADA 4D бесплатно входит клиент для предоставления возможности получения и передачи данных по OPC UA для организации «бесшовного» безопасного соединения разнородных узлов как внутри проекта, так и для соединения с другими программно-аппаратными комплексами.

Некоторые производители устройств и программных платформ до сих пор предпочитают использовать проприетарные протоколы взаимодействия с «внешним миром». Но поддержка закрытых протоколов часто бывает сложна в обслуживании и развитии проекта, дальнейшей интеграции и подключении оборудования сторонних производителей. Примером может служить

один из самых популярных до недавнего времени на промышленном российском рынке производитель – Siemens. После ухода этого производителя с рынка РФ в 2022 году интеграторы и заказчики в лице российских предприятий остались без поддержки и возможности обновлять и расширять системы на своих объектах. Отчасти помогли исправить положение решения для создания программных туннелей и драйверов от отечественных производителей. Например, компания «МПС софт» (она же производит MasterSCADA 4D) предлагает Profinet MasterOPC Server и драйвер для поддержки взаимодействия с ПЛК Siemens серий S7-200, S7-300, S7-400, S7-1200 и S7-1500 для предоставления данных клиентам по OPC DA и OPC UA. Для удобства интеграции также поддерживается импорт тегов из программы проектирования Siemens TIA Portal. Для этого нужно сначала экспортировать необходимые блоки данных или переменные из TIA Portal, а затем с помощью специальной утилиты импортировать их в Profinet MasterOPC Server. Использование утилиты импорта значительно сокращает время настройки и исключает ошибки вручную ввода адресов переменных и блоков.

При любом варианте отказ от использования проприетарного протокола в пользу OPC UA для взаимодействия с ПЛК – это сокращение разногласности средств, используемых при построении системы автоматизации, приводящее не только к снижению трудозатрат при пусконаладочных работах, но и облегчающее модернизацию отдельных компонентов системы в будущем.

Отметим несколько преимуществ использования OPC UA по сравнению с «классическими» OPC-серверами, кото-

рыми для настройки взаимодействия цифрового обмена SCADA-системы с «внешним миром». Под «классической» спецификацией OPC, в первую очередь, имеется в виду передача данных согласно спецификациям OPC DA (Data Access – в масштабе реального времени), OPC HDA (Historical Data Access – архивов изменений параметров) и OPC A&E (Alarm and Events – тревог и событий). Популярность последних двух спецификаций существенно меньше, чем у OPC DA, не в последнюю очередь потому, что передача данных архивов и аварийных событий требовала от производителя оборудования разработки ещё двух отдельных программ, а от разработчика системы диспетчеризации – настройки ещё одного или двух дополнительных информационных стыков с серверами OPC HDA и OPC A&E, имеющими независимые и не связанные с OPC DA адресные пространства. В OPC UA предусматривается объединение механизмов адресации и доступа к разным категориям данных.

Дополнительной особенностью при выборе именно этого протокола является то, что OPC UA предлагает более надёжный способ контроля прав доступа по сравнению с классическими OPC – добавляется использование сертификатов. Также предусмотрена возможность шифрования передаваемых данных.

Эта особенность отражается и в уровнях взаимодействия OPC-клиентов и OPC-сервера. Во-первых, каждый из клиентов устанавливает с сервером своё защищённое сетевое соединение. При этом если в «классической» OPC право доступа клиента к серверу определялось исходя из прав пользователей Windows, от чьего имени они запускались на соответствующих компьютерах, то в OPC UA клиент и сервер идентифицируют себя цифровыми сертификатами. Во-вторых, в рамках соединения создаётся сессия – логическое соединение клиента и сервера. Параметром сессии являются уже права отдельного пользователя, использующего OPC-клиент, так как OPC-сервер может вводить ограничения на операции чтения/записи отдельных элементов для разных пользователей. Уже в рамках сессии производится собственно передача данных (выполнение запросов на чтение/запись), а также производится инициализация списка элементов, об изменении значений которых сервер направляет клиенту уведомление (рис. 6 – между соединением, сессией, подпиской, элементом – отношения «один ко многим»). Если сбой в канале передачи дан-

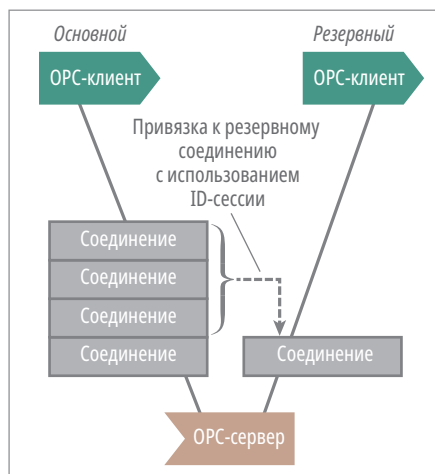


Рис. 6. Сущность взаимодействия OPC-клиента и OPC-сервера

ных приводит к разрыву сетевого соединения, то после установления нового соединения созданную ранее сессию можно «привязать» к нему и продолжить работу без повторной инициализации, то есть обеспечивается возможность быстрого восстановления передачи данных. Аналогично при реализации сценария резервирования: если есть основной и резервный OPC-клиенты, ведущие опрос одного OPC-сервера, то соединение с сер-

вером устанавливаются оба, а создаёт сессию и ведёт опрос основной OPC-клиент. В случае его краха резервный OPC-клиент подключает сохранённую на сервере сессию к своему соединению и продолжает получение данных [2].

Аргументом в пользу работы с «классическими» OPC-серверами может служить ограниченность ресурсов и, в частности, оперативной памяти контроллера, что не позволит ему одновременно обслуживать нескольких подключённых клиентов. Но если OPC-сервер устанавливать не внутрь ПЛК, а на отдельном узле, то это добавляет ненужную прослойку между оборудованием и SCADA, требующую материальных и трудовых затрат. Производителями SCADA-систем рекомендуется устанавливать OPC-сервер как можно ближе к оборудованию, поэтому если ПЛК, клиент и сервер установлены на компьютерах в разных комнатах или в разных городах, то вариант использования встроенного в контроллер OPC UA сервера видится максимально эффективным.

Одним из решающих факторов в выборе OPC UA является кроссплатформенность, что является серьёзным преиму-

ществом при разработке архитектур систем промышленной автоматизации на отечественном оборудовании и ОС, особенно на объектах с государственным участием и критически важных инфраструктурах.

Так как в ПЛК REGUL R500 встроен OPC UA и MasterSCADA 4D поддерживает среду исполнения ОС Linux с поддержкой резервирования каналов связи OPC UA, выбор компонентов для описываемой в статье Системы выглядит наиболее оптимальным.

### Описание алгоритма резервирования на уровне MasterSCADA4D

Два узла SCADA с загруженной в них исполнительной системой MasterSCADA 4D специальной конфигурации и лицензией с суффиксом RED работают одновременно: одно имеет статус Основной (MASTER), другое – Резервный (SLAVE). Клиент подключается к тому узлу, который находится в режиме основного. Если связь с этим узлом будет потеряна, то страница клиента автоматически переключится к тому узлу, который находится в состоя-

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

От разработчиков отечественных средств автоматизации –  
Advantix, Fastwel и МПС Софт

**Преимущества:**

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

Промышленные объекты

Центральный диспетчерский пункт

Система сбора и хранения информации

Диспетчерские пункты

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

нии резервного. Программы на обоих узлах выполняются независимо. Опрос устройств могут вести два узла одновременно. Однако для протоколов, в которых параллельный опрос устройств невозможен, получение текущих данных по протоколам, добавленным в проект, производит только один из них – тот, который работает в режиме основного. В процессе работы параметры, у которых в настройке есть возможность сохранять установленное значение, передаются от основного узла резервному. Период передачи данных определяется в настройках службы резервирования. В общем случае при возникновении отказа основного узла управление переходит к резервному. Переключение клиентов визуализации к тому узлу, который находится в состоянии MASTER, происходит без перезагрузки страницы клиента визуализации. Раз в 10 секунд происходит синхронизация сессий пользователей между MASTER и SLAVE.

При использовании службы Резервирования узлов, сохранение основных архивов в базу данных (БД) будет выполняться в зависимости от конфигурации проекта. Данные записываются в ту БД, сервер которой находится в активном состоянии. Как только она станет недоступна, запись данных будет производиться на второй сервер. Для резервируемых систем свыше 2000 тегов от производителя MasterSCADA 4D есть рекомендация использовать внешнюю, не встроенную БД. Есть несколько вариантов архитектуры:

- основной и резервный узел имеют локальные БД для хранения архивов;
- основной и резервный узел используют общий удалённый сервер БД для хранения архивов.

В случае хранения архивов во внешних базах данных PostgreSQL или MS SQL необходимо, чтобы база данных была установлена пользователем или интегратором самостоятельно. Подробнее о настройках по каждому варианту резервной архитектуры можно прочитать в онлайн-справке производителя, указанном в списке Источников в конце этой статьи [3].

## Особенности проекта в MasterSCADA4D

При разработке конкретного проекта применялась собственная библиотека технологических объектов MasterSCADA 4D – датчиков и исполнительных механизмов. Особенностью библиотеки яв-

ляется её разделение на две части. Для каждого типа технологического объекта интегратором был разработан функциональный блок в среде Astra.IDE для контроллеров REGUL R500 и в MasterSCADA 4D – соответствующий библиотечный объект.

В рамках проведения опытно-промышленных испытаний разработанной Системы было установлено APM оператора в количестве 2 штук с предустановленным программным обеспечением MasterSCADA 4D. В качестве операционной системы на APM № 1 и № 2 была установлена российская ОС Astra Linux и БД – PostgreSQL.

При проектировании Системы в среде разработки MasterSCADA 4D применялись следующие возможности.

1. Типизация объектов. Система включает в себя множество повторяющихся объектов, таких как преобразователи давления, температуры, расхода, электроприводы запорной арматуры, пробоотборники и так далее. Всего было создано 16 типов и 101 экземпляр объектов.
2. Собственные библиотеки. Применялись для стандартизации Системы и использования текущей разработки в дальнейших проектах. Все типизированные объекты были помещены в собственную библиотеку и при необходимости отхода от установленного стандарта унаследованы в локальную библиотеку, где логика типа уже была изменена на требуемую Заказчику.

Подробнее о работе с библиотечными функциональными блоками, а также работой рантайм-системы MasterSCADA 4D в ОС Linux можно ознакомиться на расширенном учебном курсе компании ПРОСОФТ, указанном в перечне литературы в конце статьи [4].

## Заключение

Указанные в техническом задании цели и функционал системы были реализованы в рамках описанного проекта полностью. В результате внедрения был обеспечен необходимый уровень промышленной и экологической безопасности; уменьшены затраты на эксплуатацию объекта за счёт оптимизации технологического процесса, позволяющего сократить использование временных, человеческих и энергетических ресурсов; обеспечена точность измерения технологических параметров, сбор и отображение информации от систем учёта авиатоплива. Внедрён-

ная Система обеспечивает непрерывное безопасное управление технологическим оборудованием склада горючесмазочных материалов. При этом построена она на современной платформе отечественного производства.

Полностью система сбора данных с оборудования, архивирования в БД на 2500 точек ввода-вывода с векторными графическими формами была успешно внедрена интегратором за 6 месяцев. Стоит отметить, что система не ограничена рассмотренными в рамках статьи компонентами. В проекте использовались также датчики давления, перепада давления, температуры, уровня жидкости, насосные агрегаты, регулируемые электроклапана, запорные краны, были выполнены дополнительные программные наработки интегратора. Потенциальным заказчикам подобных проектов не стоит ожидать, что достаточно купить и установить у себя оборудование и пакет SCADA, после чего система «из коробки» автоматически заработает так, как это требуется.

Возможно, это прописная истина для большинства читателей, но авторы статьи до сих пор сталкиваются с ситуациями, когда заказчик не понимает, зачем ему опытный интегратор, обучение и техническая поддержка по проекту, ожидая, что система начнёт работать «по мановению волшебной палочки». Поэтому при формировании итоговых рекомендаций при разработке проекта стоит отметить, что эффективность внедряемой системы напрямую зависит от уровня сертификации и компетенций интегратора в конкретной отрасли. Компания ООО «ЛИТЭК» на момент написания статьи является сертифицированным интегратором уровня Gold по партнёрской программе производителя MasterSCADA 4D (ООО «МПС софт»), и это является одним из ключевых факторов успешности внедрения системы, её функционирования и реализации планов по её тиражированию конечным заказчиком. ●

## Литература

1. URL: <https://prosoftsystems.ru/>.
2. Киселёва О., Богданов Н. OPC Unified Architecture: изменения в популярной технологии информационных обменов с точки зрения инженера // URL: <https://www.cta.ru/>.
3. URL: <https://support.mps-soft.ru/Help-web/index.html>.
4. URL: <https://www.prosoft.ru/support/uchebnyy-tsentr/>.

## Однофазные Online-ИБП до 10 кВт с высоким КПД от Systeme Electric



Компания Systeme Electric за последние два года стала одним из ключевых игроков на российском рынке бесперебойного питания. Компания продолжает расширять и совершенствовать линейки своих продуктов и представляет серию ИБП Smart-Save Online SRT, которые используют технологию двойного преобразования, что делает их идеальными для критически важных приложений, таких как серверные комнаты, центры обработки данных, различные вычислительные комплексы в автоматизации или в IT-сфере. Данная технология обеспечивает высокий уровень надёжности и стабильности питания подключённой нагрузки. Из основных преимуществ Smart-Save Online SRT можно отметить: близкий к единице коэффициент мощности PF = 0,9...1; синусоидальная форма выходного напряжения с точной регулировкой напряжения и частоты; напольная установка или установка в серверные стойки; наличие управляющего ПО; информативный LCD-дисплей; управляемая группа розеток; энергосберегающий режим; разъём EPO; дистанционное управление через сеть; возможность подключения до 10 дополнительных батарейных блоков; «горячая» замена батарей и функция самодиагностики. Модели доступны с выходными мощностями от 1 до 10 кВт. Для ИБП Systeme Electric доступны различные аксессуары, опции и комплектующие, которые позволяют пользователям настроить систему ИБП в соответствии с их уникальными требованиями и условиями эксплуатации и увеличить функциональность и удобство использования устройств. ●



## CHINT и ENSMAS приглашают на Нефтегаз 2024!

**Дата проведения выставки: 15-18 апреля**  
**Адрес: ЦВК «Экспоцентр»**

**Стенд CHINT: 21С60, Павильон 2, зал 1**

Компания CHINT – мировой поставщик интеллектуальных решений в области производства и распределения электроэнергии.

CHINT присутствует в более чем 140 странах мира и идет путем локализации, усиливая свои позиции на местных рынках.

Стратегия локализации не обошла и российский рынок. В России CHINT активно развивается более 13 лет и в последние годы показывает средний ежегодный прирост более 30%. Компания заинтересована усиливать свое присутствие и увеличить долю рынка.

Новый бренд ENSMAS создан в 2022 году для российского рынка. На сегодняшний день предложение ENSMAS включает в себя оборудование и программное обеспечение для промышленной автоматизации, решения для ведения непрерывных критических технологических процессов и управления критичными объектами гражданской инфраструктуры.

Оборудование ENSMAS производится на производственных площадках CHINT – а это исследования и разработки в области автоматизации процессов и интеллектуальных систем за более чем 35 лет.

Продуктовое предложение.

1. Компактный ПЛК MAS200 «все в одном» для машин и механизмов.
2. Графические терминалы оператора.
3. PCY MAS400 – идеальное решение для широкого круга небольших задач.
4. PCY MAS8600 – масштабируемая PCY для критичных и/или больших систем, требующих непрерывной эксплуатации в течение нескольких лет.
5. ПЛК TSxPlus – специализированное решение для систем противоаварийной защиты с сертификацией SIL3.

На стенде мы также представим комплексное предложение «От компонентов до решений» по высоковольтному, среднему напряжению и интеллектуальному управлению электродвигателями. Приглашаем познакомиться с предложением CHINT и ENSMAS на стенде № 21С60, в павильоне № 2, зал 1.

<https://chint.ru>, [info@chint.ru](mailto:info@chint.ru)

+7 (495) 540-61-41, +7 (800) 222-61-41

## Накопитель для блейд-серверов от Innodisk в формате EDSFF (Enterprise & Data Center SSD Form Factor)

Компания Innodisk представляет новую серию накопителей формата EDSFF (Enterprise & Data Center SSD Form Factor) в форм-



факторе E1.S. Данный формат предназначен для использования в блейд-серверах и системах хранения данных. При хорошей системе теплоотвода даже в корпусе высотой всего 1U можно разместить до 48 таких накопителей.

Форм-фактор E1 обеспечивает улучшенное рассеивание тепла по сравнению с форм-факторами M.2 за счёт собственного корпуса с радиатором. Накопители с функцией «горячей замены» легко устанавливаются и извлекаются, при этом не требуют использования дополнительных корзин. В твердотельных накопителях с форм-фактором E1 используется надёжный разъём EDSFF с интерфейсом подключения PCIe x4 4-го поколения и поддержкой протокола NVMe, обеспечивающий высокую скорость передачи данных.

Серия 4TG2-P представлена в форм-факторе E1.S и имеет следующие характеристики:

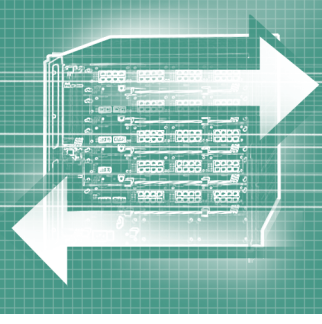
- ёмкость от 512 Гбайт до 4 Тбайт;
- тип памяти 3D TLC;
- скорость чтения/записи 6,900/4,700 Мбайт/с;
- встроенный буфер O3V для увеличения производительности;
- расширенный диапазон рабочей температуры –40...+85°С;
- встроенный термодатчик, предотвращающий отказ работы системы;
- технология iCell – применение суперконденсаторов для хранения данных на период небольшого количества времени при пропадании питания и для безопасного завершения работы;
- поддержка ATA Security /iSMART;
- сквозная система защиты данных;
- интеллектуальная система коррекции ошибок;
- обеспечение температурного режима устройства.

Конструкция разъёма EDSFF соответствует одной и той же стандартной спецификации разъёма для всех подформатов EDSFF, её можно использовать без ограничений по количеству линий в любой конструкции корпуса и объединительной платы. ●



## Дар центру знаний

Профессор Антохина Юлия Анатольевна (Ректор ГУАП, Президент Российской Санкт-Петербургской секции ISA 2014 года) преподнесла в дар центру знаний ISA изданную в 2023 году книгу «Технологии гибкого управления инновационными проектами в системе высшего образования»: учеб.-метод. пособие / Ю.А. Антохина. – СПб.: ГУАП, 2023. – 104 с. ●



# Построение цифрового двойника склада металлопроката с использованием искусственной нейронной сети

*Виталий Осипович, Сергей Борисенко*

**Изложены методика и результаты эксперимента по применению искусственной нейронной сети для отслеживания перемещений продукции металлопроката на территории цеха. Приведены преимущества такого способа организации цифрового двойника склада.**

## Введение

Цифровой двойник склада готовой продукции – это виртуальная копия реального физического склада, созданная на основе информации о расположении, статусе, характеристиках продукции на складе, отражающая его состояние в реальном режиме времени. При этом цифровой двойник может быть отражён в виде трёхмерной модели склада с точным расположением полок, стеллажей и других структур, на которых хранится продукция, либо в виде таблиц с привязкой к конкретному месту расположения той или иной единицы продукции.

Создание цифрового двойника склада обеспечивает: автоматизацию аналитики и отчётности; прогнозирование потребности в ресурсах и оптимизацию распределения продукции; управление инвентаризацией; симуляцию сценариев, таких как оптимизация распределения продукции или реакция на изменения в спросе; автоматизацию складских процессов и управление перемещением продукции: отслеживание и обеспечение безопасности, например, мониторинг доступа к определённым зонам склада. Таким образом, цифровой двойник склада готовой продукции позволяет повысить эффективность управления складскими операциями, минимизировать ошибки и снизить затраты на управление и обслуживание инфраструктуры склада.

Одним из способов реализации цифрового двойника склада является использование системы датчиков и технологии Интернета вещей (Internet of Things, или IoT), построенных, как правило, на технологии RFID либо комбинации RFID [1–3]. Такой способ является источником данных для цифрового двойника, предоставляя актуальные данные о перемещении единиц продукции, а также о температуре, влажности и других параметрах.

Однако использование RFID и технологии Интернета вещей имеют определённые недостатки, связанные с необходимостью снабдить каждый элемент готовой продукции датчиком или меткой и оснастить само складское помещение считывателями этих меток. Это усложняет применение названных технологий в случаях открытых складов, складов с большой площадью, складов производственного предприятия, где готовая продукция хранится рядом с заготовками, подлежащими обработке (а движение таких изделий тоже необходимо отслеживать). Примером таких складов являются склады в производственных цехах, где осуществляется обработка металлопроката.

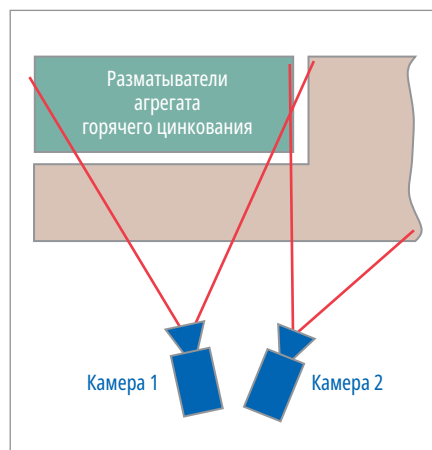
В то же время идёт интенсивное развитие технологий технического зрения, работающих на основе искусственных нейронных сетей [4–6], в частности, ориентированных на определение и от-

слеживание направления движения конкретных объектов на видеопотоке.

Цель настоящей работы – оценка возможности использования технологии детектирования объектов на видеопотоке для построения цифрового двойника склада с металлопрокатом: рулонами нержавеющей стали, как упакованными и готовыми к отгрузке, так и требующими дополнительной обработки.

## Методика проведения эксперимента и подготовки данных, план размещения камер

Для осуществления эксперимента штатив с ноутбуком и двумя веб-камерами, как отражено на рис. 1, был



*Рис. 1. Размещение видеокамер на складе*



Рис. 2. Результат работы программного обеспечения по слежению за перемещением рулона: отслеживание рулона с определённым номером (2а, 2б); идентификация всех рулонов (2в)

размещён на складе цеха по обработке рулонов из стали. В течение десяти часов видеопотоки с видеокамер записывались на жёсткий диск ноутбука.

Далее была осуществлена подготовка обучающего набора изображений с использованием инструмента разметки «Label Studio». При этом учитывалось разнообразие сценариев перемещения рулонов металла, таких как повороты, движение в разных направлениях и остановки, наличие на изображениях рулонов с различными размерами. Разметка кадров обеспечила отметку местоположения и границы рулонов металла на каждом изображении. После разметки набор был разделён на обучающий и тестовый комплекты в соотношении 70 к 20.

В качестве искусственной нейронной сети для обнаружения рулонов была использована архитектура YOLO-8 (You Only Look Once). Тренировка нейронной сети составила 80 эпох.

После завершения обучения с использованием языка программирования Python было разработано программное обеспечение, которое обеспечивает выполнение следующих функций:

1) присвоение уникального номера каждому обнаруженному в кадре рулону;

2) отслеживание передвижения всех обнаруженных в кадре рулонов;

3) регистрацию перемещения рулона из поля зрения одной камеры в поле зрения другой камеры с сохранением уникального номера;

4) визуализация на видеопотоке найденных рулонов с присвоенными им номерами.

Далее на записи с камеры был выбран промежуток времени, в котором произошло перемещение рулона мостовым краном с места хранения на размотыватель агрегата горячего цинкования, и к этой записи было применено разработанное программное обеспечение.

## Результаты и обсуждение

В результате проигрывания отрезка видео с использованием разработанного программного обеспечения можно видеть найденные на кадрах рулоны с номерами (рис. 2в). Перемещаемый мостовым краном рулон переходит от камеры к камере с сохранением присвоенного ему уникального номера. На рис. 2а и 2б убрана визуализация всех найденных рулонов и оставлена визуализация только рулона, который мостовым краном перемещается на раз-

мотыватель агрегата горячего цинкования. Рис. 2а отражает стартовую позицию рулона на складской площадке, а рис. 2б – его финишную позицию на размотывателе.

Применение разработанного программного обеспечения позволяет обнаруживать все рулоны в поле зрения камеры, а также отслеживать перемещение рулонов по складу.

Применение такого способа для идентификации и отслеживания перемещений продукции позволяет избежать недостатков использования технологии Интернета вещей.

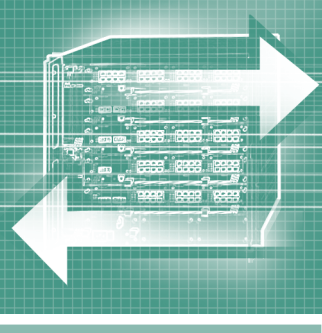
## Выводы и перспективы внедрения

Таким образом, протестирована возможность создания цифрового двойника склада на основе искусственной нейронной сети с его интеграцией со смежными системами цеха, что позволит обеспечить: оптимизацию производственных процессов, предотвращая задержки и оптимизируя маршруты перемещения; предотвращение возможных аварий и несчастных случаев, связанных с перемещением продукции в производственном пространстве; информацию об актуальном местоположении продукции, что позволит эффективнее планировать производственные ресурсы в реальном времени; предотвращение потерь продукции вследствие оперативной реакции системы и фиксации любых изменений в движении и местоположении продукции; снижение зависимости от операторов и минимизация человеческого фактора; создание единой интеллектуальной системы производства.

Перспективным, на взгляд авторов, является использование такого способа отслеживания перемещения продукции для трекинга изделия от заготовки до полной готовности с использованием имеющейся уже на предприятии системы видеонаблюдения с дополнениями или без них. ●

## Литература

1. URL: <https://isbc-rfid.ru/applications/warehouse-uses/>.
2. URL: <https://1cab.ru/ab/news/VnedrenieRFID-tekhnologiidylyaavtomatizatsiiskladaipovedeniyainventarizatsii/>.
3. URL: <https://skladovoy.ru/rfid-texnologiya-na-skladax.html>.
4. URL: <https://arxiv.org/abs/1506.02640>.
5. URL: <https://arxiv.org/abs/1812.00442>.
6. URL: <https://arxiv.org/abs/1803.08375>.



# Блок управления для исполнительных устройств в оптическом тракте лазерной системы

Сергей Шишкин

В статье представлен блок управления для исполнительных устройств в оптическом тракте лазерной системы. Приведены решения на аппаратном и программном уровнях, обоснован выбор средств автоматизации.

## Введение

Оптический тракт (далее ОТ) – это система оптических элементов, которая используется для формирования, передачи и регистрации оптического сигнала. Он состоит из различных компонентов, включая линзы, зеркала, светофильтры, оптические волокна и др. Основной принцип работы оптического тракта основан на использовании светового излучения. Свет, как электромагнитная волна, имеет определённую частоту и длину волны.

Принцип работы ОТ заключается в том, что световой пучок проходит через оптические элементы, которые изменяют его характеристики. Например, линза может сфокусировать световой пучок, а зеркало может отразить его в определённом направлении. То есть элементы ОТ могут изменить направление, фокусировку и интенсивность светового пучка. Кроме того, ОТ может быть также использован для фильтрации света с помощью светофильтров. Светофильтры позволяют пропускать только определённые длины волн света, что может быть полезным в ряде приложений, например, в фотографии и спектроскопии.

Важно отметить, что ОТ может быть достаточно сложной системой, где несколько оптических элементов работают вместе для достижения желаемого результата. Это требует точного расчёта и настройки каждого элемента, чтобы обеспечить оптимальную про-

изводительность ОТ как составной части оптической системы. ОТ также находит применение в медицине, фотографиях, астрономии, лазерной технике и других отраслях. В медицине, например, он используется для производства оптических микроскопов, эндоскопов и других инструментов для исследования внутренних органов и тканей пациента. В фотографировании оптический тракт играет роль в формировании изображения на фотоплёнке или в цифровой камере, а в астрономии он позволяет собирать и анализировать свет далеко находящихся объектов, таких как звезды и галактики.

В лазерных системах ОТ может выполнять следующие функции:

- реализация оптических резонаторов для получения лазерных излучений;
- передача энергии излучения лазера до выходного зеркала (или опорноповоротного устройства ОПУ);
- регулирование параметров излучения (например, в оптический тракт может быть встроена адаптивная оптическая система, предназначенная для адаптивной коррекции искажений лазерного пучка (внутренний контур) и атмосферной трассы (внешний контур), а также для введения упреждения);
- формирование светового пучка с высокой плотностью мощности (фокусировка);
- измерение и контроль параметров лазерного излучения (мощность, расходимость и др.).

Элементы ОТ лазерной системы – это юстировочные лазеры, поворотные зеркала, ирисовые диафрагмы, линзы, видеокамеры, экраны, затворы защитные, блоки светофильтров, трипельпризмы и др. Причём все вышеуказанные элементы могут функционировать постоянно или быть введены в оптический тракт на определённое время и при определённых условиях.

## Общие требования к функциональному модулю

Блок управления (далее БУ) для управления ОТ целесообразно рассматривать как составную часть автоматизированной системы управления АСУ всей лазерной системы, в которой ОТ тоже является составной частью. Поэтому основные требования к АСУ переносятся и на БУ. При этом учитываются требования по назначению, унификации, удобству эксплуатации и др. Вышеуказанные требования, как правило, приведены в ТЗ на изделие или в частном ТЗ на АСУ.

Кроме того, разработчик, конечно же, учитывает свой и коллективный опыт разработки и эксплуатации разработанных и эксплуатируемых АСУ, встроенных в ранее разработанные или аналогичные изделия. Эти знания, требования и опыт трансформируются в следующие принципы:

- БУ должен быть выполнен на базе элементов и компонентов тех орга-



низаций, производственная политика которых предсказуема в долгосрочной перспективе. Например, нет смысла делать БУ на базе программируемого логического контроллера ПЛК, если он будет снят с производства через год. Ситуация ещё более усугубится, если на фирме-изготовителе не будет никакого технологического запаса. В идеале, изготовитель должен информировать потребителя о своей производственной политике и об изменениях в своей производственной программе, а также о технологическом запасе, который будет создан при изменении производственной программы;

- блочно-модульный принцип построения аппаратной части БУ с возможностью наращивания функций системы. Это сводится не только к банальному построению из идентичных блоков и модулей более сложных частей. Типовой модуль для решения локальной задачи в изделии представляет собой мини-аппаратно-программный комплекс, аппаратная часть которого может быть разбросана по шкафам УСО;
- построение БУ на единой программно-аппаратной базе;
- аппаратная часть измерительных каналов должна быть включена в госреестр средств измерений;
- построение профессионального пользовательского интерфейса, обеспечивающего обучение персонала;
- использование типовой, универсальной, интегрированной среды разработки, дающей возможность:
  - применять готовые встроенные графические элементы для пользовательского интерфейса;
  - задействовать готовые и бесплатные библиотеки функций и функциональных блоков для часто встречающихся задач;
  - применять типовые драйвера и программы;
  - применять языки высокого уровня из стандарта МЭК 61131-3 (ST, IL, LD, FBD, SFC) и трансляцию разработанного приложения в исполняемый код процессора контроллера;
  - загружать приложения в контроллер, производить удалённую отладку, и управление исполнением приложения в контроллере;
  - применять сервисные функции, включая диагностирование исполнения, загрузку и выгрузку файлов,

трассировку значений переменных и т.д.;

- отображать входные и выходные переменные разрабатываемого приложения на сетевые сообщения и каналы модулей ввода-вывода.

### Выбор элементной базы для БУ

Задачи автоматизации становятся более сложными и комплексными, в связи с этим растут требования и к средствам автоматизации, в частности, к их коммуникационным возможностям, к удобству программирования и эксплуатации. При выборе средств автоматизации для распределённых систем управления на первое место выходят не только соотношение цена/качество, но и сроки поставки, гарантии поставщиков, сервисное обслуживание, техническая поддержка. Желательно, чтобы все комплектующие были отечественного производства. Конструктивно сложный ОТ можно разделить на отдельные участки. Каждый участок представляет собой оптический стол (оптическую сборку) с расположенными на нём оптическими элементами. Внешний вид оптического стола приведён на рис. 1.

Собственно, стол оптический и представляет собой объект автоматизации. Конечно же, наполняемость БУ, а конкретно шкафа управления (или шкафов управления), определяется типом и количеством исполнительных устройств на оптическом столе.

Одно из возможных решений – применение программируемых логических контроллеров ПЛК. Применение ПЛК – это использование готового решения для разработки и изготовления БУ, поэтому его выбор является перво-

очередной задачей. При разработке аппаратной части БУ, выбирая ПЛК, нужно учитывать все нюансы и обращать внимание буквально на всё. Решительно на всё. Даже на нюансы в конструкции ПЛК. Например, замена батарейки в ПЛК с выполнением демонтажа его корпуса – это неправильно. Разъём для интерфейса RS-232 типа RJ-45, а не DB-9 – это тоже неправильно. Целесообразно, чтобы все комплектующие, входящие в канал измерения, были заказаны у организаций, которые могут поставить откалиброванные каналы измерения с необходимыми нормативными документами (паспорта на комплектующие, сертификаты соответствия, свидетельство о поверке и т.д.).

Разработка и эксплуатация БУ будет значительно проще, если в применяемом ПЛК будет реализован принцип модульности. Совокупность модулей системы, связанных с конкретным объектом автоматизации, образует узел системы сбора и обработки данных. Такой узел может быть установлен в непосредственной близости от объекта автоматизации, что позволяет сократить длину соединительных проводов, упростить монтаж оборудования, а также устраняет необходимость применения кросс-панелей. Приведём самые применяемые, «самые ходовые» модули ввода-вывода, которые могут входить в состав ПЛК ЛК:

- контроллеры узла сети;
- модули дискретного ввода;
- модули дискретного вывода (модули релейного вывода);
- модули аналогового ввода;
- модули аналогового вывода;
- модули измерения температуры;
- модули сетевых интерфейсов;
- модули питания.

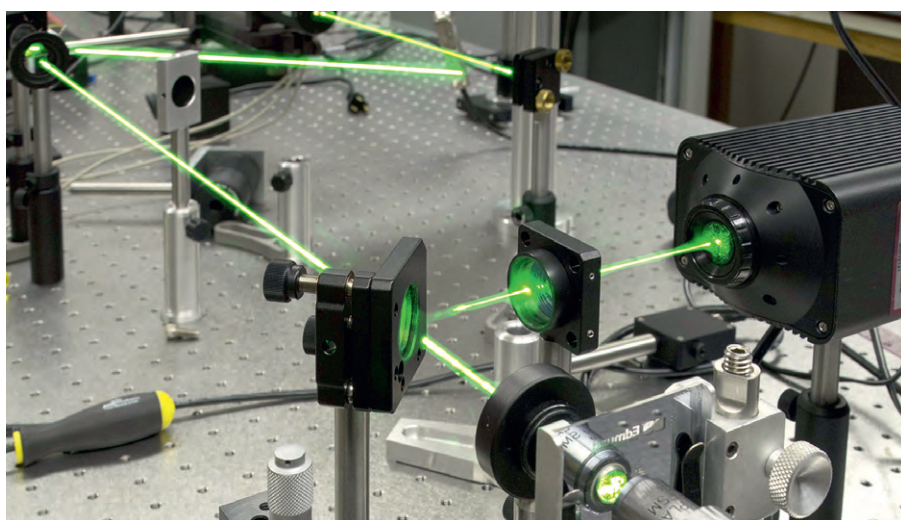


Рис. 1. Оптический стол с расположенными на нём оптическими элементами

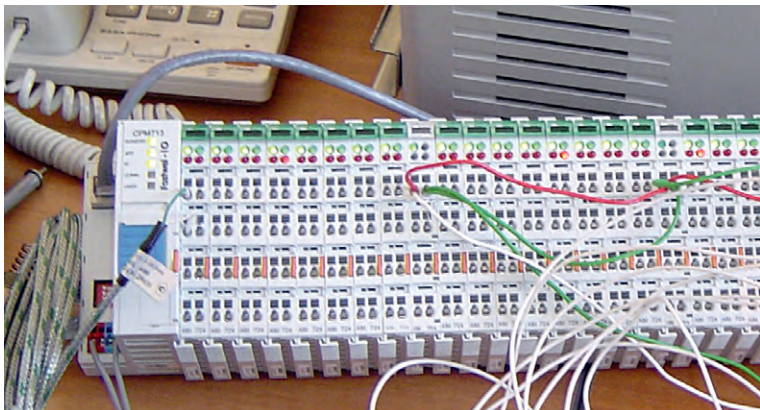


Рис. 2. Контроллер узла сети с модулями ввода/вывода

Рассмотрим построение БУ на базе ПЛК Fastwel (распределённая система ввода-вывода FASTWEL I/O, согласно ТУ [1]). При применении ПЛК Fastwel решается задача совместимости со многими имеющимися промышленными сетями передачи данных. На аппаратном уровне для перехода на любую сеть достаточно сменить контроллер узла сети, при этом модули ввода-вывода вместе с присоединёнными к ним датчиками не требуют замены и демонтажа. Идеология FASTWEL-I/O основана на предоставлении разработчику максимальных возможностей в конфигурировании, наращивании и обслуживании системы. Контроллеры узла сети обеспечивают возможность исполнения прикладных программ, реализующих алгоритмы сбора, обработки данных и управления, разработанных при помощи адаптированной среды разработки CoDeSys V3. Компания FASTWEL [2] поставляет 7 типов контроллеров узла сети с сетевыми интерфейсами CAN, RS-485, Ethernet, Profibus DP, MODBUS; 15 типов модулей дискретного ввода/вывода; 12 типов модулей аналогового ввода/вывода; 4 типа модулей питания; 4 типа вспомогательных модулей (модуль оконечной нагрузки шины, модуль интерфейсный RS-485 и др.). Номенклатура модулей FASTWEL I/O оптимизирована таким образом, чтобы быть минимально достаточной для большинства возможных применений. Модули обеспечивают подключение датчиков и исполнительных устройств, а также содержат цепи гальванической развязки и индикации состояния.

На рис. 2 приведена «батарея» контроллера узла сети с модулями ввода/вывода (ПЛК Fastwel), собранная для отладки СПО.

Узел сети состоит из контроллера узла сети, модулей ввода-вывода и вспомо-

гательных модулей. Контроллер узла сети служит для исполнения прикладной программы, разработанной в среде CODESYS V3 [3] для обмена данными с модулями ввода-вывода, а также информационного обмена по внешней сети. Он интегрирует возможности программируемого логического контроллера и подчинённого узла сети. Контроллер узла сети имеет два основных интерфейса: внешний и внутренний. Внешний интерфейс учитывает особенности и обеспечивает выполнение требований конкретной полевой шины (CAN, MODBUS, MODBUS TCP). Внутренний интерфейс, специально разработанный для системы FASTWEL-I/O, – это шина FBUS. Он обеспечивает обмен данными и служебной информацией между модулями ввода-вывода и контроллером узла сети. Контроллер узла сети имеет также служебный интерфейс и индикаторы состояния. В узле сети реализована очень функциональная система подачи питающих напряжений на датчики и исполнительные устройства.

Управление более простых в функциональном отношении ОТ можно построить на базе программируемых реле. Например, на ОВЕН ПР200 или ОВЕН



Рис. 3. Внешний вид программируемого реле ПР205

ПР205. На рис. 3 приведён внешний вид программируемого реле ПР205.

В ПР205 и ПР200 нет сетевого интерфейса RS-232, поэтому, применяя этот прибор, нельзя напрямую управлять оборудованием, имеющим подобный интерфейс управления. Для увеличения количества дискретных (аналоговых) входов и выходов к ПР200 и ПР205 можно подключать модули расширения ПРМ.

На рис. 4 показан внешний вид ПР200 с подключёнными к нему модулями расширения ПРМ-24.1 и ПРМ-24.2.

Вышеуказанные приборы программируются в среде Owen Logic на языке FBD. Пользовательская программа записывается в энергонезависимую флеш-память. Приведём основные функции ПР205:

- работа по программе, записанной в память;
- отображение данных и мнемосхем на ЖКИ;
- ввод и редактирование данных с помощью кнопок на лицевой панели;
- работа в сети RS-485 по протоколам Modbus RTU/Modbus ASCII в режиме Master или Slave;
- работа в сети Ethernet по протоколу Modbus TCP в режиме Slave;



Рис. 4. Внешний вид программируемого реле ПР200 с подключёнными к нему модулями расширения ПРМ-24.1 и ПРМ24.2

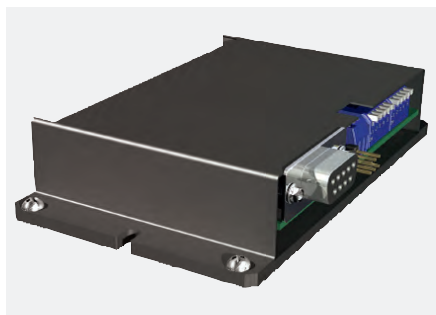


Рис. 5. Внешний вид КИЩ OSM-17RA



Рис. 6. Внешний вид КИЩ SMSD-1.5 RS-485

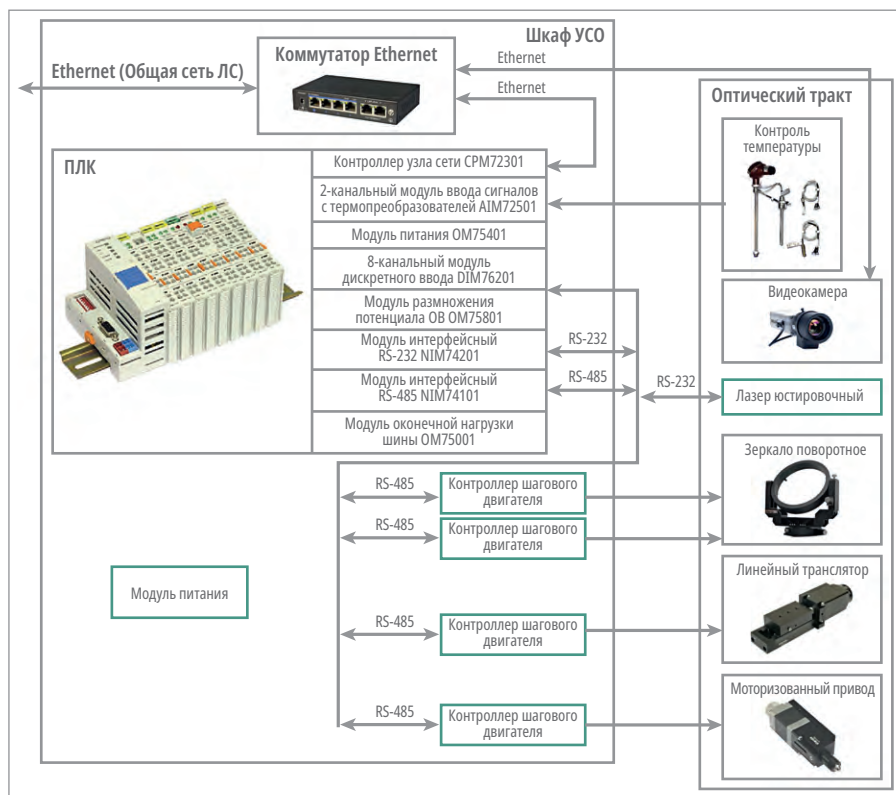


Рис. 7. Структурная схема БУ ОТ на базе ПЛК FASTWEL CPM723-01

- работа с удалённым сервисом Owen Cloud без дополнительного шлюза;
- обработка входных сигналов от датчиков;
- управление подключёнными устройствами с помощью дискретных или аналоговых сигналов.

Наличие графического цветного экрана с диагональю 2,4" позволяет создавать удобные интерфейсы пользователей. Следует отметить широкие коммуникационные возможности ПР205.

Выпускаются модификации с тремя сетевыми интерфейсами: Ethernet, 2×RS-485. Это позволяет встраивать их в распределённые системы сбора данных и управления, визуализировать процессы с помощью панелей операторов. Отметим также, что настройки входов и выходов в ПР205 осуществляются с помощью конфигуратора или в среде Owen Logic. Более подробно работа ПР200 и ПР205 приведена в [4].

### БУ оптического тракта лазерной системы

Пожалуй, половина всех решаемых задач в ОТ лазерной системы – это управление устройствами, где присутствует шаговый двигатель. В линейных трансляторах, моторизованных держателях зеркал, моторизованных приводах, ирисовых диафрагмах присутствуют шаговые двигатели, которыми необходимо управлять. Задача поворо-

та зеркала на заданный угол с заданной точностью сводится к задаче по управлению шаговым электродвигателем, к задаче поворота вала шагового двигателя на определённое количество шагов с заданным направлением вращения. Готовое решение – это применение контроллера шагового двигателя (далее КИЩ). Фирмы, реализующие на рынке шаговые двигатели, как правило, предлагают к ним блоки управления с законченными сетевыми интерфейсами управления: RS-485; CAN, USB, PROFIBUS, Ethernet и пр. КИЩ – это готовое решение с сетевым интерфейсом и коммуникационным протоколом (Modbus ASCII, Modbus RTU и Modbus TCP и др.). На рис. 5 приведён внешний вид КИЩ OSM-17RA. На рис. 6 приведён внешний вид КИЩ SMSD-4.2 RS-485. Структурная схема БУ ОТ на базе ПЛК FASTWEL CPM723-01 представлена на рис. 7.

CPM723-01 имеет интерфейс с модулями ввода-вывода (внутренняя шина FBUS), а также встроенный модуль питания, преобразующий входное напряжение 24 В постоянного тока в 5 В для электропитания цифровой части контроллера и модулей ввода-вывода, подключённых к шине FBUS. Модули ввода-вывода, подключаемые к внутренней шине контроллера, предназначены для организации связи контроллера с датчиками и исполнительными устройствами объекта управления, а так-

же для реализации портов асинхронного последовательного интерфейса RS-232C (модуль NIM742) и RS-485 (модуль NIM741). Порты последовательного интерфейса доступны прикладному программному обеспечению контроллера для организации сетевого обмена по протоколу MODBUS RTU или ASCII в режиме мастера или подчинённого устройства либо для реализации собственных протоколов обмена с удалённым оборудованием средствами библиотеки SysCom, входящей в CODESYS V3.

Для управления элементами и системами оптического тракта ОТ лазера узел сети ПЛК Fastwel может состоять из следующих модулей:

- контроллер универсальный программируемый CPM723-01;
- 2-канальный модуль ввода сигналов термопреобразователей сопротивления AIM72501;
- 8-канальный модуль дискретного ввода DIM76201;
- модуль интерфейсный RS-485 NIM74101;
- модуль интерфейсный RS-232 NIM74201;
- модуль питания OM75401;
- оконечный модуль OM75001.

К модулю AIM72501 подключаются датчики температуры (термопреобразователи сопротивления) для контроля температуры в оправках лазерных зеркал, ловушек излучения, лучепроводах



Рис. 8. Внешний вид твердотельного лазера DTL-413

и пр. Модули интерфейсные NIM74101 и NIM74201 задействованы для подключения элементов оптического тракта с сетевыми интерфейсами.

На рис. 8 приведён внешний вид твердотельного лазера DTL-413, который задействован при юстировке ОТ.

На рис. 9 приведён внешний вид модуля управления измерителя мощности EA-1 и преобразователя измерительного термоэлектрического лазерного излучения L50(150)A-BB-35 (первичный датчик).

Применение ПЛК Fastwel в управлении оптического тракта позволяет решать такие задачи, как автоматизированная или автоматическая юстировка ОТ, автоматизированный контроль параметров лазерного излучения. Структурная схема БУ ОТ на базе программируемого реле ОВЕН ПР205 представлена на рис. 10.

Конечно, аппаратные и программные ресурсы ПР гораздо скромнее, чем у ПЛК. Но в небольших оптических сборках с определённым набором исполнительных устройств их применение вполне уместно. На рис. 11 приведён скриншот управляющей программы для управления моторизованным приводом 8CMA28-10 в среде OWEN Logic для модификации ПР200-24.4.2.

### Заклучение

ОТ лазерной системы – это система оптических элементов, используемая для формирования, передачи и регистрации лазерного излучения. Его принцип работы основан на использовании светового излучения и изменении его характеристик с помощью оптических элементов. ОТ может использоваться для различных целей, и его производительность зависит от точного расчёта и настройки каждого его компонента на оптической сборке.

Значимость ОТ в современных технологиях, в том числе и в лазерной технике, – очевидна.



Рис. 9. Внешний вид модуля управления измерителя мощности EA-1 и преобразователя измерительного термоэлектрического лазерного излучения L50(150)A-BB-35

Без ОТ многие современные технологии были бы невозможны или значительно менее эффективны. Автоматизация ОТ значительно упрощает процесс его разработки и эксплуатации в различных областях науки и техники. Автоматизация позволяет достаточно быстро наращивать его функциональность и добавлять новые опции. Это особенно актуально в научных исследованиях, когда нужно оперативно изменить оптическую схему установки под конкретные задачи.

В настоящее время на российском рынке имеются все необходимые средства автоматизации, в том числе ПЛК и программируемые реле для реализации АСУ лазерных систем на достаточно высоком техническом уровне. Отметим некоторых российских производи-

телей средств автоматизации, в частности, производителей ПЛК, это: Контар, Овен, Segnetics, Fastwel и др.

Можно привести несколько аргументов в пользу отечественных компаний – изготовителей средств автоматизации.

- Проблема совместимости импортных ПЛК с отечественными инженерными решениями. Например, отечественная промышленность выпускает датчики с выходным токовым сигналом 0...5 мА. У импортных систем ввода/вывода отсутствуют модули ввода под вышеуказанный сигнал. Это не всегда приемлемо.
- Условия применения. Здесь нужно учесть географию и условия применения в нашей стране, а также ментальность пользователей и персонала, эксплуатирующего изделие с АСУ

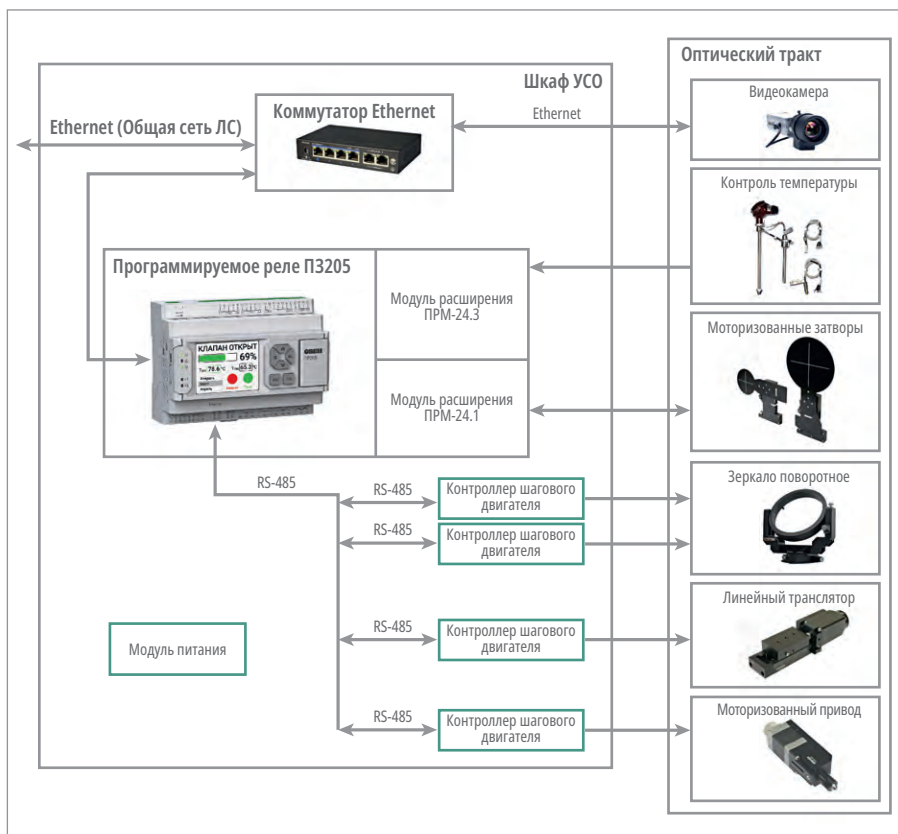


Рис. 10. Структурная схема БУ ОТ на базе программируемого реле ОВЕН ПР205

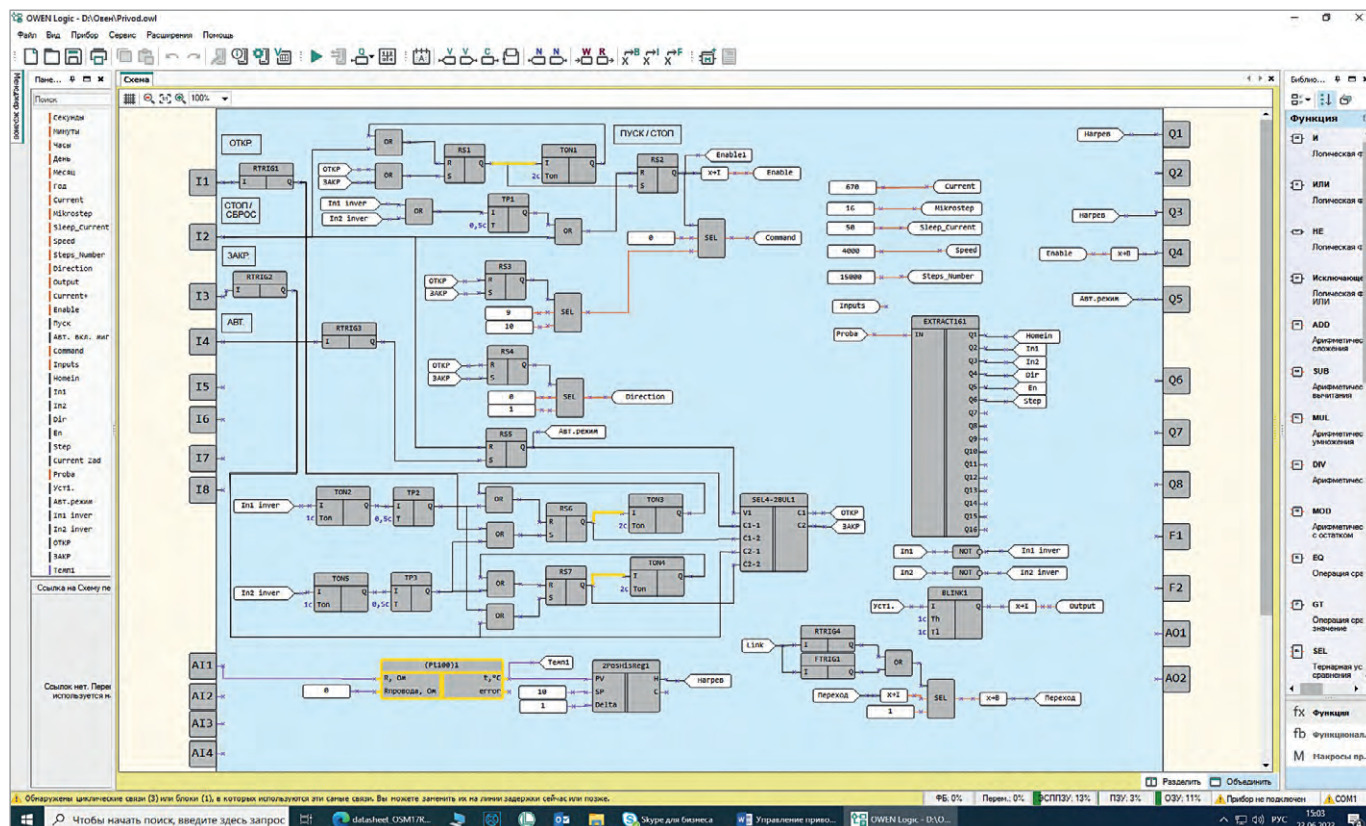


Рис. 11. Скриншот управляющей программы для управления моторизованного привода 8CMA28-10 в среде OWEN Logic

(здесь имеются в виду организации, осуществляющие техническое обслуживание, плановый ремонт изделия и т.д.).

- Разобщённость покупателя и производителя. Большинство официальных дилеров известных зарубежных компаний работает (работало) по принципу: «продал и забыл». Техническая поддержка сведена к минимуму (хотя есть и приятные исключения). Серьёзные проблемы для исполнителя (непосредственного разработчика АСУ и эксплуатационных

организаций) появляются на этапе разработки КД и эксплуатации системы, так как для разработки и эксплуатации изделия с АСУ нужна реальная техническая поддержка.

- Наличие полноценной технической документации. Для отечественного разработчика, который работает в системе «ЕСКД», очень важно, чтобы на все комплектующие АСУ была необходимая техническая документация. А это значит, что на все элементы АСУ должны быть технические условия (разработанные по ГОСТ 2.114-95),

должна быть эксплуатационная документация в соответствии с ГОСТ 2.601-2006 и ГОСТ 2.610-2006.

Всё это можно требовать только от отечественного производителя, который выпускает серийную продукцию в необходимом объёме. ●

### Литература

1. Распределённая система ввода-вывода FASTWEL I/O ТУ-4013-00852415667-05.
2. URL: <http://www.fastwel.ru>.
3. URL: <http://CODESYSE.COM>.
4. URL: <http://www.owen.ru>.

## НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама НОВОСТИ реклама

### Однофазные ИБП на DIN-рейку от Powercom

Компания Powercom предлагает компактные и эффективные источники бесперебойного питания переменного тока для монтажа на DIN-рейку серии DRU-500 / DRU-850. Модели DRU-500 и DRU-850 (второго поколения) применяются для обеспечения защиты от провалов входного напряжения различного промышленного оборудования – это могут быть системы управления автоматизацией производства, роботизированные системы, логические контроллеры и другое производственное и сетевое оборудование. Данные ИБП выполнены по топологии офлайн (off-line UPS) и имеют



время переключения на работу от батарей всего 2...4 мс. Полная и активная мощность для модели DRU-500 составляет 500 В·А и 300 Вт соответственно, а для модели DRU-850: 850 В·А и 510 Вт соответственно.

Тип используемой батареи: свинцово-кислотная герметизированная, необслуживаемая, ёмкостью 7,2 или 9 А·ч, в зависимости от модели, и напряжением 12 В. При ра-

боте от батареи ИБП выдают на выходе переменное напряжение 220/230 В ±5% в виде ступенчатой аппроксимированной синусоиды. Из дополнительных опций в ИБП доступно: дистанционное управление включением и выключением; возможность «холодного» пуска от батарей; защита от перенапряжения, ВЧ и импульсных помех, перегрузки и короткого замыкания; коммуникационный порт RS-232; возможность установки SNMP-карты, Modbus-карты, блока реле «сухого» контакта. Сделать заказ или получить консультацию вы можете любым удобным способом. ●



## PhanTAM-8B – панельный ПК для применений с высокими гигиеническими требованиями



Компания APLEX Technology, являющаяся одним из мировых производителей промышленных компьютеров и ЧМИ, рада представить новую модель панельного ПК серии PhanTAM — PhanTAM-8B!

Несмотря на то что ещё совсем недавно была выпущена модель высокопроизводительного панельного ПК PhanTAM-9C на базе процессора Intel Core i 11-го поколения, только что получившая награду Taiwan Excellence 2024, APLEX пополняет линейку панельным ПК начального уровня, оснащённым процессором Intel Celeron J6412. Конструкция сверхтонкого корпуса выполнена из нержавеющей стали марок SUS304 и SUS316, которая идеально подходит для применения в промышленности с высокими гигиеническими стандартами.

Чтобы отвечать всем требованиям очистки в пищевой промышленности, PhanTAM-8B имеет класс защиты IP66/IP69K, комплектуется водонепроницаемыми крышками для беспроводной антенны, а также оснащён разъёмами M12 и гигиеническими болтами для достижения бесшовной конструкции. Сочетая в себе антибактериальные, антикоррозионные, антиокислительные свойства, а также широкий диапазон рабочих температур от -20 до +60°C (опционально), PhanTAM-8B легко подходит для применения в пищевой и фармацевтической промышленности, в производстве напитков, в чистых помещениях и т.д.

Панельный ПК PhanTAM-8B оснащён двумя портами USB 2.0, одним портом COM и одним LAN-портом. Помимо прочего, имеет возможность расширения за счёт наличия дополнительных слотов miniPCIe, M.2 E-Key 2230 и слота для SIM-карты. Есть возможность опционально установить RFID для упрощения бесконтактной работы и повышения стандарта гигиеничности.

Подробные характеристики см. в таблице. ●



Модель	PhanTAM-816BP(H)	PhanTAM-821BP(H)
Экран	15,6" TFT-LCD	21,5" TFT-LCD
Разрешение	1366×768; 1920×1080 (опционально)	1920×1080
Процессор	Intel Celeron J6412	Intel Celeron J6412
Память	1×260-pin SO-DIMM до 32 Гб DDR4 3200 МГц	
Порты	LAN: 1×M12 8-pin с водонепроницаемой крышкой	
	Serial: 1×M12 8-pin COM1, RS-232/422/485	
	USB: 1×M12 8-pin for 2×USB 2.0	
Питание	DC 9-36 В	
	Разъём: 1×M12 3-pin с водонепроницаемой крышкой	
Порты расширения	2 × пустых порта M12 с водонепроницаемой крышкой на выбор:	
	2×USB 2.0	
	1×USB 3.2 Gen.1	
	1×LAN 1×COM	
Накопитель	1×M.2 B-Key 2242/2280 для SSD (SATA3)	
Слоты расширения	1×Full-size mini PCIe слот для 4G/5G	
	1×Micro SIM slot	
	1×M.2 E-Key 2230 для Wi-Fi/BT модуля RFID-модуль (опционально)	
Степень защиты	IP66/IP69K	
Рабочая температура	0...+50°C	
	-20...+60°C (опционально)	
Корпус	Сталь 304	
	Сталь 316 (опционально)	
Габариты	403,4×254,4×64,9 мм	540,4×332,4×61,9 мм
Вес	~ 5 кг	~ 7,88 кг
ПО	Windows 10 IoT ENT LTSB, Windows 11	

## Стоит ли обновляться до 1.3.4 MasterSCADA 4D

Отечественная компания-разработчик «МПС софт» выпустила новый релиз платформы для автоматизации и диспетчеризации MasterSCADA 4D – 1.3.4. Расскажем кратко об основных изменениях, и где можно этот релиз «потрогать руками» до внедрения на реальном объекте автоматизации.

### Среда разработки

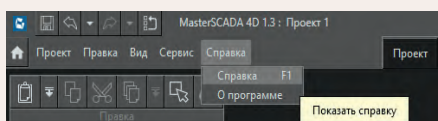
Системные библиотеки теперь сгруппированы по категориям:

- контроллеры
- протоколы
- графические
- отраслевые
- драйверы устройств

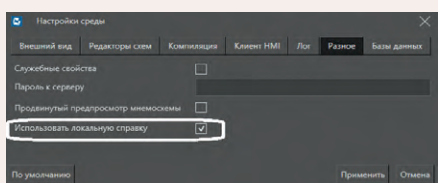
В пользовательских библиотеках появилось свойство «Категория», с помощью которого можно реализовать группу библиотек.

### Веб-справка

При открытии справки теперь по умолчанию открывается веб-справка по ссылке <https://support.mpssoft.ru/Helpweb/index.html>.

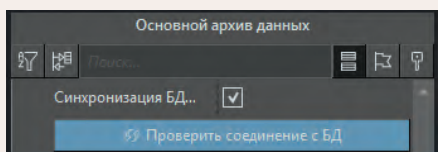


При необходимости открыть справку онлайн нужно в настройках среды на вкладке «Разное» поставить галочку «Использовать локальную справку».



### Проверка подключения к БД

Для архивов и протоколов добавлена команда в панели свойств «Проверить соединения с БД».



При разработке проекта можно проверить соединение с БД без компиляции проекта. Также в случае, если в узле есть 2 БД с одинаковым именем, теперь выдаётся предупреждение при компиляции.

### Исполнительная система

#### Функциональные блоки

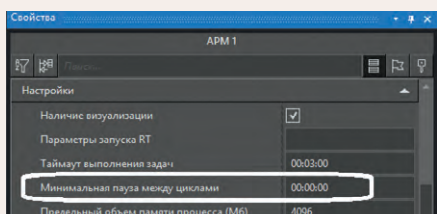
Добавлен новый ФБ MutliAlarmCondition, который служит для формирования тревог

на основе полученных из сторонней системы тегов, количество которых неизвестно.

В ФБ Read\_Archive\_Data добавлен выход Filter для обработки значений с недостоверными признаками качества. При помощи фильтра определить поведение при получении значений с недостоверными признаками качества: игнорировать или учитывать.

#### Оптимизация загрузки процессора

В свойствах узла добавлена настройка «Минимальная пауза между циклами». Настройка определяет минимальное время принудительной задержки для всех задач узла, предоставляя дополнительное время между циклами задач для разгрузки процессора.



#### Доработки протоколов

В протоколе Modbus добавлена настройка «Задержка опроса после получения ответа», которая задаёт интервал ожидания после получения ответа на запрос чтения или записи.

В протоколе SiemensPLC добавлена настройка «Выполнять запись при подключении», при активации которой будет производиться однократная запись значений на всех выходах. А ещё мы существенно доработали импорт тегов из Step 7.

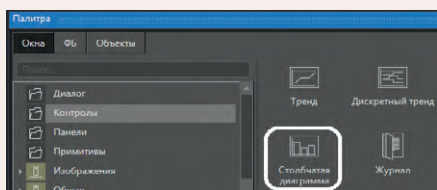
#### Резервирование

В службу резервирования добавлена настройка «Переключение на основной», при активации которой всегда происходит переключение на основной узел, если на нём нет отказа. Реализована синхронизация пропущенных участков архивов данных при резервировании.

#### Визуализации

Реализована поддержка добавления контролов в шаблон экрана.

Добавлен контрол «Столбчатая диаграмма».



В Журналах добавлено поле Recseid (отображает последовательность записи сообщения в БД).

В контроле «Тренд» доработаны наборы пьербв, а также реализовано обновление границ шкалы параметра при их изменении.

В контроле «Карта» добавлено свойство «Позиционирование маркеров», параметр «Приближение» и настройка «Тема» для выбора светлой или тёмной темы.

Подробнее с перечнем новых функций MasterSCADA 4D 1.3.4 можно ознакомиться на сайте [masterscada.ru](http://masterscada.ru). Там же доступны для скачивания демонстрационные версии, в том числе 1.3.4. Пользователи предыдущих версий MasterSCADA 4D могут бесплатно обновить свои релизы в рамках действия планов технической поддержки.

Компания ПРОСОФТ является официальным дистрибутором программных продуктов «МПС софт». Проверить наличие плана технической поддержки, совместимость нового релиза с типами ОС и БД, а также уточнить системные требования можно через запрос на [info@prosoft.ru](mailto:info@prosoft.ru).

Рекомендуем онлайн-обучение на сертифицированном курсе в ПРОСОФТ и проверить работу этого релиза на учебном проекте совместно с опытным преподавателем. ●



## Очередной дар центра знаний

Активные члены Российской Санкт-Петербургской секции ISA: профессор А.Р. Бестугин (директор института радиотехники и инфокоммуникационных технологий ГУАП), сотрудники кафедры конструирования и технологии электронных и лазерных средств ГУАП профессор М.А. Ваганов и доцент В.И. Казаков, С.В. Солёный (Директор Инженерной школы ГУАП), В.П. Кузьменко (доцент кафедры электромеханики и роботехники ГУАП) преподнесли в дар центру знаний ISA изданные в 2023 и 2024 годах монографии: «Инновационные методы дистанционной оптической спектроскопии в прикладных задачах контроля»: монография / А.Р. Бестугин, М.А. Ваганов, В.И. Казаков. СПб.: ГУАП, 2023. 130 с. и «Управление качеством светодиодных осветительных приборов»: монография / В.П. Кузьменко, С.В. Солёный, О.Я. Солёная. СПб.: ГУАП, 2024. 184 с. ●





# Экономика профилактики: использование Интернета вещей для планирования профилактического обслуживания оборудования

*Андрей Краснов*

**Машины, а точнее, сложные высокотехнологичные установки – станки или другое технологическое оборудование для любой промышленной отрасли представляют собой ценные активы, которые необходимо защищать от повреждений, неисправностей и отказов с помощью надлежащих мер по техническому обслуживанию. В этой статье будет рассмотрен один из примеров создания системы, автоматически контролирующей состояние и время работы машин с последующей отправкой уведомлений о графике профилактического технического обслуживания (ПТО).**

## Описание системы

Ядро системы состоит из программируемого логического контроллера (ПЛК) и человеко-машинного интерфейса (ЧМИ). ЧМИ, в свою очередь, подключается к облачной онлайн-платформе посредством Интернета, предоставляемого маршрутизатором, так что к результатам мониторинга можно получить доступ через смартфон, планшет или ноутбук/ПК.

По сути, эта система мониторинга времени работы на базе Интернета вещей (IRTMS) будет особенно полезна при внедрении на производственных объектах, состоящих из обширного парка различных машин и оборудования. Операции технического обслуживания машины могут варьироваться от обычной чистки, замены одного или нескольких компонентов вплоть до капитального ремонта, каждая операция имеет разный временной интервал.

Ключевые результаты использования IRTMS заключаются в том, что пользователь будет иметь полный обзор графиков технического обслуживания в любое время и в любом месте,

а подготовка запасных материалов, компонентов или инструментов может быть сделана заранее.

Ещё одним преимуществом данной системы является то, что она построена на базе доступных и относительно бюджетных устройств и компонентов, используемых в реальных промышленных условиях. Соответственно снижается стоимость как самой системы, так и её дальнейшего обслуживания или улучшения. Прототип созданной системы мониторинга (IRTMS) был успешно протестирован и внедрён на действующей электростанции с установленной мощностью не менее 200 мегаватт. Система полностью выполняет поставленные задачи по мониторингу времени работы, сбору соответствующих данных, уведомлениям технической службы и удалённому доступу для общего мониторинга и управления.

В целом, техническое обслуживание оборудования – это главный фактор продления срока его полезного использования, а значит, и минимизация затрат для большинства производств. Любая установка, агрегат или машина

подвержены износу или повреждениям при использовании, но при правильном и регулярном обслуживании срок их функционирования можно продлить.

Техническое обслуживание включает в себя все виды деятельности, связанные с поддержанием определённого уровня доступности и надёжности системы и её компонентов, а также её способности работать на предусмотренном стандартами уровне качества.

По статистике время работы, т.е. обеспечение бесперебойности производства, должно составлять 90%, а время, которое становится простоем, составляет в среднем около 10%. Конечно же, это отношение может меняться, причём не в лучшую сторону. Согласно проведённым исследованиям, в которых были указаны причины и их доля от общего времени простоя, выделены следующие показатели: 34% случаев простоя вызваны устаревшим оборудованием, 20% – техническими сбоями, 9% – нехваткой времени для выполнения обслуживания, 6% случаев были вызваны неверной или неработающей стратегией технического об-



служивания. Остальную долю времени простоев занимают такие причины, как ошибки операторов, нехватка квалифицированного технического персонала, неверный дизайн оборудования и т.д. Фактически большая часть причин простоя, а это почти 70%, зависит от состояния оборудования и его технического обслуживания. А любой простой оборудования сверх допустимых временных интервалов в значительной степени влияет на всю цепочку производства.

Таким образом, крайне важно оптимизировать меры по техническому обслуживанию: их график – чтобы они не проводились слишком рано или слишком поздно, их продолжительность и чёткое выполнение. Благодаря этому можно сократить время простоя и затраты на техническое обслуживание, а значит, одновременно повышая эффективность производства.

Профилактическое обслуживание (ПТО) – как один из видов технического обслуживания, выполняемый через заранее определённые интервалы времени, которые могут зависеть от времени производства или производственного цикла. Однако до 50% случаев такого профилактического обслуживания в производстве применяется без необходимости. Это можно с уверенностью объяснить неточностью определения вышеупомянутого времени производства или производственного цикла.

Повышение точности ПТО в рассматриваемой системе мониторинга осуществляется на основе фиксации времени работы машины. Срок профилактического обслуживания не зависит от запланированного времени производства или прогнозируемого объёма производства, как это обычно практикуется. Напротив, сроки ПТО зависят от фактического времени работы машины.

Предлагаемая система основана на концепции Интернета вещей (IoT) и использует в качестве ядра ПЛК и ЧМИ для визуализации и взаимодействия с обслуживающим персоналом. ПЛК контролирует линии электропитания машин и записывает данные об их состоянии. Мониторинг времени работы можно осуществлять непосредственно через ЧМИ или удалённо через телефон, планшет или ноутбук/ПК. В свою очередь, Ethernet-соединение панели позволяет подключиться через маршрутизатор к облачным платформам. Соответственно данную систему следует называть системой мониторинга вре-

мени работы на базе Интернета вещей (IRMTS). Изначально прототип системы создавался для целей моделирования и тестирования с учётом возможности контролирования четырёх машин одновременно. Графики технического обслуживания каждой машины в целом (при капитальном ремонте) или частично (по компонентам) должны храниться в системе (IRMTS), с дальнейшим заблаговременным напоминанием о каждом предстоящем ПТО по электронной почте и на экране ЧМИ.

## Меры по техническому обслуживанию

Меры по техническому обслуживанию могут принимать форму различных действий, предпринимаемых для защиты или ремонта машин, чтобы они находились в рабочем состоянии.

После прохождения периода, когда могут начать возникать ранние неисправности или отказы, работоспособность оборудования, как в целом, так и в частности, постепенно ухудшается с течением всего времени его эксплуатации. Подобную зависимость можно представить в виде функции, приведённой на графике рис. 1. В определённой точке Р обнаруживается изменение производительности. Если техническое обслуживание не проводится, производительность снижается ещё больше и достигает точки F, где происходит функциональный сбой и машина больше не может работать.

Задолго до прохождения точки Р для улучшения производительности можно провести ПТО – ориентированное на текущее состояние либо плановое. Отрезок между точками Р и F является критическим временем проведения ПТО. При достижении точки F потребуется уже так называемое реактивное, или аварийное, техническое обслуживание, т.е. оперативная реакция на

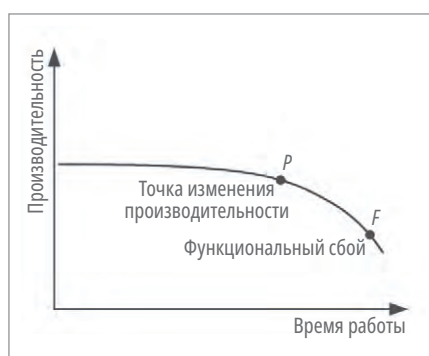


Рис. 1. График зависимости производительности машины от времени работы

Таблица 1. График технического обслуживания критически важных компонентов турбины парогенерирующей электростанции Ombilin

№	Наименование работ	Интервал обслуживания
1	Капитальный ремонт	8000 часов
2	Проверка мембраны	960 часов
3	Проверка поворотного механизма	1150 часов
4	Проверка подшипников	908 часов
5	Замена мембранной турбины	3410 часов
6	Замена поворотного механизма	4500 часов
7	Замена подшипника	8000 часов

функциональный или катастрофический отказ и выход из строя.

Сложность планирования технического обслуживания возрастает с увеличением количества машин, интегрированных в производственный процесс. Каждая установка или машина имеет свои потребности в материалах, компонентах и инструментах (в том числе в расходных) в определённый момент времени.

В качестве примера можно рассмотреть оптимальный график профилактического обслуживания нескольких наиболее ответственных компонентов турбин паровой электростанции Ombilin (табл. 1). Полный список компонентов, конечно же, намного больше, в связи с чем контроль и обработка большого объёма данных, в том числе учёта фактического времени работы соответствующей машины, требует особой надёжности от системы.

## Аппаратная реализация проекта

В этом проекте был выбран ПЛК серии LE (рис. 2) производства HollySys. Данная серия модульных и компактных контроллеров предназначена для систем средней и малой автоматизации. Контроллеры обладают стабильной производительностью, надёжны и удобны в техобслуживании, а за счёт расширения ввода/вывода и многообразия коммуникационных модулей позволяют строить масштабируемые распределённые системы с широ-

## О линейке контроллеров LE

Серия LE состоит из модулей ЦП, модулей и плат расширения ввода/вывода, а также коммуникационных модулей. Процессорные модули имеют от 20 до 40 встроенных дискретных каналов ввода/вывода, включая многофункциональные каналы ввода с поддержкой функций аппаратного прерывания и скоростного счёта, импульсные каналы вывода для управления серводвигателями и шаговыми двигателями. Также модули ЦП поддерживают функции линейной и круговой интерполяции для описания движения инструмента, к примеру, в системах с ЧПУ. Интеграцию с другими системами или сторонним оборудованием можно осуществить за счёт наличия портов RS-485 и Ethernet.

Есть модули ЦП как с питанием от 24 В постоянного тока, так и от 220 В переменного тока, в зависимости от требований.

Помимо встроенных в ЦП каналов ввода/вывода, линейка контроллеров LE имеет ряд плат и модулей расширения, включающих в себя дискретный ввод/вывод, стандартные аналоговые сигналы тока и напряжения, модули ввода сигналов с термопар и резистивных датчиков.

Для расширения коммуникационных возможностей Hollysys в серии LE предлагает модули с поддержкой интерфейсов RS-485/RS-232, Ethernet, Profibus. ●

кими возможностями коммуникаций с периферийными устройствами и оборудованием сторонних производителей.

ЧМИ очень полезен для визуализации процесса в легко воспринимаемой человеком форме. Особенно это важно при мониторинге состояния, установке значений параметров и управлении в зависимости от возникших обстоятельств. Отображение предупреждений, в том числе и в виде уведомлений, визуализация трендов, как в реальном времени, так и историческая, также яв-

ляются немаловажными функциями. В качестве панели визуализации в данном проекте был выбран ЧМИ от компании Weintek (рис. 3). Надёжность и производительность устройств, простое и удобное ПО, широкие возможности по подключению к различным типам ПЛК, включая HollySys, и, конечно же, бюджетная стоимость сделали выбор ЧМИ для проекта безальтернативным, особенно если в решении предусматриваются возможности управления удалённым доступом и дистанционного мониторинга.

Возможность настройки удалённого доступа к ЧМИ традиционно является непростой задачей. Обычно панели оператора предназначены для подключения только к локальному промышленному оборудованию, такому как ПЛК, промышленные ПК или другие устройства автоматизации. В большинстве случаев это связано с аппаратными ограничениями, настройками сетевых параметров и диктуется соображениями безопасности.

EasyAccess 2.0 от Weintek – это облачная технология для реализации доступа к ЧМИ из любого места в любое время посредством подключения через Интернет. Соединение через эту онлайн-платформу делает удалённый мониторинг, устранение неполадок и реконфигурацию ЧМИ и ПЛК более простым, удобным и эффективным. Использование в проекте панели Weintek позволило убрать ограничения и упростить несколько задач. Благодаря использованию EasyAccess нет необходимости выделять для каждой панели оператора IP-адрес, отсутствуют сложные настройки маршрутизации, сетевых уровней и портов, а также обеспечивается высокая безопасность соединения, защищённого 128-битным SSL-шифрованием. В рамках текущего проекта непосредственным преимуществом использования EasyAccess 2.0 является значительное

сокращение времени реакции на возможные события, а соответственно, и сокращение времени простоев оборудования, минимизация выездов технического специалиста и затрат на рабочую силу.

В качестве дополнительного оборудования в системе IRTMS также используются маршрутизатор для возможности предоставления ЧМИ с EasyAccess доступа к Интернету и несколько промежуточных реле для управления питанием машин большой мощности. Именно текущие состояния реле и будут учитываться при отсчёте времени работы машин. В моделируемой системе будет осуществляться управление и контроль четырьмя такими машинами или узлами: подкачивающим насосом, компрессором, турбиной и котлом. В системе предусмотрено два режима управления: ручной, на месте со шкафа автоматики, и дистанционный. В ручном режиме включение и выключение всех узлов системы имитируется переключателями, которые подключаются ко входам ПЛК.

В зависимости от состояния переключателя (включён или отключён) контроллер, в свою очередь, отправляет сигнал на соответствующее реле с последующим переключением источника питания машины между активным и неактивным режимами. Аналогичная ситуация с подключением установлена и для дистанционного управления. В обоих случаях, будь то ручное или дистанционное управление, система мониторинга IRTMS немедленно начинает отсчёт времени работы каждый раз, когда состояние узлов становится активным, и останавливается в случае неактивного режима. Подсчитанное время будет сохраняться в памяти ПЛК.

Итоговая функциональная схема системы IRTMS представлена на рис. 4. На площадке система управляется ПЛК Hollysys, подключённым к ЧМИ Weintek, а за счёт облачного решения



Рис. 2. Внешний вид ПЛК Hollysys серии LE



Рис. 3. Панель оператора Weintek

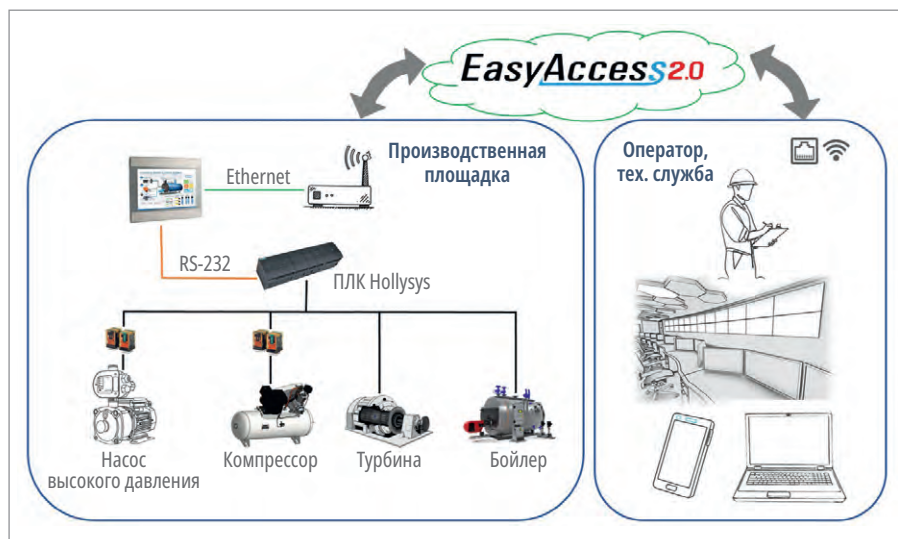


Рис. 4. Общая схема построения системы

EasyAccess находящемуся вне площадки пользователю или оператору для управления и мониторинга достаточно использовать смартфон или ноутбук/ПК.

### Программная реализация проекта

Общий принцип работы можно представить в виде следующей блок-схемы

(рис. 5). После запуска ПЛК проверяет активную на данный момент машину(ы), на что будет указывать состояние соответствующих входных сигналов. Ко времени работы каждой активной машины в этот момент будет добавляться 1 секунда. При последующем достижении отметки в 3600 секунд к счётчику часов добавляется 1 час, а соответствующий счётчик секунд сбрасывается на 0.

Затем идёт накопление данных и сопоставление их с оставшимся установленным в расписании временем работы. В случае достижения пороговых значений ЧМИ однократно включит звуковой сигнал на 60 секунд, отобразит уведомление на экране и отправит уведомление по электронной почте на зарегистрированный адрес. Таким образом, за счёт отслеживания и дальнейших напоминаний пользователь может планировать будущие действия по техническому обслуживанию с учётом остаточного времени, в том числе и о необходимых процедурах и объёме технического обслуживания. При настройке привилегированного доступа ответственные пользователи также могут сбросить счётчик часов работы машин на нулевое значение после проведения всех необходимых процедур обслуживания. На этом этапе цикл завершается, и процесс возвращается к ПЛК, обнаруживающему активную в данный момент машину(ы).

В качестве инструмента для программирования можно использовать платформу AutoThink, разработанную Hollsys для работы со своими ПЛК.



## Биометрия в центре всего, что мы делаем

### Умные турникеты с ИИ и ЕБС

Мы много лет специализируемся на разработке программно-аппаратных комплексов

Создаем оборудование контроля и управления доступом: биометрические турникеты, шлюзы, киоски

**PROSOFT**<sup>®</sup>

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ

(495) 234-0636  
INFO@PROSOFT.RU

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



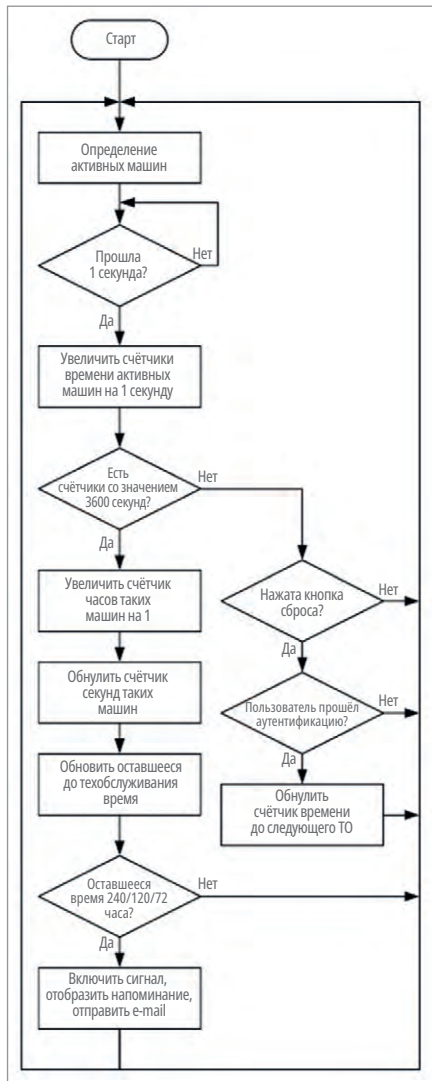


Рис. 5. Блок-схема системы контроля времени работы

Программный пакет AutoThink обладает простым и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, поддерживает все основные языки программирования, соответствующие стандарту IEC61131-3, а также содержит богатые функции и различные пользовательские библиотеки. Данное ПО подходит для работы со всеми сериями ПЛК Hollsys, а возможность его бесплатного использования стала допол-

нительным критерием выбора в проекте продукции Hollsys. Так, в рамках одного файла проекта системы IRTMS каждая машина получает отдельную страницу программы. Такой модульный подход упрощает устранение неполадок и даёт возможность для дальнейшего расширения программы. Добавление новых узлов или машин можно обеспечить путём создания дополнительных страниц программы. На рис. 6 показан пример интерфейса главной страницы программы, которая используется для подкачивающего насоса. Страница Time\_Count (FB) – это программа, подсчитывающая время работы машины и состоящая из 10 цепочек, которые в дальнейшем компилируются и становятся одним функциональным блоком. Каждый такой блок настроен на количество необходимых элементов ПТО, которые отслеживаются для каждой машины. В данном проекте это число варьируется от 3 до 5.

Визуализация процесса осуществляется с помощью программного обеспечения Weintek EasyBuilder Pro. Сам процесс создания проекта визуализации описывать не будем, для этого есть достаточное количество документации и учебных курсов. Стоит отметить только то, что в данном проекте использовалась возможность настройки различных ролей пользователей, в частности: «Менеджмент», «Техник» и «Оператор». Подобная структура полезна для назначения определённых прав доступа, таких как сброс отсчитанного времени работы, установка/сброс заданного значения для определённого элемента ПТО машины или просто возможность включать и выключать машины.

На главном экране (рис. 7) возле каждого изображения машины расположен индикатор, сигнализирующий о текущем состоянии работы. Для перехода к параметрам и информации о текущих и заданных значениях, а также

к списку элементов, требуемых для ПТО, достаточно нажать на соответствующую кнопку под изображением.

### Сбор данных, анализ и тестирование

Работоспособность системы, контроль правильности сбора данных и их анализа проводится в ходе ряда тестов. Проверяются все функции системы, такие как мониторинг времени работы, сброс времени работы, сигнализация и отправка уведомлений, а также удалённый доступ для мониторинга и управления.

Поскольку в данном случае система IRTMS является полностью цифровой, т.е. не предполагает измерений аналоговых сигналов, таких как температура, давление или скорость, реакция системы и полученные данные имеют только два состояния: в порядке или нет, выполнено или не выполнено. Настройка и тестирование системы реализованы в упрощённом порядке и разбиты на три этапа: мониторинг времени работы, сброс параметров и тестирование уведомлений и предупреждений. Хотя данную систему можно расширить и для работы с большим числом отслеживаемых параметров.

На первом этапе система тестируется для измерения, записи и отображения времени работы машины. Чтобы сократить время испытания, отсчёт 1 часа моделируется 10 секундами. Машины включаются и выключаются двумя доступными методами: вручную, со шкафов управления на площадке, и дистанционно, через удалённый доступ к ЧМИ. Для получения необходимого объёма данных каждый метод тестируется по 10 раз. В табл. 2 представлены по два результата для каждого метода переключения. Перед началом каждого теста счётчик часов сбрасывается на 0. По итогу тестов были получены ожидаемые результаты, которые

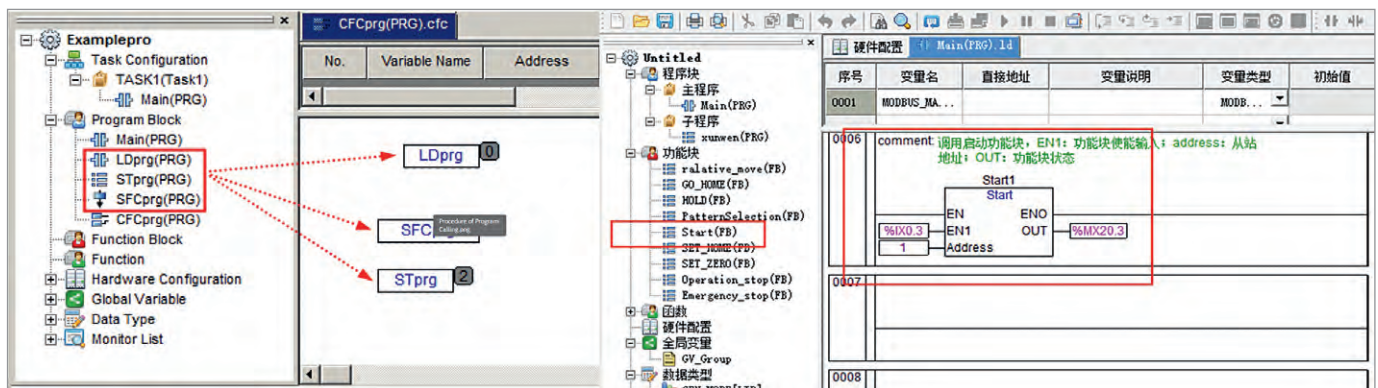


Рис. 6. Общий вид интерфейса и страниц среды разработки ПЛК Hollsys



Рис. 7. Экранные формы и среда визуализации ЧМИ Weintek

подтверждают, что основной параметр – время работы всех машин – можно успешно контролировать.

Второй этап тестирования включал в себя попытки сбросить ненулевое записанное время работы и изменить список элементов и график ПТО или их заданные значения. Благодаря разделению прав доступа подобные действия доступны только пользователям с привилегированным классом управления. Для всех остальных классов, таких как «Техник» и «Оператор», кнопка сброса блокируется, и сброс времени работы

не может быть выполнен. Результат теста показан в табл. 3.

На третьем этапе тестирования моделируется отправка уведомлений по электронной почте и отображение сообщения на экране ЧМИ. В качестве примера взят подкачивающий насос, время ПТО по графику установлено на 250 часов (при моделировании оно равно 2500 секундам). Таким образом, электронное письмо и уведомление на экране будут отправлены в течение следующих 10 часов (примерно 100 секунд), когда будет достигнута пороговая 240-часовая

вая отметка напоминания. Информация о необходимых материалах, компонентах и инструментах будет включена в поле сообщения электронной почты. Содержание этого уведомления может быть расширено в соответствии с потребностями пользователя.

## Заключение

После серии моделирующих испытаний, благодаря которым были подтверждены работоспособность и функциональность, построенная модель системы автоматического мониторинга успешно достигает двух ключевых целей. Во-первых, система поддерживает графики профилактического обслуживания (ПТО) нескольких машин. Таким образом, пользователь может получить полную информацию и расписание работы в любое время и находясь в любом месте. Во-вторых, система генерирует напоминания о текущем состоянии машин и рекомендуемых действиях по проведению ПТО, благодаря чему обслуживающий персонал может заранее подготовить материал, комплектующие или инструменты, а также график работ. Это, в свою очередь, повышает эффективность проведения ПТО и минимизирует время простоя производства. При этом затраты на разработку и создание системы относительно небольшие, особенно в плане стоимости оборудования, не говоря уже о сбережённых благодаря минимизации незапланированных остановок производственного процесса финансах. ●

## Литература

1. Sitompul E., Rohmat A. IoT-based Running Time Monitoring System for Machine Preventive Maintenance Scheduling, Jurnal Teknik Elektro, Vol. 13 No.1, April 2021, pp. 33–40.
2. Assauri S. Production and Operation Management, Revised Edition, Jakarta: Publication Institute of Faculty of Economics and Business, University of Indonesia, 2008.
3. Ben-Daya M. Handbook of Maintenance Management and Engineering. London: Springer, 2009.
4. Tabikh M. Downtime Cost and Reduction Analysis: Survey Results, Master Thesis, KPP321, Mälardalen University, 2014).
5. Beijing Hollysys Co. Ltd // URL: <https://www.hollysys.com/>.
6. Weintek Labs., Inc. // URL: <https://www.weintek.com/>.

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

Таблица 2. Результаты тестирования мониторинга времени работы

Машина/узел	Метод включения/выключения	Продолжительность работы	Подсчёт времени работы	Результат
Насос высокого давления	Ручной	5 мин	30 часов	Успешно
	Ручной	10 мин	60 часов	Успешно
	Удалённый(НМИ)	5 мин	30 часов	Успешно
	Удалённый(НМИ)	10 мин	60 часов	Успешно
Турбина	Ручной	5 мин	30 часов	Успешно
	Ручной	10 мин	60 часов	Успешно
	Удалённый(НМИ)	5 мин	30 часов	Успешно
	Удалённый(НМИ)	10 мин	60 часов	Успешно
Котёл	Ручной	15 мин	90 часов	Успешно
	Ручной	20 мин	120 часов	Успешно
Компрессор	Ручной	15 мин	90 часов	Успешно
	Ручной	20 мин	120 часов	Успешно

Таблица 3. Результаты теста доступа и сброса времени работы

Машина/узел	Нажатие кнопки сброса данных		Результат
	Доступ без привилегий	Доступ с привилегиями	
Насос высокого давления	Доступ запрещён	Сброс времени работы выполнен	Успешно
Турбина	Доступ запрещён	Сброс времени работы выполнен	Успешно
Котёл	Доступ запрещён	Сброс времени работы выполнен	Успешно
Компрессор	Доступ запрещён	Сброс времени работы выполнен	Успешно

## Новая модель HMI от Weintek: 7" панель с ёмкостным экраном



С момента дебюта флагманской серии панелей оператора cMTx компания Weintek выпускала модели панелей размером 10,1 дюйма, 15 и 15,6 дюйма. Чтобы расширить линейку своих продуктов и ещё больше удовлетворить потребности рынка, Weintek рада объявить о выпуске нового 7-дюймового устройства с ёмкостным экраном – cMT3072XP.

### Обновлённый сенсорный экран: высокое разрешение и мультитач

Модель cMT3072XP отличается элегантным дизайном и дисплеем с высоким разрешением 1024×600, который поддерживает широкий угол обзора 85°. Его ёмкостный сенсорный экран обеспечивает инту-

итивно понятное и быстрое управление, поддерживая привычные мультитач-жесты, как на смартфонах. Новая панель оснащена мощным четырёхъядерным процессором, флеш-памятью объёмом 4 ГБ и оперативной памятью объёмом 1 ГБ, а также полным набором необходимых портов и интерфейсов для подключения, включая два порта Ethernet и все последовательные соединения (RS-232 2W/4W, RS-485 2W/4W, SIEMENS MPI, CAN-шина).

### Обновлённое ПО и интерфейс

Модель cMT3072XP, относящаяся к категории «продвинутых» (Advanced) панелей серии cMTx, предлагает широкий спектр

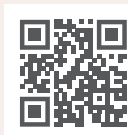
программной поддержки, особенно в области интеграции данных и интеллектуального мониторинга. Панель оснащена встроенным сервером OPC UA, протоколом связи MQTT и возможностью подключения к серверу базы данных SQL. А такие инструменты, как VNC Viewer, WebView, cMT Viewer и Weincloud, предоставляют широкие возможности в удалённом управлении и мониторинге. Благодаря надёжной поддержке программного обеспечения панель cMT3072XP может стать мощным решением для интеграции данных, выполняющим как локальные, так и удалённые операции.

Кроме того, панель cMT3072XP будет первым устройством в линейке Weintek, которое обладает совершенно новым пользовательским интерфейсом системных настроек. Новый интерфейс, переработанный с использованием доступных элементов, обновлённого меню и улучшенной обратной связи, значительно расширит взаимодействия с пользователем. Кроме того, новый интерфейс предлагает две темы: светлую и тёмную, что даёт пользователям возможность выбрать ту, которая лучше всего соответствует окружению.

### Простота замен и перехода

Панель cMT3072XP имеет те же размеры выреза для монтажа, что и все существующие 7-дюймовые модели панелей оператора Weintek, что, в свою очередь, позволит без каких-либо конструктивных изменений осуществить замену. Что касается программного обеспечения, для плавного перехода предоставляются отчёты об обновлениях и рекомендации по модификации проектов.

Подробные характеристики cMT3072XP приведены в таблице. ●



## Встреча ГУАП с компанией Positive Technologies

9 февраля в стенах Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения состоялась встреча с представителями компании Positive Technologies – лидера в области обеспечения результативной кибербезопасности. Встреча была направлена на установление долгосрочного и плодотворного сотрудничества между университетом и компанией. Positive Technologies – это российская компания, специализирующаяся на разработке решений в сфере информационной безопасности (ИБ), занимающаяся аудитом безопасности, проведением пентестов (проникновение в системы для выявления

Экран	7" Wide Viewing Angle (WVA), ёмкостный с закалённым стеклом		
Разрешение	1024×600		
Угол обзора	85/85/85/85		
Процессор	Quad-core RISC		
Flash/RAM	4 Гбайт / 1 Гбайт		
Ethernet	10/100 Base-T x1		
	10/100 Base-T x2		
COM-порты	Con.A: COM2 RS-485 2W/4W, COM3 RS-485 2W, CAN Bus		
	Con.B: COM1 RS-232 4W, COM3 RS-232 2W*		
MPI	Есть		
Габариты Ш×В×Г	200,3×146,3×36,9 мм		
Монтажный вырез	192×138 мм		
Степень защиты	NEMA4 / IP66 по передней панели		
Рабочая температура	0° ~ 55°C (32° ~ 131°F)		
Корпус	Пластик		
Входное напряжение	24±20% VDC		
Вес	~ 0,7 кг		
Программное обеспечение	EasyBuilder Pro	Версия V6.08.02 или позже	
	Weincloud	Dashboard	Опционально
		EasyAccess 2.0	Опционально
	CODESYS®	Опционально	

уязвимостей), а также разработкой средств защиты информации и решений по обеспечению безопасности информационных систем. Компания является основоположницей концепции результативной кибербезопасности, цель которой – предотвращение реализации недопустимых событий как для отдельных организаций, так и для целых отраслей. Участниками встречи стали представители фонда «Центр стратегических разработок “Северо-Запад”», ректор ГУАП Юлия Антохина (Президент Российской Санкт-Петербургской секции ISA 2014 года), проректор по учебной деятельности Валерий Матяш, активные члены Российской Санкт-Петербургской секции ISA: Алексей Рабин (Директор центра координации научных исследований ГУАП), Сергей Солёный (директор Инженерной школы ГУАП), Сергей Беззатеев (заведующий кафедрой информационной безопасности ГУАП), сотрудники кафедры информационной безопасности и команда специалистов из PositiveTechnologies. Директор по обучению клиентов и партнёров PositiveTechnologies Юлия Данчина оценила дефицит кадров ИБ-отрасли на уровне 100 тысяч человек. В отрасли кибербезопасности существует кадровая проблема, решить которую сможет лишь непосредственное взаимодействие с образовательными организациями. Также сотрудничество с ГУАП – одним из передовых вузов Северо-Западного федерального округа – поможет не только решить кадровую проблему, но и создать повышенный спрос на профессии, связанные с защитой цифровых данных.

Эффективное сотрудничество ГУАП с PositiveTechnologies началось в 2023 году, в результате чего в ближайшее время будет подписан договор о сотрудничестве. Это даст возможность студентам университета проходить практики и стажировки в ведущей компании в области информационной безопасности, сотрудникам кафедры информационной безопасности и специалистам компании обмениваться наработанными ИБ-практиками в области анализа защищённости и расследования киберинцидентов, а ГУАП одним из первых займёт почетное место в консорциуме ведущих университетов РФ и вступит в программу RT CareerHub. ГУАП уделяет повышенное внимание подготовке будущих ИБ-специалистов. Так, на кафедре информационной безопасности в октябре 2023 года был открыт Центр киберучений – площадка, где будущие специалисты могут прокачать свои навыки в проведении хакерских атак и расследовании

киберинцидентов. Открытие Центра киберучений (первого подобного центра на территории Российской Федерации) стало одним из первоначальных шагов в построении собственного R&D-центра по информационной безопасности. В ближайшем будущем также планируется открыть лабораторию анализа защищённости, Межвузовский Центр противодействия кибератакам и совместный учебный центр с Softline. Кафедра информационной безопасности ГУАП является одной из самых динамичных кафедр университета. А с момента открытия в ГУАП осенью 2023 года Центра киберучений студенты начали разрабатывать несколько собственных проектов:

- система «ОКО» – усовершенствование существующей системы «Следопыт-М» путём обработки информации из открытых источников;
- операционная система NixRCIS – отечественная операционная система для тестирования на проникновение;
- Киберград «Невский» – собственный программно-аппаратный комплекс, представляющий из себя виртуальный мегаполис, в котором развёрнуты цифровые модели информационных систем, схожих с коммерческими и образовательными организациями, а также государственными учреждениями Санкт-Петербурга. ●

### Открытие лаборатории аэрокосмической микромеханики

8 февраля в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения в рамках программы «Приоритет 2030» состоялось открытие уникальной лаборатории, в которой будет осуществляться подготовка студентов в области проектирования и испытания микромеханических приборов, решающих навигационные задачи аэрокосмоса и систем управления подвижными объектами. Лаборатория аэрокосмической микромеханики располагает оборудованием, необходимым для изучения принципов построения, проектирования и изготовления микромеханических гироскопов и акселерометров, которые применяются для измерения движений. Студенты смогут ознакомиться с методами испытания датчиков, с областями их применения и перспективами развития. Работа в лаборатории аэрокосмической микромеханики ГУАП поможет студентам в подготовке выпускных квалификационных работ, участии в проектной деятельности и инженерно-технических конкурсах.

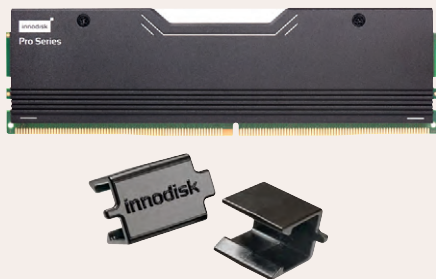
Заместитель директора института аэрокосмических приборов и систем кандидат технических наук, доцент Наталья Овчинникова (Президент студенческой секции ISA ГУАП 1999 года) подчеркнула в своём выступлении, что школа микромеханики в ГУАП имеет многолетнюю историю, а её основателями стали крупные учёные. Так, огромный вклад в развитие направления микромеханики инерциальных микрочувствительных элементов в ГУАП сделал профессор Леонид Анатольевич Северов (один из первых членов Российской Санкт-Петербургской секции ISA). Он долгое время работал на кафедре эксплуатации и управления аэрокосмическими системами и создал учебный курс, который читал не только для студентов ГУАП, но и для студентов ЛЭТИ, ИТМО и других вузов. Предприятие АО «Гирооптика» предоставило образцы датчиков для презентации работы оборудования лаборатории. Оборудование, которым оснащена лаборатория, может быть использовано не только в образовательном процессе, но и для решения задач НИР и НИОКР согласно запросам промышленных партнёров. С помощью установок, расположенных в новой лаборатории, можно производить исследования и испытания температурных и вибрационных влияний на отдельные узлы и элементы аппаратов БПЛА.

*– Для меня очень ценно, когда наши выпускники, выбирая работу по своей специальности, достигают больших карьерных высот и возглавляют крупные предприятия. Открытие лаборатории – важное мероприятие с точки зрения оснащения университета, развития материально-технической базы. Будем надеяться, что работа в лаборатории будет полезной и студентам, и преподавателям, и позволит открыть новые подходы к преподаванию и изучению материала, –* сказала ректор ГУАП Юлия Антохина.

Мероприятие, посвящённое открытию лаборатории аэрокосмической микромеханики, посетили: руководители крупнейших компаний Санкт-Петербурга, среди которых АО «Гирооптика», АО «Концерн «ЦНИИ Электроприбор», НТЦ «Дизайн-центр», АО «НИИ командных приборов», АО КБ «Арсенал», подчеркнули значимость работы новой лаборатории.

*– Это высокий уровень образовательного процесса – когда материальная база ничем не отличается от того, что увидит выпускник, придя на работу на предприятие, –* прокомментировал Ковалев Александр Павлович, советник генерального директора по стратегическому развитию АО КБ «Арсенал». ●

### Модули оперативной памяти DDR5 PRO от Innodisk



Компания Innodisk расширила линейку модулей оперативной памяти типа DDR5 ECC SODIMM дополнительными аксессуарами в виде пластины для улучшенного теплоотвода и разъемных фиксаторов для надёжной установки модулей памяти в разъемы на плате.

Пластина для улучшенного теплоотвода представляет собой алюминиевый радиатор, не препятствующий установке модуля ОЗУ в стандартный слот, и обеспечивает полное покрытие контактной поверхности для модулей ОЗУ типа DDR5 DIMM, что гарантирует дополнительное охлаждение на 5°C.

Разъемные фиксаторы для надёжной установки модулей памяти в разъемы на плате представлены в виде клипс, не требуют дополнительной заливки модуля ОЗУ при монтаже на плату и надёжно фиксируют память в разъеме. Фиксаторы выполнены из прочного материала – поликарбоната Panlite® и подходят для модулей оперативной памяти любого форм-фактора.

Оперативная память типа DDR5 в форм-факторах DIMM и SODIMM имеет следующие характеристики (в зависимости от серии):

- стандартный типоразмер и низкопрофильное исполнение;
- ёмкость 8, 16, 24, 32 и 48 Гбайт;
- частота работы 4800 и 5600 МГц;
- наличие контроля чётности в стандартных промышленных сериях, а также серверная регистровая серия;
- расширенный диапазон рабочей температуры -40 ...+95/105°C;
- низкое энергопотребление – всего 1,1 В;
- два варианта исполнения – на оригинальных однопартийных чипах Samsung и Micron (тип используемых чипов прописан в заказном номере изделия);
- защита от сульфатации во всех сериях.

Пластина для улучшенного теплоотвода и разъемные фиксаторы поставляются только вместе с модулями оперативной памяти, но реализуются отдельно, как аксессуары. ●



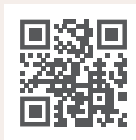
### Терминал BioSmart Quasar 7 получил сертификат транспортной безопасности



Biosmart продолжает развиваться и уверенно внедрять биометрические системы в разные сферы.

Теперь это станет ещё проще для терминала BioSmart Quasar 7, который получил сертификат соответствия требованиям постановления Правительства от 26.09.2016 № 969 по транспортной безопасности.

Сейчас его можно успешно внедрять на объектах транспортной инфраструктуры (наземная, подземная, воздушная, надводная). ●



### Получен сертификат SIL2 и SIL3 на часть продукции ЛПА



Делимся прекрасной новостью: на барьеры искробезопасности ЛПА-310, ЛПА-340 и ЛПА-350 получен сертификат соответствия с УПБ SIL2 и SIL3!

Производителем, компанией «Ленпром-автоматика», была проведена большая и сложная работа, в результате которой был получен сертификат соответствия ГОСТ Р МЭК 61508-1-2012, ГОСТ Р МЭК 61508-2-2012, ГОСТ ИЕС 61508-3-2018 с уровнями полноты безопасности УПБ2 (SIL2) и УПБ3 (SIL3) на серию ЛПА-3xx.

- Повторители сигналов искробезопасные ЛПА-310 – искробезопасные повторители сигналов для цепей 0/4...20 мА с полным гальваническим разделением и поддержкой протокола HART.
- Барьер искробезопасности с гальванической развязкой ЛПА-340 – барьеры искробезопасности ЛПА-340 для обеспечения приёма и преобразования входных сигналов от дискретных датчиков стан-

дарта NAMUR (EN 60947-5-6), «сухой контакт» с контролем целостности цепи, «сухой контакт» без контроля целостности цепи.

- Преобразователи температуры вторичные искробезопасные ЛПА-350 – вторичные искробезопасные преобразователи для приёма и обеспечения взрывозащиты термоспротивлений и термопар.

Также напоминаем, что барьеры искробезопасности серии ЛПА-3xx мы рекомендуем устанавливать на объединительный модуль ЛПА-300 для лёгкой, быстрой и удобной интеграции с ПЛК различных производителей. ●



### ГУАП получил свидетельства о профессионально-общественной аккредитации от Госкорпорации «Роскосмос» в области ракетной техники и космической деятельности

В период с сентября по декабрь 2023 года ГУАП принимал участие в профессионально-общественной аккредитации образовательных программ высшего образования. Она проводилась Профаккредагентством совместно с Общероссийским отраслевым объединением работодателей «Союз работодателей ракетно-космической промышленности России».

Аккредитующей организацией Совета по профессиональным квалификациям в ракетной технике и космической деятельности выступила Госкорпорация «Роскосмос».

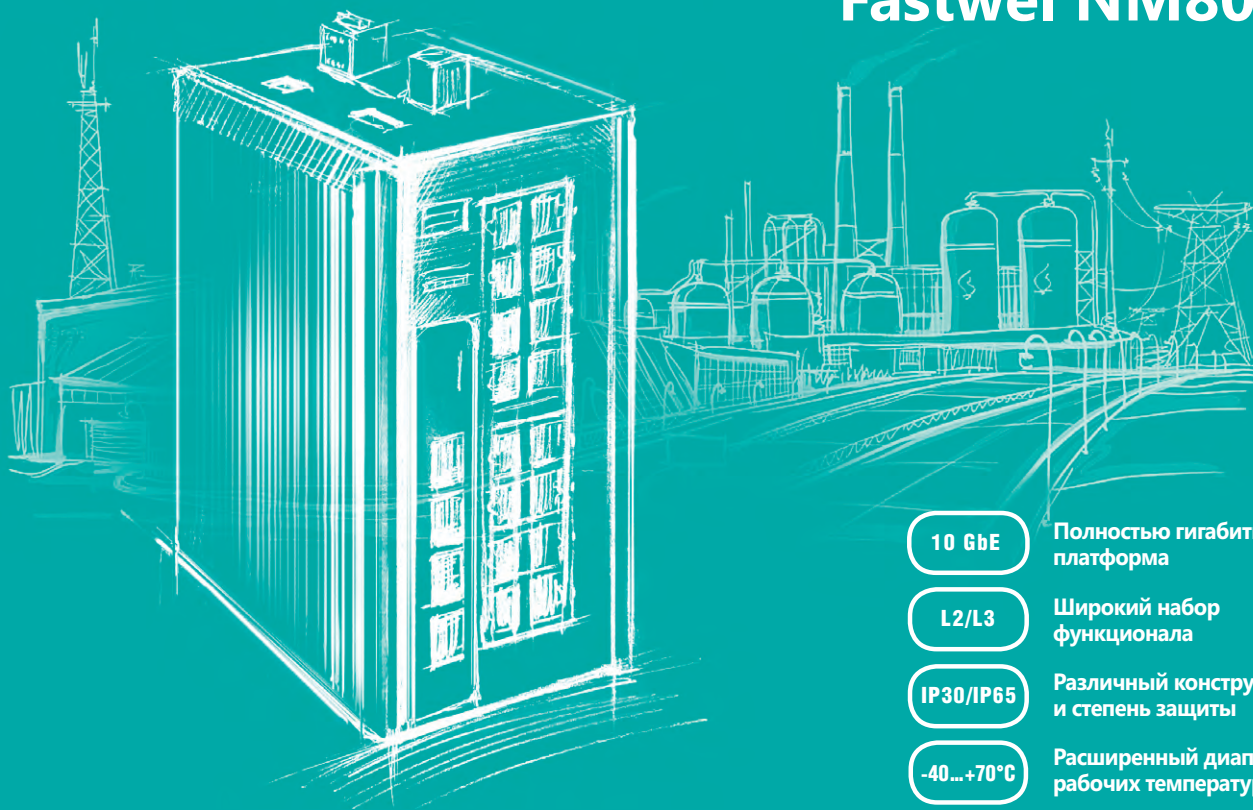
Процедуру профессионально-общественной аккредитации успешно прошли Институт радиотехники и инфокоммуникационных технологий (специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы) и Институт аэрокосмических приборов и систем (специальность 24.05.06 Системы управления летательными аппаратами).

Программы получили высокую оценку экспертного сообщества и свидетельства о профессионально-общественной аккредитации сроком на пять лет.

Получение свидетельства ПОА от Госкорпорации «Роскосмос» подтверждает высокое качество подготовки выпускников ГУАП и их соответствие актуальным и востребованным профессиональным компетенциям, а также открывает широкие возможности для сотрудничества ГУАП с предприятиями и организациями в области ракетной техники и космической деятельности. ●



# 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

## Промышленные коммутаторы Ethernet



Для АСУ ТП

**NM800**

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



Для мультисервисных сетей

**NM801**

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



Специального назначения

**NM802**

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



Специализированные конференции

# ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ 2024

Промышленная автоматизация

Цифровизация производства

Интернет вещей и большие данные

Искусственный интеллект

Информационная безопасность

Автоматизация зданий и инженерных систем

5-я специализированная конференция

**27** ПТА – КАЗАНЬ

марта Ramada Kazan City Centre

15-я специализированная конференция

**28** ПТА – САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

мая Moskovskiye Vorota

4-я специализированная конференция

**25** ПТА – УФА

сентября Отель Nesterov Plaza

14-я специализированная конференция

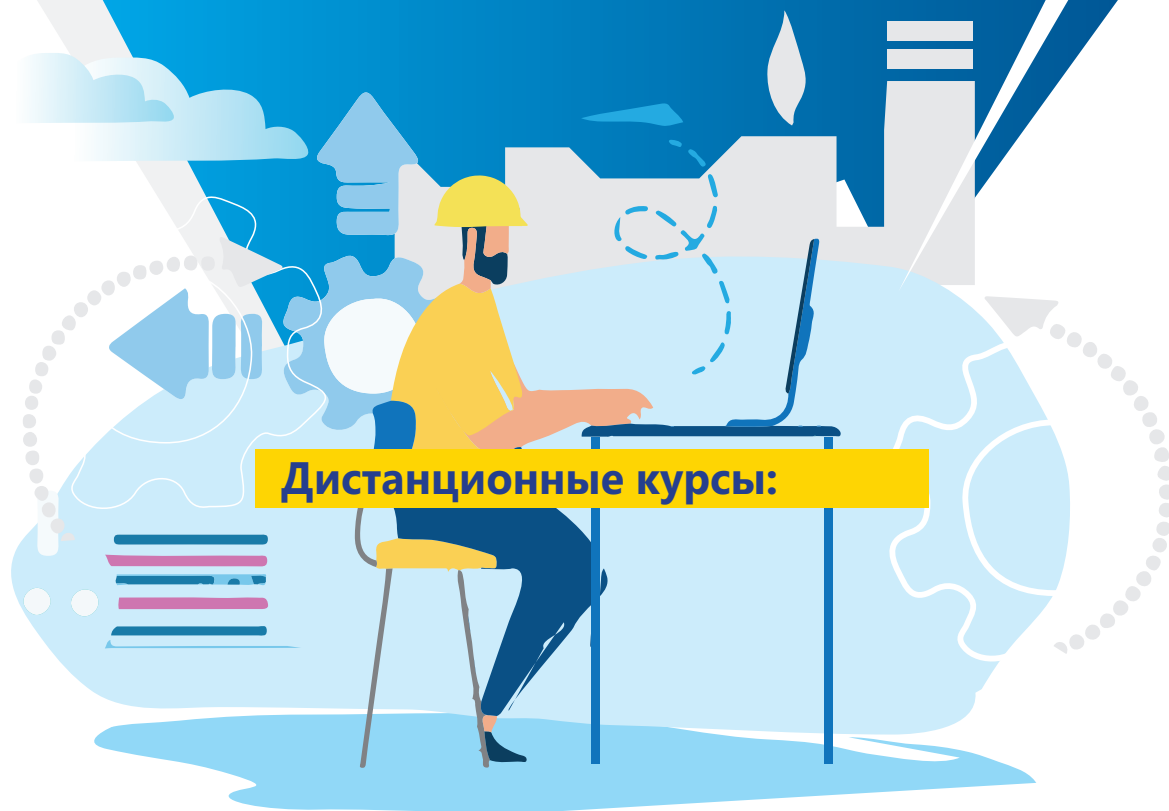
**30** ПТА – НОВОСИБИРСК

октября Гранд Автограф Новосибирск Отель



**УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР  
ПРОСОФТ-МОСКВА**

**МЫ ОБНОВИЛИСЬ И РАСШИРЯЕМ  
ВАШИ КОМПЕТЕНЦИИ **ОНЛАЙН****



**Дистанционные курсы:**

#### **SCADA-СИСТЕМЫ**

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

#### **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

**CHINT**

Empower the World

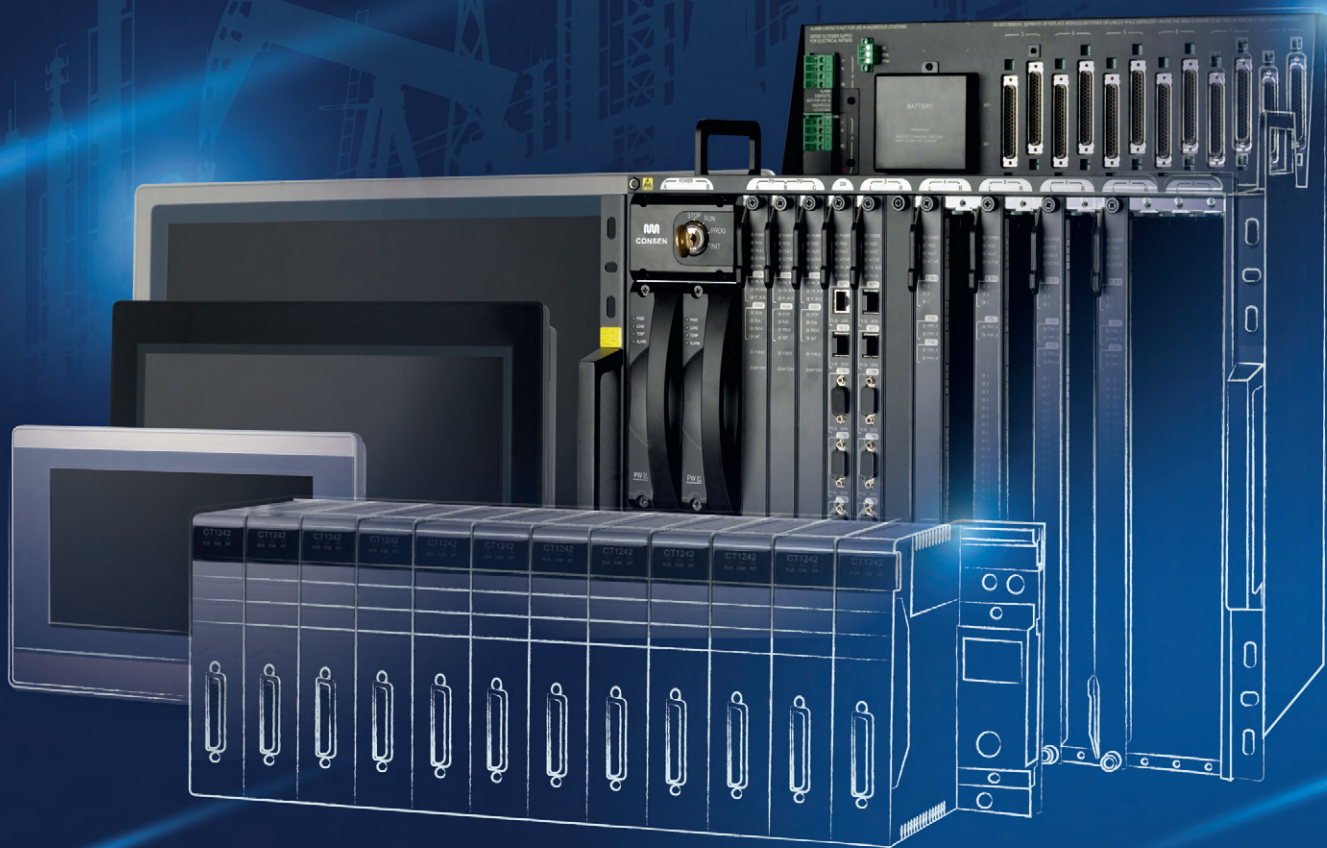
**ENSMAS**

The Energy of Smart Solutions

Выставка «Нефтегаз 2024»

**Системы автоматизации ENSMAS:**  
доступные решения любого уровня

**Только на стенде CHINT!**



**СТЕНД 21С60**

ЦВК «Экспоцентр»

Павильон 2, зал 1



 @ensmasofficial