



### 30 лет мы работаем по всей России!

Санкт-Петербург  
свыше 500 объектов

Дальневосточный округ  
свыше 200 объектов

Северо-Западный округ  
свыше 500 объектов

Уральский округ  
свыше 400 объектов

Москва  
свыше 2000 объектов

Казань  
свыше 250 объектов

Центральный округ  
свыше 3000 объектов

Хабаровск  
свыше 100 объектов

Южный округ  
свыше 300 объектов

Северо-Кавказский округ  
свыше 50 объектов

Приволжский округ  
свыше 1000 объектов

Сибирский округ  
свыше 500 объектов

Екатеринбург  
свыше 150 объектов

Новосибирск  
свыше 200 объектов

#### Отрасли, в которых работает MasterSCADA:

- Нефтяная
- Газовая
- Энергетика
- Автоматизация и диспетчеризация зданий
- ЖКХ
- Химия
- Машиностроение



+7 (495) 989 22 49  
[scada@insat.ru](mailto:scada@insat.ru)

## Электромагнитный расходомер РСЦ

- Варианты исполнения: промышленные, пищевые, высокого давления, для агрессивных сред, импульсные, IP 68;
- высокая точность вне зависимости от условий процесса измерений;
- диаметр условного прохода от 15 до 400 мм.

## Единый теплосчетчик МАГИКА

- Заводская настройка и защита от вмешательства в работу прибора;
- надежная работа в условиях высоких температур и вибрирующего трубопровода;
- широкий динамический диапазон измерения расхода с погрешностью не превышающей 1,5%;
- низкие затраты на сервисное обслуживание.

Сделано в России

Киров | 2-й Кирпичный пер., 2 А | (8332) 35-16-00 | [vtkgroup.ru](http://vtkgroup.ru)



**28 ЛЕТ МЫ С ВАМИ**

# СОДЕРЖАНИЕ ЖУРНАЛА

## Темы номера

### Тема № 1. Технологии дистанционного управления и мониторинга различных систем, промышленный интернет

6

#### Дистанционное управление сегодня. Интегратору на заметку

В статье рассматривается практическая возможность создания единого интеграционного решения дистанционного управления и мониторинга промышленного производства (вне зависимости от отрасли) в среде разработки MasterSCADA.

9

#### Выбор технологии и радиооборудования для построения систем беспроводной автоматизации

Российская компания ООО «Аналитик-ТС», уже более 20 лет выпускающая промышленные модемы под торговой маркой AnCom® и PROMODEM®, предлагает широкую линейку модемов, логгеров и контроллеров для беспроводной автоматизации. В статье приведен обзор оборудования для организации беспроводной связи с устройствами АСУ ТП и АСКУЭ по разным каналам связи: GSM, GPRS, 3G, NB-IoT, ZigBee, Wi-Fi.

14

#### От автоматизации инженерных систем и оборудования тоннелей — к цифровому тоннелю

Приводится описание подхода к созданию систем автоматизации и диспетчеризации тоннелей, основанного на рассмотрении совокупности требований, задач и процессов на всех этапах жизненного цикла тоннеля как комплексной информационной задачи и ее решения с помощью средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем.

21

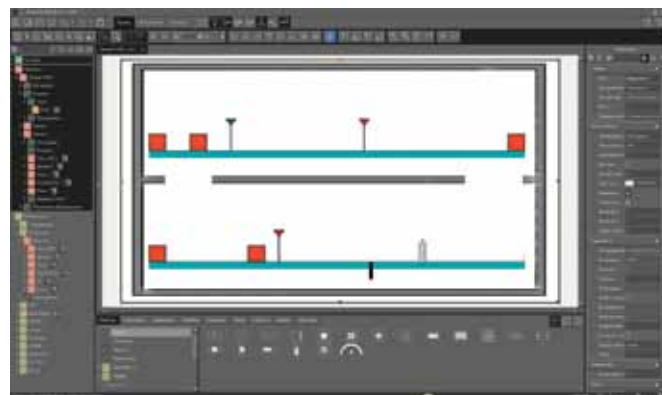
#### Промышленный 3G-модем iRZ ATM31 для систем учета и удаленного мониторинга

В статье представлены промышленные модемы для беспроводных систем передачи данных от компании «iRZ Электроника». Рассмотрено несколько моделей линейки iRZ: 2G/GSM/GPRS-модемы iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485, их 3G-версии iRZ ATM3-232 и iRZ ATM3-485, а также новое изделие — 3G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM31, в котором учтены все современные требования. Показано, что iRZ ATM31 — это универсальное решение, поддерживающее работу с самыми популярными приборами учета российского рынка.

25

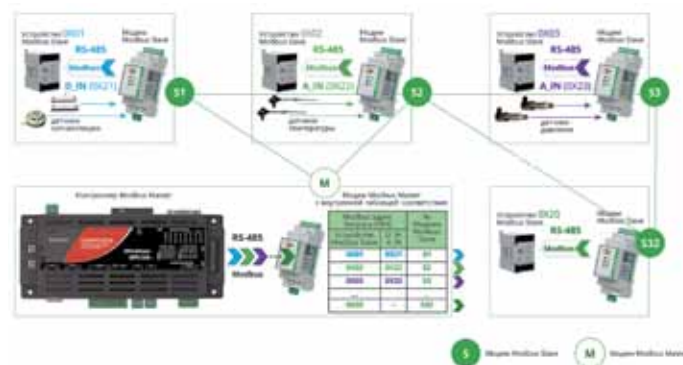
#### LoRaWAN. Базовые станции и радиомодули

В статье рассматриваются преимущества технологии LoRaWAN, которая способствует распространению «интернета вещей», такие как экономность решений, гибкость, открытость и др. Представлено оборудование для сетей LoRaWAN, радиомодули и базовые станции, приведено сравнение их технических характеристик. Особое внимание уделено базовым станциям Kerlink.



#### Дистанционное управление сегодня. Интегратору на заметку

6



#### Выбор технологии и радиооборудования для построения систем беспроводной автоматизации

9



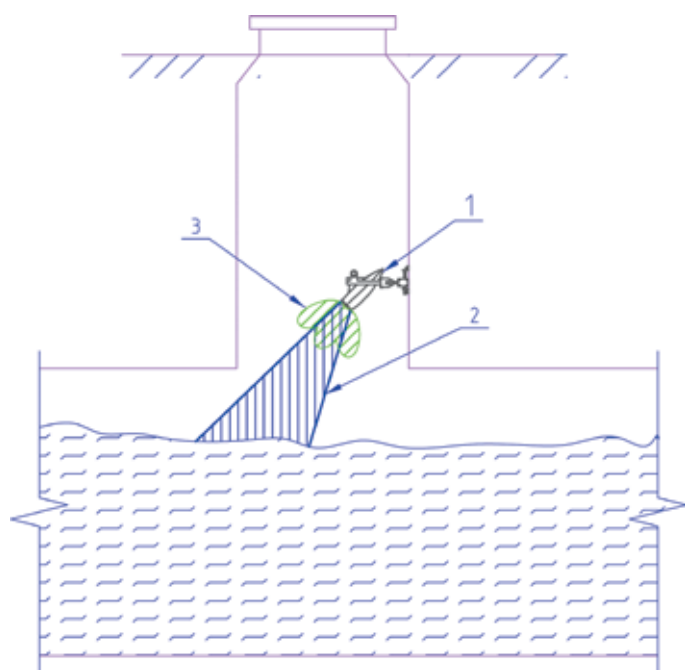
#### LoRaWAN. Базовые станции и радиомодули

25



Ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US. Простая эксплуатация, точность и надежность

45



Измерение расхода жидкости в безнапорных потоках. Анализ современных методов

49



Измерение высоких температур в печах. Мелочей быть не может

56

## IoT-диагностика теплотрасс

В статье показаны преимущества применения технологий «интернета вещей», в частности LoRa, NB-IoT, для диагностики проложенных под землей инженерных коммуникаций: теплотрасс, систем газоснабжения и т. д.

30

## Промышленная беспроводная сеть

Поднимается вопрос об ограниченном присутствии на рынке беспроводного оборудования для систем передачи данных в промышленности. Представлен интеллектуальный преобразователь с радиомодемом (ПИ РМ) для создания беспроводных сетей на промышленных объектах со сложными условиями эксплуатации. Описаны его конструктивные особенности и функциональность, программное обеспечение для ПИ РМ и преимущества решения в целом.

32

## Тема № 2. Контрольно-измерительное оборудование и автоматизация

### Концентратомер P10X S

Интервью с руководителем отдела технической поддержки КИП АО «Текноу» Дмитрием Львовичем Шумаковым.

37

### Электромагнитные расходомеры

Точный контроль за расходом жидкостей невозможен без расходомеров. В статье показаны преимущества электромагнитных расходомеров. Приведены технические характеристики электромагнитных расходомеров РСЦ производства «ВТК Энерго», указаны сферы их применения, особенности эксплуатации и монтажа.

40

### Ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US. Простая эксплуатация, точность и надежность

Прибором нового поколения можно назвать ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US, разработанный французской компанией LACROIX Sofrel. Он обеспечивает учет стоков с высокой точностью, простой монтаж, эксплуатацию по принципу «поставил и забыл», изготовлен на базе новейших технологий, устойчив к коррозии, продолжает работу во время затопления. Данный расходомер изначально разработан для применения в автоматизированных системах учета и мониторинга.

45

### Измерение расхода жидкости в безнапорных потоках. Анализ современных методов

Разрабатывая нашим клиентам решения по измерению расхода жидкостей, мы создали отличную методику выбора расходомеров, которой готовы поделиться. Три несложных шага – и вы безошибочно выберете нужный расходомер даже из сотни моделей.

49

### Измерение высоких температур в печах. Мелочей быть не может

Высокие температуры (от 400–500 °С) в промышленности чаще всего измеряют термоэлектрическими преобразователями – термопарами. Но случается, что при установке и эксплуатации таких датчиков не соблюдаются рекомендации производителей. Термопары быстро выходят из строя, перестают соответствовать заявленным метрологическим характеристикам. В данной статье приведены результаты моделирования и эксперимента, проведенных на термопреобразователях, выпускаемых компанией ОВЕН. Сравнились различные варианты установки датчика на печь при нескольких значениях измеряемых температур, в результате чего выработаны рекомендации для долгой бесперебойной эксплуатации термопар.

56

**61****Регулятор температуры МР-01 от НПО «Тепловизор»**

Регулятор температуры МР-01, разработанный отечественной компанией «Тепловизор», позволяет контролировать температуру горячей воды и теплоносителя и таким образом оптимизировать затраты на ГВС и теплоснабжение. Описаны его устройство и функциональность. Также в статье представлены запорно-регулирующие клапаны КС, идеально подходящие к регулятору температуры МР-01.

**65****Общедомовой теплосчетчик**

Рассмотрены типы общедомовых счетчиков тепла, указаны их особенности и недостатки, что поможет заказчику сделать правильный выбор. Представлены ультразвуковые общедомовые теплосчетчики «Пульсар» для учета тепла и горячей воды в системах тепло- и водоснабжения открытого и закрытого типа. Перечислены их характеристики, особенности программного обеспечения. Показано, что в настоящее время общедомовые теплосчетчики «Пульсар» имеют наилучшее соотношение цены и качества.

**Общедомовой теплосчетчик****65****69****Новый ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ и комплексная система диспетчеризации с его применением**

В статье представлено решение для поквартирного учета тепла: ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ. Показаны преимущества ультразвуковой технологии. Охарактеризованы особенности автоматизированной информационно-измерительной системы АСКУРДЭ, в составе которой может работать теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ.

**74****Играть светом как по нотам**

С системой управления наружным освещением от светотехнического завода «ФЕРЕКС» свет на вашей улице зазвучит по-новому. Статья посвящена новой системе управления освещением MANLUX, обеспечивающей индивидуальное и точное управление светильниками и имеющей низкую себестоимость.

**Сухие трансформаторы с литой изоляцией Legrand****80****77****АСУНО от простого к сложному**

В статье представлены решения для автоматизации управления освещением на базе ПТК «Арго: Энергоресурсы». Модификации Lite, Medium, PRO и Meter обеспечивают традиционное включение/выключение линий. А радиоконтроллер АКМ-4 реализует индивидуальный режим диммирования и удаленный контроль светильников.

**80****Сухие трансформаторы с литой изоляцией Legrand**

В статье раскрыты преимущества сухих трансформаторов перед более традиционными для российского рынка масляными трансформаторами (пожаробезопасность, экологичность, повышенная перегрузочная способность, простота установки и эксплуатации), указаны сферы их применения. Представлены сухие трансформаторы с литой изоляцией разработки и производства французской компании Legrand («Легран»), их конструктивные особенности, варианты исполнения, функциональность.

**УЗИП под торговой маркой «Тахион»****89**

85	<p><b>Трехфазные ИБП Galaxy VS. Идеальное питание для небольших и региональных центров обработки данных</b></p> <p>В статье представлены новые ИБП Galaxy VS, разработанные компанией Schneider Electric и имеющие высокие функциональные и эксплуатационные характеристики. Перечислены их особенности, описаны технологии, примененные разработчиками для того, чтобы повысить КПД источника бесперебойного питания, увеличить срок службы его батарей и т. д. Показано, что данные ИБП подходят для эксплуатации в дата-центрах, на заводах, в сфере здравоохранения, в телекоммуникационных системах, бизнес-центрах и на многих других объектах.</p>	<p><b>Гармоники в энергосети: причины возникновения и способы мониторинга</b></p> <p>Объясняется вред гармоник для оборудования распределительных сетей. Представлено оборудование ЕКФ для мониторинга гармоник: измерительные приборы SMH и G33H.</p>	98
89	<p><b>УЗИП под торговой маркой «Тахион»</b></p> <p>В статье представлены устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) 3-го класса производства отечественной компании «Тахион». Показаны назначение, функциональность данных устройств, их актуальность для защиты оборудования в современных линиях связи.</p>	<p><b>Универсальный автоматический стриппер KLAUKE K432. Три варианта для всех типов изоляции проводов</b></p> <p>Немецкая компания KLAUKE, известный производитель электротехнического инструмента, разработала две новые модели стриппера K432: K432V и K432U, которые предназначены для снятия жесткой изоляции из тефлона, фторопласта и других фторполимеров. Вместе со статьей опубликовано интервью с бренд-менеджером KLAUKE Андреем Николаевичем Бондаренко, сотрудником компании «ЮНИТ МАРК ПРО», которая является официальным представителем немецкого производителя в России.</p>	100
93	<p><b>Ускорители вычислений. Возможности нейронных сетей, применение на практике</b></p> <p>В статье рассказано об особенностях, возможностях и сферах применения ускорителей вычислений. Вместе со статьей опубликовано интервью с В. Райчевым, менеджером проектов отдела промышленных компьютеров компании «Ниеншанц-Автоматика», которая представляет на российском рынке ускорители вычислений известных мировых производителей.</p>	<p><b>Новая ступень в развитии промышленной безопасности. Точное абсолютное позиционирование уровня SIL 3/PL e с помощью одного датчика</b></p> <p>Движущиеся механизмы всегда потенциально опасны. Поэтому на производстве требуется обеспечить точность абсолютного позиционирования, гарантирующую защиту персонала и оборудования. Благодаря новым системам позиционирования safePGV и safePXV компании Pepperl+Fuchs впервые удалось достичь уровня безопасности SIL 3/PL e с помощью одного датчика.</p>	105

## Журнал "ИСУП"

Отраслевой научно-технический журнал

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации ПИ № 77-17690

Оригинал-макет подготовлен  
ИП Бодрышев С.В.

Журнал выходит шесть раз в год.

Главный редактор  
Зам. главного редактора  
Старший редактор  
Интернет-проект  
Корректор  
Администратор  
Редакционная коллегия

Телефон: (495) 542-03-68

Почтовый адрес: 115432, Москва,  
Лобанова ул. 2/21-152  
WEB-сайт: www.isup.ru  
E-mail: red@isup.ru

С.В. Бодрышев  
А.И. Зинченко  
М.И. Клим  
А.В. Бодрышев  
А.М. Глицкина  
О.А. Кузнецова  
Ю.С. Бодрышева  
Ф.Н. Костомаров  
В.В. Бодрышев  
А.С. Соколов  
В.Ю. Жарков  
Л.В. Гостева  
С.А. Дмитриев

Подписано в печать 25.06.19.  
Формат 60 x 88 1/8.  
Бумага кн.-журн.  
Печать офсетная.  
Заказ № 2138359

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут быть полностью или частично воспроизведены без письменного разрешения редакции. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов материалов. За достоверность сведений, представленных в журнале, ответственность несут авторы статей и рекламодатели. Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.

# Дистанционное управление сегодня. Интегратору на заметку



В статье рассматривается практическая возможность создания единого интеграционного решения дистанционного управления и мониторинга промышленного производства (вне зависимости от отрасли) в среде разработки MasterSCADA.

Компания «ИнСАТ», г. Москва

## Надо ли вставать с дивана?

Про дистанционное управление каждый знает с того момента, как появился пульт у телевизора: не нравится картинка — жмешь на кнопку. В конечном итоге именно это и важно потребителю. А каким образом нажатие кнопки связано с устройством — это для любопытных. Задача дистанционного управления (при условии стоящего напротив дивана телевизора) решена: не надо вставать, идти, крутить гетеродин. Мониторинг в системе «телевизор — человек» весь сосредоточен в мозгу человека. Именно он принимает решение о том, что нужно оставить на экране.

Чем дистанционное управление сегодня отличается от своих предшественников? Глобально — преодолеваемым расстоянием и объемом передаваемой информации. О расстоянии теперь можно не заботиться и включить телевизор хоть с другого континента. Объемы же возможной для передачи информации на сегодняшний день таковы, что, не вставая с дивана, можно управлять не только телевизором, но и целым заводом.

Управлять (включать, изменять режим, выключать) необходимо, чтобы повышать эффективность, снижать издержки, увеличивать прибыль, ускорять, обгонять... А делать это дистанционно, во-первых, удобно, во-вторых, это опять же ускорение процесса и, в-третьих, это возможность расположения управляемых объектов (предприятий) без территориальной

привязки к источнику управления. На наш взгляд, именно в такой последовательности.

## Чтобы управлять, надо знать!

На первый план сегодня выходит проблема интерпретации тех данных, которые поступают с производства. Производства разные, проблемы разные, мониторинг разный... Мониторинг — это ключевой элемент в управлении. И он не просто главный, он еще и индивидуальный не только в разных отраслях, но даже на разных предприятиях внутри одной отрасли. При этом на каждом предприятии уже есть какие-то инструменты мониторинга: учет потребляемых ресурсов (например, установлены счетчики); учет наработки насоса или количества обработанных деталей в контроллерах станции управления; наличие датчиков движения (в системе СКУД) или видеонаблюдения (в системах безопасности). При этом многие используемые системы разработаны индивидуально под конкретную задачу.

Сегодня до принятия управленческих решений необходимо проанализировать данные от нескольких информационных, измерительных систем, а также систем АСУ ТП. На многих предприятиях для этого всё переносится в Excel. Таким способом обеспечивается индивидуальный, адаптивный, не зависящий от разработчика программного решения анализ. Единственный недостаток — от

возникновения данных до их обработки и анализа проходит много времени.

Для повышения эффективности анализа данных из разных источников необходимы:

- ▶ легкая настройка системы мониторинга под индивидуальные потребности любого производства;
- ▶ инструменты анализа в месте образования (консолидации) данных;
- ▶ исключение ручной обработки исходных данных, поступающих с различного оборудования.

## Рецептура системы мониторинга

Рассмотрим три на первый взгляд разных производства: разные отрасли, изделия, технологии, разное количество переделов. Предположим, это:

- ▶ производство мяса и мясопродуктов;
- ▶ производство металлопроката;
- ▶ деревообработка.

Объединяет эти производства следующее: начальный продукт изменяется в процессе перемещения по переделам; производство ведется на технологических узлах и линиях разных производителей; для решения задач управления необходимо знать, из чего и как (при каких режимах, за какое время и на каких узлах) произведен конечный продукт.

В чем же состоят качественные, существенные различия систем мониторинга для этих производств? Разное количество входящих или исходящих изделий, разные типы обрабатываю-

щих узлов. Процесс «роботизированной обработки и разделки туш» значительно отличается от процесса «фрезерования замкнутого контура» по технологии. С точки зрения информационного наполнения важные параметры производства (режимы, параметры изменения потребительских качеств изделия) имеют разные единицы измерения. Уникальными являются лишь знания местных специалистов (конструкторов, технологов, мастеров, управленцев) о том, какие параметры нужно добыть для анализа, как их сопоставить и какие решения по ним принимать. Однако, несмотря на то что отрасли разные, для выстраивания системы мониторинга и управления необходимо одно и то же:

- ▶ отраслевой специалист, который знает, как устроено производство;
- ▶ грамотный интегратор для организации получения данных с уже работающих и производящих продукцию роботизированных станков и линий, неавтоматизированных станков, с дополнительных датчиков, а также от смежных программных комплексов и т. п.;
- ▶ подходящий инструментарий, преобразующий реальные знания о технологии производства и достоверные измерения текущих состояний в новое качество.

**Задача первая – сбор данных**

Вне зависимости от отрасли первоочередная задача – это сбор данных. Несмотря на разные техпроцессы и технологическое оборудование, всё сводится к ограниченному числу контроллеров управления. На вышеперечисленных производствах при разных технологиях оказалось всего пять типов контроллеров от ряда производителей: Omron (протокол FINS), несколько Siemens (протокол Profinet), Mitsubishi (протокол SLMP), FANUC (протокол EtherNet/IP), «Термодат» (протокол Modbus).

Организовать опрос можно с помощью двух-трех OPC-серверов: Kerware OPC Server с драйвером FANUC (PTC Inc., USA), Modbus OPC Server и MultiProtocol OPC Server с драйверами Omron, Profinet, Mitsubishi (ООО «ИнСАТ», РФ).

Эти данные с нижнего уровня. Есть еще данные «сверху»: от MES (задание на производство), ERP (заказы),

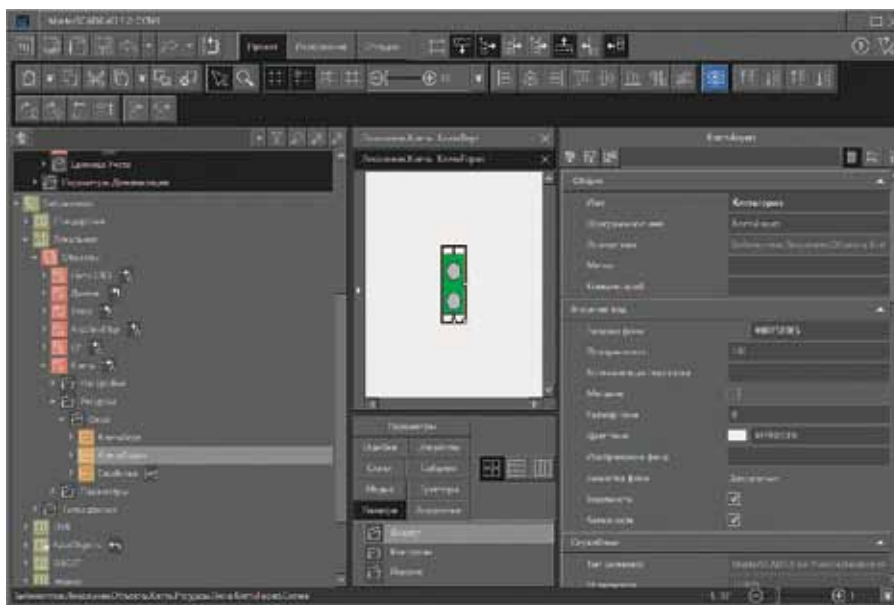


Рис. 1. Пример библиотечного объекта в среде разработки

САПР (режимы обработки). Все это необходимо для того, чтобы получить оперативные, достоверные, пригодные для немедленного анализа данные о выпущенной продукции. Для обмена информацией с «верхом» в инструментарии хорошо бы иметь поддержку разных СУБД и открытый API.

Реализация сбора достоверных данных со всех технологических и обеспечивающих узлов уже в какой-то степени позволяет повысить эффективность производства [1].

**Задача вторая – разработка отраслевого решения**

Общим для рассматриваемых производств будет такое описание: объект мониторинга (сырье, полуфабрикаты, комплектующие) перемещается от одного технологического узла (агрегата, станка) к другому и после каждого агрегата изменяет свои свойства. Перемещение – это изменение координат. Технологические узлы – это наименования и функции. При отображении имеет смысл отличать «длинные» технологические узлы (конвейеры, прокатные станы) от компактных (станки, емкости), а не учитывать сами различия между прокатным станом и конвейером.

Объект мониторинга не только перемещается, он может изменять свои характеристики, делиться или объединяться от момента начала и до завершения процесса. Происходит, например, изменение габаритов и форм листов при прокате, изме-

нение толщины и количества досок в деревообработке, изменение и распределение веса мяса в мясоперерабатывающем производстве. Изменение свойств изделия в процессе обработки имеет сложное описание, отличающее друг от друга разные технологии и даже разные предприятия одной отрасли. Интегратору необходимо иметь заранее разработанное отраслевое решение, учитывающее такую специфику. Это может быть, например, набор библиотечных элементов (объектов) в среде разработки MasterSCADA (рис. 1).

У каждого из библиотечных объектов есть перечень входных и выходных сигналов, программа обработки, изображение, тренд, сконфигурированные сообщения для журнала. Для библиотечного объекта создается набор индивидуальных свойств (наименование, размеры, координаты), конфигурируемых при наладке системы, и набор параметров (сигналы положения или состояния), считываемых

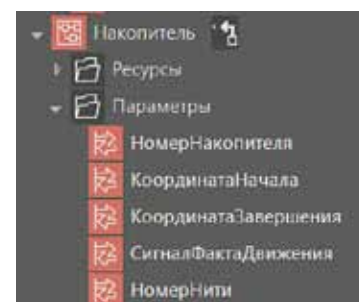


Рис. 2. Параметры библиотечного объекта

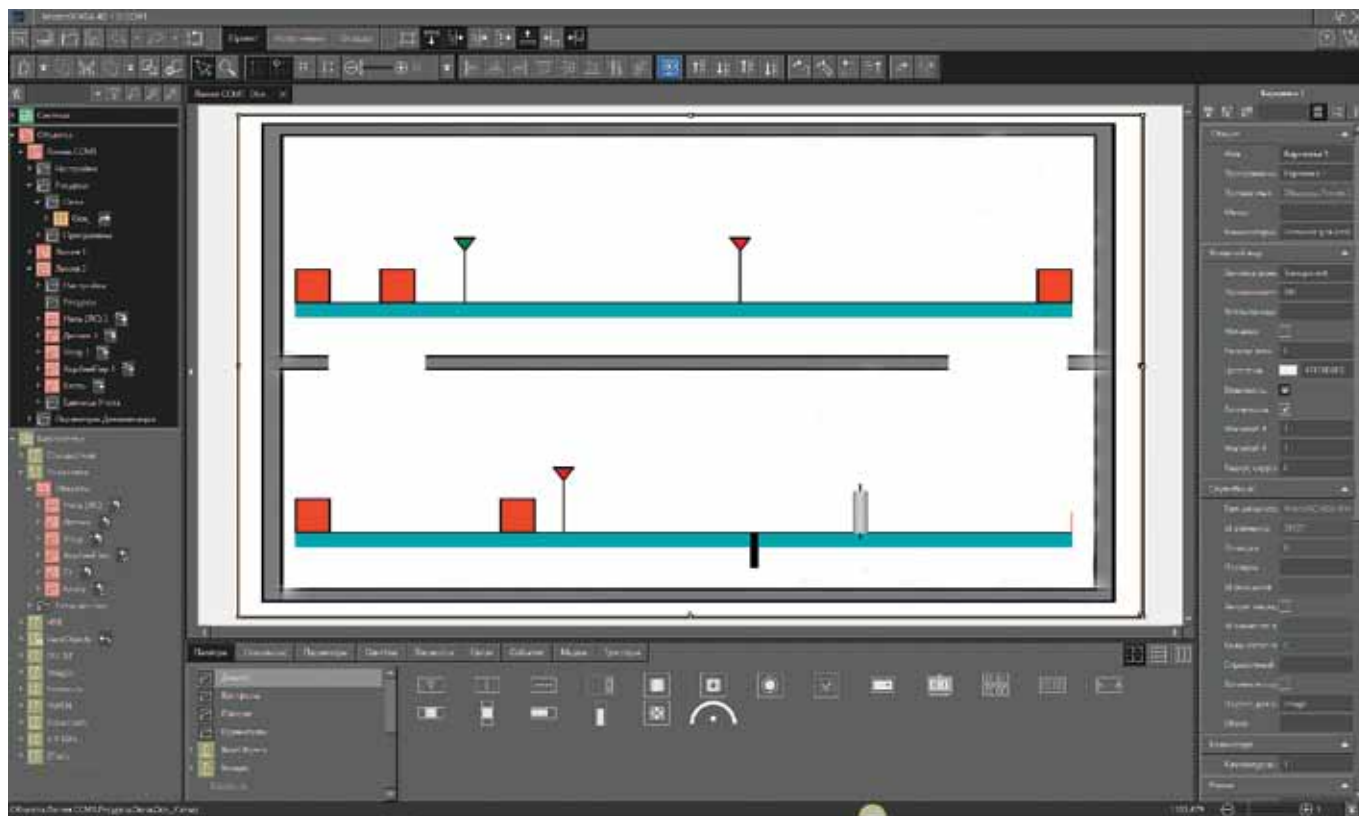


Рис. 3. Пример расположения изображений библиотечных объектов

ваемых с датчиков или контроллеров в процессе работы системы (рис. 2).

В качестве объекта могут выступать датчики, конвейеры, прокатные клетки, нагревательные печи, пилы, фрезерные станки и другие агрегаты. Созданные таким образом наборы технологических узлов ускоряют процесс конфигурирования, который сводится к размещению объектов методом drag&drop на мнемосхеме цеха и настройке их индивидуальных свойств.

Главные ноу-хау – формализация знаний о самом технологическом процессе и об основных бизнес-процессах производства. Трудоемкость адаптации решения под отраслевую специфику снижается за счет единожды созданного набора библиотечных объектов и дальнейшего их использования в качестве наследников (с возможностью точечного изменения свойств) или экземпляров (без отличий от библиотечного объекта).

#### Задача третья – настройка системы

Разработанную библиотеку надо «привязать» к конкретному предприятию: наименования, расположение на плане цеха, координаты, индивидуальные свойства, адреса контроллеров и т. п. Интегратор мо-

жет разработать библиотеку таким образом, что подобная задача станет доступна технологу (рис. 3).

Дополнительным преимуществом упомянутой выше среды разработки является легкость тиражирования объектов (ввода второй линии, дополнительного цеха), так как набор агрегатов берется из существующего передела, а его опрос осуществляется уже настроенными встроенными драйверами и OPC-серверами. После этого остается только связать методом drag&drop опрашиваемые параметры с параметрами объекта и параметрами изображения. Этот процесс можно автоматизировать с помощью скриптов, встроенных в редактор.

Получив данные, мы имеем возможность использовать встроенные инструменты: следить за отображением на мнемосхемах для оперативного реагирования, генерировать отчеты для анализа данных, просматривать тренды параметров для сопоставления режимов с уставками.

#### Вместо заключения

Имея оперативные и достоверные данные от системы мониторинга и возможности их анализа, можно наконец заняться управлением. Сегодня доступны разные технологии, чтобы

управлять дистанционно, при этом важно не забывать об информационной безопасности [2]. Самый простой способ обмена данными через маршрутизируемые сети или интернет – использование стандарта OPC UA, позволяющего шифрованную передачу. Самый простой способ избежать случайного воздействия – запрос подтверждения. Возможность управлять на расстоянии существует давно. Сегодня такая возможность получила технологическое подкрепление и позволяет создавать системы дистанционного управления не только «умным домом», но и производством в любой отрасли.

#### Литература

1. В. В. Хлюдинский, Г. Л. Веселуха. Master дистанционного мониторинга // ИСУП. 2018. № 3.
2. А. М. Подлесный, В. Г. Карантаев. Система защиты информации как составная часть АСУТП // ИСУП. 2017. № 2.

Г. Л. Веселуха, заместитель генерального директора по проектам,  
Д. С. Остряков, инженер,  
компания «ИнСАТ», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 989-2249,  
e-mail: info@insat.ru,  
сайт: www.insat.ru

# Выбор технологии и радиооборудования для построения систем беспроводной автоматизации



Российская компания ООО «Аналитик-ТС», уже более 20 лет выпускающая промышленные модемы под торговой маркой AnCom® и PROMODEM®, предлагает широкую линейку модемов, логгеров и контроллеров для беспроводной автоматизации. В статье приведен обзор оборудования для организации беспроводной связи с устройствами АСУ ТП и АСКУЭ по разным каналам связи: GSM, GPRS, 3G, NB-IoT, ZigBee, Wi-Fi.

ООО «Аналитик-ТС», г. Москва

## Преимущества беспроводной автоматизации: GSM, GPRS, 3G, NB-IoT, ZigBee, Wi-Fi

Полный отказ или сокращение числа кабельных линий, ведущих к контроллерам, датчикам, измерительным приборам и управляющим устройствам, значительно снижает временные и финансовые издержки на этапах проектирования, развертывания и эксплуатации систем АСУ ТП и АСКУЭ.

Масштабируемость и гибкость беспроводной сети существенно облегчает жизнь при реструктуризации промышленного предприятия и его расширении, в том числе при переезде. А также освобождает от проблем, связанных с прокладкой проводов: трудоемких и путаных разводок и кроссировок, обрывов, согласования и проведе-

Таблица 1. Промышленное исполнение модемов PROMODEM

Параметр	Значение
Рабочая температура, °С	От -40 до +70
Монтаж	На DIN-рейку. Благодаря встроенному креплению обеспечивается удобство монтажа
Подключение к сети питания 220 В АС	Удобное подключение через клеммники. Защита от скачков напряжения обеспечивается встроенным БП широкого диапазона (85...264 В АС) с гальваноразвязкой
Подключение к сети питания 24 В DC	Прямое, удобное подключение к шине питания через клеммники. Встроенный БП 18...36 В DC с гальваноразвязкой для монтажа в шкафах автоматики систем АСУ ТП
Подключение устройств и датчиков	Через клеммники. Выход =12 В DC модема обеспечивает питание подключенных датчиков и интерфейсов устройств
Антенны	Большое разнообразие антенн на все случаи жизни. В номенклатуре поставляемых антенн: комнатные, врезные или на магните для крепления на шкаф автоматики, а также антенны на кронштейне для выноса из подвалов
Декларации соответствия	Соответствие техническим регламентам Таможенного союза «0 безопасности...» и «ЭМС»
Гарантия от производителя, лет	5

Таблица 2. Особенности дистанционного управления и мониторинга территориально распределенных объектов

Параметр	Значение
Протяженность объектов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Географически удаленные объекты.</li> <li>• Плотная городская застройка.</li> <li>• Протяженные площади без прямой видимости</li> </ul>
Преимущества технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дистанционное управление и мониторинг устройств, сколь угодно удаленных друг от друга и от диспетчерского центра.</li> <li>• В качестве среды распространения сигнала используется повсеместное покрытие GSM-сети сотовых операторов</li> </ul>
Требования	Сим-карта, желательно со специализированным тарифом для телемеханики и телеметрии
Оборудование	Модемы PROMODEM GSM и 3G и антенны GSM/3G: <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерфейс подключения к устройству – RS-485 и/или RS-232;</li> <li>• тип блока питания – внешний БП, встроенный БП ~220 В или =24 В, либо встроенный ИБП на 2 часа автономной работы</li> </ul>



Рис. 1. Модем PROMODEM GSM/3G со встроенным ИБП на 2 часа автономной работы самого модема и подключаемого устройства

ния земельных работ, перепрокладки сетей при переезде или модернизации, запрета арендодателя или препятствий природного характера.

Построение беспроводных каналов связи вместо шин RS-485 и линий RS-232 осуществляется с помощью сотовых модемов GSM, GPRS, 3G, NB-IoT либо радиомодемов, например ZigBee и Wi-Fi. В настоящей статье беспроводные технологии представлены модемами PROMODEM промышленного исполнения (табл. 1).

Для мониторинга показаний импульсных счетчиков, датчиков давления, температуры и уровня применяются GPRS/3G/NB-IoT-логгеры PROMODEM с батарейным или резервным аккумуляторным питанием.

Давайте вместе разберемся, на каком оборудовании лучше построить систему беспроводной автоматизации для вашего проекта.

**Беспроводная автоматизация географически распределенных устройств: модемы PROMODEM GSM и 3G**

Если ваши устройства – контроллеры или счетчики электроэнергии – удалены друг от друга и от диспетчерского центра на километры (табл. 2), то для беспроводного доступа к ним используйте модемы PROMODEM GSM и 3G (рис. 1). Примеры таких распределенных систем:

- ▶ опрос и контроль распределенного оборудования нефтегазовой автоматике;
- ▶ опрос географически распределенных Modbus-slave-устройств центральной SCADA;
- ▶ снятие показаний со счетчиков электроэнергии, теплосчетчиков

Таблица 3. Надежность подключения и поддержания соединения модема PROMODEM GSM/3G

Надежность подключения	Комментарий
Модем автоматически подключается к IP-адресу диспетчерского центра	При включении или перезагрузке, самостоятельно, без внешних AT-команд
Модем останется на связи, даже если пропадет связь у оператора GSM	Благодаря автоматическому переходу на резервную сим-карту
Модем подключится к диспетчерскому центру при аварии у основного интернет-провайдера	Перейдя на IP-адрес вашего резервного интернет-провайдера
Автоматическое переключение на резервный канал	И обратно на основной канал при его восстановлении: SIM1-SIM2, IP1-IP2, 3G-GPRS
Безопасность канала связи	Двухсторонняя аутентификация при подключении к диспетчерскому центру
Корректная работа в системах Modbus	Обеспечивается склейкой Modbus-пакетов на стороне модема и диспетчерского центра
Автоматическая диагностика целостности канала связи	С использованием контроля отсутствия данных и PING прикладного, а не сетевого уровня – для 100%-ной точности детектирования разрушения канала
Автовосстановление разрушенного канала связи	Без участия человека, в том числе встроенными механизмами резервирования

Таблица 4. Особенности дистанционного управления и мониторинга на небольших территориях

Параметр	Значение
Протяженность объектов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Заводы, склады, цеха.</li> <li>• Небольшие малозатяжные населенные пункты.</li> <li>• Площади радиусом в несколько км с прямой видимостью</li> </ul>
Преимущества технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Работа на больших, чем Wi-Fi, расстояниях.</li> <li>• Не требуются роутеры или базовые станции: покрытие сети ZigBee обеспечивают сами модемы, каждый из которых является ретранслятором для соседних.</li> <li>• Персональная сеть для дистанционного управления и мониторинга различных систем с относительно широким покрытием и отсутствием платы за трафик</li> </ul>
Требования	На расстояниях в сотни метров требуется прямая видимость модема хотя бы с 1–2 соседними модемами
Оборудование	Модемы PROMODEM ZigBee «координатор и маршрутизаторы» для систем с диспетчерским ПК на ОС Windows; модемы PROMODEM ZigBee «Modbus master и slave» для систем с центральным ПЛК Modbus master в качестве опрашиваемого устройства; антенны 2,4 ГГц: <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерфейсы подключения устройств: RS-485 или RS-232;</li> <li>• подключение дискретных или 4–20 мА датчиков для опроса по Modbus;</li> <li>• встроенный БП ~220 В или =24 В</li> </ul>

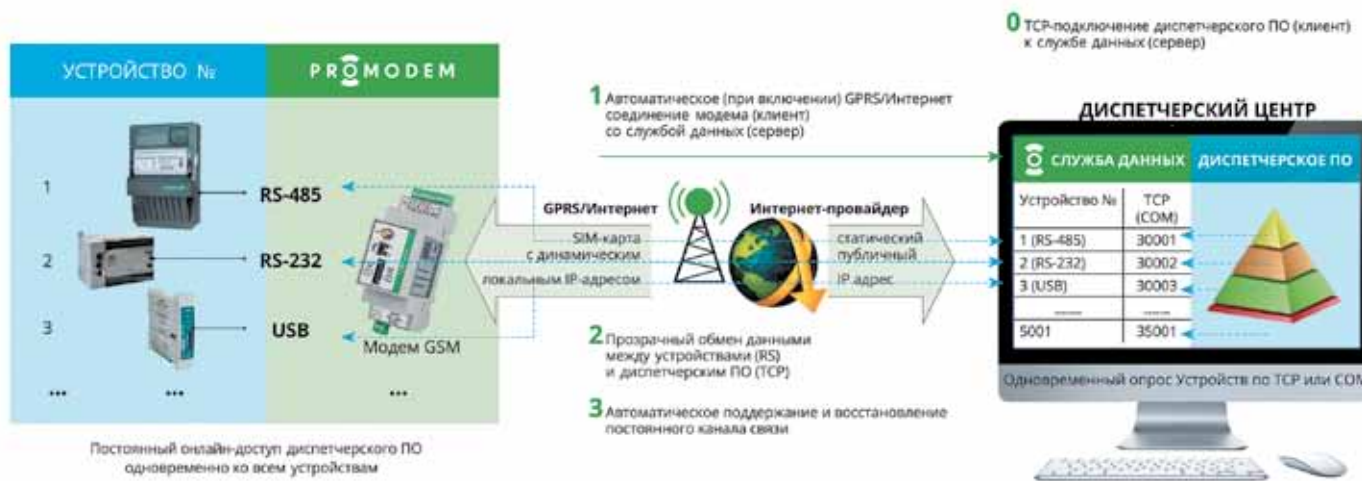


Рис. 2. Одновременный онлайн-доступ диспетчерского ПО ко всем устройствам, подключенным к модемам (режим «клиент»)

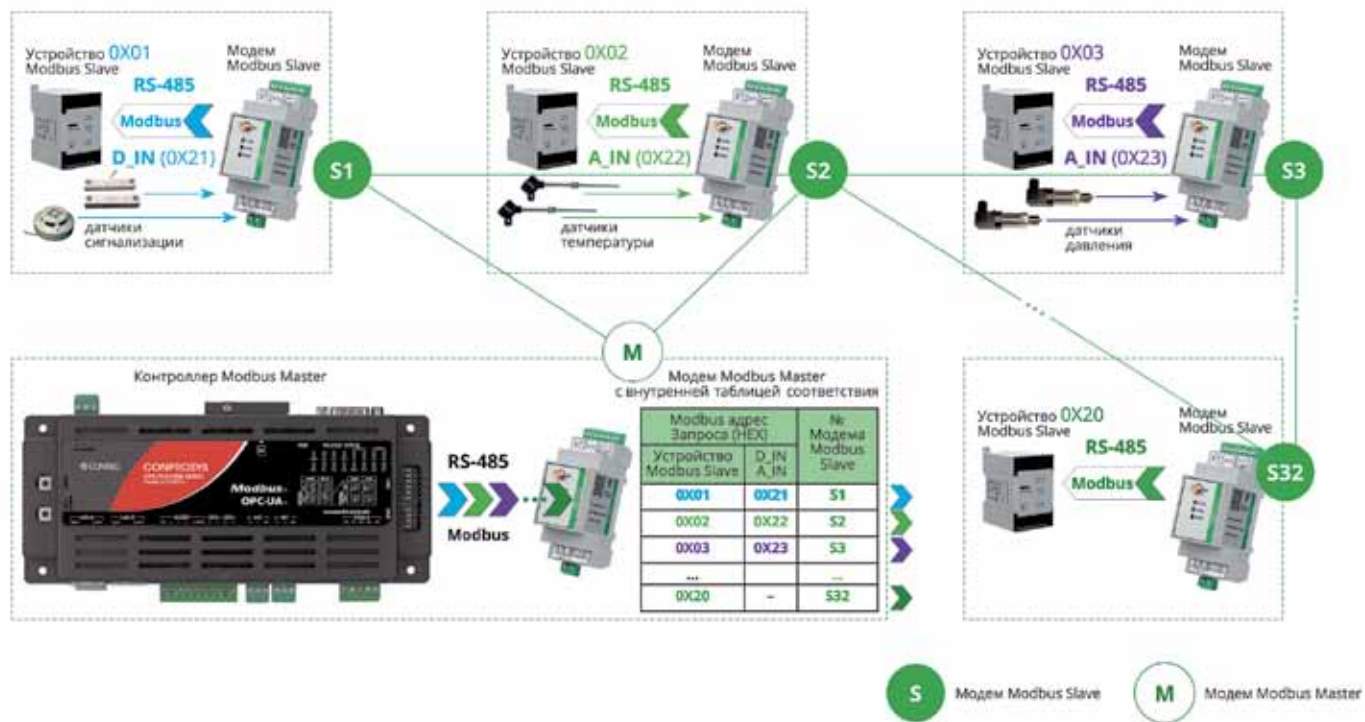


Рис. 3. Беспроводной опрос Modbus-master-контроллером Modbus-slave-устройств и датчиков по радиоканалу ZigBee – замена проводной шины RS-485

и счетчиков газа в населенных пунктах с плотной застройкой;

- ▶ управление контроллерами наружного освещения;
- ▶ дистанционное управление и мониторинг трансформаторных подстанций и т. п.

Модемы PROMODEM GSM и 3G поддерживают различные режимы работы: клиент (рис. 2), сервер и «подключение по звонку». Надежность подключения и поддержания стабильного канала связи обеспечивается прошивкой модема (табл. 3), которую можно обновить удаленно, без выезда на объект.

**Беспроводной доступ к «кустам» автоматики на небольших территориях без сотовой связи – радиомодемы PROMODEM ZigBee**

Если ваши устройства размещены в сотнях метров друг от друга и от диспетчерского центра, тогда нет смысла переплачивать за трафик, гораздо эффективнее построить свою персональную беспроводную радиосеть (табл. 4).

Лучше всего для этого подходят радиомодемы PROMODEM ZigBee, обеспечивающие автоматическую ретрансляцию данных между собой и дальность действия до 4 км. Таким образом, можно обеспечить беспроводной доступ к устройствам в системах типа:

- ▶ кусты нефтегазовой автоматики или канализационных насосных станций;
- ▶ Modbus-slave-контроллеры и датчики в заводском цеху (рис. 3);
- ▶ устройства автоматики в промышленных зонах, портах и на складах;
- ▶ системы вентиляции и охраны в торговых центрах;
- ▶ снятие показаний со счетчиков электроэнергии, теплосчетчиков и счетчиков газа в небольших населенных пунктах с малоэтажной застройкой;
- ▶ радиоудлинитель интерфейса RS-485 или RS-232 «точка – точка» для стыковки двух контроллеров друг с другом на расстоянии до 4 км.

**С помощью модемов PROMODEM Wi-Fi оснастите ваши RS-485/RS-232-устройства локальными IP-адресами для TCP-опроса по LAN предприятия**

Подключив ваши счетчики, контроллеры и модули ввода/вывода к модемам PROMODEM Wi-Fi, вы введете их в локальную TCP/IP-сеть вашего предприятия или цеха. И сможете опрашивать их диспетчерским ПО с любого компьютера, ноутбука или планшета, который также подключен к этой сети (рис. 4).

Модемы PROMODEM Wi-Fi автоматически подключаются к точке доступа, работают в режимах «TCP-клиент» и «TCP-сервер», оснащены защитными таймерами для автоматической перезагрузки и удобно на-

Таблица 5. Особенности дистанционного управления и мониторинга устройств в зоне покрытия Wi-Fi-сети

Параметр	Значение
Протяженность объектов	Место установки модема должно находиться в зоне действия Wi-Fi-сети предприятия
Преимущества технологии	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Самые доступные модемы, которые интегрируются с привычной для пользователя Wi-Fi-сетью.</li> <li>• В качестве среды распространения сигнала используют уже имеющееся Wi-Fi-покрытие на объекте.</li> <li>• Простая настройка по Wi-Fi – через веб-интерфейс с помощью браузера (как домашний роутер)</li> </ul>
Требования	Wi-Fi-покрытие во всех точках установки устройств
Оборудование	Модемы PROMODEM Wi-Fi и антенны 2,4 ГГц: <ul style="list-style-type: none"> <li>• интерфейсы подключения устройств: RS-485 или RS-232;</li> <li>• встроенный БП ~220 В или =24 В</li> </ul>

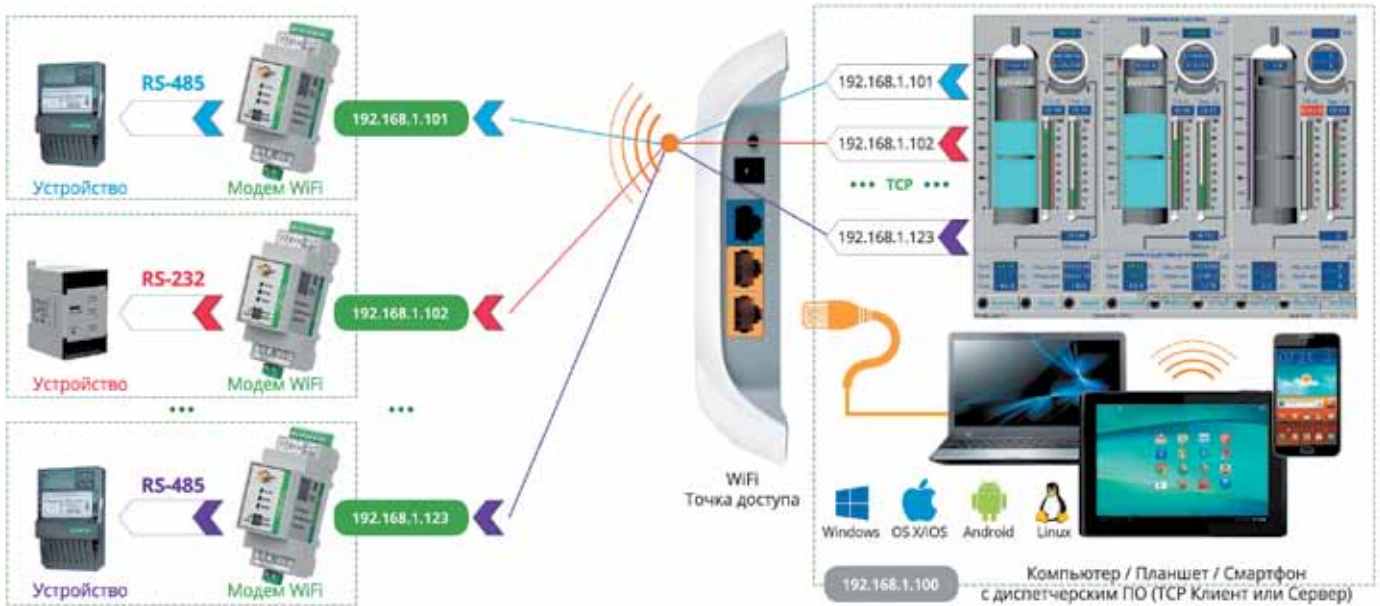


Рис. 4. RS-485/RS-232-устройства, подключенные к модемам PROMODEM Wi-Fi, получают IP-адрес и опрашиваются диспетчерским ПО по TCP-портам

страиваются по Wi-Fi любым браузером через веб-интерфейс (рис. 5).

Если на вашем объекте уже развернута сеть Wi-Fi, обеспечивающая покрытие во всех точках установки устройств, то организация беспроводного доступа к ним по Wi-Fi – самый бюджетный и простой вариант (табл. 5), подходящий для множества систем:

- ▶ устройств автоматики на заводах, складах, в цехах и тепличных комплексах;

- ▶ систем вентиляции и охраны в торговых центрах;

- ▶ съема данных телемеханики с подвижной строительной техники;
- ▶ контроля температуры в помещениях и общественном транспорте;
- ▶ пары контроллеров, требующих стыковки друг с другом на небольшом расстоянии через радиодлинатель интерфейса RS-485 или RS-232 типа «точка – точка».

Специализированные контроллеры LED PROMODEM Wi-Fi (рис. 6)


с релейным и управляющим выходом напряжения 0–10 В подключаются к точке доступа Wi-Fi и обеспечивают в рамках локальной сети предприятия:

- ▶ плавное управление (0–10 В) подключенных к ним светильников производственных и торговых помещений по протоколу Modbus TCP;
- ▶ опрос подключенных к ним датчиков сигнализации и освещенности;
- ▶ регулирование скорости электродвигателей 0–10 В;
- ▶ коммутацию нагрузки реле 10 А.



Рис. 5. Модем PROMODEM Wi-Fi с веб-интерфейсом настройки через браузер

Таблица 6. Типы логгеров PROMODEM

Параметр	Значение		
	Для промышленности	Для ЖКХ	
		для подомового учета	для поквартирного учета
Внешний вид			
Применение	Учет и контроль в реперных точках параметров (расход, давление, температура, влажность, уровень) воды, газа, нефти: на магистральных трубопроводах, в водохранилищах, реках, скважинах, затопляемых камерах, колодцах	Подомовой (вводной) учет расхода воды, тепла, газа, давления, температуры	Поквартирный учет расхода воды, тепла, газа
Канал связи	NB-IoT + GPRS + СМС	NB-IoT/GPRS	NB-IoT/GPRS
Температурный диапазон и IP	-40...+70 °С, IP68 или IP65	-10...+50 °С, IP65	0...+40 °С, IP65

#### NB-IoT/3G/GPRS-логгеры PROMODEM: учет и контроль воды, тепла, нефти, газа в системах с нестабильным или отсутствующим питанием

Для учета и контроля воды, тепла, нефти и газа мы предлагаем законченную информационную систему PROMODEM LOGGER, предназначенную для сбора, контроля, хранения и визуализации данных, собранных от следующих устройств:

- ▶ импульсные расходомеры;
- ▶ аналоговые датчики давления, температуры или уровня;
- ▶ дискретные датчики сигнализации.

Информационная система построена на базе автономных логге-

ров PROMODEM (до 10 лет работы от батареи), которые делятся на три типа: для промышленности, а также для подомового и поквартирного учета в сфере ЖКХ (табл. 6). Логгеры PROMODEM имеют свидетельство об утверждении типа средства измерений и межповерочный интервал 5 лет.

Логгеры PROMODEM передают накопленные архивы в диспетчерский центр как через привычные каналы связи GPRS/Internet и СМС, так и через новые сети NB-IoT. На базе передового стандарта связи NB-IoT операторы сотовой связи разворачивают сети для передачи данных небольшого объема. Стандарт ориен-

тирован на автономные (работающие от батареи) устройства: модемы, логгеры и УСПД для сферы «интернета вещей» (IoT) и межмашинного взаимодействия (M2M).

Основным преимуществом стандарта является низкое энергопотребление: NB-IoT-модули потребляют в разы меньше по сравнению с модулями 2G/3G, обеспечивая автономным NB-IoT-логгерам (УСПД) около 10 лет автономной работы без замены батареи.

Сети NB-IoT разворачиваются всеми крупными сотовыми операторами, что позволяет оперативно и повсеместно вводить в эксплуатацию NB-IoT-логгеры, модемы и УСПД в проектах с географически распределенными узлами учета.

Для направления автономной диспетчеризации мы предлагаем 2G/3G/NB-IoT-модемы PROMODEM с батарейным питанием, которые обеспечивают дистанционный прозрачный TCP/IP-доступ по расписанию к подключенному по RS-485 / RS-232 устройству.

А. Д. Яманов, к. т. н.,  
заместитель руководителя  
Группы проектов,  
ООО «Аналитик-ТС», AnCom®,  
PROMODEM®, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 775-6008,  
e-mail: support@promodem.ru,  
www.promodem.ru



Рис. 6. Контроллер LED PROMODEM Wi-Fi для плавного управления яркостью светодиодного светильника и опроса датчиков

# От автоматизации инженерных систем и оборудования тоннелей — к цифровому тоннелю



Приводится описание подхода к созданию систем автоматизации и диспетчеризации тоннелей, основанного на рассмотрении совокупности требований, задач и процессов на всех этапах жизненного цикла тоннеля как комплексной информационной задачи и ее решения с помощью средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем.

ООО «Сименс», г. Москва

Интенсивный рост объемов строительства тоннельных сооружений, являющийся неотъемлемой составляющей устойчивого развития городов и инфраструктуры в целом, требует решения целого комплекса задач, связанных с сокращением сроков проектирования и ввода в эксплуатацию, снижением количества ошибок при проектировании, повышением уровня безопасности, сокращением сроков закрытия тоннельных объектов на обслуживание и ремонты, снижением затрат на эксплуатацию и модернизацию различных тоннельных систем.

Потенциал для оптимизации процессов проектирования, ввода в эксплуатацию и обслуживания тоннельных сооружений открывает цифровизация — подход, основанный на

рассмотрении совокупности требований, задач и процессов на всех этапах жизненного цикла как комплексной информационной задачи и ее решения с помощью средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем.

### Архитектура систем, обеспечивающих эксплуатацию тоннеля

Рассмотрим типовой функциональный облик и архитектуру систем автоматизации, сигнализации и связи, применяемых на тоннельных сооружениях различного назначения (в автодорожных, железнодорожных и совмещенных тоннелях, тоннелях метрополитена, коммуникационных и пешеходных тоннелях).

Работа современных тоннельных сооружений обеспечивается комплексом взаимосвязанных систем, выпол-

няющих функции управления, контроля и мониторинга всех процессов и систем тоннеля — энергоснабжения, вентиляции и противодымной защиты, водоснабжения и водоотведения, освещения, обеспечения безопасности (эвакуационные системы и др.), дорожной и аварийной сигнализации, а также мониторинга и контроля состояния капитальных сооружений тоннеля. В решении данных задач востребовано применение комплексных решений, построенных на единых принципах, стандартных протоколах взаимодействия и совместимых технических средствах. Обзор продуктов и систем компании Siemens, составляющих единое решение для задач обеспечения работы тоннельных объектов, представлен на рис. 1 (схематично показаны области применения отдельных видов оборудования и программного обеспечения).

\* Изобретательность для жизни.

- 1 Системы автоматизации SIMATIC
- 2 Промышленные компьютеры SIMATIC IPC
- 3 Системы распределенной периферии SIMATIC ET 200
- 4 Коммуникационное оборудование SIMATIC NET/SCALANCE
- 5 Продукты с поддержкой PROFINET и PROFIBUS
- 6 Коммуникационное оборудование и продукты с поддержкой OPC UA
- 7 Низковольтное коммутационное оборудование SIRIUS
- 8 Коммуникационные аппараты и устройства SENTRON
- 9 Частотно-регулируемый привод SINAMICS
- 10 SCADA-системы WinCC и WinCC OA
- 11 Человеко-машинный интерфейс SIMATIC HMI

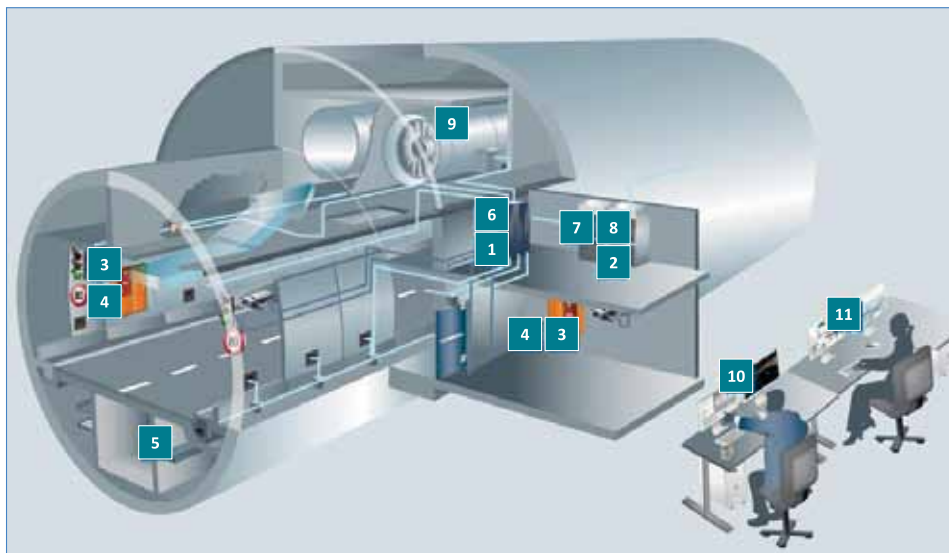


Рис. 1. Продукты и системы компании Siemens для тоннельных объектов

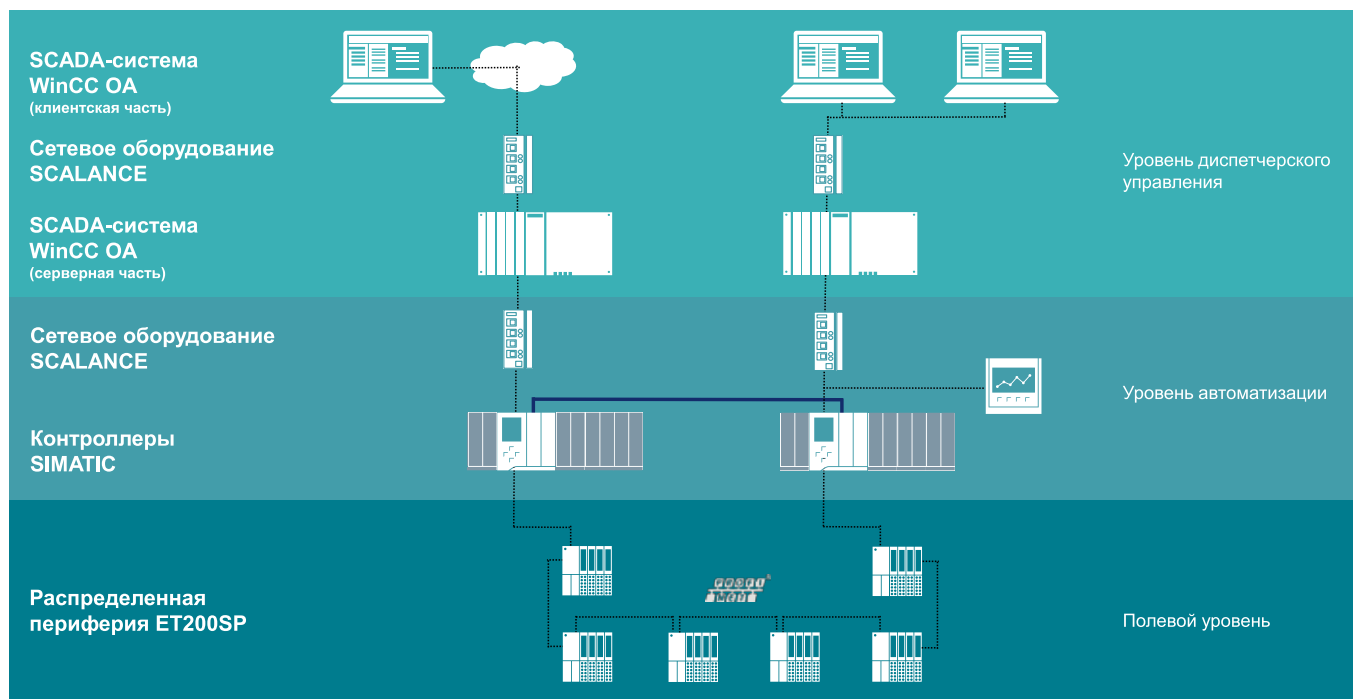


Рис. 2. Обобщенная архитектура систем автоматизации и диспетчеризации оборудования и устройств тоннеля

В зависимости от характеристик конкретного объекта и проектных решений состав технических средств может быть различным, при этом архитектура систем автоматизации тоннельных объектов, как правило, является иерархической, с выделением полевого уровня, уровня автоматизации и уровня диспетчерского управления (рис. 2). В рамках решения Totally Integrated Automation (TIA) компании Siemens основные компоненты этих уровней представлены многофункциональными станциями распределенного ввода/вывода ET200SP, резервированными контроллерами SIMATIC S7-1500R/H, сетевым оборудованием SCALANCE, промышленными компьютерами SIMATIC IPC.

В качестве программного обеспечения для интеграции различных систем автоматизации, контроля и мониторинга в рамках единой системы диспетчеризации служит SCADA-система SIMATIC WinCC Open Architecture (WinCC OA). WinCC OA – модульная кроссплатформенная клиент-серверная система для решения прикладных задач сбора, обработки и визуализации данных с открытым интерфейсом прикладного программирования (API). В рамках концепции Totally Integrated Automation система WinCC OA предлагается как платформа для решения инфраструк-

турных и интеграционных задач, для приложений с высокими требованиями к надежности, а также для приложений, которым необходима глубокая адаптация под специализированные требования заказчика [1].

#### Комплексная информационная платформа и единая система диспетчеризации

Применимость SCADA-системы WinCC OA в рассматриваемом классе задач в качестве комплексной информационной платформы и единой системы диспетчеризации обусловлено следующими основными факторами:

- ▶ наличием готового универсального инструментария для создания информационной модели, пользовательских экранов и описания прикладной функциональности;
- ▶ встроенной поддержкой резервирования различных уровней и компонентов (горячее резервирование и резервирование центра управления – так называемое резервирование «2×2»);
- ▶ встроенной поддержкой механизмов защиты и обеспечения информационной безопасности (HTTPS, SSL, SSO, Kerberos и др.) [2];
- ▶ подтвержденной производительностью при построении сложных, географически распределенных систем большой информационной емкости;

- ▶ гибкими возможностями визуализации;
- ▶ интеграцией инженерингового инструментария WinCC OA и платформы TIA Portal;
- ▶ развитыми интеграционными и коммуникационными возможностями, включая как поддержку стандартных протоколов обмена данными систем автоматизации, телемеханики и энергетики, так и возможность реализации проприетарных протоколов специализированного оборудования.

Системные свойства WinCC OA как комплексной информационной платформы дополняются следующими техническими преимуществами, важными в контексте задач мониторинга и управления тоннельными объектами:

- ▶ наличие встроенной системы видеонаблюдения [3];
- ▶ поддержка различных технологий интерактивной картографии средствами базовой системы и специализированным модулем GIS Viewer;
- ▶ возможность использования различных типов клиентских приложений (стационарных, мобильных и веб-клиентов);
- ▶ поддержка современных информационных стандартов и технологий (OPC UA, HTML5, SOAP, CSS, Kerberos, мультисенсорные жесты и др.).

Многочисленные внедрения систем автоматизации и диспетчериза-

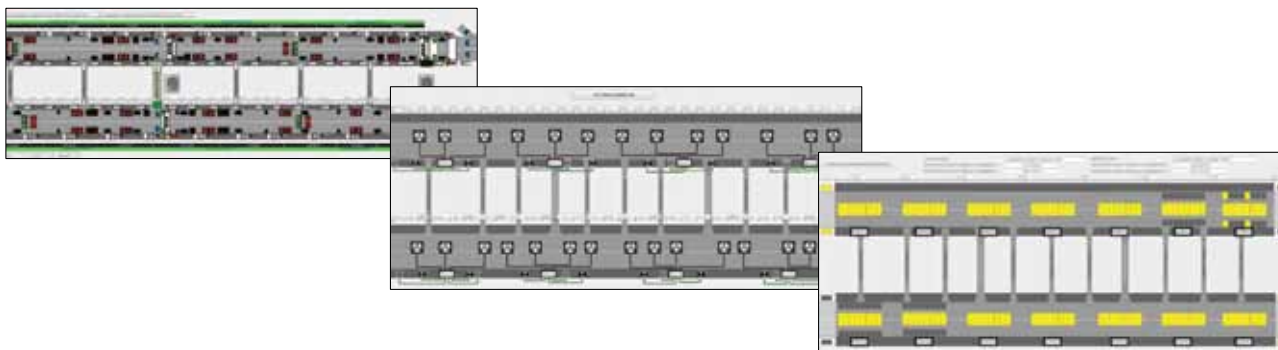


Рис. 3. Пример комплексной автоматизации тоннельного объекта (тоннель 1-го Марта, Босния и Герцеговина)

ции тоннелей в соответствии с концепцией Totally Integrated Automation и на базе аппаратных и программных средств Siemens являются подтверждением высоких технических характеристик решения и соответствия требованиям заказчиков. Пример одного из таких объектов представлен на рис. 3 (тоннель 1-го Марта, Босния и Герцеговина).

**Цифровизация процессов проектирования, внедрения и эксплуатации систем тоннеля**

Вернемся к вызовам и задачам, стоящим перед различными участниками процесса создания и эксплуатации систем тоннеля. Для этого рассмотрим полный жизненный цикл

тоннельных систем и тоннеля в целом: от стадии технического задания до этапа эксплуатации тоннельного объекта (рис. 4).

Интеграция инженерных систем, установок и оборудования тоннеля в единую информационно-управляющую систему требует выполнения комплекса проектных, инженеринговых и наладочных работ. Неотъемлемой составляющей этого процесса является необходимость междисциплинарной «увязки» отдельных систем, установок, оборудования, относящихся к различным разделам проекта. При этом различные (по природе работ и характеру задач) этапы относятся к ответственности разных организаций – проектных, внедренческих

и эксплуатирующих. В связи с этим обеспечение обмена и актуальности проектной информации, управление изменениями в проекте, оперативная верификация промежуточных решений и итогового результата, решение вопросов информационного обеспечения процессов эксплуатации, модернизации и расширения являются не только обязательными для реализации проекта и достижения требуемых характеристик объекта, но и определяющими эффективность и сроки такого процесса.

В рамках цифровой парадигмы создания систем и объектов предъявляемые требования, задачи и процессы рассматриваются в комплексе на протяжении всех этапов жизнен-



Рис. 4. Цифровизация процессов проектирования, внедрения и эксплуатации систем тоннеля



Рис. 5. Ключевые элементы цифровизации систем тоннеля

ного цикла. При этом за счет средств цифрового моделирования, проектирования и интеллектуальных информационно-управляющих систем цифровой подход позволяет не только обеспечить решение задачи внедрения комплекса необходимых систем и объекта в целом с повышением качества проектных решений и эксплуатационных характеристик, но и сократить общее время реализации проекта.

Условно процесс создания систем тоннеля с использованием цифровых технологий можно разделить на две большие фазы: работу с объектами и процессами в цифровом виде и работу с ними в реальном мире, а также выделить переходную фазу

воплощения отработанных «в цифре» решений в физическую реализацию.

Ключевыми элементами рассматриваемого подхода к созданию и эксплуатации систем тоннеля на фазе цифровой отработки являются (рис. 5):

- ▶ использование цифрового двойника – модели (моделей), описывающих различные объекты, устройства, системы и аспекты их функционирования;
- ▶ моделирование и виртуальная пусконаладка;
- ▶ стандартизация технических решений, интерфейсов и структур данных.

К числу преимуществ подхода, помимо собственно сокращения вре-

мени выполнения пусконаладочных работ на объекте, следует отнести возможность заблаговременной подготовки эксплуатационного и диспетчерского персонала за счет обучения на тренажерах, работающих в связке с цифровыми двойниками систем тоннеля.

В отличие от традиционного подхода к проектированию, инжинирингу и внедрению систем автоматизации и диспетчеризации тоннелей, при котором на стыке этапов, относящихся к ответственности разных организаций, происходит потеря до 30 % информации, цифровизация процесса позволяет оптимизировать процесс использования информации на протяжении всего жизненного цикла тоннельного объекта (рис. 6).

#### Цифровая цепочка создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля

Рассмотрим использование и взаимодействие цифровых двойников и реальных систем в рамках цифровой цепочки создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля.

Основная цель создания цифровых двойников состоит в получении моделей, описывающих с достаточной для решаемой задачи степень адекватности и точности внутренние процессы (механические, электрические, гидравлические и т. д.), технические характеристики и поведение реального объекта в различных режимах и условиях внешних воздействий. В ходе проектирования тоннелей такие двойники позволяют осуществлять моделирование, например меха-

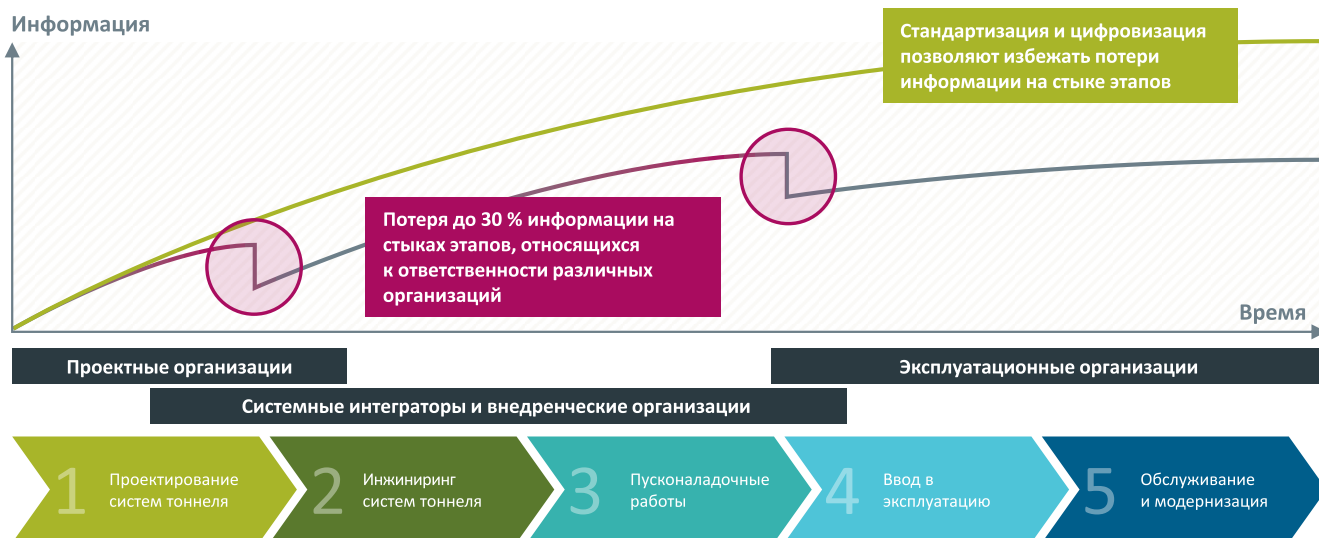


Рис. 6. Оптимизация процесса использования информации на протяжении жизненного цикла тоннельного объекта

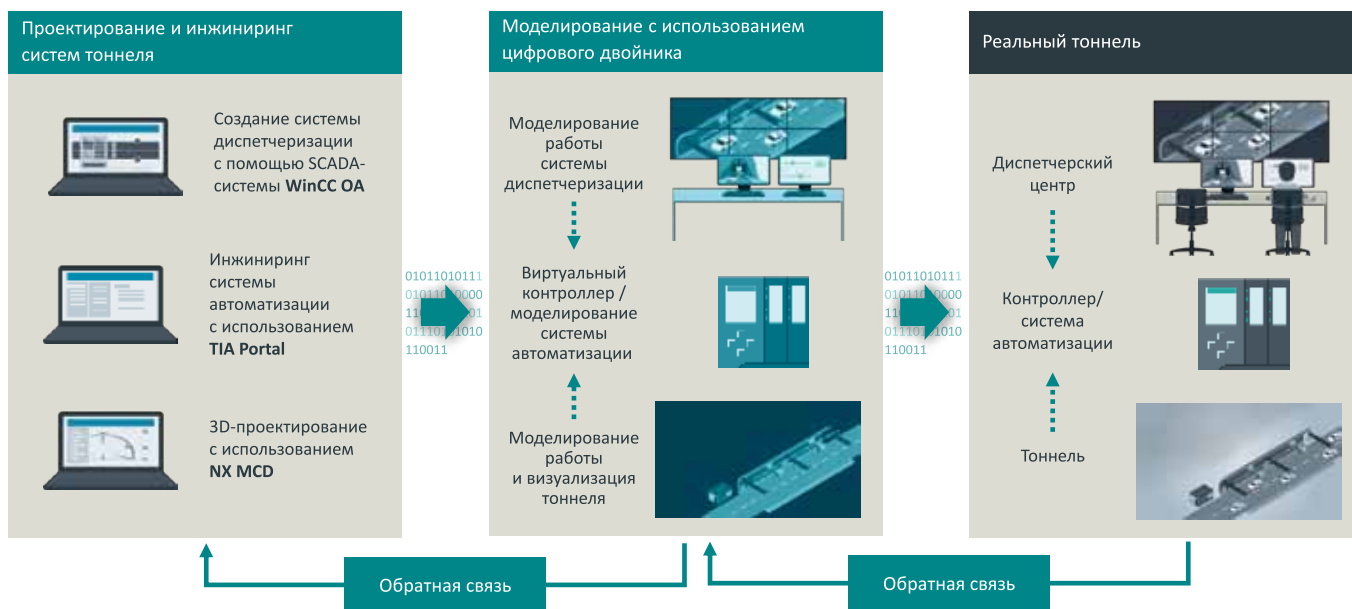


Рис. 7. Цифровая цепочка создания систем автоматизации и диспетчеризации тоннеля

нических процессов и физического взаимодействия различных устройств и систем тоннеля (с помощью системы NX MCD – Mechatronics Concept Designer) или транспортного потока (с помощью системы Tesnomatix Plant Simulation) и т. д.

Принципиальным преимуществом данного подхода является возможность многодисциплинарной отработки систем тоннеля на цифровых двойниках параллельно с созданием и отладкой систем автоматизации и диспетчеризации, выполняемых на виртуальных контроллерах (таких, как PLCSIM Advanced) на основе данных, получаемых из цифровых двойников соответствующих систем. За счет наличия средств интеграции между инструментами проектирования и моделирования (NX, Team-

Center и др.) и средствами разработки проектов автоматизации и диспетчеризации (TIA Portal, WinCC OA) обмен конфигурационными и проектными данными осуществляется без необходимости повторно создавать конфигурации в ручном режиме.

Обратная связь между этапами проектирования, моделирования и инжиниринга систем обеспечивает возможность отработки целевых аспектов функционирования систем тоннеля в связке с системами автоматизации и диспетчеризации – до физического воплощения данных систем на объекте (рис. 7). Таким образом, за счет виртуальной пусконаладки существенно снижается объем работ при вводе объекта в строй, а также сокращается количество ошибок и несоответствий,

многие из которых традиционно выявляются лишь на этапе пуска систем, вызывая существенные временные и финансовые потери на устранение. Аналогично цифровые двойники позволяют проводить обучение операторов – еще до ввода объекта в эксплуатацию. При этом система WinCC OA, используемая как на этапе цифрового моделирования работы всех систем тоннеля, так и на этапе его реального функционирования, фактически соединяет процессы и задачи проектирования и моделирования с процессами и задачами эксплуатации реального объекта (рис. 8).

**Выводы**

Подход, основанный на цифровом проектировании и моделирова-



Рис. 8. SCADA-система WinCC OA соединяет процессы и задачи цифрового проектирования и моделирования с процессами и задачами эксплуатации реального объекта

нии комплекса технических средств и процессов, позволяет обеспечить сквозную информационную цепочку, охватывающую все этапы жизненного цикла тоннеля. За счет этого могут быть достигнуты цели по сокращению сроков проектирования и ввода в эксплуатацию новых тоннельных объектов, повышению уровня безопасности, снижению затрат на эксплуатацию и модернизацию различных тоннельных систем.

Платформа WinCC OA обладает системными свойствами и характеристиками, определяющими возмож-

ность использовать ее для построения систем диспетчерского контроля, мониторинга и управления тоннельными объектами как один из ключевых элементов концепции цифрового тоннеля.

#### Литература

1. Соловьёв С. Ю. Дигитализация с SIMATIC WinCC Open Architecture: настоящее и будущее // ИСУП. 2017. № 3.
2. Мельников А. С., Соловьёв С. Ю. Обеспечение информационной безопасности при применении SCADA-системы WinCC OA // Автоматизация в промышленности. 2017. № 7.

3. Серов А. Ю., Соловьёв С. Ю. Интеллектуальные системы управления транспортной инфраструктурой на базе SIMATIC WinCC Open Architecture: возможности видео- и интерактивной картографии // «Автоматизация в промышленности». 2018. № 4.

С. Ю. Соловьёв, к. т. н., руководитель  
Центра компетенций,  
управление «Цифровое производство»,  
ООО «Сименс», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 737-17-37,  
e-mail: icc.ru@siemens.com,  
сайт: www.siemens.ru,

Приглашаем принять участие  
в масштабном комплексе мероприятий

20–22  
НОЯБРЯ

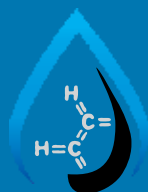
## СИБИРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

КРАСНОЯРСК  
2019

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ



**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА  
АВТОМАТИЗАЦИЯ. СВЕТОТЕХНИКА**



**Нефть. Газ. Химия**

Реклама  
0+

2018  
ИТОГИ:

Посетители: 1828 специалистов из 920 организаций  
России, Германии, Казахстана  
Участники: 75 компаний из России и Китая



МВДЦ «Сибирь»  
ул. Авиаторов, 19  
тел.: (391) 200-44-26  
el@krasfair.ru



ЭЛЕКТРОНИКА

Промышленный 3G/GPRS-модем

# iRZ ATM31

Доступен для заказа!



**NEW**

- HSPA / WCDMA / EDGE / GPRS / CSD / SMS / USSD
- Одновременная работа в режимах «клиент» и «сервер»
- Корпус с креплением на DIN-рейку
- Интерфейсы RS-232 и RS-485
- 2 SIM-карты
- 8 GPIO

Официальный дистрибьютор

**RADIOFID**

+7 (812) 318 18 19  
sales@radiofid.ru  
radiofid.ru

# Промышленный 3G-модем iRZ ATM31

## для систем учета и удаленного мониторинга



В статье представлены промышленные модемы для беспроводных систем передачи данных от компании «iRZ Электроника». Рассмотрено несколько моделей линейки iRZ: 2G/GSM/GPRS-модемы iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485, их 3G-версии iRZ ATM3-232 и iRZ ATM3-485, а также новое изделие – 3G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM31, в котором учтены все современные требования. Показано, что iRZ ATM31 – это универсальное решение, поддерживающее работу с самыми популярными приборами учета российского рынка.

Компания «Радиофид Системы», г. Санкт-Петербург

### Промышленные модемы iRZ

Беспроводные системы передачи данных для мониторинга и управления удаленными или труднодоступными объектами – одна из примет нашего времени. Еще пятнадцать лет назад они были не столь широко распространены, но пробили себе дорогу благодаря, во-первых, своим неоспоримым преимуществам, а во-вторых, энтузиастам, развивающим беспроводные технологии. Одним из таких энтузиастов является компания «iRZ Электроника» – российский разработчик и производитель радиоэлектронного оборудования.

Компания начала свой путь в 2006 году. В то время количество механизмов и устройств связи, «общающихся» друг с другом без посредничества человека, еще не перешло на качественно новый уровень «интернета вещей», но межмашинное взаимодействие уже существовало. Рынок M2M-решений бурно рос, в том числе в России, постоянно выдвигая новые требования. Линейка промышленных беспроводных модемов iRZ, выпущенная в те годы, оказалась искомым ответом на запросы своего времени и за четыре года заняла около 80% российского рынка, а компания «iRZ Электроника» стала признанным лидером в сфере разработки и внедрения беспроводных программно-аппаратных комплексов. Сегодня решения этой компании применяются в самых разных областях человеческой деятельности: от вендингового бизнеса и охранных агентств до предприятий жилищно-коммунального хозяйства и крупных телекоммуникационных организаций.

В первую очередь беспроводные модемы iRZ используются в автоматизированных системах контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) и системах «умного дома». Они опрашивают разного рода счетчики, преобразуют их сигналы в требуемый формат и отправляют всю информацию о потреблении электроэнергии, газа, воды и тепла «выше», в сервер управляющей компании, для анализа. Кроме систем коммерческого учета такие модемы массово применяются для контроля передвижения транспорта и сотрудников предприятий, получения информации от платежных терминалов, торговых и вендинговых аппаратов.

Можно сказать, что беспроводные модемы iRZ всегда задавали тон в своей отрасли, поэтому появление в 2012 году двух новых разработок, 2G/GSM/GPRS-модемов iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485, стало важной вехой в развитии не только самой компании, но и всей M2M-индустрии в России. У этих устройств одинаковая функциональность, но разная аппаратная реализация: iRZ ATM2-232 оснащен последовательным портом RS-232, а iRZ ATM2-485 – интерфейсом RS-485, что позволяет заказчику оборудования выбрать исполнение под свои задачи. Среди всех функций этих модемов следует особенно выделить возможность работы в двух ре-



Рис. 1. 3G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM31

жимах: «клиент» и «сервер». В режиме «клиент» модем запрашивает доступ к серверу сбора данных, а после установки соединения передает ему информацию, полученную с внешнего устройства. В качестве «сервера» модем, наоборот, сам ожидает запрос на подключение от удаленного «клиента» (например, от компьютера диспетчера), а после того как соединение устанавливается, передает ему данные с внешнего устройства. В модемах iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485 предусмотрена работа с четырьмя соединениями в режиме «клиент» или с одним – в режиме «сервер».

Модемы iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485, а также их 3G-версии iRZ ATM3-232 и iRZ ATM3-485, представленные несколько позже, приобрели широкую популярность: было продано несколько десятков тысяч устройств, а компания получила множество положительных отзывов на свое программно-аппаратное решение. Но позитивные результаты не остановили дальнейшую работу над линейкой модемов ATM: лидерские позиции обязывают не просто отвечать текущим требованиям индустрии, а способствовать ее развитию. В конце 2017 года появилось новое устройство – 2G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM21, который на аппаратном и программном уровнях значительно превосходит предыдущие 2G-модели.

А в 2019 году компания «iRZ Электроника» представила новую модель линейки – 3G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM31 (рис. 1). При его создании разработчики проанализировали текущее состояние рынка беспроводных устройств и составили прогноз будущих требований, поэтому iRZ ATM31 не только является наиболее актуальным программно-аппаратным решением на текущий день, но и сохранит такую позицию в течение долгого времени.

#### Функциональность беспроводного модема iRZ ATM31

В основу модема iRZ ATM31 были положены две «старые» модели – iRZ ATM2-232 и iRZ ATM2-485, но с рядом важных усовершенствований. Во-первых, новая модель оснащена сразу двумя интерфейсами – RS-232 и RS-485, через которые к модему можно подключить электро-, тепло-, водо- и газосчетчики, вычислители,

сумматоры и другие внешние устройства. Во-вторых, увеличилось количество интерфейсов GPIO: iRZ ATM31 содержит восемь GPIO, тогда как предыдущие модели имели по три аналоговых интерфейса. Через GPIO к модему подключаются простые устройства с двумя возможными состояниями, «включено» и «выключено»: это пожаро-охранные датчики и разного рода исполнительные механизмы (сирены, реле, электрозадвижки, электромеханические замки). Модем контролирует текущее состояние этих устройств, изменяя его при необходимости.

Существенные поправки были внесены и в программную часть. Количество настраиваемых соединений увеличилось до пяти. Кроме того, теперь модем может работать в режимах «клиент» и «сервер» одновременно, что значительно повышает гибкость обмена информацией между системой сбора данных и внешними устройствами. Еще одной дополнительной функцией iRZ ATM31 стала передача данных по технологии CSD. Модем способен принимать звонки от любого телефонного номера или от группы телефонных номеров, внесенных в его настройки. Данные, полученные по CSD, передаются на внешнее устройство через интерфейсы RS-232 и/или RS-485.

Важно подчеркнуть, что в процессе работы iRZ ATM31 отслеживает состояние GPRS-соединения и в случае потери связи самостоятельно восстанавливает подключение. Кроме того,

модем выполняет все свои функции даже в тех условиях, когда нет необходимости поддерживать постоянное GPRS-соединение. Такой режим работы устройства называется ждущим, он обеспечивает экономию интернет-трафика и потребляемой электроэнергии.

Для повышения надежности работы и эффективности системы управления в целом в iRZ ATM31, как и в предыдущих моделях, предусмотрено резервирование сим-карт (рис. 2), сервера сбора данных и канала передачи данных:

- ▶ в случае разрыва GSM-соединения активной сим-карты модем автоматически переключается на работу с резервной сим-картой;
- ▶ когда невозможно получить доступ к основному серверу, модем отправляет данные на резервный сервер;
- ▶ если отсутствует GPRS-соединение, модем может передавать данные по резервному CSD-каналу.

Перечисленные достоинства беспроводного модема iRZ ATM31 – универсальность, отказоустойчивость и гибкая настройка режимов работы – дополняются еще одним важным конкурентным преимуществом: наличием разных способов управления подключенными устройствами. Модем обрабатывает и применяет команды, полученные от клиента как через интернет, так и через СМС-сообщения от указанной в настройках группы телефонных номеров. Кроме того, модем сам отправляет СМС-сообщения на выбранные номера в случае воз-



Рис. 2. Беспроводной модем iRZ ATM31: антенный разъем, слоты для двух сим-карт, разъем для подключения интерфейсов и питания

никновения определенных сигналов на интерфейсах GPIO.

iRZ ATM31 способен работать в сетях сотовой связи второго и третьего поколений. Здесь следует сказать, что данная версия беспроводного GSM/GPRS-модема явилась логическим продолжением модема iRZ ATM21, который осуществлял обмен данными только по 2G-технологии. Учитывая повсеместное распространение 3G-сетей и необходимость повышения скорости передачи данных, специалисты компании использовали в iRZ ATM31 3G-модуль. Таким образом, модем iRZ ATM31 может работать как в 2G-, так и в 3G-сетях, что расширяет географию применения устройства и делает его доступным для большего количества клиентов.

Отдельно хотелось бы коснуться вопроса электропитания. Беспроводной модем iRZ ATM31, как и предыдущая версия iRZ ATM21, выпускается в двух исполнениях. Модель без встроенного блока питания, рассчитанная на работу от сети переменного тока 220 В, получила название iRZ ATM31.A. Кроме нее выпускается модель iRZ ATM31.B со встроенным блоком питания. Благодаря двум вариантам заказчик может подобрать модем в соответствии со своими потребностями.

Монтаж модема очень прост – на корпусе имеется крепление на DIN-рейку, позволяющее установить iRZ ATM31 без дополнительных приспособлений, с помощью простого защелкивания. Диапазон рабочих температур модема: от -40 до +70 °С.

#### Программное обеспечение

Для работы с беспроводным модемом iRZ ATM31 компания «iRZ Электроника» предоставляет ряд бесплатных программных продуктов, с помощью которых выполняется тонкая настройка модема и реализуется управление подключенными внешними устройствами. Программы снабжены дружественным, интуитивно понятным интерфейсом и могут быть установлены на любой персональный компьютер с операционной системой семейства Windows (Microsoft Windows Server, XP, Vista, 7, 8, 10). Охарактеризуем подробнее данные программные решения.

Программа *ATM Control SE* предназначена для локальной настройки

и обновления встроенного программного обеспечения (прошивки) модема iRZ ATM31, а также более ранней модели – iRZ ATM21. Взаимодействие между программой и устройством осуществляется через USB-кабель.

*iRZ Collector* состоит из серверного и диспетчерского ПО. С его помощью создается законченная среда передачи данных и управления внешними устройствами по GSM/GPRS-связи.

- ▶ Серверное ПО iRZ Collector устанавливается на сервер сбора данных и служит прослойкой между модемами и сторонней программой по опросу устройств. Именно через эту прослойку осуществляется обмен данными между модемом и программой по опросу устройств.

- ▶ Диспетчерское ПО iRZ Collector работает в связке с серверным ПО iRZ Collector и позволяет удаленно управлять всеми модемами системы.

*Бесплатный облачный сервис iRZ Bridge* предоставляет клиентам возможность организовать беспроводные каналы связи между промышленными объектами и диспетчерским пунктом без использования собственного серверного оборудования.

#### Заключение

Перед выпуском любого беспроводного устройства компания «iRZ Электроника» проводит его обязательную сертификацию и всестороннее тестирование (механические, климатические и температурные испытания). В том числе проверяется взаимодействие новой модели с внешними устройствами и оборудованием разных производителей. Согласно результатам тестирования, модем iRZ ATM31 поддерживает работу:

- ▶ с электросчетчиками «Меркурий 230», «Миртек-1-РУ», «Миртек-3-РУ», ПСЧ-3А.06, ПСЧ-3ТА.07, ПСЧ-4ТМ.05М, СЭТ-4ТМ.02М, «Энергомера СЕ 303», «Нева МТ 313», «Вектор-3 ART2», «Вектор-100», «Вектор-300», ЦЭ 2727А Е4ОР, ЦЭ 2726А Е4ОР;

- ▶ с теплосчетчиками «Теплоком ВКТ7», «Логика СПТ942», «Логика СПТ943», «Логика СПТ961», «Промприбор ТМК-Н120» и «Промприбор ТМК-Н130», «Взлет ТСПВ-033», «Взлет ТСП-024-М», «Эльф-04», «Крат-307», «Термотроник ТВ7», «ТБН Энергосервис КМ-5».

Таким образом, беспроводной 3G/GSM/GPRS-модем iRZ ATM31 – это универсальное решение, поддерживающее работу с самыми популярными приборами учета российского рынка, позволяющее организовать гибкую и эффективную систему мониторинга и управления внешними устройствами и обладающее следующими конкурентными преимуществами:

- ▶ одновременная работа с пятью соединениями;

- ▶ одновременная работа в режимах «клиент» и «сервер»;

- ▶ интерфейсы RS-232 и RS-485;

- ▶ восемь интерфейсов GPIO (три входа/выхода GPIO, один силовой выход GPO для питания стороннего оборудования, четыре выхода GPO на разьеме DB9-F);

- ▶ управление внешними входами/выходами по СМС-командам или через интернет;

- ▶ отправка СМС-сообщений на заданный номер по сигналам с внешних выводов;

- ▶ простота настройки множества модемов со сходными параметрами через программу ATM Control SE;

- ▶ поддержка работы со специализированным серверным программным обеспечением iRZ Collector;

- ▶ удаленная настройка и обновление встроенного программного обеспечения при работе с iRZ Collector;

- ▶ устойчивость к сбоям при обновлении встроенного программного обеспечения.

Производитель модема, компания «iRZ Электроника», осуществляет комплексную поддержку клиентов на всех этапах реализации беспроводных проектов:

- ▶ формирует список рекомендаций по выбору продукции с учетом конкретных требований по надежности, стоимости, доступности и др.;

- ▶ консультирует специалистов по установке оборудования и программного обеспечения или выполняет эти работы своими силами;

- ▶ осуществляет информационное сопровождение реализованных проектов.

Компания «Радиофид Системы»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 318-1819,  
e-mail: office@radiofid.ru,  
сайт: www.radiofid.ru

## LoRa® IoT Network Solutions



Компания КВЕСТ

Тел./факс +7 (81378) 327-55, (812) 640-27-55

E-mail: [info@icquest.ru](mailto:info@icquest.ru)

[www.icquest.ru](http://www.icquest.ru)

Официальный дистрибьютор  
Semtech Corporation



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ  
МИКРОЭЛЕКТРОНИКА 2019

30 сентября - 5 октября  
Республика Крым, г. Алушта

### V Юбилейный Международный Форум «Микроэлектроника 2019» -

ключевое событие года в области микроэлектронных технологий

- V Научная конференция «ЭКБ и микроэлектронные модули»
- V Деловая программа
- V Демонстрационная зона
- V Фестиваль инноваций

1000 делегатов

500 докладчиков

400 компаний

За все 4 года успешной работы

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ



ОРГАНИЗАТОРЫ

Генеральный информационный партнёр



Оператор Форума: Компания «ПрофКонференции» • Тел.: +7 (495) 641-57-17 • E-mail: [info@microelectronica.pro](mailto:info@microelectronica.pro)  
Подробная информация и регистрация участников на официальном сайте Форума: [microelectronica.pro](http://microelectronica.pro)

# LoRaWAN. Базовые станции и радиомодули



В статье рассматриваются преимущества технологии LoRaWAN, которая способствует распространению «интернета вещей», такие как экономность решений, гибкость, открытость и др. Представлено оборудование для сетей LoRaWAN, радиомодули и базовые станции, приведено сравнение их технических характеристик. Особое внимание уделено базовым станциям Kerlink.

Компания «КВЕСТ», г. Выборг

Бурное развитие сетей с пакетной коммутацией в начале 2000-х годов привело к тому, что мировое телекоммуникационное сообщество сначала выработало, а затем и приступило к реализации новой парадигмы развития коммуникаций – сетей следующего поколения. При этом предполагалось, что основными пользователями таких сетей будут люди и, следовательно, максимальное число абонентов всегда будет ограничено численностью населения планеты Земля. Однако значительное развитие метода радиочастотной идентификации (RFID), распространение беспроводных сенсорных сетей (WSN), а также взрывной рост применения смартфонов и планшетных компьютеров способствовали появлению огромного числа интегрированных с интернетом технических устройств («вещей»), взаимосвязанных между собой.

Согласно данным консалтингового подразделения Cisco IBSG (Internet Business Solutions Group), прогнозируется, что число устройств, подключенных к интернету, к 2020 году достигнет 50 млрд штук. По их мнению, «интернет вещей» – всего лишь момент времени, когда количество материальных объектов, имеющих выход в интернет, превысило число

людей, пользующихся «всемирной паутиной». Таким образом, по расчетам, эволюционный переход от «интернета людей» к «интернету вещей» произошел в промежутке между 2008 и 2009 годами.

В общем случае под «интернетом вещей» понимается совокупность разнообразных приборов, автономных датчиков и исполнительных устройств, объединенных в сеть посредством любых доступных каналов связи (проводных или беспроводных), использующих различные протоколы взаимодействия между собой и единственный протокол доступа

к глобальной сети. В роли глобальной сети в настоящий момент используется сеть интернет, а общим протоколом является IP. Наиболее важные отличия «интернета вещей» – существенно большее число подключенных объектов, их меньшие размеры, как правило, невысокие скорости передачи данных, а также необходимость создания новой инфраструктуры и альтернативных стандартов.

Для окончательных устройств сети, обычно выполняющих функции сбора и анализа данных, не так важны скорость и объем передачи информации, как длительность ра-

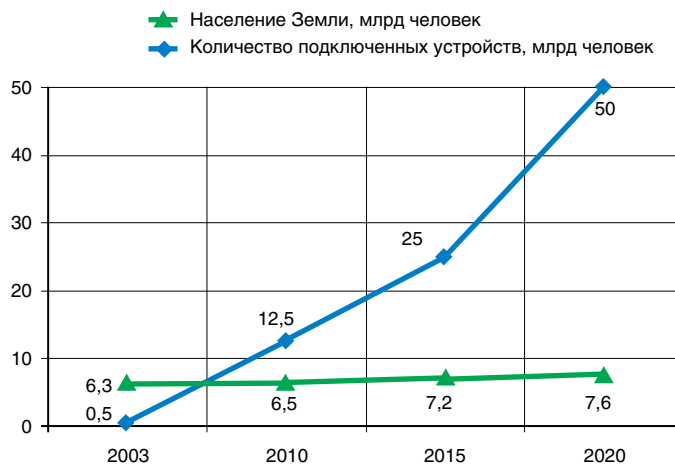


Рис. 1. Динамика роста «интернета вещей» согласно данным компании Cisco

боты устройства без дополнительного обслуживания и зарядки (измеряется месяцами и годами), габаритные размеры и стоимость канала связи. Для соответствия вышеизложенным требованиям активно внедряются новые типы сетей с низким энергопотреблением LPWAN (Low Power Wide Area Networks), которые в отличие от сетей передачи данных 3G, 4G или LTE эффективно решают поставленные задачи.

#### LPWAN-технологии

Разработкой LPWAN-технологий занимаются различные компании и организации, хотя не все из этих технологий приживаются одинаково успешно. Одна из них, NB-IoT (Narrowband IoT, «узкополосный интернет вещей»), поддерживается ассоциациями телекоммуникационных стандартов, которые продвигают интересы сетей сотовой связи, поэтому предполагает использование инфраструктуры сотовой связи. На практике это оборачивается довольно большими затратами. Лицензионные сборы для использования диапазонов частот очень высоки, их может оплатить лишь ограниченный круг лиц. Есть у узкополосного «интернета вещей» и другие не самые прагматичные особенности. Он использует инфраструктуру сотовой связи стандарта LTE, а значит, может работать только в зоне действия базовых станций сетей 4G/LTE, которые на данный момент внедрены далеко не везде. Кроме того, NB-IoT-устройства синхронно связываются с сетью базовых станций независимо от того, есть ли у них данные для отправки. Такой режим приводит к значительному уменьшению срока службы аккумулятора. Также стандарт NB-IoT предусматривает достаточно большое потребление электроэнергии устрой-

ствами. Все эти особенности делают сеть NB-IoT весьма затратными, что не способствует их популярности, поэтому внедрение сетей NB-IoT пока не получило широкого развития в мире.

Совершенно другая картина наблюдается в случае с технологией LoRaWAN, разработкой и стандартизацией которой занимается некоммерческая организация LoRa Alliance. Эта технология использует нелицензируемый спектр диапазона частот, обеспечивает гибкое развертывание сетей (ее устройства могут быть установлены в публичных, частных или гибридных сетях, в закрытых помещениях или на открытом воздухе, а один сетевой шлюз обеспечивает покрытие радиусом до 15 км на открытых пространствах). Устройства LoRaWAN имеют очень низкий ток потребления, тем более что информация передается только когда это необходимо. Всё это обеспечивает долгий срок службы аккумулятора передатчиков – до 10 лет. И еще одно важное преимущество: LoRaWAN – открытое решение. Владелец технологии LoRaWAN, компания Semtech, зарабатывает только на полупроводниковых изделиях, а все детали технической реализации проекта отдает на полное усмотрение заказчика. Чипы LoRaWAN для конечных устройств присутствуют в свободной продаже, документация на них открыта, делать устройства на них могут все желающие. Две библиотеки, представляющие собой программные реализации стека протокола LoRaWAN, LoRaMAC от компании Semtech и LMiC (LoRaWANinC) от IBM, также находятся в открытом доступе. Такой поход оправдывает себя, сегодня все больше производителей выпускают оборудование для сетей LoRaWAN, в частности конечные

устройства с радиомодулем LoRaWAN и базовые станции (БС).

#### Радиомодули для сети LoRaWAN

Типичная сеть LoRaWAN имеет базовую топологию «звезда» и состоит из оконечных узлов (конечных устройств), шлюзов, сетевого сервера и сервера приложений. Принцип работы прост: базовые станции (шлюзы) передают зашифрованные данные, полученные от конечных LoRaWAN-устройств, на центральный сервер сети провайдера и далее на сервер приложений сервис-провайдера, с которого информация поступает пользователям.

Радиомодули конечных устройств являются элементами, выполняющими функции измерения, управления и (или) контроля, обмен данными двухсторонний: как от конечных точек к серверу, так и обратно. Радиомодули осуществляют передачу не постоянно, а лишь через определенные промежутки времени согласно заданному графику. Остальное время их трансиверы находятся либо в неактивном состоянии (режиме сна), либо в состоянии приема для получения ответа от сервера. Режим работы зависит от класса устройства.

С распространением сетей LoRaWAN растет и число производителей, предлагающих свои варианты модулей. Основные технические характеристики наиболее популярных версий промышленно выпускаемых радиомодулей для узлов сети приведены в табл. 1, а внешний вид показан на рис. 2.

Беспроводной модуль сети LoRaWAN, как правило, объединяет в своем составе приемопередатчик с необходимой для заданной частоты пассивной обвязкой и отдельный микроконтроллер для хранения сте-

Таблица 1. Основные характеристики серийно выпускаемых радиомодулей для сети LoRaWAN

Модули	Производитель	Особенности построения	Рабочие частоты, МГц	Чувствительность приемника (макс.), дБм	Выходная мощность (макс.), дБм	Интерфейс связи с хост-контроллером	Габаритные размеры, мм
G76S	Gemtek	STM32L073 + SX1276	863–928	-148	19	UART	13 × 11 × 1,1
iM880B-L	IMST	STM32L151CUB6A + SX1272	863–870	-138	19	UART/I2C/SPI	20 × 23,8 × 2
iM881	IMST	STM32L051 + SX1272	863–870	-138	14	UART/I2C/SPI	20 × 23,8 × 2
EMB-LR1272	Embit	SAMD20+SX1272	868/915	-138	19	UART/I2C/SPI	22,0 × 29,0
RFM95W	HopeRF	SX1276	868	-148	20	SPI	16,0 × 16,0 × 1,8
GL6509	Gemtek	STM32L073 + SX1276	863–928	-148	19	UART	40 × 15 × 2

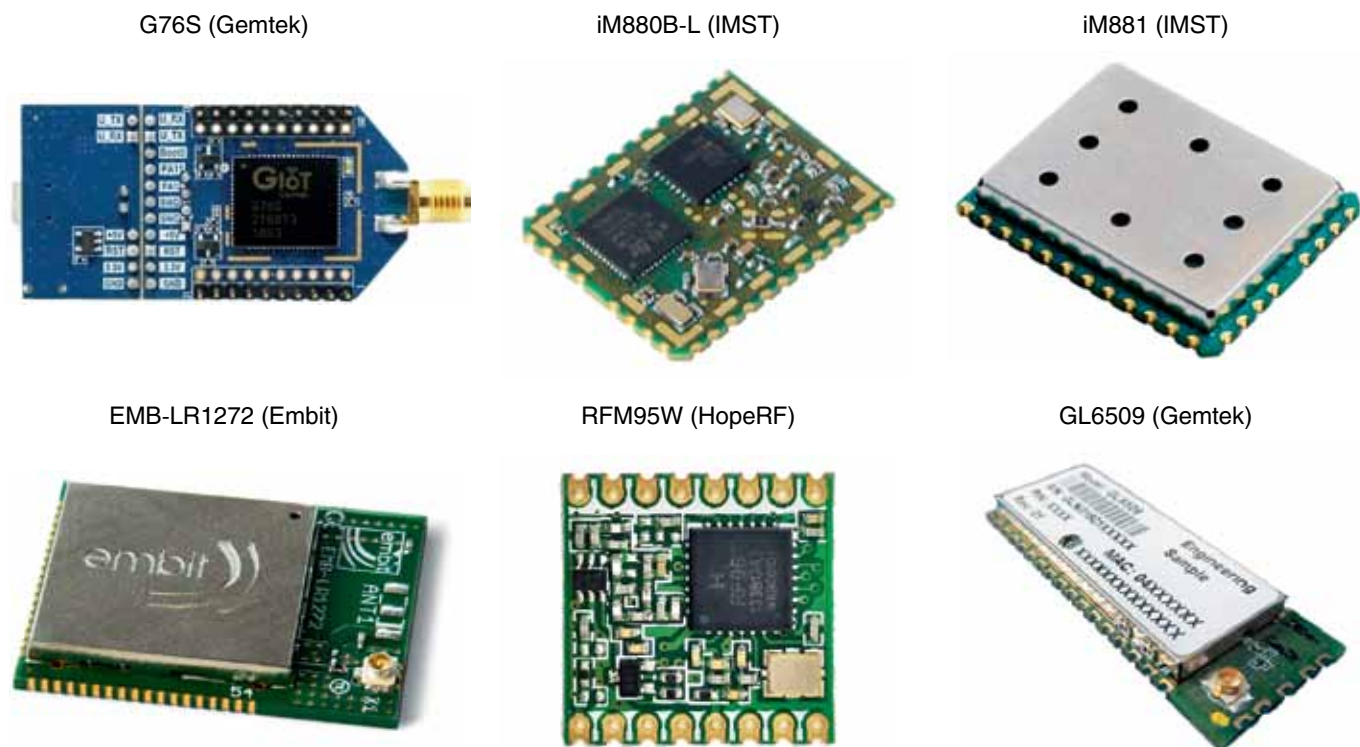


Рис. 2. Внешний вид некоторых беспроводных модулей для оконечных узлов сети LoRaWAN

ка протокола LoRaWAN. В большинстве случаев все преимущества модуляции LoRa реализуются с помощью трансиверов SX1272 или SX1276, выпускаемых компанией Semtech. Предлагаемые варианты имеют схожие характеристики, поэтому при выборе подходящего решения стоит обратить внимание на дополнительные характеристики: конструктивные особенности, габаритные размеры, наличие необходимой периферии, дополнительных интерфейсов на борту и т. д.

В настоящее время многие производители предлагают свои варианты радиомодулей, все они построены на базе чипов SX1272, SX1276, SX1261 и SX1262 (со встроенным усилителем мощности) компании Semtech, работающих совместно с отдельным микроконтроллером. Микроконтроллер, необходимый для реализации функций стека протокола LoRaWAN, располагается либо непосредственно на плате модуля, либо соединяется с ним с помощью распространенных интерфейсов. Из наиболее популярных версий промышленно выпускаемых узлов можно отметить модули iM880B компании IMST, содержащие трансивер SX1272, и малопотребляющий контроллер STM32L151 (ядро CortexM3), RFM95W (только тран-

сивер SX1276) компании HopeRF, имеющие примеры применения совместно с платформой Arduino и G76S компании GEMTEK (SX1276 + STM32L073), управляемые AT-командами.

#### Базовые станции LoRaWAN

Базовые станции (шлюзы, концентраторы) сети LoRaWAN формируют прозрачный мост ретрансляции сообщений между конечными устройствами и центральным сервером сети с помощью Ethernet, Wi-Fi, GSM или других телекоммуникационных каналов связи путем организации стандартного IP-соединения. В зависимости от желаемой канальной емкости и мест установки доступны разные версии шлюзов, они могут монтироваться как внутри помещений, так и на вышках или зданиях.

Большой плюс технологии LoRaWAN — дешевизна, простота и абсолютная симметричность решений для абонентских устройств и базовых станций. В отличие от UNB-систем одноканальную базовую станцию можно быстро изготовить даже самому из связки трансивера серии SX127x и управляющего контроллера с соответствующей прошивкой, и этого будет более чем достаточно для большинства задач мониторинга.

В сетях с высокой плотностью абонентских устройств в качестве шлюзов выступают специальные многоканальные концентраторы с несколькими аппаратными демодуляторами, принимающие данные от множества узлов одновременно. Для полноценных базовых станций компания Semtech предлагает чип SX1301, содержащий 49 «виртуальных» демодуляторов. Под «виртуальными» демодуляторами подразумевается сложная схема, в которой есть 9 физических демодуляторов, при этом один работает с фиксированным SF (Spreading Factor), а каждый из остальных восьми — с любым полученным из эфира SF, да еще и на своей собственной частоте. ИС SX1301 требует сложной внешней обвязки (у него нет интегрированного радиотракта), для радиочастотной части шлюза компанией рекомендуется трансивер SX1257. Эта связка обычно и используется в массово выпускаемых базовых станциях LoRaWAN-сети. В табл. 2 приведены их отличительные особенности, а на рис. 3 — внешний вид отдельных моделей.

#### Базовые станции Kerlink

Пионер в проектировании базовых станций для сети LoRaWAN, соучредитель LoRa-альянса компания

Таблица 2. Отличительные характеристики популярных базовых станций сети LoRaWAN

Наименование	Использование вне помещений	Частотные диапазоны, МГц			GPS	Интерфейсы			Число каналов LoRa	Геолокация (определение координат датчика без GPS)
		433	868	902–928		Ethernet	3G/4G/LTE	Wi-Fi		
Kerlink Wirnet Station	+	-	+	+	+	+	+	-	8	-
Kerlink iBTS	+	-	+	+	+	+	+	-	8–64	+
Kerlink iFemtocell	-	-	+	+	-	+	+	+	8	-
Gemtek LoRa Outdoor Micro Gateway	+	-	+	+	-	+	+	-	16	-
RisingHF RHF2S208	+	+	+	+	+	+	+	+	8–16	-
IMST LoRa Lite Gateway	-	-	+	-	-	+	-	-	8	-
Cisco Wireless Gateway	+	-	+	+	+	+	+	+	16	+

Kerlink в настоящее время предлагает четыре варианта шлюзов, адаптированных под основные субгигагерцовые частоты ISM-диапазона: 868, 915 и 923 МГц. Протестированные в сетях крупных провайдеров – Orange Telecom, Tata Communications, KPN, Swisscom, Proximus, а также в сетях российских провайдеров – «Ростелеком», «ЭР ТЕЛЕКОМ», «Лартех Телеком», «Таттелеком», сертифицированные на соответствие требованиям CE/FCC/IC/КC, базовые станции обладают архитектурой, разработанной для удовлетворения потребностей общедоступных операторов.

За обработку данных отвечает 32-битный RISC-микроконтроллер с быстродействием до 230 MIPS и оптимизированным энергопотреблением, использующий интегрированную память (128 МБ энергонезависимой NAND-flash, из которой 40 МБ занято системным ПО и алгоритмом автовосстановления; 128–256 МБ оперативной DDRAM и eMMC-чип объемом 8 Гб). Взаимодействие с WAN-сетью осуществляется посредством протоколов GPRS/EDGE/3G/LTE или Ethernet, максимальная скорость обмена данными зависит от применяемой технологии.

Например, у HSDPA (900 МГц) она составляет 384 кбит/с (скорость отдачи) и 3,6 Мбит/с (загрузки), у UMTS (2100 МГц) – 384 кбит/с (загрузки/отдачи), а у GPRS/EDGE (850/900/1800/1900 МГц) не превышает 236,8 кбит/с. Для получения координат установки и временной синхронизации в базовую станцию встроен высокочувствительный GPS-приемник с протоколом NMEA 2.0 (антенна интегрированная).

В основе LoRa-части базовых станций Kerlink лежит применение связки микросхем SX1301 + SX1257. Многоканальная ИС SX1301, пред-

Kerlink Wirnet Station



Kerlink iBTS



Kerlink iFemtocell



Gemtek LoRa Outdoor Micro Gateway



IMST LoRa Lite Gateway



Cisco Wireless Gateway



Рис. 3. Внешний вид некоторых базовых станций LoRaWAN

ставляющая собой цифровой процессор каналов радиосвязи для устройств ISM-диапазона, может параллельно демодулировать несколько сообщений, полученных на различных рабочих частотах.

Отличительные особенности SX1301:

- ▶ чувствительность приема до 142,5 дБм (при использовании с SX1257);
- ▶ динамическая адаптация канала под различные скорости передачи (DDR, Dynamic data rate);
- ▶ 10 параллельных программируемых каналов демодуляции.

Отличительные особенности базовых станций Kerlink:

- ▶ обработка от 700 000 до 4 200 000 пакетов в сутки в зависимости от конфигурации станции;
- ▶ геолокация (для iBTS-версии);
- ▶ работа с всенаправленными и секторальными (только iBTS) антеннами;
- ▶ модульная архитектура станций iBTS, благодаря которой пользователь может сам решить, использовать ему какой-то дополнительный модуль (LoRa-модем, 3G/4G-модем) или нет.

Пользовательский интерфейс включает в себя светодиоды, осуществляющие индикацию рабочего состояния (мощности передатчика, уровня GSM-сигнала, наличие WAN-соединения и др.), а также кнопки ручного сброса, тестирования и запуска процедуры инсталляции.

Из дополнительных особенностей можно отметить наличие внутреннего датчика температуры и детектора открытия крышки корпуса. Для питания шлюзов Kerlink используется технология PoE (класс 0), дающая возможность доставить к устройству необходимые 48 В по стандартному Ethernet-кабелю, встроенная резерв-

ная батарея позволяет в аварийных ситуациях провести корректное отключение станции. Конструктивно устройства выпускаются в герметичных, ударопрочных (степень защиты от механических воздействий IK08), прямоугольных корпусах из поликарбоната с внешними размерами 31,5 × 17,0 × 21,5 см (включая крепежный комплект), общая масса составляет приблизительно 2 кг. Шлюзы Kerlink предназначены для эксплуатации в диапазоне рабочих температур от -40 до +60 °С при влажности 95%, производителем гарантируется средняя наработка на отказ не менее 20 лет. Монтаж возможен тремя способами: на стену с помощью винтовых соединений, креплением скобами на опорах и установкой на трубах с использованием специальных металлических лент.

Что касается программной части, то в качестве операционной системы применяется Linux, также присутствуют установленные пакеты программ: Python, SQLite, виртуальная машина Java (опционально), клиентские и серверные приложения для работы с сетью, из доступных средств разработки можно отметить кроссплатформенный компилятор C/C++ (GCC 4.5.2). Для облегчения проектирования доступны руководства пользователя, описание Kerlink M2M-сервисов и примеры программной реализации взаимодействия элементов сети LoRaWAN, написанные на языке C. Компанией KERLINK также предлагается серверное ПО Wanesy Management Center, предназначенное для управления базовыми станциями, в состав которого входят контроллер базовых станций, контроллер сети и LoRaWAN-сервер.

Модификации LoRa IoT Station SPN и iFemtocell, имеющие аналогичное аппаратное построение, отлича-

ются тем, что одновременно со своими могут выполнять функции LoRaWAN-сервера для устройств класса А, В, С и быть полностью автономными. Вторая версия программы-сервера SPN v2 загружается на ведущую (master) станцию iFemtocell, на которую поступают пакеты с других (slave) станций. Slave-станции передают пакеты на ведущую (master) станцию, используя ее как сервер.

#### Заключение

Преимущества технологии LoRa способствуют развитию и широкому распространению «интернета вещей» как в мире, так и в России в частности. Программные и аппаратные решения от различных производителей, реализующие функции оконечных узлов и базовых станций LoRaWAN-сети, помогают в максимально короткие сроки организовать системы безопасности, промышленной автоматизации, удаленного мониторинга и управления объектами, связанные с глобальной сетью. Высокоинтегрированные базовые станции Kerlink, предназначенные для жестких условий эксплуатации и обладающие широкими функциональными возможностями, обеспечивают сбор и передачу данных от десятков датчиков, удаленных на расстояния до 15 км.

Официальным дистрибьютором и партнером всех упомянутых в статье производителей является компания «КВЕСТ». Компания осуществляет продвижение и техническую поддержку продукции на российском рынке и всегда готова оказать помощь в поставке интересующего оборудования.

Компания «КВЕСТ», г. Выборг,  
тел.: +7 (81378) 33-741,  
e-mail: info@icquest.ru,  
сайт: www.icquest.ru



[vk.com/journal\\_isup](http://vk.com/journal_isup)  
ВКонтакте



[facebook.com/isup.ru](https://facebook.com/isup.ru)  
Фейсбук



[zen.yandex.ru/isup](https://zen.yandex.ru/isup)  
Яндекс.Дзен

Все статьи в свободном доступе

# IoT-диагностика теплотрасс



В статье показаны преимущества применения технологий «интернета вещей», в частности LoRa, NB-IoT, для диагностики проложенных под землей инженерных коммуникаций: теплотрасс, систем газоснабжения и т. д.

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново

Неумолимая статистика показывает увеличение аварий техногенного характера и утяжеление последствий от них. Не будем анализировать причины, их породившие, а предложим меры по их предотвращению. Катастрофы, произошедшие в последнее время в тепло- и газоснабжении, наглядно показали важность своевременного мониторинга и «мгновенной» реакции на «тревогу» (рис. 1).

В теплоснабжении получили широкое распространение предизолированные трубопроводы. Системы диагностики (СОДК) традиционно сводятся к следующему: специалисты теплосети в точках выхода диагностических сигналов на поверхность земли (так называемые «коверы») периодически замеряют сопротивление контрольного контура. При лавинообразном развитии протечки данные меры являются малоэффективными. Варианты использования GSM, RF, PLC, Ethernet не всегда возможны (или удобны) из-за требований внешнего питания, оплаты трафика, помехозащищенности, дороговизны и т. д. Однако с развитием технологий «интернета вещей» (LoRa, NB-IoT) стал возможен автоматизированный онлайн-мониторинг теплотрасс, систем газоснабжения и других инженерных сетей жизнеобеспечения (рис. 2).

Среди основных преимуществ LoRa-технологий можно выделить:

- ▶ независимость от операторов связи (инфраструктура в собственности пользователя);
- ▶ дальность передачи данных по радио (1–3 км в городской застройке);
- ▶ энергонезависимость (не требует питания 220 В);



Рис. 2. Онлайн-мониторинг с помощью технологий «интернета вещей»



Рис. 3. График сопротивления изоляции в теплотрассе

Таблица 1. Основные технические данные МУР 1001.5 ADN LP

Параметр	Реализация в приборе
Ток потребления*, мА	$1...25 \times 10^3$
Время работы от встроенной батареи**, лет	3...5
Измеряемое сопротивление, кОм	$1...10^3$
Контроль линии на обрыв	Есть
Настраиваемый период опроса, ч	1...24
Степень защиты	IP54; IP20
Дальность в городе, км***	1...3
Дальность на открытой местности, км***	5...10
Тип применяемых антенн	Внутренняя; со SMA-разъемом
Количество каналов контроля, шт.	Резистивных – 4 На обрыв – 2
Температурный диапазон, °С	-30...+70
Исполнение	IP54 'tube'; на DIN-рейку
Дополнительно могут быть укомплектованы энергонезависимыми счетчиками импульсов на 2 входа	

Примечания: \* В зависимости от режима работы.

\*\* В зависимости от типа батареи, частоты опроса и параметров окружающей среды.

\*\*\* В зависимости от радиобстановки и используемого антенно-фидерного хозяйства.

▶ энергоэффективность (несколько лет работы без замены элемента питания);

▶ высокую помехоустойчивость.

В то же время независимость от операторов имеет и обратную сторону: возникает необходимость в своих квалифицированных специалистах по обслуживанию системы. Альтернатива технологий IoT LoRa – потенциально перспективная технология NB-IoT («интернет вещей» через базовые станции сотовых операторов). Однако сегодня операторы сотовой связи лишь запускают пилотные проекты, проводят маркетинговые исследования. Специалисты НТЦ «Арго» разработали, опробовали аппаратуру NB-IoT и готовы ее внедрять при готовности сотовых операторов, а у них пока есть вопросы.

На участке теплотрассы в крупной подмосковной теплосети уже организован энергонезависимый контроль сопротивления контуров и передача данных по LoRa-каналу в диспетчерскую. На рис. 3 приводится график сопротивлений во временном разрезе. Система позволила обнаружить интересные «скачки» и «провалы» в сопротивлении изоляции, что является сигналом для тепловиков.

В табл. 1 приведены основные технические данные «Устройства диагностики теплотрасс МУР 1001.9 LT», которое используется в составе систем мониторинга, построенных с использованием технологии IoT.

Специалисты НТЦ «Арго» готовы к решению самых разных задач и надеются на продуктивное сотрудничество.

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново,  
тел.: +7 (4932) 93-7171,  
e-mail: post@argoivanovo.ru,  
сайт: www.argoivanovo.ru



vk.com/journal\_isup  
ВКонтакте



facebook.com/isup.ru  
Фейсбук



zen.yandex.ru/isup  
Яндекс.Дзен

Все статьи в свободном доступе

# Промышленная беспроводная сеть



Поднимается вопрос об ограниченном присутствии на рынке беспроводного оборудования для систем передачи данных в промышленности. Представлен интеллектуальный преобразователь с радиомодемом (ПИ РМ) для создания беспроводных сетей на промышленных объектах со сложными условиями эксплуатации. Описаны его конструктивные особенности и функциональность, программное обеспечение для ПИ РМ и преимущества решения в целом.

СКБ АО «НПП «Эталон», г. Омск

Промышленный интернет вещей, дистанционный съём показаний, удаленное управление и мониторинг — это не только популярные темы для обсуждения. Решения, отвечающие этим концепциям, сегодня по-настоящему востребованы, поэтому на рынке представлено множество беспроводных сетей как промышленного, так и фактически бытового назначения. Во многом популярность беспроводных сетей объясняется удобством эксплуатации и особенно монтажа, ведь для создания канала связи для передачи сигнала с датчика на измеритель необходима только установка самого датчика и «привязка» его к вторичному измерительному оборудованию. Такой подход обеспечивает компании-эксплуатанту не только экономию средств на монтаже линии передачи сигнала, но и высокую скорость развертывания системы. Проводной же способ передачи сигналов помимо более весомых экономических затрат характеризуется целым рядом технических ограничений, которые в принципе преодолимы, но ведут к увеличению сроков сдачи системы и такому немаловажному обстоятельству, как вероятность утраты данных о существующих линиях связи в случае смены линейного персонала, обслуживающего данные каналы связи. С беспроводными сетями эта опасность тоже остается, но значительно в меньшей степени. В итоге сегодня беспроводная связь имеет немало преимуществ как тех-

нических, так и экономических. Основные из них:

- ▶ отсутствие затрат на закупку и монтаж линии;
- ▶ фактически неограниченная длина линии передачи сигнала;
- ▶ возможность подвода всех линий к единому диспетчерскому пульту;
- ▶ отсутствие больших кабельных трасс и оперативность резервных линий передачи сигнала;
- ▶ более прозрачная схема подключения оконечных устройств;
- ▶ возможность налаживания связи в труднодоступных и опасных местах.

Одной из областей, где беспроводная связь способна полностью оправдать себя, является контроль технологических процессов на производстве. Промышленный объект обвязывается датчиками различных физических величин, а также вторичным измерительным оборудованием, которое собирает данные и, преобразуя их в нужный формат, отправляет на верхний уровень системы. Казалось бы, подобные беспроводные решения с их преимуществами должны внедряться повсеместно. Однако не всё так просто, и дело тут в производителях таких систем, их квалификации и возможности выполнить сертификацию оборудования. Поэтому среди огромного многообразия беспроводного оборудования, представленного на рынке, найдется не так много решений для производств, например, опасных и ответственных. Вот

почему в наших реалиях дистанционный съём показаний и промышленный интернет вещей используются главным образом в среде коммерческого энергоучета, то есть для съема показаний со счетчиков и передачи их на центральный сервер управляющей компании. Но когда речь заходит о беспроводной передаче данных на производстве с его специфичными радиочастотными помехами и сложными условиями эксплуатации, то оказывается, что подобных решений совсем немного, а те, которые имеются, зачастую поставляются с «оговорками». Поэтому каждый производитель такого оборудования хорошо известен промышленным потребителям.

## Конструктивные особенности и функциональность ПИ РМ

Одно из таких решений для сложных условий эксплуатации представляет СКБ АО «НПП «Эталон» из Омска. Интеллектуальный преобразователь с радиомодемом (ПИ РМ) предназначен именно для создания упомянутых сетей. Он имеет промышленное исполнение, способен работать в тяжелых условиях эксплуатации, устойчив к ударам, защищен от брызг и пыли.

При этом подготовка сети занимает минимум времени и интуитивно понятна, что во многих случаях является решающим фактором на реальных производствах, где наличие избыточной функциональности в используемых приборах часто ведет к неправиль-



Рис. 1. Внешний вид ПИ РМ



Рис. 2. Вид внутри ПИ РМ

ному подключению и аварийности. Преобразователь ПИ РМ поддерживает подключение большой номенклатуры разных средств КИПА и обеспечивает непрерывный мониторинг технологических процессов, а в случае необходимости сигнализирует о кри-

тических значениях измеряемых величин. То есть ПИ РМ – не просто преобразователь с радиомодемом, а электронное smart-устройство, способное не только отслеживать показания датчиков, но и по заданному алгоритму выполнять обработку сигналов.

Так как изделие изначально предназначалось для промышленного применения, преобразователь заключен в небольшой металлический корпус с тремя кабельными вводами, два из которых являются измерительными каналами, а третий – подводом пи-

Таблица 1. Характеристики интеллектуального преобразователя с радиомодемом ПИ РМ

Характеристики	Реализация в разных модификациях изделия		
	ТС/ТП	Т/Н	
Количество и типы каналов	Два идентичных канала для подключения термопар или термометров сопротивления (по 4-проводной схеме подключения)	Два идентичных канала для подключения: внешних измерительных преобразователей с универсальным токовым выходом или универсальным выходом напряжения	
Измеряемые физические величины	Температура	Температура, давление, расход и другое в зависимости от подключенных измерительных преобразователей	
Типы поддерживаемых датчиков/ измерительных преобразователей	Термопары		
	ТПП (S)	0...+1750 °С	Любые измерительные преобразователи с унифицированным токовым сигналом 4...20 мА или сигналом напряжения 0-5 В или 0-10 В
	ТПР (B)	+600...+1800 °С	
	ТХК (L)	-100...+800 °С	
	ТЖК (J)	-100...+1200 °С	
	ТХА (K)	-100...+1300 °С	
Термометры сопротивления			
50 П, 100 П, Pt50, Pt100	-100...+750 °С		
50 М, 100 М	-100...+200 °С		
Основная приведенная погрешность измерения, %, не более	Для термопар типа ТПП (S), ТПР (B) – 0,5, для термопар остальных типов – 0,2, для всех типов термометров сопротивления – 0,2	Для всех типов подключаемых измерительных преобразователей – 0,2	
Рабочая температура окружающей среды, °С	От –40 до +70		
Напряжение питания, В	Постоянное от 12 до 36		
Ток потребления, мА, не более	100		
Дальность устойчивой радиосвязи	На открытой местности – до 1000 м. Внутри зданий и сооружений дальность зависит от условий распространения радиосигнала (количества, размеров и материалов стен, перекрытий и т. д.)		
Количество изделий в одной радиосети	До 50		
Количество радиосетей, работающих на разных частотных каналах, на одном или нескольких ПК	До 8		



Рис. 3. Беспроводная сеть ПИ РМ

тания. Снаружи корпуса установлена небольшая антенна (рис. 1).

Внутри преобразователя находятся клеммы измерительных взаимозаменяемых каналов, к которым подключаются различные датчики. Также внутри корпуса расположена клемма подключения питания (рис. 2).

Следует отметить, что преобразователь ПИ РМ выпускается в двух исполнениях. Исполнение ПИ РМ ТС/ТП работает с термопарами и термопреобразователями сопротивления. Оба его канала поддерживают подключение термопар ПП(S), ПР(V), ЖК(J), ХА(K), ХК(L) и термопреобразователей сопротивления типа 50П, 100П, Pt50, Pt100, 50М, 100М. Исполнение ПИ РМ Т/Н поддерживает подключение различных измерительных преобразователей – температуры, давления, расхода и т. д. Главное, чтобы у них был универсальный токовый сигнал 4–20 мА и напряжение 0–5 В и 0–10 В. Таким образом, ПИ РМ является универсальным преобразователем, способным работать с любыми датчиками различных физических величин.

Основные характеристики ПИ РМ представлены в табл. 1.

С помощью ПИ РМ можно организовать распределенную сеть мониторинга (рис. 3), в которой будут контролироваться разные технологические процессы, поскольку программа, созданная для работы с преобразователями, позволяет объединять в одну сеть до 50 интеллектуальных преобразователей обоих исполнений. Расстояние между преобразователем и компьютером оператора может составлять до 1,5 км.

**Программное обеспечение**

Как говорилось в начале статьи, благодаря самой технологии и ПО практически исключена потеря карты сети из-за человеческого фактора, как это нередко случается при использовании проводных сетей связи. Во многом этого удалось достичь благодаря разработанному програм-

мному обеспечению. Его основное окно называется «Менеджер измерительной радиосети» и представляет собой диспетчер устройств (рис. 4). Здесь отображаются серийные номера подключенных приборов, их статус, индикация выхода измеряемой величины за установленные пределы, уровень сигнала связи. В строке напротив каждого прибора имеется ячейка для комментария.

В окне настройки каналов (рис. 5) задаются: тип подключенного к каждому каналу датчика; соотношение унифицированного сигнала и измеряемой величины; аварийные уставки для сигнализации.

Также имеется возможность строить график, на котором измеренные величины будут отображаться в реальном времени (рис. 6).

Фактически предприятию удалось создать систему (и представить ее на рынке) для построения беспроводных каналов связи, которую сможет с нуля настроить человек, почти незнакомый с данной тематикой, при

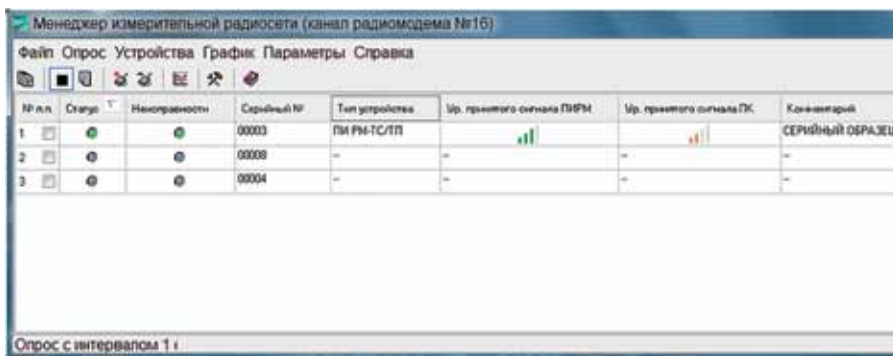


Рис. 4. Диспетчер устройств «МИРС»

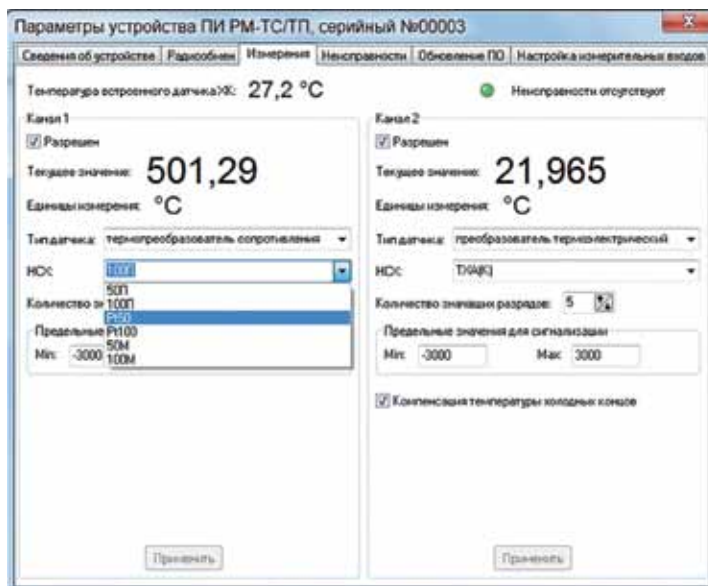


Рис. 5. Окно настройки каналов

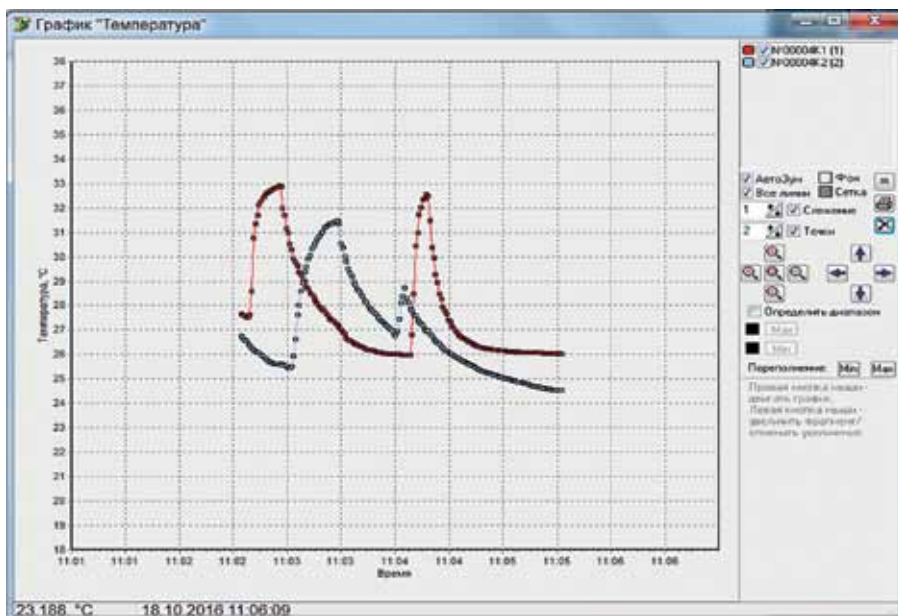


Рис. 6. Отображение данных на графике

этом работа всей системы не только будет гарантированно надежна, но и не потребует к себе внимания.

**Заключение**

Преобразователи интеллектуальные с радиомодемом ПИ РМ зарегистрированы

в Государственном реестре средств измерений под № 70187-18. Сертификат об утверждении типа средств измерений RU.C.32.670.A № 68844. Кроме того, ПИ РМ в 2017 году признан лауреатом и новинкой всероссийского конкурса программы

«100 лучших товаров России» и отмечен золотой медалью на 13-м Московском международном инновационном форуме «Точные измерения – основа качества и безопасности» (г. Москва, ВДНХ).

Столь высокая оценка неслучайна. Интеллектуальный преобразователь с радиомодемом ПИ РМ – это высококачественное оборудование, разработанное специально для промышленных условий. Он способен работать с различными датчиками температуры, а также с датчиками других физических величин, имеющими унифицированный выходной сигнал. Но главное, он позволяет объединить в одну сеть мониторинга большое количество датчиков без прокладки линий передачи сигналов и с использованием одного компьютера.

В. Н. Пугач, инженер,  
СКБ АО «НПП «Эталон», г. Омск,  
тел.: +7 (3812) 36-7918,  
e-mail: fgup@omsketalon.ru,  
сайт: www.omsketalon.ru

Организатор: **VOSTOCK CAPITAL**

XIV Ежегодная техническая конференция и выставка

# Oil TERMINAL 2019

28–29 ноября, Санкт-Петербург

**Нефтебазы и нефтяные терминалы: от современного проектирования до эффективной эксплуатации**

Среди докладчиков и почетных гостей 2018:

	<b>Юрий Яковлев</b> Руководитель управления, Балтийско-Арктическое морское управление Росприроднадзора		<b>Василь Гайнуллин</b> Главный инженер, Татнефтепродукт
	<b>Сергей Шишов</b> Начальник нефтебазы, «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт»		<b>Андрей Михеев</b> Вице-президент, ПТК-Терминал
	<b>Дмитрий Рыжков</b> Начальник топливного отдела, Нефтебаза им. А.А.Хмура, ГРУППА КОМПАНИЙ «ТРАССА»		<b>Владимир Калентьев</b> Руководитель, ПМТУ Росстандарта

**Партнеры и спонсоры:**

Генеральный партнер 2018:



Золотой спонсор 2018:



Бронзовый спонсор 2018:



Серебряные спонсоры 2018:



Спонсор сессии Экологической и промышленной безопасности:



+44 (207) 394-30-90 (Лондон)  
+7 (495) 109 9 509 (Москва)  
events@vostockcapital.com

**WWW.OILTERMINAL.ORG**



## Концентратомер P10X S

Измерение концентрации жидких сред – задача, актуальная для многих отраслей промышленности. Но, как это ни парадоксально, при высоком спросе на подобную продукцию по-настоящему универсальных приборов на данный момент на рынке почти нет. В большинстве своем предлагаемые концентратомеры оборудованы проточными и погружными датчиками. Но, как и любые погружные измерительные приборы, они подвержены агрессивному воздействию среды, что доставляет сложности и ограничивает функциональность при эксплуатации. В противоположность данной технологии существуют ультразвуковые концентратомеры, которые можно назвать универсальными, так как они избавлены от вышеперечисленных недостатков. Ультразвуковой концентратомер не имеет контакта с измеряемой средой и благодаря этому отличается более долгим сроком службы, простым монтажом/демонтажом и соответственно гарантирует более легкую эксплуатацию. Эти и другие достоинства воплощены в ультразвуковом концентратомере P10X S, который подойдет как для предприятий пищевой промышленности, так и для химических и нефтехимических производств. О преимуществах ультразвуковой технологии и особенностях измерителя концентрации P10X S мы беседуем с руководителем отдела технической поддержки КИП АО «Текноу» [Дмитрием Львовичем Шумаковым](#).

**ЦИТАТА:** Ультразвуковая технология не требует прямого контакта с рабочей средой, поэтому соответствует самым высоким требованиям к безопасности и гарантирует полное отсутствие рисков, свойственных врезным приборам.

**ИСУП:** Для каких задач разработан измеритель концентрации жидких сред P10X S?

**Д. Л. Шумаков:** Концентратомер жидких сред P10X S (рис. 1) немецкой фирмы FLEXIM предназначен для проточных не-

Концентратомер жидких сред P10X S немецкой фирмы FLEXIM предназначен для проточных неконтактных измерений концентрации щелочей, кислот и других сред, а также для идентификации протекающей в трубе жидкости или при смене фаз двух различных жидкостей.

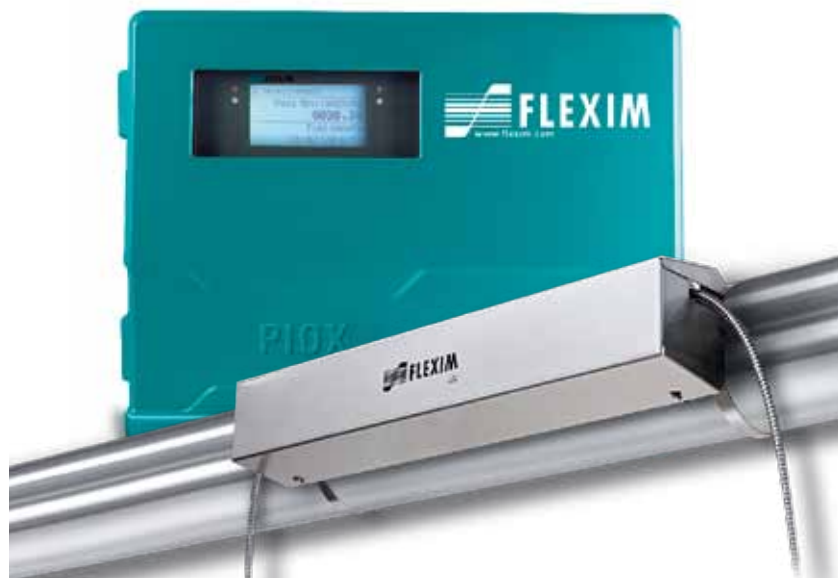
контактных измерений концентрации щелочей, кислот и других сред, а также для идентификации протекающей в трубе жидкости или при смене фаз двух различных жидкостей. Измеряемые параметры: концентрация, плотность и массовый расход. Концентратомер жидких сред P10X S применяется в различных отраслях промышленности. Он уже прошел испытания в Росстандарте в целях утверждения типа и может использоваться для технических и коммерческих измерений.

Оборудование устанавливается на трубы любого диаметра, изготовленные из любых материалов и не зависит от давления процесса.

**ИСУП:** Расскажите, пожалуйста, об устройстве данного прибора: какие элементы в него входят, как устанавливаются на трубу, по какому принципу работает оборудование?

**Д. Л. Шумаков:** Комплект оборудования состоит из блока электроники, накладных

Рис. 1. Концентратомер жидких сред P10X S



датчиков расхода и температуры с монтажными креплениями. Два накладных ультразвуковых датчика устанавливаются на поверхности трубопровода и поочередно посылают и принимают ультразвуковые сигналы. Измеряя разность времени прохождения сигнала (по течению потока и против), P10X S при заданных параметрах трубы точно рассчитывает скорость ультразвука в среде, скорость потока и объемный расход. Датчик температуры, устанавливаемый накладным способом, измеряет температуру среды. Основываясь на измеренной скорости ультразвука и температуре среды, P10X S рассчитывает концентрацию, плотность и массовый расход, содержание твердых взвесей, продуктов реакции и других производственно важных параметров, например, таких как Vgix.

**ИСУП:** Какие преимущества обеспечиваются благодаря ультразвуковому принципу действия измерителя концентрации P10X S?

**Д. Л. Шумаков:** Ультразвуковая технология не требует прямого контакта с рабочей средой, поэтому соответствует самым высоким требованиям к безопасности и гарантирует полное отсутствие рисков, свойственных врезным приборам. Кроме того, ультразвуковая технология — это монтаж без остановки процесса, отсутствие риска утечек, отсутствие коррозионного износа измерительных элементов. Оборудование устанавливается на трубы любого диаметра, изготовленные из любых материалов и не зависит от давления процесса.

**ИСУП:** Одна из функций, которую способен выполнять P10X S, это идентификация продукта в трубе. Как я понимаю, это в большей степени математическая задача? О какой степени точности выводов можно говорить?

**Д. Л. Шумаков:** В некоторых комбинированных процессах необходимо понимать, какой продукт в данный момент находится в трубе. Специальная функция P10X ID дает нам эту возможность. Определяя скорость распространения звука, прибор по этому параметру идентифицирует среду и осуществляет технологический или коммерческий учет каждой среды по отдельности с погрешностью не более  $\pm 0,5\%$ . При этом на дисплее концентратомера отображается наименование продукта, находящегося в данный момент в трубе.

**ИСУП:** Каков объем внутренней памяти прибора? Ведь для вычислений, которые прибор проводит, нужно иметь достаточно большую базу данных.

**Д. Л. Шумаков:** Память прибора рассчитана на запись 100 тысяч результатов измерений с возможностью ее расширения. Также в память измерителя концентрации встроена библиотека с параметрами различных жидких сред и материалами труб, что дает возможность использовать его на разных процессах.

**ИСУП:** Сейчас все средства измерений изначально проектируются с возможностью работы в составе автоматизированных систем управления. Как это реализовано в P10X S (какие протоколы поддерживаются, нужны ли дополнительные устройства связи и т. д.)?

**Д. Л. Шумаков:** Концентратомер P10X S поддерживает несколько основных протоколов передачи данных (аналоговый сигнал, HART, RS-485, Modbus, FF, Ethernet) как для более старых АСУ, так и для автоматизированных систем нового поколения. Это заметно упрощает процесс интеграции с производством. В приборах нового поколения обеспечена возможность удаленной настройки, что заметно упрощает проведение диагностики и сервиса оборудования.

**ИСУП:** Какова основная целевая группа предприятий, для которой прогнозируется востребованность данного оборудования?

**Д. Л. Шумаков:** Благодаря отсутствию прямого контакта с анализируемой средой прибор чаще всего находит применение в химической и нефтехимической промышленности (где он используется для измерения параметров жидких агрессивных и коррозионных сред в технологических процессах), а также в пищевой промышленности, где необходимы гигиенические способы измерения.

**ИСУП:** Есть ли уже опыт применения P10X S на российских предприятиях?

**Д. Л. Шумаков:** На данный момент технология P10X S успешно используется на



Рис. 2. Концентратомер P10X S, установленный на промышленном объекте

нескольких предприятиях РФ (рис. 2) на таких процессах, как измерение концентрации серной кислоты на НПЗ (нефтеперерабатывающий завод), измерение концентрации плавиковой кислоты на химкомбинате

В некоторых комбинированных процессах необходимо понимать, какой продукт в данный момент находится в трубе. Специальная функция P10X ID дает нам эту возможность.

в Новосибирске, измерение концентрации гидроксида натрия в ОАО «Рутгерс Севертар». Также успешно проведены испытания измерений концентрации азотной кислоты на одном из предприятий «УРАЛХИМ».

Беседовал С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».



АО «Теккноу», г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 324-5627,  
e-mail: info@tek-know.ru,  
сайт: www.tek-know.ru

# Электромагнитные расходомеры



Точный контроль за расходом жидкостей невозможен без расходомеров. В статье показаны преимущества электромагнитных расходомеров. Приведены технические характеристики электромагнитных расходомеров РСЦ производства «ВТК Энерго», указаны сферы их применения, особенности эксплуатации и монтажа.

000 Торговый Дом «ВТК Энерго», г. Киров

В условиях современного дефицита пресной воды и прочих используемых человеком ресурсов расходомеры являются насущной необходимостью, которая позволяет контролировать и учитывать расход жидкостей, а значит, экономить их. Приборы, ставшие предшественниками современных электромагнитных расходомеров, появились в сороковых годах прошлого века и активно применяются в различных отраслях по сей день. Без них трудно представить энергетику, жилищно-коммунальное хозяйство, химическую, металлургическую, целлюлозно-бумажную и молочную промышленность, а также работу гидротехнического оборудования, например канализационно-насосного. Электромагнитные расходомеры используются для непрерывного измерения расхода и объема протекающей по трубопроводам электропроводящей невзрывоопасной жидкости. Она может быть питьевой, теплофикационной, сточной, технической кислотой, щелочью, рассолом или раствором различных веществ.

Усовершенствования и внедрение различных технических новшеств позволили электромагнитным расходомерам стать лидерами рынка и превзойти по популярности любые другие типы расходомеров благодаря своей высокой точности, неприхотливости (электромагнитные расходомеры не имеют ограничений по содержанию твердых частиц и воздуха в жидкости) и низким требованиям к монтажу.

Но одних технических преимуществ мало. В условиях современной конкуренции одним из важнейших показателей любого прибора является соотношение цены и качества. Как правило, добиться высоких результатов в этой области удается немногим. Одним из известных производителей электромагнитных расходомеров, который неоднократно демонстрировал свою приверженность идее оптимального соотношения «цена/качество», остается отечественная компания «ВТК Энерго». Она уже почти тридцать лет подтверждает звание надежного производителя, при этом продолжая совершенствовать выпускаемое оборудование и расширяя возможности сервиса и послепродажного обслуживания.

Помимо высокого качества и конкурентной цены расходомеры должны обладать такой характеристикой, как

соответствие условиям эксплуатации. В большинстве случаев объекты, связанные с водоснабжением, водоотводом и водоочисткой, подвержены затоплению, а следовательно, приборы должны быть рассчитаны на подобные условия применения. Рассмотрим необходимые характеристики на примере электромагнитного расходомера РСЦ (рис. 1). Данный прибор, разработанный для систем технологического и коммерческого учета, способен выдерживать самые жесткие условия эксплуатации, в том числе высокую влажность, погружение в воду, воздействие грязи и пыли на открытом воздухе и т. д. Его можно применять в колодцах временного затопления, на канализационно-насосных станциях, в напорных и безнапорных трубопроводах.

Технические характеристики электромагнитного расходомера РСЦ:

- ▶ температура измеряемой среды: от +5 до +150 °С;
- ▶ давление измеряемой среды: не более 2,5 МПа;
- ▶ электропроводность измеряемой среды: не менее 200 мкСм/м;
- ▶ погрешность измерения:  $\pm 1\%$ ;
- ▶ диапазон измерения: от 0,0064 до 4524,0 м<sup>3</sup>/ч;
- ▶ диаметр ПП DN: от 15 до 400 мм;
- ▶ фланцевое технологическое присоединение;
- ▶ футеровка ПП фторопластом Ф-4;
- ▶ материал электродов: нержавеющая сталь (для измерения расхода неагрессивной среды), хастеллой С



Рис. 1. Электромагнитный расходомер РСЦ

и тантал (для измерения расхода химически агрессивной среды), титан (для измерения расхода различных сред, содержащих абразивные частицы);

- ▶ выносное исполнение измерительного блока;
- ▶ индикация измерительного блока: жидкокристаллический дисплей;
- ▶ выходные сигналы: аналоговый (0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА), импульсный с нормированным весом импульса (л/имп), RS-485, Modbus RTU;
- ▶ напряжение питания с блоком питания: 12 В, 24 В, 220 В;
- ▶ исполнения оболочки по ГОСТ 12254-96: IP68 (пыленепроницаемое и защищенное от вредного воздействия в результате длительного погружения в воду), IP65 (пыленепроницаемое и защищенное от воздействия водяной струи);
- ▶ непрерывная работа осуществляется в круглосуточном режиме при среднем сроке службы 12 лет;
- ▶ межповерочный интервал: 4 года;
- ▶ среднее время наработки на отказ: 100 000 часов.

У расходомеров РСЦ широкий модельный ряд, который позволяет подобрать необходимую модификацию устройства под различные области применения. Например, в самом простом варианте исполнения расходомеры можно использовать в составе теплосчетчиков для учета тепловой энергии. Также есть модели для совместного и отдельного блока расходомера и первичного преобразователя. Имеются модели как пищевого исполнения, так и для агрессивных жидкостей или условий эксплуатации с давлением до 160 бар.

Благодаря конструктивным особенностям устройства температура окружающей среды на объекте может варьироваться от -10 до +50 °С, что позволяет использовать электромагнитный расходомер РСЦ в самых сложных условиях. При этом гарантийный срок эксплуатации прибора равняется 3 годам (средний срок службы – 12 лет).

К преимуществам электромагнитного расходомера РСЦ отнесем и его возможность по измерению прямого и реверсного расхода. То есть протекание жидкости может происходить в любом направлении. А в слу-

чае временного отсутствия жидкости расходомер переходит в режим «сухой трубы»: учет расхода останавливается и автоматически возобновляется только при заполнении трубы, без изменения установленного уровня погрешности. Для записи измерений прямого и обратного направления протекающей жидкости используются разные строки отчета. Такой подход исключает путаницу и смешивание результатов измерений. В максимальном функциональном исполнении расходомер оснащается необходимым количеством импульсных выходов для формирования сигнала при измерении прямого или реверсного расхода среды.

При выборе модели устройства следует учитывать диаметр трубопровода, а также наличие сужения в планируемом месте установки. Расходомеры РСЦ поставляются с диаметрами условного прохода от 15 до 400 мм, что перекрывает все распространенные диаметры существующих трубопроводов. Для максимальной эффективности работы при выборе прибора должен учитываться расход жидкости. Его можно рассчитать по приведенной ниже таблице, используя формулы пределов допускаемой основной относительной погрешности расходомера.

Настройки прибора позволяют менять функцию демпфирования

для сглаживания показателей расхода с коэффициентом от «0» до «3», где «0» будет означать полное отключение функции.

При устройстве современных трубопроводов строительные организации, коммунальные службы и частные застройщики чаще всего используют полимерные трубы. Расходомеры РСЦ монтируются в таких трубопроводах с помощью стандартных фланцев для ответного или резьбового исполнения. Единственной оговоркой может быть использование стальной трубы для создания прямых участков до и после расходомера для достижения максимальной точности измерения расхода. Подобные нюансы подробно описаны в руководстве по эксплуатации прибора, а их соблюдение обеспечивает достижение установленного уровня погрешности измерений.

Несмотря на то что уровень защиты позволяет использовать электромагнитные расходомеры РСЦ в условиях высокой влажности, открытого воздуха и затопления, это не оказывает влияния на монтаж линий связи. Кабели необходимой длины поставляются в комплекте с устройством и не требуют особых условий прокладки, необходимо выполнять лишь стандартные требования по защите от электромагнитных полей и обязательному заземлению. Измерительный блок расходомера можно

Таблица 1. Расчет расхода жидкости

Ду, мм диаметр условного прохода ПП	Q <sub>наим</sub> , м <sup>3</sup> /ч, минимальный расход	Q <sub>п1</sub> , м <sup>3</sup> /ч, переходный расход	Q <sub>п2</sub> , м <sup>3</sup> /ч, переходный расход	Q <sub>наиб</sub> , м <sup>3</sup> /ч, наибольший расход
15	0,0064	0,026	0,064	6,40
20	0,0113	0,045	0,113	11,30
25	0,0176	0,070	0,176	17,60
32	0,0290	0,116	0,290	29,00
40	0,0450	0,180	0,450	45,00
50	0,0710	0,284	0,710	71,00
65	0,1180	0,472	1,180	118,00
80	0,1810	0,724	1,810	181,00
100	0,2840	1,136	2,840	284,00
150	0,6360	2,544	6,360	636,00
200	1,1300	4,520	11,300	1130,00
300	2,5440	10,180	25,440	2544,00
400	4,5240	18,100	45,240	4524,00

Примечание: Q<sub>п2</sub> ≤ Q ≤ Q<sub>наиб</sub> должен составлять ± 1 %  
 Q<sub>п1</sub> ≤ Q < Q<sub>п2</sub> должен составлять ± 2 %  
 Q<sub>наим</sub> ≤ Q < Q<sub>п1</sub> должен составлять ± 4 %

располагать на расстоянии до 150 м от первичного преобразователя. Кроме того, прибор обладает всеми необходимыми интерфейсами для проводной и беспроводной передачи данных: RS-485 – для передачи данных на расстояние до 1 км, при подключении GPRS/GSM-модемов и радиомодемов – согласно их передающим характеристикам. А при использовании протокола ModBus RTU можно создать последовательную сеть расходомеров. На индикатор измерительного блока и через интерфейсы прибора может выводиться следующая информация:

- ▶ объем жидкости,  $V$  ( $m^3$ , л);
- ▶ часовой архив,  $Vч$ ;
- ▶ дополнительный счетчик с возможностью обнуления,  $VD$  ( $m^3$ , л);
- ▶ время наработки,  $t$  (ч);
- ▶ объемный (мгновенный) прямой расход жидкости,  $Q$  ( $m^3/ч$ ; л/мин; %);
- ▶ объемный (мгновенный) обратный расход жидкости,  $Q$  ( $m^3/ч$ ; л/мин; %);
- ▶ с указанием обратного направления потока (знак «минус»);
- ▶ масштаб шкалы расхода по токовому выходу  $QI$  (%);

- ▶ (от 10 % до 100 %  $Q_{max}$ );
- ▶ диапазон выходного тока,  $I$  (мА);
- ▶ вес импульса,  $ps$  (л/имп);
- ▶ диаметр условного прохода,  $Dу$  (мм);
- ▶ сетевой адрес в сети RS-485,  $A$ ;
- ▶ коэффициент демпфирования (сглаживания) показаний мгновенного расхода (не более 3).

Ознакомьтесь с возможностями устройства можно на сайте производителя, «ВТК Энерго», всё программное обеспечение находится в открытом доступе:

- ▶ программа просмотра и распечатки архивов расходомеров РСЦ (глубина часового архива не менее 8760 часов);
- ▶ программа для просмотра текущих значений измеряемых параметров расходомера РСЦ;
- ▶ программа просмотра и распечатки архивов расходомеров РСЦ;
- ▶ описание протоколов передачи и приема данных с вычислительного блока расходомера-счетчика РСЦ.

Программное обеспечение оборудования защищено от преднамеренных изменений с помощью специальных средств. А доступ к калибровочным данным ограничен

опломбированной перемычкой между служебными выводами и осуществляется только аппаратно с защитой от постороннего доступа.

Серия электромагнитных расходомеров РСЦ сертифицирована на соответствие требованиям технического регламента Таможенного союза. А первоклассное качество этой продукции гарантировано высокой культурой производства: на предприятии «ВТК Энерго» внедрена система менеджмента качества в соответствии с международным стандартом ИСО 9001.

В современных условиях постоянно растущих экологических требований надежные устройства для учета и контроля расхода природных ресурсов необходимы. Задача всех промышленных предприятий и управляющих компаний ЖКХ – минимизировать расход и сохранить как можно больше ресурсов для последующих поколений. А без расходомерии это невозможно.

ООО Торговый Дом «ВТК Энерго», г. Киров,  
тел.: +7 (8332) 35-1600,  
e-mail: [energo@vtkgroup.ru](mailto:energo@vtkgroup.ru),  
сайт: [www.vtkgroup.ru](http://www.vtkgroup.ru)



Межотраслевой форум ежегодно собирающий 150-200 делегатов для обсуждения вопросов водоснабжения промышленных предприятий, технологий для водоочистки, водоподготовки и водоотведения в энергетике, металлургии, машиностроении, цементной, химической, нефтегазовой и других отраслях промышленности.  
[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru), т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)

РАДАРНЫЙ МЕТОД

# Raven-Eye

Расходомер безнапорного потока

Трубы / Открытые каналы  
Сточные воды / Агрессивные жидкости  
Технологические процессы

- Бесконтактное измерение скорости и уровня потока
- Простота в эксплуатации
- Диапазон измеряемых скоростей от  $\pm 0,08$  м/с до  $\pm 15,0$  м/с
- Доступна взрывозащищенная версия
- Гарантия до 5 лет

Принцип действия расходомера Raven-Eye



ПОДТВЕРЖДЕННОЕ  
КАЧЕСТВО

БЕЗУПРЕЧНАЯ  
ТОЧНОСТЬ

ДОСТУПНАЯ  
ЦЕНА

Комплексные решения  
по измерению воды

n:eco

8-800-250-84-42

sales@n-eco.ru  
www.n-eco.ru

# Ультразвуковой расходомер СТОЧНЫХ ВОД Sofrel LT-US



Применяется для коммерческого учета сточных и ливневых вод, для технологического учета и для измерения расхода воды в реках и каналах ирригационных систем.

Является идеальным решением для учета сточных вод в безнапорном самотечном коллекторе, открытом канале и лотке, в канализационном колодце.

Измерение объема жидкости осуществляется косвенным методом посредством измерения уровня жидкости, протекающей в водоводе, пересчета его в мгновенное значение расхода. Расходомер способен измерять расход методом ПЛОЩАДЬ/СКОРОСТЬ при подключении соответствующего датчика.

- 01 > АВТОНОМНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ СО СРОКОМ СЛУЖБЫ БАТАРЕИ ДО 10 ЛЕТ
- 02 > НАЛИЧИЕ GSM-АНТЕННЫ
- 03 > ВСТРОЕННАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО GSM КАНАЛУ
- 04 > СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ - IP68
- 05 > МЕЖПОВЕРОЧНЫЙ ИНТЕРВАЛ 4 ГОДА
- 06 > НАЛИЧИЕ В РЕЕСТРЕ СИ РФ
- 07 > ПРОСТОТА В УСТАНОВКЕ, ОБСЛУЖИВАНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

ДЛЯ СБОРА И АНАЛИЗА ДАННЫХ  
С РАСХОДОМЕРА LT-US РЕКОМЕНДУЕМ  
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

**ВоСток.WEB**



ООО «АКВА-ТЭК СП», Г. ЕКАТЕРИНБУРГ  
ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПОСТАВЩИК ФРАНЦУЗСКОЙ  
КОМПАНИИ LACROIX SOFREL

**С РАСХОДОМЕРОМ LT-US  
ВАШИ СТОКИ БУДУТ  
ПОД КОНТРОЛЕМ!**

☎ (343) 373-74-14    ✉ sales@akvatek.ru    🌐 <http://lt-us.ru>

## Ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US.

### Простая эксплуатация, точность и надежность



Прибором нового поколения можно назвать ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US, разработанный французской компанией LACROIX Sofrel. Он обеспечивает учет стоков с высокой точностью, простой монтаж, эксплуатацию по принципу «поставил и забыл», изготовлен на базе новейших технологий, устойчив к коррозии, продолжает работу во время затопления. Данный расходомер изначально разработан для применения в автоматизированных системах учета и мониторинга.

ООО «Аква-тэк СП», г. Екатеринбург

#### Точный учет сточных вод

Точный учет ресурсов сегодня является не только обязательным требованием законодательства, но и прямой жизненной необходимостью для промышленных предприятий, обслуживающих организаций из сферы ЖКХ и т.д. Объясняется это как растущей стоимостью самих ресурсов, так и в меньшей степени потребностью эффективно их использовать, ведь в сегодняшних реалиях высокая эффективность производства становится одним из главных конкурентных преимуществ.

Эта тенденция особенно ярко проявляется в системах водоподготовки и водоотведения. На многих предприятиях, равно как и в комплексе ЖКХ, давно осознали экономическую целесообразность раздельного учета потребляемой и утилизированной воды. При этом узлами учета холодного водоснабжения оборудовано около 90% потребителей, а учет стоков ведут всего около 5%. Поэтому проблема учета сточных вод из небольшого сегмента расходомерии постепенно переходит в разряд отдельной отраслевой задачи.

Естественно, где есть спрос, там появляется и предложение. Причем спектр предлагаемых решений для учета стоков за несколько лет существенно расширился и сегодня включает приборы, различающиеся принципом действия (электромагнитные, ультразвуковые, рычажно-маятнико-

вые, доплеровские), применяемыми технологиями (как новейшими, так и испытанными), точностью учета, степенью сложности монтажа и неприхотливости в эксплуатации. Начальная стоимость оборудования тоже достаточно сильно различается, равно как и стоимость жизненного цикла. Ведь прибор, работающий по принципу «поставил и забыл», — мечта любой эксплуатирующей организации, но насколько она достижима, каждая компания решает для себя сама, исходя из рамок своего

бюджета. И, конечно, разумное сочетание таких характеристик, как цена, надежность, точность, расходы на эксплуатацию, — наилучшее соотношение этих качеств — и выводит в лидеры определенных производителей.

В статье мы рассмотрим ультразвуковой расходомер LT-US для учета сточных вод, в котором его производителю, французской компании LACROIX Sofrel («ЛАКРЮА Софрель»), удалось добиться оптимального сочетания указанных характеристик.

#### Конструкция, монтаж, эксплуатация расходомера

Ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US (рис. 1) — это прибор нового поколения, который разрабатывался с возможностью удаленной передачи данных и работы в автоматизированных системах. Выведение на рынок в 2017 году расходомера нового типа с уникальными в сравнении с другими расходомерами сточных вод характеристиками ознаменовало переход на новый уровень функциональности и надежности расходомеров по учету стоков. Поэтому можно смело сказать, что LT-US — это «айфон» среди расходомеров сточных вод, представленных на рынке. И это неспроста, так как в цифровую эпоху на первый план выдвигается интеграция прибора с цифровой сетью любого предприятия. LT-US, который можно охарактеризовать одной



Рис. 1. Ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US

фразой: «Расходомер, автономность, водонепроницаемость, передача данных», — это то будущее сферы учета стоков, которое придет в каждую организацию!

Также проектировщики предусмотрели возможность монтажа силами эксплуатирующей организации и самостоятельного обслуживания. Концепция расходомера сточных вод LT-US полностью соответствует принципу «поставил и забыл».

Конструктивно расходомер состоит из двух основных элементов: ультразвукового датчика расхода и измерительного блока с внутренней антенной. Для работы в тяжелых условиях для приема GSM-сигнала расходомер может быть укомплектован внешней антенной. Датчик и измерительный блок соединены специальным кабелем длиной 5 м, по заказу производитель может выполнить 10-метровый кабель. Монтаж обоих блоков достаточно прост. К стене канализационного колодца крепятся два кронштейна (двумя болтами каждый): над трубой, ближе к поверхности воды, — кронштейн для датчика, а ближе к выходу из колодца — кронштейн для измерительного блока. После чего остается только вставить в кронштейны соответствующие части расходомера (рис. 2).

В зависимости от потребностей клиента расходомер может комплектоваться в двух вариантах:

- стандартная комплектация для учета стоков, который ведется способом «уровень — расход»;

- расширенная комплектация. К расходомеру дополнительно подключается бесконтактный датчик скорости, при этом учет стоков ведется способом «площадь — скорость».

Работа LT-US основана на принципе акустической локации уровня жидкости. Датчик генерирует волновые колебания, которые отражаются от поверхности воды, и затем принимает их своим пьезокерамическим сенсором. Эти отраженные ультразвуковые импульсы датчик преобразует в электрические импульсы и отправляет в измерительный блок, где и выполняются все расчеты. В зависимости от скорости поступления сигнала и занесенных в память прибора настроек определяется уровень жидкости в коллекторе. Используя параметры, хранящиеся в энергонезави-

симой памяти, измерительный блок выполняет математическую обработку результатов измерений, а именно пересчитывает значение уровня в мгновенное значение расхода, и сохраняет все эти данные в своем внутреннем архиве, интегрирует их. Отметим, что такой метод сбора и обработки данных соответствует требованиям методических указаний МИ 2406-97 «Расход жидкости в открытых потоках. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков» и МИ 2220-2013 «Расход сточных жидкостей в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений».

Также с определенной периодичностью (обычно раз в день) расходомер сточных вод LT-US отправляет информацию о расходе по GPRS в «облако», в программу, которая предназначена для дальнейшей полной работы с результатами измерений. Здесь данные анализируются, преобразуются в удобный для работы формат (отчеты, графики и пр.) и проходят другую обработку. Подробнее о возможностях ПО будет рассказано ниже.

В случае, если необходимо снять с расходомера данные локально и посмотреть его рабочие параметры, под-

нимать крышку люка не придется. Информация транслируется по беспроводной связи с ноутбуком специалиста через Bluetooth.

Надо отметить, что все конструктивные особенности LT-US предусматривают именно такой, щадящий человека, вариант эксплуатации, при котором не требуется спускаться в колодец к расходомеру практически никогда. И это правильно: ведь расходомер сточных вод работает в достаточно агрессивной среде с высокой влажностью, при угрозе газообразования и затопления.

Во-первых, у LT-US только автономное питание от литиевой батареи. При установке 5-минутного определения расхода с передачей данных по GPRS один раз в сутки заряда батареи хватает минимум на 8 лет, что позволяет обеспечить работоспособность прибора на межповерочный интервал (4 года). При этом, транслируя данные об уровне и расходе, LT-US также передает служебную информацию о текущей температуре, при которой эксплуатируется расходомер, а также об оставшемся заряде батареи (исчисляется в сутках, которые он может проработать), что позволяет отслеживать момент замены батареи.

Во-вторых, расходомер сточных вод LT-US выполнен в полипропиленовом, устойчивом к коррозии корпусе с очень высоким уровнем защиты IP68 (то есть он водонепроницаем). Он легко переносит воздействие газов, высокой влажности, а также, несомненно, выдержит затопление и будет при этом продолжать работу.

Важным обстоятельством, свидетельствующим о легкой эксплуатации расходомера, является и простой монтаж, о котором говорилось выше. Всё необходимое для монтажа идет в комплекте поставки, и специалисты заказчика вполне могут выполнить его собственными силами, а компания таким образом сэкономит дополнительные средства. Пожалуй, некоторые затруднения может вызвать конфигурирование прибора (калибровка с построением расходной характеристики) и его настройка. Здесь возможны несколько вариантов:

- специалисты компании-заказчика всё выполняют своими силами;
- конфигурацию и настройку выполняют специалисты компании «Аква-тэк СП», официального предста-



Рис. 2. Расходомер LT-US, установленный на объекте

вителя компании LACROIX Sofrel на территории РФ, в рамках услуги «монтаж расходомера». То есть на монтаж приезжает полностью оборудованная бригада со всеми инструментами и средствами измерения и проводит необходимые процедуры от калибровки измерительного створа до построения расходной характеристики по МИ2220-13;

► специалисты ООО «Аква-тэк СП» выполняют эту задачу в рамках услуги «программирование и построение расходной характеристики». В таком случае заказчик предоставляет компании «Аква-тэк СП» характеристики измерительного участка и получает полностью запрограммированный и готовый к работе прибор, который останется только смонтировать.

После этого прибор будет исправно работать, передавая информацию в систему мониторинга, и у эксплуатирующей организации редко возникнет необходимость поднять крышку люка, чтобы его проверить. При этом средняя наработка на отказ расходомера составляет 104000 ч, а средний срок службы – 12 лет.

Надо отметить, что доплеровские расходомеры, которые многими считаются эталонными по точности показаний, не предоставляют таких возможностей монтажа и эксплуатации, поскольку сложнее устанавливаются и нуждаются в постоянном обслуживании. Именно по этой причине все чаще клиенты остаются недовольны использованием в своей работе доплеровских расходомеров, ведь к их датчикам время от времени цепляется мусор, что приводит к смещению датчика, неточности показаний или к его поломке. Все это оборачивается более дорогостоящим обслуживанием, а при монтаже – дополни-

тельными затратами на установку, поскольку необходима установка датчиков скорости на дно трубы, лотка или канала.

К чести же ультразвуковых расходомеров нужно сказать, что точность измерений у них такая же высокая. Предел допустимой погрешности LT-US при измерении расхода составляет  $\pm 3\%$ , при этом все его датчики не контактируют с измеряемой средой, что и соответствует принципу «поставил и забыл». Остальные метрологические характеристики расходомера сточных вод LT-US указаны в табл. 1.

#### Программное обеспечение

Особым преимуществом ультразвукового расходомера сточных вод LT-US является его изначальная готовность к работе в автоматизированных системах передачи данных. Его работу по GPRS и/или Bluetooth мы уже описывали. Теперь скажем пару слов о программном обеспечении.

Для считывания данных по беспроводной технологии Bluetooth разработчиком расходомера, компанией LACROIX Sofrel, создана локальная программа Softools. Она позволяет считывать данные и конфигурировать прибор. Язык интерфейса – русский.

Для удаленной работы по GPRS предназначено программное обеспечение «ВоСток», которое создано специалистами компании «Аква-тэк СП» – дистрибьютора и системного интегратора. Язык интерфейса русский, имеется локальная версия программы и облачный сервис «ВоСток.WEB». Это ПО позволяет удаленно, по GPRS, получать информацию с расходомера, хранить ее, выстраивать в единую таблицу данные за

необходимый промежуток времени, анализировать их, строить графики за выбранные интервалы времени, а также выводить на печать журнал учета водоотведения по форме ПОД-11 за выбранный период для сдачи ее в ресурсоснабжающую организацию. ПО «ВоСток» имеет интуитивно понятный интерфейс и удобно для повседневной работы. Бонусом программа имеет встроенную подпрограмму для расчета расходной характеристики по МИ2220-13.

Все транслируемые данные защищены, они передаются по каналу GPRS в зашифрованном виде.

#### Дополнительная функциональность

Одним из ключевых конкурентных преимуществ расходомера сточных вод LT-US (наряду с автономностью, защищенностью и встроенной передачей данных) является его универсальность. Наличие четырех цифровых и двух аналоговых выходов позволяет подключать к расходомеру дополнительные датчики: открытия колодца, затопления колодца (который позволит дать команду SCADA-системе на отключение насосов), температуры, скорости, уровня и др.

Компания, которой важна невысокая цена, может выбрать стандартную (то есть минимальную) комплектацию: датчик уровня и измерительный блок. Если же заказчику важна более высокая точность, то он может предпочесть комплектацию с датчиком скорости. В любом случае среди аналогичных приборов LT-US имеет самую доступную цену на рынке.

Расходомер LT-US могут применять любые организации, которым необходимо вести учет сточных и ливневых вод в своей деятельности, в том числе управляющие компании многоквартирных домов. Как правило, расходомер сточных вод LT-US ставят у себя водоканалы, промышленные предприятия разных отраслей промышленности, предприятия, вырабатывающие электроэнергию, предприятия по добыче ресурсов, технопарки, торговые центры и складские комплексы.

#### Пример практического применения

Специалистами крупной добывающей организации расходомер LT-US был установлен в высокогорном районе на выпуске ливневых сточных

Таблица 1. Метрологические характеристики ультразвукового расходомера LT-US

Наименование параметра	Значение
Диапазон показаний объемного расхода жидкости, м <sup>3</sup> /ч	от 0 до 200 000
Максимальное значение накопленного объема, м <sup>3</sup>	1 000 000 000,00
Измерение в диапазоне уровня жидкости, м	0,1–3,0
Параметры контролируемых каналов:	
• внутренний диаметр безнапорных трубопроводов, U-образных и П-образных лотков, мм, не менее	100
• ширина каналов иного профиля, мм, не менее	100
Пределы допускаемой погрешности для объемного расхода, %	$\pm 3,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности расходомера при измерении времени, %	0,01

вод. За время эксплуатации были отмечены следующие положительные качества расходомера LT-US:

- ▶ надежная и бесперебойная работа прибора в сложных географических условиях;
- ▶ небольшие габариты прибора позволяют устанавливать его в необходимых местах измерения, зачастую труднодоступных для установки других типов расходомеров;
- ▶ бесконтактный способ измерения расхода дает возможность использовать прибор даже на агрессивных жидкостях;

- ▶ высокая точность измерения расхода;
- ▶ наличие встроенного автономного источника питания позволяет организовать достоверный учет даже при отсутствии электропитания в месте измерения;
- ▶ встроенная передача данных по GSM-каналу;
- ▶ удобный и простой интерфейс программного обеспечения «ВоСток. WEB» дает возможность удаленно проводить мониторинг расхода и работы прибора, формировать и печатать отчеты по форме ПОД-11 за

выбранный период для сдачи в ресурсоснабжающую организацию.

Из сказанного можно сделать вывод, что ультразвуковой расходомер сточных вод LT-US можно использовать как в обычных условиях работы, так и в условиях повышенной сложности.

ООО «Аква-тэк СП», г. Екатеринбург  
Свердловской области,  
тел.: +7 (343) 373-7414,  
e-mail: info@akvatek.ru,  
сайты: lt-us.ru, akvatek.ru

The advertisement features a background image of a computer workstation with four monitors displaying various software interfaces. A logo for 'ИНТЕХТЕКО' (Intecheco) is visible in the upper center, featuring a tree and the text 'ИНТЕХТЕКО ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ' and 'www.intecheco.ru'. The main text is overlaid on the image in large, bold, yellow and red fonts.

**X Межотраслевая конференция  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2019  
27 ноября 2019 г., г. Москва**

27 ноября 2019 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится Десятая Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2019», посвященная демонстрации новейших разработок для автоматизации предприятий машиностроения, энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, информационных технологий, АСУТП, ERP, CRM, MES-систем, контрольно-измерительной техники, газоанализаторов, расходомеров, систем мониторинга и контроля различных технологических процессов.

**www.intecheco.ru , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru**

# Измерение расхода жидкости в безнапорных потоках. Анализ современных методов



Разрабатывая нашим клиентам решения по измерению расхода жидкостей, мы создали отличную методику выбора расходомеров, которой готовы поделиться. Три несложных шага – и вы безошибочно выберете нужный расходомер даже из сотни моделей.

Испытательная лаборатория «Технометр», г. Санкт-Петербург

За последние 10–15 лет рынок средств измерений безнапорных потоков стал весьма разнообразным. Европейские и западные технологии, активно внедряющиеся на территории Российской Федерации, значительно преобразили ассортимент доступных приборов.

Сегодня рынок предлагает сотни расходомеров, а каждый поставщик очень убедительно призывает покупать именно у него. Конечно, простым мониторингом цен не обойтись. Нужно иметь представление о том, на основании чего делается выбор, а только потом заказывать само средство измерения.

Мы часто выбираем приборы измерения безнапорных потоков для своих клиентов, поэтому разработали систему, позволяющую уже на втором шаге отсеять до 90 % неподходящих к конкретной задаче расходомеров:

1. Оцениваем характеристики объема измерения.
2. Выбираем метод измерения, подходящий под характеристики.
3. Из расходомеров, использующих этот метод, отбираем прибор по соотношению «цена/качество».

Ключевой шаг – выбор метода. На сегодняшний день в мировой практике активно используются всего четыре метода измерения расхода безнапорного потока: бесконтактный радарный, погружной доплеровский, ультразвуковой и электромагнитный метод. Определившись с методом измерения, мы значительно сокращаем диапазон поиска.

В этой статье мы представим анализ существующих в настоящий момент методов измерения расхода воды в безнапорных потоках с описанием

как их практической области применения, так и ограничений в применении. Для каждого метода мы подобрали имеющиеся на российском рынке модели расходомеров, которые уже внесены в Государственный реестр средств измерений РФ, а также те, которые, возможно, будут внесены в реестр.

## Подход к измерению

Расход воды для любого сечения определяется формулой:  $Q = V_{\text{ср.}} \times S$ , где  $Q$  – это расход воды,  $V_{\text{ср.}}$  – средняя скорость,  $S$  – измеренное сечение. Таким образом, для того чтобы вычислить расход в безнапорном потоке, нам необходимо достоверно определить геометрические размеры измерительного створа, а с помощью средства измерения измерить скорость и уровень потока.

Методы измерения расхода воды в безнапорных потоках можно подразделить на две основные группы:

- ▶ двухканальные расходомеры, основанные на принципе измерения «площадь – скорость», выполняющие прямые измерения скорости и уровня потока. К этому типу относятся и гибридные системы, которые применяются для обеспечения достоверного определения объемного расхода воды в безнапорных трубопроводах, как правило, при имеющемся широком диапазоне значений расхода и скорости, например, для городской ливневой канализации;

- ▶ одноканальные расходомеры, которые измеряют только значения уровня, а скорость потока вычисляется на основании существующих методов измерения.

В табл. 1 приведены все существующие методы измерения скорости

и уровня потока и их возможные сочетания в различных моделях расходомеров для безнапорных потоков.

## Двухканальные расходомеры

Эти приборы, основанные на методе «площадь – скорость», выполняют измерения и скорости потока, и уровня потока.

Измерение значений уровня потока принято считать самым простым в организации процесса определения объемного расхода воды в безнапорных потоках, но и этому параметру стоит уделить внимание. Уровень потока может быть измерен тремя способами:

- ▶ с использованием бесконтактного радарного метода измерения, который является, пожалуй, оптимальным. Ввиду высокой частоты измерения ему не страшны образование пара и пены над потоком. При возможном переполнении трубопровода датчик имеет степень защиты IP68 и с легкостью выдержит погружение;

- ▶ с помощью погружного гидростатического метода измерения. При выборе датчика уровня, основанного на этом методе, необходимо уделять внимание качеству исполнения самого устройства, способности применяемых материалов выдерживать длительную работу в агрессивной среде (например, если речь идет об измерении сточной воды или жидкостей с содержанием абразивных веществ);

- ▶ с применением бесконтактного ультразвукового метода измерения. Необходимо оценить вероятность появления пара над потоком в зимний период времени. Практика показывает, что датчики уровня, основанные на ультразвуковом методе измерения,

Таблица 1. Методы измерения скорости и уровня потока и их возможные сочетания в различных моделях расходомеров для безнапорных потоков

Тип расходомера	Метод установки расходомера	Метод измерения скорости потока	Метод измерения уровня потока
Двухканальный расходомер «площадь – скорость»	Бесконтактный метод установки	Бесконтактный радарный метод	Бесконтактный радарный метод
			Бесконтактный ультразвуковой метод
	Погружной метод установки	Ультразвуковой метод измерения на основе эффекта Доплера	Бесконтактный радарный метод
			Бесконтактный ультразвуковой метод
			Погружной гидростатический метод
	Погружной метод установки	Погружной ультразвуковой метод Transit-Time	Бесконтактный радарный метод
			Бесконтактный ультразвуковой метод
Погружной гидростатический метод			
Контактный метод: преобразование безнапорного потока в напорный	Электромагнитный метод измерения	Измерения уровня не требуется	
Одноканальный расходомер-уровнемер	Бесконтактный метод установки	Отсутствует	Бесконтактный ультразвуковой метод

могут воспринять поверхность пара как поверхность воды, тем самым значительно искажая уровень потока в сторону увеличения, а значит, увеличивая и значение расхода.

Между тем главным параметром для выбора расходомера служит метод измерения скорости потока. Именно для измерения скорости используются сложные технологии, предназначенные для применения в определенных измерительных условиях. Давайте разберемся в них.

#### Бесконтактный радарный метод

Один из самых универсальных методов, обеспечивающий точность данных даже в сложных условиях измерений.

Для измерения скорости потока используется бесконтактный радарный датчик скорости. Скорость потока жидкости определяется бесконтактным радарным методом. Микроволновое излучение, формируемое датчиком скорости, попадая на свободную поверхность воды, отражается от неоднородностей, присутствующих на поверхности потока, и попадает обратно в датчик скорости, который по разности частот (излучаемой и принимаемой) измеряет скорость движения поверхности потока жидкости. Объемный расход и объем жидкости определяются на основании эпюры распределения скоростей, уровня потока и площади внутреннего сечения трубопровода. Радарные волны имеют высокую частоту излучения (24 ГГц), поэтому являются радиопрозрачными, то есть способны выполнять измерения через пластиковые поверхности, пар и пену.

**Важно!** Выбирая бесконтактный радарный датчик скорости, нужно понимать, какую антенну использует датчик: рупорную или планарную.

*Рупорная антенна* – металлическая конструкция, состоящая из волновода переменного (расширяющегося) сечения с открытым излучающим концом. Как правило, рупорную антенну возбуждают волноводом, присоединенным к узкому концу рупора. По форме рупора различают Е-секториальные, Н-секториальные, пирамидальные и конические рупорные антенны.

*Планарная, или патч-антенна* – СВЧ-антенна, состоящая из плоского металлического лепестка, закрепленного параллельно пластине земли. Обычно эту конструкцию заключают в пластиковый радиопрозрачный кожух как для защиты от механических повреждений, так и из эстетических соображений. Такие антенны просты в изготовлении и легко могут быть модифицированы под требуемые технические условия.

Для своих клиентов чаще всего мы выбираем приборы, оснащенные рупорными антеннами, тем более что в настоящий момент только они внесены в Государственный реестр СИ РФ. Они имеют очевидные преимущества перед измерителями скорости с патч-антеннами при измерениях скорости потока в трубопроводах и узких каналах:

- ▶ рупорные антенны хорошо экранированы, что обеспечивает лучшую помехоустойчивость, нежели у патч-антенн;

- ▶ рупорные антенны имеют узкую диаграмму направленности и низкий уровень боковых лепестков, что обеспечивает точные измерения в стесненных условиях, например, в колодцах (рис. 1). Патч-антенна в силу широкой диаграммы направленности и высокого уровня боковых лепестков, находясь в стесненных условиях, собирает большое количество переотраженных «паразитных» шумов именно от боковых лепестков. Мощность «паразитных» шумов значительно выше мощности сигналов, отраженных от поверхности потока воды, что и является причиной невозможности их применения в колодцах и других закрытых пространствах (рис. 2);

- ▶ узкая направленность излучения радарного датчика с рупорной антенной позволяет использовать его более эффективно в сложных задачах измерений, например, при измерениях на большой высоте над каналом, при чрезмерном испарении или больших слоях пены на поверхности потока. Именно поэтому датчики скорости на базе рупорных антенн могут применяться как в безнапорных трубопроводах, так и в открытых каналах, а датчики скорости на базе патч-антенн предназначены для измерения скорости потока в реках и широких открытых каналах;

- ▶ измеряемое значение минимальной скорости потока для рупорной антенны составляет от 0,08 м/с, а для патч-антенны – от 0,1 м/с до 0,3 м/с. Некоторые производители датчиков скорости на базе патч-антенн для улучшения потребительских свойств своей продукции указывают минимальную скорость потока

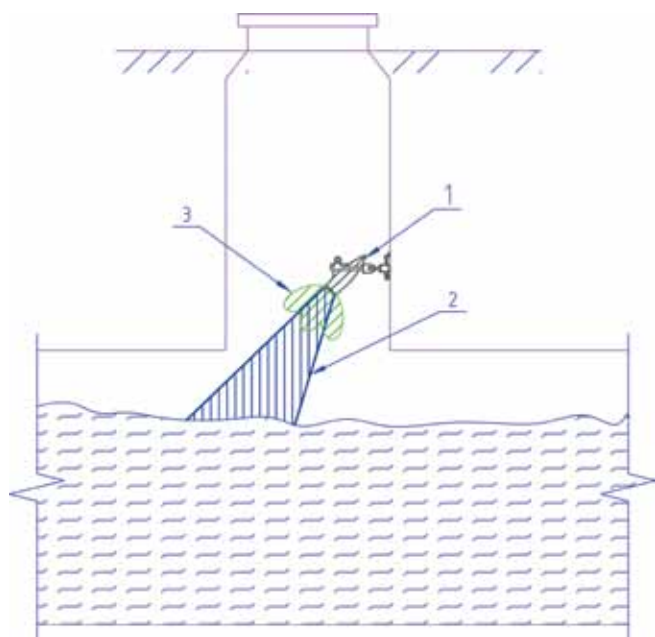


Рис. 1. Условная схема диаграммы направленности основного лепестка и боковых лепестков рупорной антенны датчика скорости, установленного в канализационном колодце: 1 – датчик скорости, 2 – диаграмма направленности основного лепестка, 3 – диаграмма направленности боковых лепестков

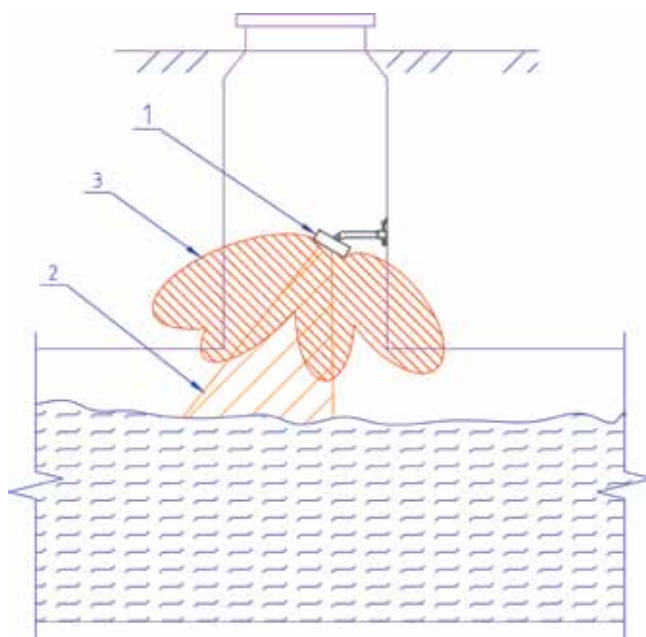


Рис. 2. Условная схема диаграммы направленности основного лепестка и боковых лепестков патч-антенны датчика скорости, установленного в колодце: 1 – датчик скорости, 2 – диаграмма направленности основного лепестка, 3 – диаграмма направленности боковых лепестков

от 0,1 м/с, но стоит учитывать, что у некоторых моделей датчиков скорости диапазон от 0,1 м/с до 0,3 м/с является не измеряемым, а рассчитываемым, исходя из полученных значений уровня потока по принципу расходомеров-уровнемеров. При выборе расходомера рекомендуем проверить его работу при минимальной скорости потока, подключив только датчик скорости (без использования датчика уровня).

**Практическая область применения**

Бесконтактный радарный метод измерения на базе рупорной антенны идеально подходит для безнапорных потоков со скоростью более 0,08 м/с (измерение расхода сточных, ливневых, промышленных стоков, промывной воды, других типов агрессивных жидкостей. Измерение расхода в трубопроводах диаметром от 150 до 8000 мм, каналах шириной до 20 м).

Бесконтактный радарный метод измерения на базе патч-антенны идеально подходит для использования в широких каналах и реках (равнинных, горных).

**Ограничения в применении**

При скорости ниже 0,08 м/с датчик скорости на базе рупорной антенны перестает измерять. Радарное излучение датчика скорости использует

эффект Доплера, то есть луч датчика скорости отражается от неровностей, образующихся на поверхности потока. При скорости ниже 0,08 м/с поверхность потока становится зеркальной и луч радара не возвращается к датчику, а переотражается в обратном направлении датчику.

Датчик скорости на базе патч-антенны не работает в условиях тоннельных коллекторов, безнапорных трубопроводов, проложенных под землей, потоков с образованием пара и пены.

**Датчик скорости на базе рупорной антенны**

Для измерения скорости потока в трубопроводах и узких каналах важно использовать датчики скорости с узкой диаграммой направленности, разработанные на базе рупорной антенны, которая формирует наиболее стабильный и концентрированный сигнал. Минимальная скорость измерения таких датчиков составляет 0,08 м/с.

**Датчик скорости на базе патч-антенны**

Датчики, разработанные на базе патч-антенны, используются для измерений расхода воды в открытых каналах и реках. Широкополосность диаграммы направленности в этих случаях выступает преимуществом этих расходомеров. Минимальная скорость измерения таких датчиков состав-

ляет 0,3 м/с (для некоторых моделей 0,1 м/с), при скорости потока ниже 0,3 м/с расходомер определяет расход как одноканальный расходомер-уровнемер.

Представленные на рынке РФ расходомеры, применяющие бесконтактный радарный метод

**Датчик на базе конструкции рупорной антенны:** расходомер RavenEye (номер в Государственном реестре: 63805-16), производство Flow-Tronic, Бельгия.

**Датчик на базе конструкции планарной антенны (патч-антенны):**

- ▶ расходомер NivuFlow 7550 (не внесен в Государственный реестр СИ), производство Nivus, Германия;
- ▶ расходомер Q-Eye (не внесен в Государственный реестр СИ), производство Hydrovision (Seba), Германия;
- ▶ расходомер Phoenix (не внесен в Государственный реестр СИ), производство Flow-Tronic, Бельгия.

**Погружной доплеровский метод**

Для измерения скорости потока используется погружной датчик скорости. Скорость потока жидкости определяется ультразвуковым датчиком, излучающим и принимающим отраженные от частиц в потоке ультразвуковые сигналы. Согласно эффекту Доплера, излучаемый и принимаемый сигналы имеют частотный сдвиг, про-

порциональный скорости движения частиц в потоке.

Погружной доплеровский метод может быть представлен двумя типами датчиков: датчик непрерывного излучения и датчик импульсного излучения. Оба типа датчиков используют один и тот же метод измерения – эффект Доплера. Но есть некоторые различия в выполнении измерений.

Датчик скорости непрерывного действия имеет два кристалла: первый – излучающий ультразвуковые сигналы, второй – принимающий сигналы, отраженные от частиц в потоке. Оба кристалла непрерывно излучают и принимают сигналы, отсюда и понятие «непрерывного действия».

Датчик скорости импульсного излучения имеет один кристалл, который выступает и в роли излучателя, и в роли кристалла, принимающего сигнал. После отправки сигнала дат-

чик скорости еще находится в состоянии вибрации, которое можно сравнить с состоянием языка колокола после удара. Пока вибрация не успокоится, кристалл не будет способен принять отраженные сигналы обратно. Вследствие этого образуется «временное» окно, когда датчик не способен работать. Такая «слепая зона» измерений составляет 7–10 см над датчиком.

К датчикам скорости импульсного излучения относятся также и кросс-корреляционные датчики скорости. Эти датчики тоже используют метод измерения, основанный на эффекте Доплера, но обработка полученного датчиком сигнала выполняется кросс-корреляционным методом.

Практическая область применения  
Доплеровский метод измерения  
обычно применяют для определения

расхода ливневых и хозяйственно-бытовых стоков на трубопроводах диаметром до 1,5 м и открытых каналах шириной до 2 м.

Ограничения в применении

При высокой концентрации взвешенных частиц в потоке датчик скорости измеряет только пристеночную (придонную) скорость, а значит, занижает как значение средней скорости потока, так и расход. Такой эффект возникает в связи с тем, что ультразвуковой сигнал отражается от взвешенных частиц, проходящих вблизи датчика, что не позволяет измерить скорость по всему смоченному сечению.

На рис. 3 условно показана ситуация с умеренным содержанием взвешенных частиц в потоке. На рис. 4 – с повышенным содержанием взвешенных частиц в потоке, а на рис. 5 – с высоким содержанием взвешенных частиц в потоке.

Работу датчика скорости в данных условиях можно сравнить с работой фонаря в густом тумане – чем гуще туман, тем короче луч света. Этот эффект также можно назвать поглощением сигнала.

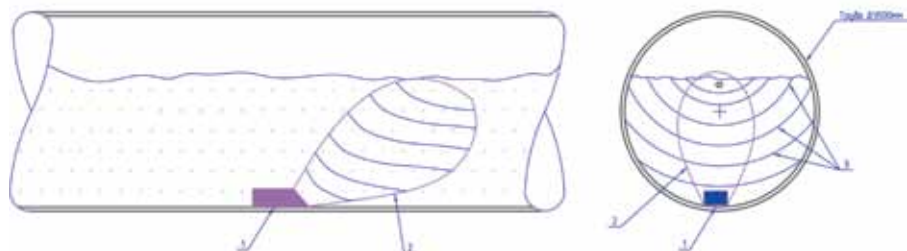


Рис. 3. Установленный датчик скорости в условиях умеренной концентрации взвешенных частиц: 1 – датчик скорости, 2 – покрытие ультразвукового сигнала датчика скорости, 3 – профиль скоростей потока

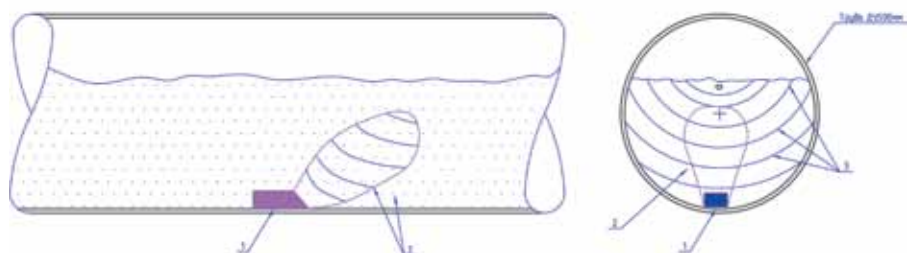


Рис. 4. Установленный датчик скорости в условиях повышенной концентрации взвешенных частиц: 1 – датчик скорости, 2 – покрытие ультразвукового сигнала датчика скорости, 3 – профиль скоростей потока

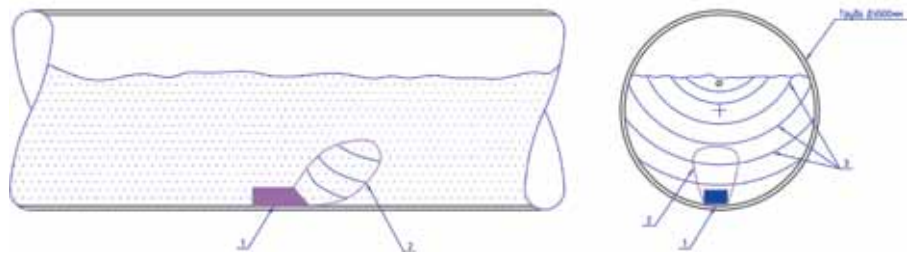


Рис. 5. Установленный датчик скорости в условиях высокой концентрации взвешенных частиц: 1 – датчик скорости, 2 – покрытие ультразвукового сигнала датчика скорости, 3 – профиль скоростей потока

Представленные на рынке РФ расходомеры, применяющие доплеровский метод *Доплер непрерывного действия:*

- ▶ расходомер Beluga (номер в Государственном реестре: 63804-16), производство Flow-Tropic (Бельгия);
- ▶ расходомер Greyline AVFM (номер в Государственном реестре: 48751-11), производство Greyline Technologies (Канада);
- ▶ расходомер Взлет РБП (номер в Государственном реестре: 52517-13), производство АО «Взлет» (Россия).

*Доплер импульсного действия:*

- ▶ расходомер Nivus OCFM (номер в Государственном реестре: 41981-09), производство Nivus (Германия);
- ▶ расходомер Nivus OCFM Pro (номер в Государственном реестре: 34977-07), производство Nivus (Германия).

Ультразвуковой метод Transit-Time

Ультразвуковой метод измерения скорости потока Transit-Time, или времяимпульсный, является одним из наиболее распространенных, потому как имеет самый большой опыт применения по всему миру ввиду его давности.

Для измерения скорости потока используются парные ультразвуковые датчики скорости. Измеряется время прохождения ультразвуковых импульсов по направлению движения жидкости и против него. Разность этих времен пропорциональна скорости движения жидкости по трубопроводу или каналу. Зная эпюру распределения скоростей в месте установки ультразвуковых датчиков и площадь измерительного сечения трубопровода, можно определить расход и количество жидкости.

Практическая область применения

- ▶ Обычно ультразвуковой метод измерения скорости применяют в трубопроводах большого диаметра с вероятностью появления принудительных значений скорости либо в каналах шириной более 15 м.
- ▶ Длина прямого участка для установки – не менее 13 Н<sub>макс</sub> (Н<sub>макс</sub> – максимальный уровень потока в измерительном створе).

Ограничения в применении

Сложность монтажа и демонтажа датчиков скорости, например для последующей поверки.

Для получения средней скорости потока с помощью ультразвукового метода необходимо выполнить измерения в разных плоскостях измерительного сечения. Как известно, скорость по поперечному сечению потока изменяется: ближе к стенкам сечения скорость ниже, ближе к поверхности потока – выше, такое распределение называется профилем скоростей потока по поперечному сечению. В связи с этим необходимо как минимум предусмотреть установку датчиков на дне трубопровода (канала) и в центре. Выбор количества пар датчиков ско-

рости определяется, исходя из размеров сечения трубопровода или канала и диапазона изменения уровня потока. На рис. 6 показан неправильный способ установки датчиков скорости, на рис. 7 – правильный способ установки датчиков.

Измерение уровня

Для измерения уровня потока применяются различные методы: бесконтактный ультразвуковой метод, бесконтактный радарный метод, погружной гидростатический метод.

Представленные на рынке РФ расходомеры, применяющие метод Transit-Time

- ▶ Расходомер Accusonic (номер в Государственном реестре: 42521-09), производство Accusonic Technologies (США).
- ▶ Расходомер NivuChannel (номер в Государственном реестре: 39714-08), производство Nivus (Германия).
- ▶ Расходомер Flo-Sonic модели FPFM, OCFM, OC Hybrid (номер в Государственном реестре: 55609-13), производство Flow-Tronic (Бельгия).

Электромагнитный метод

Принцип действия электромагнитного метода для случаев применения измерителя в безнапорных по-

токах основан на изменении режима работы частично заполненного трубопровода в трубопроводе, идущем полным сечением.

Принцип действия электромагнитного расходомера основан на использовании закона электромагнитной индукции Фарадея. В проводнике, движущемся в электромагнитном поле, индуцируется напряжение, величина которого пропорциональна скорости его движения. В качестве проводника выступает электропроводящая жидкость – вода. Электромагнитные катушки внутри первичного преобразователя создают магнитное поле, а электроды на его внутренней поверхности воспринимают разность потенциалов, возникающую при движении воды в электромагнитном поле. Расход жидкости определяется с учетом внутреннего диаметра измерительного участка трубопровода.

Практическая область применения

Электромагнитный метод измерения применяется для потоков с широким диапазоном расходов: от нулевых до величин пропускной способности измерительного участка расходомера.

Ограничения в применении

При использовании в качестве технического решения по измерению

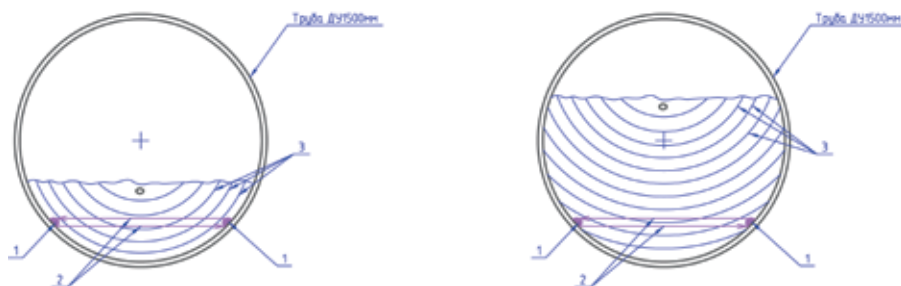


Рис. 6. Неправильная установка ультразвуковых датчиков скорости Transit-Time в зависимости от наполнения трубопровода: 1 – датчик скорости, 2 – ультразвуковой сигнал от датчика к датчику, 3 – профиль скоростей потока

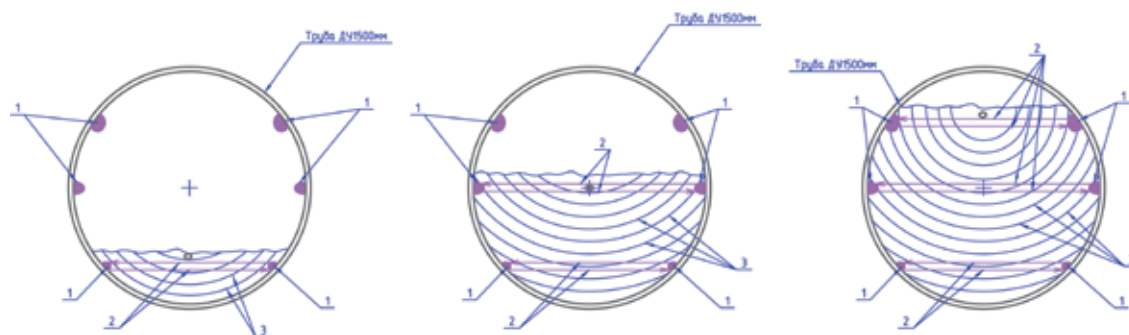


Рис. 7. Правильная установка ультразвуковых датчиков скорости Transit-Time в зависимости от наполнения трубопровода: 1 – датчик скорости, 2 – ультразвуковой сигнал от датчика к датчику, 3 – профиль скоростей потока

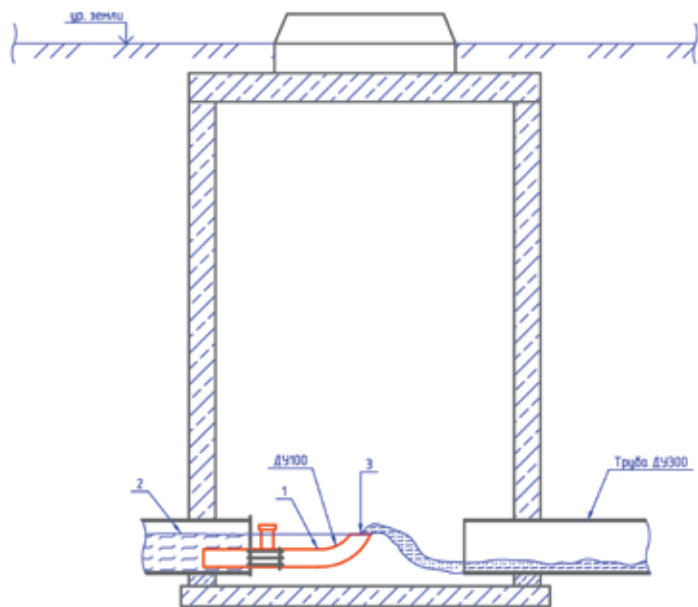


Рис. 8. Наполнение приходящего трубопровода при установке электромагнитного датчика скорости с вертикальным изливом:  
1 – датчик скорости, 2 – уровень потока в приходящем трубопроводе, 3 – уровень излива измерительного участка

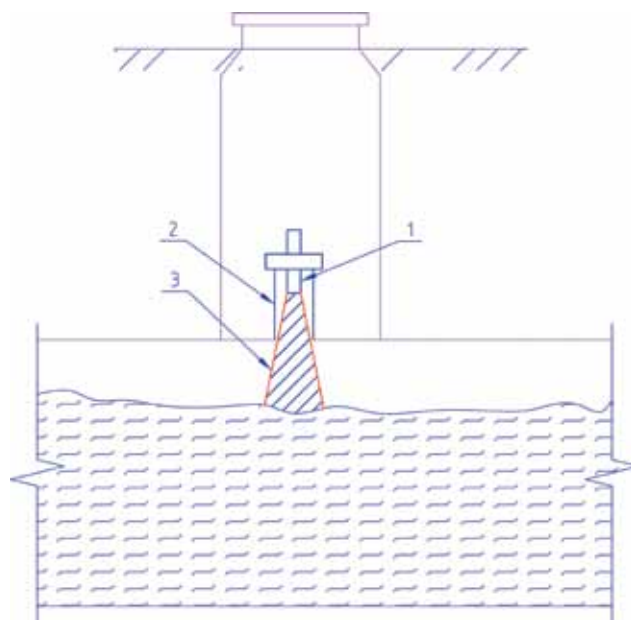


Рис. 9. Расходомер-уровнемер, установленный на безнапорном трубопроводе:  
1 – ультразвуковой датчик уровня, 2 – волновод, 3 – ультразвуковое излучение

сточной воды в трубопроводе перед узлом учета образуется застойная зона, которая нуждается в периодической профилактике в виде очистки канализационных сетей (рис. 8).

Представленные на рынке РФ расходомеры, применяющие электромагнитный метод

- ▶ Расходомер Jaeger Observer (номер в Государственном реестре: 71634-18), производство Jaeger Messtechnik (Австрия).

- ▶ Расходомер Sewer-Mag (номер в Государственном реестре: 46039-10), производство Flow-Tronic (Бельгия).

- ▶ Расходомер АЭФТ Экосток (номер в Государственном реестре: 68933-17), производство ООО «ТД АЭФТ» (Россия).

#### Одноканальные расходомеры

Это расходомеры, выполняющие только измерение уровня потока (измерение по одному каналу). Скорость потока рассчитывается на основании калибровки расходомера по месту его установки (рис. 9). Суть калибровки состоит в том, что в момент монтажа расходомера-уровнемера в выбранном измерительном створе производится мгновенное измерение максимальной или средней скорости потока (в зависимости от выбранной методики измерений). Далее на основании полученных значений, а также с учетом параметров фактического

строительного уклона трубопровода и коэффициента шероховатости стенок выполняют калибровку измерительного створа. Такая калибровка в последующем используется расходомером-уровнемером для автоматического расчета расхода по измеренному уровню без измерения значений скорости.

#### Практическая область применения

Безнапорные трубопроводы или открытые каналы без местных сопротивлений, имеющие длину прямого участка более 30 Нмакс (Нмакс – максимальный уровень потока в измерительном створе).

#### Ограничения в применении

- ▶ Дно измерительного створа не должно подвергаться заилению или отложению осадка.

- ▶ В измерительном сечении и вблизи него не должно быть местных выступов, закладных деталей и других предметов местных сопротивлений, вызывающих искажение уровня за счет местных возмущений потока.

- ▶ Длина прямого участка – не менее 30 Нмакс (Нмакс – максимальный уровень потока в измерительном створе).

- ▶ Влияние пара над поверхностью потока в холодное время года на результаты измерения уровня потока.

Датчики, основанные на ультразвуковом методе измерения, могут воспринять поверхность пара как поверхность воды, тем самым значительно искажая уровень потока в сторону увеличения, а значит, увеличивая и значение расхода.

Представленные на рынке РФ одноканальные средства измерения (расходомеры-уровнемеры)

- ▶ Эхо-Р-02 (номер в Госреестре: 21807-06), производство ООО ПНП «Сигнур» (Россия).

- ▶ Взлет РСЛ (номер в Госреестре: 60777-15), производство АО «Взлет» (Россия).

- ▶ LT-US (номер в Госреестре: 61687-15), производство компании Lacroix Sofrel (Франция).

Определив метод измерения и тип расходомера, по возможности произведите кратковременное измерение расхода воды, установив выбранный прибор в будущем узле учета, чтобы подтвердить правильность своего выбора.

А.В. Конев, главный метролог,  
испытательная лаборатория «Технометр»,  
г. Санкт-Петербург,  
e-mail: tm-metrology@yandex.ru,  
сайт: tehnometr.ru



**Компания КВЕСТ**  
Тел./факс (81378) 33780, 32755  
E-mail: info@icquest.ru  
www.icquest.ru

Официальный дистрибьютор  
KERLINK

**quest**  
СОВЕРШЕНСТВО  
ТЕХНОЛОГИЙ



АО НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ПРЕДПРИЯТИЕ

**ЭТАЛОН**

г. Омск, ул. Лермонтова, 175,  
тел. (3812) 36-79-18, 36-94-53, 32-80-51  
www.omsketalon.ru;  
e-mail: fgup@omsketalon.ru

**Беспроводные  
системы измерения  
температуры  
и других физических  
величин ПИ РМ**



## МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ И БЕСКОНТАКТНОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

**ИЗЛУЧАТЕЛИ В ВИДЕ МОДЕЛЕЙ  
АБСОЛЮТНО ЧЕРНОГО ТЕЛА**  
-40... +2500°C

- ЭТС-100, ППО, ПРО;
- установки для поверки и градуировки датчиков температуры;
- криостаты; термостаты; печи; калибраторы,
- измерители универсальные прецизионные В7-99 и др.
- ВЧ и СВЧ устройства



**КИП, ПИРОМЕТРЫ  
ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ**

153 типа (8000 модификаций)



# Измерение высоких температур в печах.

## Мелочей быть не может



Высокие температуры (от 400–500 °С) в промышленности чаще всего измеряют термоэлектрическими преобразователями – термопарами. Но случается, что при установке и эксплуатации таких датчиков не соблюдаются рекомендации производителей. Термопары быстро выходят из строя, перестают соответствовать заявленным метрологическим характеристикам. В данной статье приведены результаты моделирования и эксперимента, проведенных на термопреобразователях, выпускаемых компанией ОВЕН. Сравнивались различные варианты установки датчика на печь при нескольких значениях измеряемых температур, в результате чего выработаны рекомендации для долгой бесперебойной эксплуатации термопар.

Компания ОВЕН, г. Москва

### Общая информация о термопарах

Термопара – один из наиболее распространенных датчиков температуры, применяемых в промышленности. В общем случае датчик представляет собой две проволоки из разнородных металлов, спаянных с обоих концов. Один спай – «горячий» – погружается в среду с измеряемой температурой, другой – «холодный» – находится при постоянной температуре (обычно 0 °С). В этом замкнутом контуре возникнет термоэлектродвижущая сила (ТЭДС), и она будет зависеть только от разницы температур спаев. Встроив в этот контур милливольтметр, можно измерять термоЭДС, которая в данном случае будет зависеть только от изменения температуры «горячего» спая, так как «холодный» спай находится в изотермических условиях. Сразу оговоримся, что приведенная выше схема – это общее определение термопары, и так трудоемко измеряли ее ТЭДС только исследователи. Сейчас все гораздо проще: «холодный» спай нет необходимости поддерживать при постоянной температуре, поправку делает вторичный прибор – измеритель или контроллер, который также выполняет роль милливольтметра.

Термопара, помещенная внутри защитной арматуры, снабженная головкой для подключения удлинительного кабеля или кабельным выводом, имеет право называться термоэлектрическим преобразователем (рис. 1),

но в обиходе для краткости такие датчики все равно называют термопарами.

Современные производители предлагают широчайший ассортимент термоэлектрических преобразователей практически под любую задачу. Различные материалы чехлов – стали, сплавы, керамика, полимеры – защищают термоэлектроды от агрессивных и высокотемпературных сред. Различные выходные сигналы – нативный (мВ), аналоговые (0(4)...20 мА, 0...10 В), цифровые (HART, RS-485, Foundation Fieldbus и др.) – позволяют встраивать эти датчики в любые системы автоматизации.

Огромный выбор модификаций датчиков температуры зачастую вынуждает обращаться за дополнительными консультациями к техническим специалистам компании-производителя: нужно учесть все «подводные камни» применения датчика, специфику его монтажа, подобрать дополнительное оборудование и т. п. Ошибка в подборе первичных преобразователей может дорого обойтись. Бывают случаи, когда из-за неверного подбора датчика идет в брак вся термообрабатываемая продукция. Например, долго не прослужат термопары типа ХА (хромель-алюмель) при установке на печь, в атмосфере которой содер-

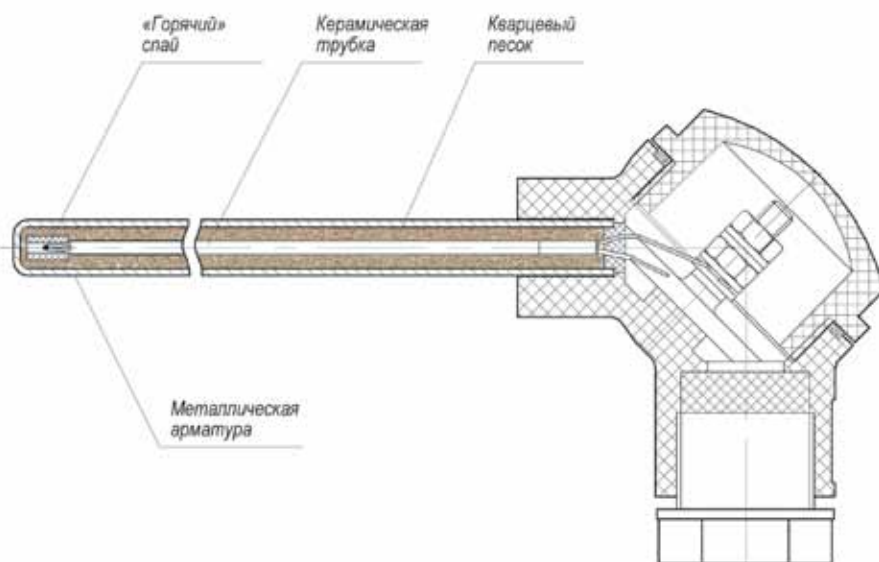


Рис. 1. Термоэлектрический преобразователь

жится 2–3% кислорода: селективное окисление хрома в хромеле приведет к уменьшению его ТЭДС и коррозии термоэлектрода («зеленая гниль»). При использовании термопар ХА, ХК (хромель-копель), НН (нихросил-нисил) в восстановительной атмосфере (где присутствуют, в частности, монооксид углерода СО или водород Н<sub>2</sub>) необходимо надежно защитить термоэлектроды от негативного воздействия среды. Например, можно выбрать термопреобразователи на основе КТМС (кабель термопарный с минеральной изоляцией в стальной оболочке).

Датчики с кабельным выводом на основе КТМС – одни из самых простых по конструкции. Но в подборе и эксплуатации таких датчиков также имеются тонкости, которые необходимо учитывать. Об этом – в сегодняшней статье.

В качестве примера рассмотрим термопару на основе КТМС с кабельным выводом ОВЕН ДТПХхх4. Чаще всего такие модели термопреобразователей (рис. 2, 3) устанавливаются на печи различных производств – от обжига кирпича до металлургии. С их помощью измеряют температуры садки, атмосферы печи, входящих газов в дымовом тракте.

Монтажная (погружная) часть L представляет собой гибкий КТМС, внутри которого в заглушенном конце расположен «горячий» спай. КТМС может быть различного диаметра D: от 1,5 до 4,5 мм. Выбор диаметра зависит от размера монтажного отверстия, необходимости изгиба, уровня измеряемых температур. Кабельный вывод l такого датчика обычно изготавливается из термопарного кабеля в силиконовой оболочке, который служит для подключения термопары ко вторичному прибору и обычно находится снаружи объекта измерения при относительно невысокой температуре (до 200 °С).

Номинально-статические характеристики (НСХ) таких датчиков по ГОСТ 8.585 – ТХА (К), ТХК (L), ТЖК (J), ТНН (N). Наиболее высокую температуру можно измерять термопарами с НСХ типов К и N – 900...1250 °С. Последняя температура измерения справедлива только для типа N. Также в конструктиве такого датчика присутствует тонкостенная металлическая трубка диаметром



Рис. 2. Общий вид датчика температуры с кабельным выводом на основе КТМС ОВЕН ДТПХхх4

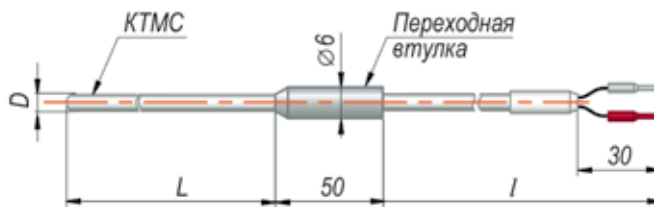


Рис. 3. Конструктивное исполнение ОВЕН ДТПХхх4

6 мм и длиной 50 мм – так называемая переходная втулка (рис. 3). Внутри нее находится соединение выводов термоэлектродов КТМС с термоэлектродами термопарного силиконового кабеля.

При монтаже на объект измерения (например, печь) допускается погружать термопару на всю длину монтажной части L, но при условии, что при эксплуатации датчика температура на переходной втулке не должна превышать 200 °С. Если это условие будет нарушено, то силиконовая изоляция начнет деформироваться и оплавляться, оголяя термоэлектроды и разрушая соединение «КТМС – кабельный вывод». При подборе и монтаже датчика обязательно нужно учитывать это условие. Иногда просчет в определении температуры на переходной втулке влечет за собой выход из строя десятков дорогостоящих датчиков, остановки печей и миллионные убытки. Трудность в том, что на температуру переходной втулки влияет несколько условий: максимальная температура в печи, толщина стенки

печи, материал футеровки печи, температура окружающего печь воздуха, тип монтажа датчика (горизонтальный или вертикальный) и самое важное – расстояние от внешней поверхности печи до переходной втулки.

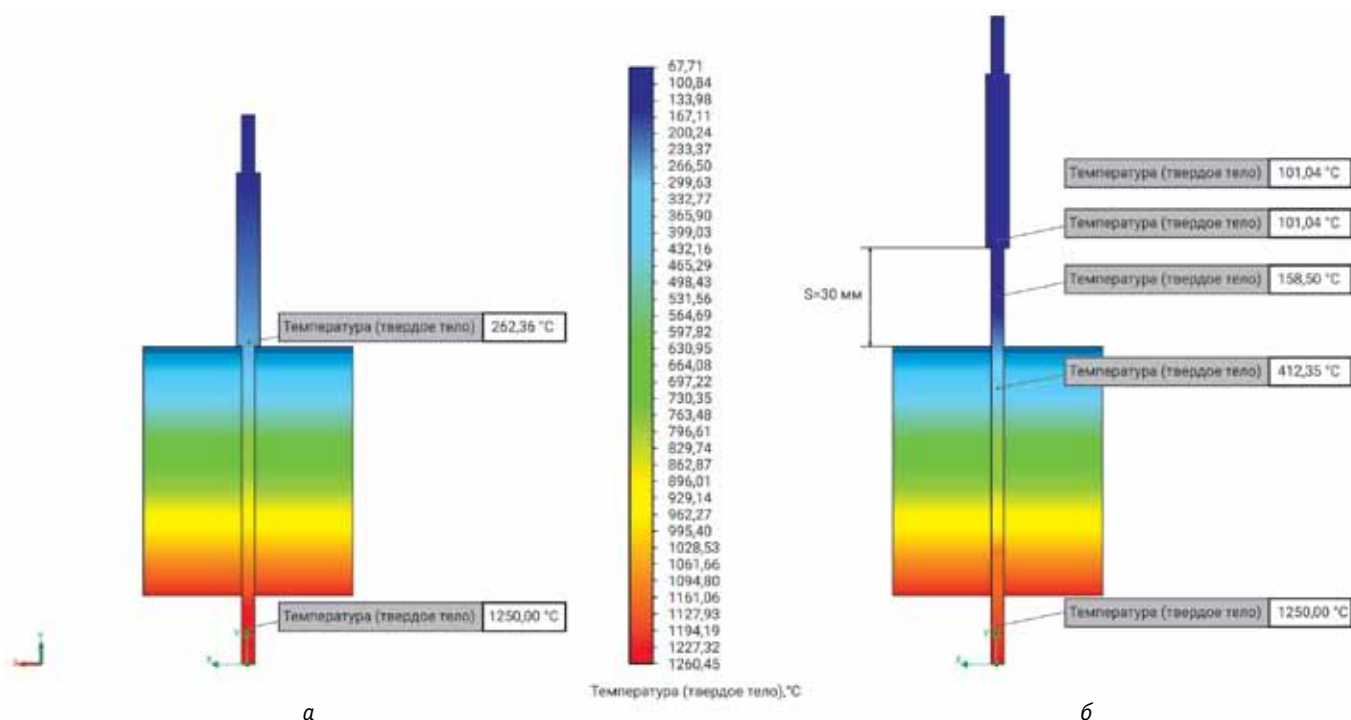
**Моделирование нагрева**

Инженерами компании ОВЕН были смоделированы максимально жесткие условия по температуре эксплуатации такой модели датчика: температура в рабочем пространстве печи 1250 °С, в печь погружена термопара типа N с диаметром монтажной части 3 мм, материал оболочки КТМС – Microbell. Монтаж вертикальный, в отверстие в своде печи.

Материал свода печи – шамотно-волоконистые плиты ШВП-350. Снаружи они покрыты металлическим тонкостенным кожухом. Температура окружающей среды 60 °С. Симуляция проводилась в программно-техническом комплексе Solid Works, который позволяет проводить тепловые расчеты и строить модели нагрева твердых тел.

Таблица 1. Два варианта моделирования условий эксплуатации датчика

Параметр	Значение	
	Модель 1	Модель 2
Толщина свода печи, мм	50	70
Длина монтажной части L, мм	80 (в печи 30 мм + 50 мм на футеровку)	130 (в печи 30 мм + 70 мм на футеровку + 30 мм за пределами печи)



а

б

Рис. 4. Варианты моделирования условий эксплуатации датчика:  
а – модель № 1. Распределение температур по длине датчика, датчик полностью погружен в печь;

б – модель № 2. Распределение температур по длине датчика, втулка отодвинута от стенки печи на расстояние  $S$  отступа = 30 мм

В табл. 1 представлены два варианта моделирования условий эксплуатации датчика:

- ▶ модель № 1 – переходная втулка расположена вплотную к внешней поверхности печи (кожуху);
- ▶ модель № 2 – переходная втулка расположена на расстоянии  $S = 30$  мм от внешней поверхности печи (кожуха).

На рис. 4а представлен температурный градиент по длине датчика при полном погружении в печь. Таким образом, при данных условиях эксплуатации втулка нагреется практически до 300 °С, что недопустимо.

На рис. 4б видно, как меняется температура монтажной части датчика по мере удаления от раскаленного рабочего пространства печи в случае большей толщины футеровки и удаления втулки всего лишь на 30 мм от стенки; на самой втулке температура практически 100 °С, что вполне допустимо. При таких условиях эксплуатации термопреобразователь прослужит годы.

#### Эксперимент на реальной печи

Затем инженеры ОВЕН провели эксперимент на реальной печи при наиболее распространенных температурах термообработки: 700,

900 и 1000 °С. Объект измерения – трубчатая печь МТП-2 М-50-500. Маркировка испытываемой термопары – ДТПК444-09.200/3,0С.1, диаметр монтажной части 4,5 мм, длина  $L = 200$  мм. Общий вид стенда для проведения эксперимента приведен на рис. 5.

Условия эксперимента: изначально термопара ДТПК444 полностью до переходной втулки была погружена в предварительно разогретую печь, монтаж – горизонтальный. Темпера-

тура переходной втулки измерялась с помощью малогабаритной термопары ДТПЛ011, спай которой был прижат к втулке и закреплен кремнеземной нитью (рис. 6а). Оба датчика были подключены к двухканальному измерителю ОВЕН ТРМ202.

Затем в ходе эксперимента глубина погружения в печь данного датчика была уменьшена на 10 мм, то есть переходная втулка была отодвинута от стенки печи на это расстояние (рис. 6б). Каждые 10 минут темпе-



Рис. 5. Стенд для эксперимента: общий вид

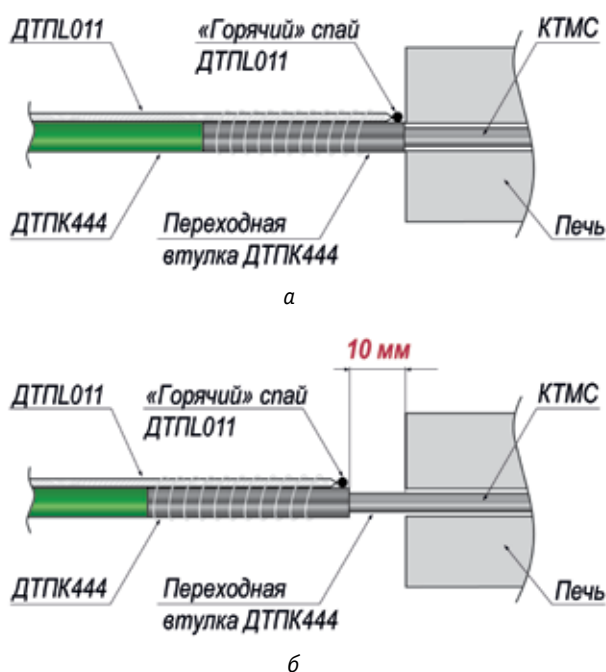


Рис. 6. Этапы эксперимента: а – термопара ДТПК444 полностью («до упора») погружена в печь; б – втулка термопары ДТПК444 отодвинута от стенки печи на 10 мм

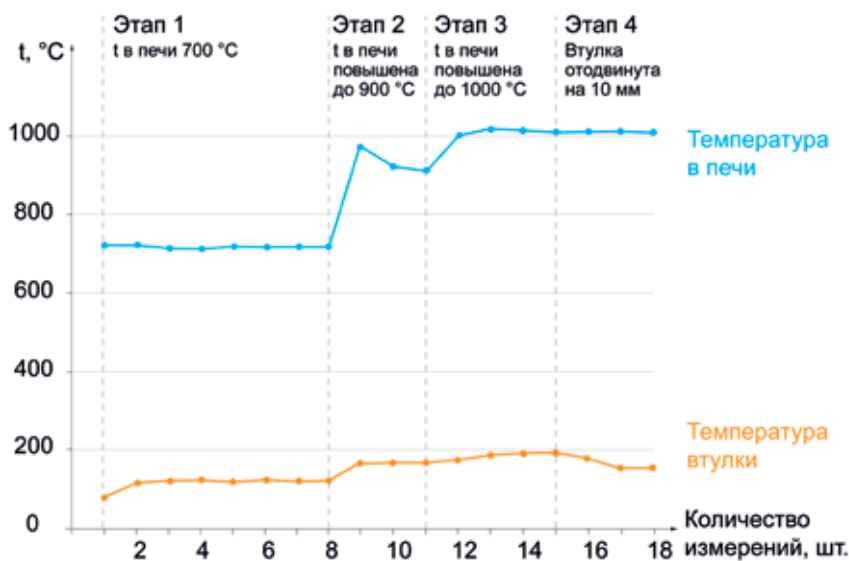


Рис. 7. График изменения температур в печи и на переходной втулке

ратура в печи и температура втулки фиксировались. Результаты эксперимента приведены на графике (рис. 7).

Всего было произведено 18 измерений: первые 8 – при температуре в печи  $700 \pm 10$  °С, втулка придвинута вплотную к стенке печи. Температура втулки практически стабилизировалась на уровне 120 °С.

Следующие три измерения (№№ 9, 10 и 11) температура в печи составляла 900 °С, температура втулки при этом повысилась до 180 °С.

Затем, с измерения № 12 по № 18, печь была разогрета до 1000 °С, но до измерения № 15 втулка была также придвинута вплотную. На графике ясно видно, что температура переходной втулки при таких температурах и монтаже достигла 195 °С, практически критической температуры, выше которой наступит разрушение силиконовой изоляции.

Но если немного уменьшить глубину погружения датчика, отодвинув переходную втулку всего лишь на

10 мм от стенки, при той же температуре рабочего пространства печи в 1000 °С температура на втулке опустится до приемлемых 150 °С. Это можно заметить на графике (измерения №№ 16, 17 и 18).

#### Выводы и рекомендации

Моделирование и эксперимент, показывающие характер нагрева термоэлектрических преобразователей ДТПХхх4 на основе КТМС, проводились с целью установить зависимость температуры конструктивного элемента, переходной втулки, температура которой при эксплуатации датчика не должна превышать 200 °С, от температуры в печи и расстояния между втулкой и наружной поверхностью печи. Нагрев втулки выше 200 °С недопустим по причине разрушения изоляции (чаще всего силиконовой) термопарного провода, обжаренного внутри втулки и служащего для подключения термопар данной конструкции ко вторичным приборам.

По результатам и моделирования, и эксперимента можно сделать несколько важных выводов для практической термометрии:

- ▶ при измерении температуры более 1000 °С стационарно установленными на объекте датчиками не рекомендуется придвигать плотную к стенкам агрегата их коммутационные элементы (переходные втулки, коммутационные головки) во избежание перегрева и выхода их из строя;

- ▶ при выборе термопреобразователя необходимо предусматривать «запас» по длине монтажной части датчика;

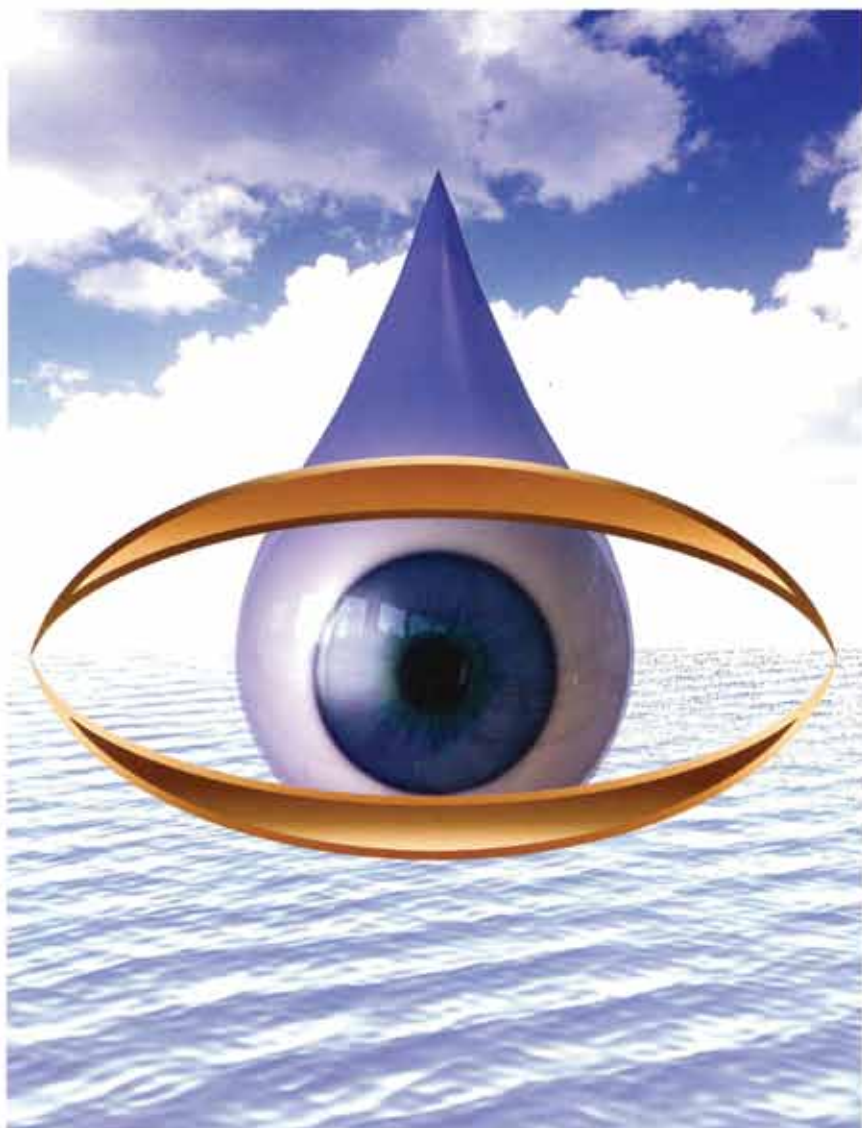
- ▶ «запас» длины монтажной части может быть совсем небольшим, в общем случае – 10...20 мм. Этого расстояния S отступа будет достаточно, чтобы избежать перегрева коммутационного элемента.

А.С. Сидорцев, менеджер по продукту «Датчики температуры»,  
В.А. Злобин, инженер-конструктор, компания ОВЕН, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 641-1156,  
e-mail: sales@owen.ru,  
сайт: www.owen.ru

# НПО Тепловизор

ПРИБОРЫ УЧЁТА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

Разработка, производство, установка, обслуживание



$$Q = \nu_1 \rho_1 (h_{01} - h_{03}) - \nu_2 \rho_2 (h_{02} - h_{03})$$

# Регулятор температуры МР-01

## от НПО «Тепловизор»



Регулятор температуры МР-01, разработанный отечественной компанией «Тепловизор», позволяет контролировать температуру горячей воды и теплоносителя и таким образом оптимизировать затраты на ГВС и теплоснабжение. Описаны его устройство и функциональность. Также в статье представлены запорно-регулирующие клапаны КС, идеально подходящие к регулятору температуры МР-01.

НПО «Тепловизор», г. Москва

Вопрос автоматизированной регулировки температуры воды в системах ГВС и теплоносителя сегодня актуален не только из-за возможности значительно сэкономить, но и из-за требований современного рынка. Регулирующее оборудование подобных систем из узкоспециализированного небольшого сегмента к настоящему времени превратилось в целое направление. И, что примечательно, основная конкуренция здесь наблюдается между отечественными производителями. Как многократно писала отраслевая пресса, причин этому несколько. Первая – более конкурентная цена (отечественные компании все-таки научились выпускать продукты с оптимальным сочетанием первоначальных вложений и конечной стоимости). Вторая причина – специфика обслуживания оборудования и его эксплуатации (текучка кадров, невысокая квалификация персонала, нежелание, а порой и невозможность вникнуть в тонкие настройки излишне функционального оборудования).

Сегодня мы представляем устройство, полностью отвечающее требованиям российского рынка. Это регулятор температуры МР-01 (рис. 1), разработанный научно-производственным объединением «Тепловизор», одной из ведущих российских компаний в области разработки и производства оборудования для коммерческого и технологического учета

энергосистем. Специалисты НПО «Тепловизор» более 20 лет разрабатывают и выпускают теплосчетчики, водосчетчики и расходомеры ВИС.Т и ВИС.МИР – апробированные, заслужившие популярность и много раз усовершенствованные приборы, на базе которых к настоящему времени уже построены тысячи коммерческих узлов учета в жилых и административных зданиях, на промышленных объектах. Теперь к ним прибавилась еще одна разработка, уже снискавшая по-

пулярность, – регулятор температуры МР-01, который встраивается в систему отопления или водоснабжения и позволяет приводить температуру в соответствие с заданными уставками. Остановимся подробнее на этом устройстве.

### Устройство и функциональность МР-01

Регулятор температуры МР-01 одинаково успешно служит как в жилых домах или офисных зданиях, так и на промышленных объектах. Это эффективное и надежное решение позволит сэкономить до 30% на оплате счетов по отоплению и горячей воде.

По выполняемым задачам и функциональности регулятор температуры МР-01 можно назвать контроллером. В состав этого микропроцессорного устройства входят два основных компонента: электронный блок (рис. 2) и датчики температуры числом до восьми штук. Причем к одному электронному блоку могут подключаться разные датчики: температуры в трубопроводе, температуры наружного воздуха или воздуха в помещении. Они подбираются индивидуально для каждого комплекта поставки, исходя из задач на объекте. Измеряя температуру, датчики преобразуют ее значение в выходные сигналы, которые поступают в электронный блок. Периодичность «веерного» (или, правильнее сказать, циклического) опроса дат-



Рис. 1. Регулирующее оборудование производства НПО «Тепловизор» для систем ГВС и теплоснабжения: регулятор температуры МР-01 (электронный блок и датчики) и регулирующий клапан

чиков – 1 секунда, соответственно если к электронному блоку подключены все восемь датчиков, то каждый из них будет опрошен раз в восемь секунд.

Электронный блок регулятора температуры конструктивно представляет собой пластиковый корпус с двумя платами внутри: процессорной и платой индикации и клавиатуры. Вторая из плат обеспечивает работу органов управления – кнопок настройки и установки параметров, расположенных на фронтальной панели корпуса. Наряду с кнопками на передней панели находится 16-разрядный дисплей, на котором отражаются текущие температурные значения и многие другие показатели. В частности, на дисплее может отражаться информация о наличии ошибок, допущенных при программировании уставок, о неисправности датчиков температуры, об аварийном снижении температуры в обратном трубопроводе и других событиях. Однако информацию можно получить не только на месте, через дисплей, но и удаленно. Все данные электронный блок по интерфейсу RS-485 передает на верхний уровень автоматизированной системы, и за эту функцию отвечает уже электронная плата, которая в целом наделяет МР-01 богатыми возможностями.

Так, МР-01 реализует ПИ- и ПИД-законы регулирования и различные алгоритмы управления. Автоматиче-

ское управление расходом тепловой энергии в отопительных системах и системах горячего водоснабжения осуществляется путем преобразования сигналов с термодатчиков в цифровые значения температур и сравнения их с заданными значениями согласно время-температурному графику для каждого из датчиков. В зависимости от величины рассогласования и в соответствии с заложенным в программе устройства законом регулирования вырабатывается сигнал управления электроприводом.

Важной особенностью регулятора температуры МР-01 является возможность работать одновременно как в системе отопления, так и в системе ГВС, легко переходя из одного режима регулирования в другой. В системах ГВС прибор поддерживает температуру горячей воды в соответствии с заданными уставками, а также контролирует, чтобы температура в обратном трубопроводе не превышала заданных пределов после подогревателя ГВС. Ночью регулятор температуры в соответствии с программой может понижать температуру горячей воды (если это допустимо на данном объекте). Также МР-01 управляет насосами ГВС: с заданной периодичностью включает то основной, то резервный насос или прокручивает резервный, а кроме того, включает и выключает насос в соответствии с программой, учитывая рабочей и выходные дни недели.

В системах отопления МР-01 регулирует температуру теплоносителя в зависимости от таких факторов, как температура наружного воздуха (погодный компенсатор) или температура в помещении (пофасадное регулирование). Предусмотрена и функция контроля температуры в обратном трубопроводе, защиты системы отопления от замерзания. Как и в системе ГВС, регулятор может работать во время-температурном режиме управления, учитывающем дни недели и время суток, то есть понижать температуру в помещении ночью и в выходные дни, уменьшая таким образом натоп, а значит, и плату за отопление. Наконец, в системах отопления, как и в системе ГВС, регулятор температуры управляет насосами отопления: включает то основной насос, то резервный, периодически «прокручивает» резервный насос; включает и выключает насосы по датчику давления, датчику температуры, по программе.

В заключение отметим, что регулятор температуры снабжен хоро-



Рис. 2. Электронный блок регулятора температуры МР-01



Рис. 3. Запорно-регулирующий клапан КС с электрическим исполнительным механизмом МЭП

шей защитой. При перебоях в электропитании он автоматически сохраняет установленные параметры конфигурации, а его программное обеспечение защищено от несанкционированного вмешательства.

#### Запорно-регулирующие клапаны КС

Кроме насосов регулятор температуры МР-01 способен управлять регулирующими клапанами КС (рис. 3), которые так же, как и насосы, являются частью АСУ. Разработчик контроллера, НПО «Тепловизор», предлагает запорно-регулирующие клапаны КС, идеально подходящие для работы с МР-01, поскольку обеспечено полное согласование характеристик выходных цепей исполнительного механизма и электронного блока МР-01.

Клапаны КС служат в качестве запорно-регулирующей арматуры как в отопительных сетях, так

и в системах горячего водоснабжения. Они устанавливаются на трубопровод с помощью фланца и, получая от контроллера управляющий сигнал, автоматически открываются или закрываются. При этом клапаны КС снабжены ручным дублером управления на случай нештатной ситуации, например отсутствия питания их электропривода. Роль электропривода в клапанах КС играет электрический исполнительный механизм МЭП (рис. 3). Это устройство управляет клапаном, получая командные сигналы от регулятора температуры МР-01. Питание этих механизмов осуществляется переменным током частотой 50 Гц и напряжением ~230 В, потребляемая мощность – не более 10 В·А, масса – не более 2,3 кг. Рабочая температура – от -25 до +55 °С, относительная влажность – до 100 % (при температуре 30 °С).

Каждый клапан КС с электрическим исполнительным механизмом МЭП настраивается и проверяется на стационарном стендовом оборудовании НПО «Тепловизор», что гарантирует его высокое качество.

Специалисты НПО «Тепловизор», выпустившие тысячи приборов и осуществляющие сервисное обслуживание тысяч узлов учета, в том числе сторонних производителей, накопили богатый опыт и не только предлагают потребителю свои решения, но и дают консультации по вопросам внедрения эффективных методов теплоучета.

НПО «Тепловизор», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 730-4744,  
e-mail: mail@teplovizor.ru,  
сайт: www.teplovizor.ru

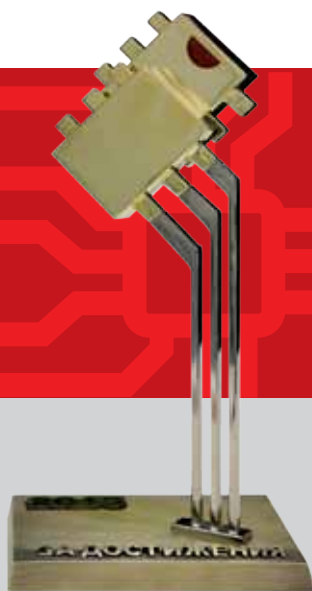
# ChipEXPO-2019

РОССИЯ | МОСКВА  
ЭКСПОЦЕНТР

▪ ЭЛЕКТРОНИКА ▪ КОМПОНЕНТЫ ▪ ОБОРУДОВАНИЕ ▪ ТЕХНОЛОГИИ

17-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ЭЛЕКТРОНИКИ

# 16.10-18.10



www.chipexpo.ru

#### ТЕМАТИЧЕСКИЕ ЭКСПОЗИЦИИ

- Экспозиция Департамента радиоэлектронной промышленности Минпромторга России «Участники Государственной программы «Развитие электронной и радиоэлектронной промышленности на 2013-2025 годы»
- Экспозиция участников конкурса на присуждение премии «Золотой Чип»
- Экспозиция «Испытания и контроль качества ЭКБ»
- Экспозиция «Новинки производителей электронных компонентов»
- Экспозиция «China electronics»
- Экспозиция предприятий Зеленограда [Корпорация развития Зеленограда]
- Экспозиция предприятий АО «Росэлектроника»



## Теплосчетчики ультразвуковые и общедомовые

Учет тепла, горячей воды в открытых и закрытых системах тепло- и водоснабжения

- + Сделано в России
- + Межповерочный интервал 6 лет
- + Различные интерфейсы передачи данных, открытый протокол обмена, ПО для считывания данных
- + Устойчивость к загрязненному теплоносителю, отсутствие вращающихся частей
- + Подходит для вертикальной установки
- + Автономное питание (в том числе датчиков давления)
- + Импульсные входы для подключения счетчиков воды и электросчетчиков
- + Измерение тепловой энергии и энергии охлаждения
- + Лучшая цена за счет отсутствия вычислителя и оптимизированной конструкции расходомера



Технические данные	Модели							
Тип датчика расхода	ультразвуковой							
ДУ	DN15	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65
Минимальный расход $q_{\min}$ , м <sup>3</sup> /ч	0,006	0,015	0,025	0,035	0,06	0,1	0,35	0,25
Номинальный расход $q_{\text{р}}$ , м <sup>3</sup> /ч	0,6	1,5	2,5	3,5	6	10	35	25
Максимальный расход $q_{\text{с}}$ , м <sup>3</sup> /ч	1,2	3,5	6	7	15	20	70	130
Стартовый расход, м <sup>3</sup> /ч	0,002	0,003	0,005	0,007	0,012	0,02	0,07	0,05
Количество датчиков давления, шт	2							
Потеря давления при $q_{\text{р}}$ , МПа	<0,025							
Метрологический класс (EN1434)	2							
Динамический диапазон измерения расхода $q_{\text{л}}/q_{\text{р}}$	1:100							
Номинальное давление, МПа	1,6							
Максимальная температура, °С	105, (150 по заказу)							
Диапазон измерения разности температур, °С	3—104							
Разница температур для начала счета энергии, °С	0,25							
Индикатор	ЖКИ, 8 цифр + спецсимволы							
Единицы измерения тепла	Гкал							
Интерфейсы считывания данных	импульсный выход (энергия), M-BUS, RS-485, радиоканал, Wireless M-Bus, «Пulsar - IoT», LoRaWAN							
Архив данных в энергонезависимой памяти	60 месяцев, 184 суток, 1488 часов							
Присоединительная резьба	G3/4B	G3/4B	G1B	G1 1/4B	G1 1/2B	G2B		
Длина, мм	110	110	130	160	180	200	220	260
Номер в Реестре средств измерений РФ	65782-16							

# Общедомовой теплосчетчик



Рассмотрены типы общедомовых счетчиков тепла, указаны их особенности и недостатки, что поможет заказчику сделать правильный выбор. Представлены ультразвуковые общедомовые теплосчетчики «Пульсар» для учета тепла и горячей воды в системах тепло- и водоснабжения открытого и закрытого типа. Перечислены их характеристики, особенности программного обеспечения. Показано, что в настоящее время общедомовые теплосчетчики «Пульсар» имеют наилучшее соотношение цены и качества.

ООО НПП «Теплодохран», г. Рязань

В 2009 году был принят закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», который обязывал собственников многоквартирных домов устанавливать устройства для измерения объема тепловой энергии во всей магистрали.

На рынке существует довольно большое количество различных моделей общедомовых теплосчетчиков отечественного и импортного производства. Все приборы можно разделить на несколько групп в зависимости от их конструктивных особенностей:

- ▶ тахометрический;
- ▶ электромагнитный;
- ▶ ультразвуковой.

У каждого типа есть свои особенности, длительность срока службы и ценовые границы. Все они будут справляться со своими непосредственными функциями по измерению объема тепловой энергии, но стоит обратить внимание на недостатки каждой группы.

У тахометрических моделей самая низкая стоимость, но довольно маленький срок службы и большой ряд ограничений по использованию. Высокая жесткость воды, ржавчина, окалина и накипь быстро выводят их из строя и влияют на точность измерений, поэтому в качестве общедомовых такие устройства применяют редко, в основном они служат для измерения энергии непосредственно

в квартирах, где условия эксплуатации менее жесткие, используются диаметры до Ду20.

Электромагнитные приборы вычисляют скорость жидкости в трубе, исходя из напряжения между электродами, которое создается при протекании жидкости. Как следует из способа измерения, любые железосодержащие примеси в воде могут сильно повлиять на конечный результат. Кроме того, оседание накипи на электродах приводит к дополнительной погрешности измерений.

К недостаткам ультразвукового прибора можно отнести чувствительность к прямым участкам.

В России, как правило, устанавливают электромагнитные приборы, хотя накоплен положительный опыт установки ультразвуковых счетчиков. В соседних странах (Китай, европей-

ские государства) чаще используются ультразвуковые счетчики. Такие устройства измеряют скорость прохождения ультразвукового сигнала через теплоноситель и на основе этих данных рассчитывают расход. При этом качество воды на показания теплосчетчика практически не влияет.

Особенности выбора и использования общедомовых теплосчетчиков можно рассмотреть на примере устройства «Пульсар» (рис. 1).

Основные характеристики теплосчетчика «Пульсар»:

- ▶ тип расходомера: ультразвуковой;
- ▶ условный проход (Ду): от 15 до 200 мм;
- ▶ минимальный расход  $q_i$ : от 0,006 до 2 м<sup>3</sup>/ч (зависит от модели);
- ▶ номинальный расход  $q_r$ : от 0,6 до 500 м<sup>3</sup>/ч (зависит от модели);
- ▶ максимальный расход  $q_s$ : от 1,2 до 1000 м<sup>3</sup>/ч (зависит от модели);
- ▶ стартовый расход: от 0,002 до 0,45 м<sup>3</sup>/ч (зависит от модели);
- ▶ два датчика давления;
- ▶ потеря давления при  $q_r$  не превышает 0,025 МПа;
- ▶ 2-й метрологический класс (EN1434);
- ▶ динамический диапазон измерения расхода  $q_i/q_r$ : 1:100;
- ▶ номинальное давление: 1,6 МПа;
- ▶ максимальная температура: 105 или 150 °С;
- ▶ жидкокристаллический экран отражает 8 цифр и спецсимволы;



Рис. 1. Общедомовой теплосчетчик «Пульсар»

- ▶ измерение тепла в Гкал;
- ▶ интерфейсы вывода данных: импульсный выход (энергия), M-Bus, RS-485, радиоканал, Wireless M-Bus, «Пульсар-IoT», LoRaWAN;
- ▶ архивирование данных в автономной памяти: 60 месяцев, 184 дня, 1488 часов;
- ▶ присоединение к трубопроводу: Ду15...Ду40 – резьбовое, Ду50...Ду200 – фланцевое;
- ▶ материал корпуса: Ду15...Ду40 – латунь, Ду50...Ду200 – чугун;
- ▶ длина: от 110 до 500 мм (зависит от модели);
- ▶ зарегистрирован в реестре средств измерений РФ под номером 65782-16.

Общедомовый теплосчетчик «Пульсар» применяется для учета тепла и горячей воды в системах тепло- и водоснабжения открытого и закрытого типа. Не боится загрязненного теплоносителя, что значительно увеличивает точность показаний в российских условиях, ведь при очень медленной замене магистральных металлических труб на трубы из ПВХ, ПНД и ПЭ и довольно устаревших коммуникациях в многоквартирных домах вода сильно загрязнена различными крупными и мелкими примесями. Теплосчетчик может быть установлен как вертикально, так и горизонтально. Автономная работа обеспечивается от встроенной литиевой батареи, в том числе и для исполнения с датчиками давления. Электросчетчики и счетчики воды подключаются через импульсные входы. Возможно применение счетчиков тепла в тупиковой системе горячего водоснабжения.

Немаловажным преимуществом является умеренная стоимость прибора, которая достигнута благодаря оптимизации конструкции теплосчетчика и отказу от отдельного блока – вычислителя. В качестве вычислителя используется электронный блок расхода.

Теплосчетчик «Пульсар» может быть оснащен несколькими интерфейсами передачи данных: импульсным, M-Bus, RS-485 и встроенным радиомодулем для беспроводной передачи данных по радиоканалу.

Счетчики оснащены интерфейсом RS-485, позволяющим организовывать удаленный сбор данных при помощи GSM-модема «Пульсар» (рис. 2) либо Ethernet-преобразователя «Пульсар». GSM-модем «Пуль-

сар» доступен для заказа как с внешним питанием, так и с питанием от встроенной литиевой батареи.

В комплекте с теплосчетчиками поставляется программное обеспечение, реализующее опрос различных приборов учета воды, тепла, электроэнергии, хранение данных в базе данных, просмотр данных через веб-интерфейс, формирование различных отчетов, выгрузку данных в расчетные программы.

Стоит отметить, что счетчики «Пульсар» поддерживаются наиболее распространенными программа-



Рис. 2. GSM-модем «Пульсар»

Таблица 1. Метрологические характеристики теплосчетчика «Пульсар»

Параметры	Значения
Допускаемые пределы относительной погрешности при измерении тепловой мощности для теплосчетчиков, %	$\pm (3+4 \cdot \Delta t \min / \Delta t + 0,02 \cdot q \text{ p/q})$
Допускаемые пределы относительной погрешности при измерении объема теплоносителя для теплосчетчиков, %	$\pm (2+0,02 \cdot q \text{ p/q})$ , но не более $\pm 5$
Рабочий диапазон измерений температуры для теплосчетчиков, °С:	от 1 до 105 или от 1 до 150 (в зависимости от модификации)
Допускаемые пределы абсолютной погрешности измерений температуры, °С	$\pm (0,6+0,004 \cdot t)$
Диапазон измерений разности температур для теплосчетчиков, К:	от 3 до 104 или от 3 до 149 (в зависимости от модификации)
Допускаемые пределы относительной погрешности датчиков температуры, %	$\pm (0,5+3 \cdot \Delta t \min / \Delta t)$
Допускаемые пределы относительной погрешности вычислителя, %	$\pm (0,5+\Delta t \min / \Delta t)$
Верхний предел измерений избыточного давления (для модификации «Пульсар УД»), МПа	2,5
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений избыточного давления (для модификации «Пульсар УД»), %	$\pm 2$
Допускаемые пределы относительной погрешности измерений для текущего времени, %	$\pm 0,05$
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6
Потеря давления при Q max, МПа, не более	0,025
Рабочие условия эксплуатации:	
• диапазон температуры окружающего воздуха (°С) при:	
а) эксплуатации	от +5 до +50
б) хранении	от -40 до +55
• диапазон относительной влажности воздуха, %	от 20 до 95
• диапазон атмосферного давления, кПа	от 61 до 106,7
Напряжение элемента питания постоянного тока, В	3,6
Срок службы элемента питания, лет, не менее	6
Характеристики радиомодуля:	
• полоса рабочих частот, МГц	от 433,075 до 434,479 (от 868,7 до 869,2)
• выходная мощность, мВт, не более	10 (25) мВт
Класс защиты по ГОСТ 14254-96	IP54
Срок службы, лет, не менее	12
Средняя наработка на отказ, ч., не менее	104 000

Примечание. Обозначения в таблице:

- q – измеренное значение объемного расхода теплоносителя, м<sup>3</sup>/ч;
- $\Delta t$  – измеренное значение разности температур прямого и обратного потоков теплоносителя, °С;
- t – измеренное значение температуры прямого или обратного потоков теплоносителя, °С.

ми сбора данных счетчиков энергоресурсов.

Программное обеспечение и настроечные параметры защищены от перезаписи. Пользователь не имеет доступа к ПО и никак не может повлиять на результаты измерений. Уровень защиты ПО и измерительной информации от преднамеренных и непреднамеренных изменений высокий в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Программное обеспечение теплосчетчика обрабатывает полученные данные, преобразует их, отображает значения на жидкокристаллическом экране и передает во внешние измерительные системы всеми доступными для устройства способами, выбранными при настройке. Позволяет проводить самодиагностику устройства для выявления возможных ошибок.

При работе теплосчетчиков «Пульсар» используется одна из стандартных формул расчета тепла (выбирается при заказе):

- ▶  $E = M1 (h1 - h2)$ ;
- ▶  $E = M1 (h1 - h2) + (M1 - M2) (h2 - hx)$ ;

▶  $E1 = M1 (h1 - h2)$ ,  $E2 = (M1 - M2) (h2 - hx)$ ;

▶  $E = M1 (h1 - hx)$ .

При подборе теплосчетчика важно учитывать метрологические характеристики.

Также при подборе теплосчетчика следует обратить внимание на межповерочный интервал. Ведь это значение имеет экономическое обоснование, так как каждая поверка счетчика в среднем составляет около 10% от его стоимости и чем чаще она будет проводиться, тем больших финансовых вложений потребует система. У некоторых приборов интервал поверки всего 2 года. Но у общедомового теплосчетчика «Пульсар» значенные поверки на данный момент самое большое – 6 лет.

Необходимо учитывать и условия эксплуатации теплосчетчика. Как правило, устройства располагают в подвальных помещениях с высокой влажностью, поэтому теплосчетчик должен иметь характеристики, соответствующие таким условиям, у него должен быть герметичный корпус, препятствующий проникновению влаги. Для

общедомового теплосчетчика «Пульсар» проводились специальные исследования, во время которых прибор помещали в климатическую камеру для проверки работы в экстремальных условиях. В результате проверки теплосчетчик сохранил необходимую функциональность и выдавал показания на дисплей без ошибок.

В настоящее время общедомовые теплосчетчики ультразвукового типа «Пульсар» имеют лучшее соотношение цены и качества. Использование общедомового теплосчетчика позволяет получать точные данные о реальном потреблении тепловой энергии, а главное, снижать расходы на оплату тепла. Таким образом, средства, потраченные на покупку, установку и поверку счетчика, удастся возместить в течение короткого срока.

ООО НПП «Тепловодохран», г. Рязань,  
тел.: +7 (4912) 240-270,  
e-mail: info@pulsarm.ru,  
сайты: www.teplovodokhran.ru,  
www.pulsarm.ru

**Специальные условия по промокоду** J120

**Приборы «Пульсар»** АКЦИЯ! за 20% от цены!



- Отзыв о работе прибора через 1 месяц после отгрузки прибора обязателен!
- В акции участвуют ограниченное количество приборов.
- По акции отгружается 1 экземпляр прибора.

\*Указанной в прайс-листе. Акция предназначена для клиентов, закупающих данные приборы впервые. Промокод действует для новых клиентов, закупающих оборудование впервые. В акции участвуют ультразвуковые теплосчетчики «Пульсар» Ду 15 – Ду 200, преобразователи M-Bus – RS-232 / Ethernet, датчики давления и GSM-модемы «Пульсар». Срок действия акции до 31.12.2019. Отгрузка приборов не осуществляется частным лицам. В акции участвует ограниченное количество приборов.



Компетентность  
Качество  
Комплектность

Энергосбережение  
Энергоэффективность  
Энергоперспектива



## ТЕПЛОСМАРТ *читайте на стр. 69-73*

современный интеллектуальный ультразвуковой теплосчетчик

- Измерение тепловой энергии и энергии охлаждения.
- Отсутствие подвижных деталей.
- Высокая чувствительность и стабильность измерений.
- ЖКИ дисплей.
- Интерфейсы передачи данных: RS-485, оптический.
- Импульсные входы для подключения счетчиков воды (под заказ).
- Адаптирован для применения в составе систем диспетчеризации энергопотребления.
- Межповерочный интервал 6 лет.

**Передовая продукция для учета, регулирования и диспетчеризации коммунальных энергоресурсов.**

Теплосчетчики



Регуляторы тепловой энергии



АСКУРДЭ

Автоматизированная система коммерческого учета, регулирования и диспетчеризации энергопотребления



Расходомеры жидкости



Клапаны запорно-регулирующие



Энергоконтроллер «ЭНЕРГИЯ 33»



**Официальный дилер:**

ООО «НПФ «РАСКО» / [rasco.ru](http://rasco.ru)  
г. Москва, ул. Митинская, д. 12  
+7 (495) 970 16 83 (многоканальный)  
[info@rasco.ru](mailto:info@rasco.ru)

**Изготовитель:**

АО «ЭСКО 33» / [www.esco3e.ru](http://www.esco3e.ru)  
гг. Москва, ул. Водников, д. 2, стр. 4  
+7 (499) 500-02-16/17; +7 (499) 929-82-35/36  
[info@esco3e.ru](mailto:info@esco3e.ru)

# Новый ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ и комплексная система диспетчеризации с его применением



В статье представлено решение для поквартирного учета тепла: ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ. Показаны преимущества ультразвуковой технологии. Охарактеризованы особенности автоматизированной информационно-измерительной системы АСКУРДЭ, в составе которой может работать теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ.

ООО «НПФ «РАСКО», г. Москва  
АО «ЭСКО 3Э», г. Москва

Вопрос о введении поквартирного учета теплоснабжения стоит давно. Правовой основой для его решения является Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Согласно п. 7 статьи 13 данного закона «...многоквартирные дома, вводимые в эксплуатацию с 1 января 2012 года, после осуществления строительства, реконструкции должны быть оснащены <...> индивидуальными приборами учета используемой тепловой энергии...». При этом до 1 января 2019 года собственники объектов «...обязаны обеспечить оснащение таких объектов приборами учета используемой тепловой энергии...» [1].

Казалась бы, есть простое решение — установить теплосчетчик в каждую квартиру. Однако в домах с вертикальной разводкой теплоносителя идея о том, что надо установить датчики температуры и расходомер на стояке в каждой комнате квартиры, не нашла практического воплощения, прежде всего по экономическим причинам. Попытка решить эту проблему с применением индикаторов — распределителей тепла, устанавливаемых на отопительных приборах, также натолкнулась на ряд трудностей. Основ-

ными из них являются несовершенство и противоречивость нормативной базы, высокие затраты на приобретение и сервис, необходимость проведения вручную трудоемких расчетов теплоснабжения, отсутствие программного обеспечения для начисления платежей [2]. Основой для решения данной проблемы стали проектные решения, предусматривающие учет расхода тепла на отопление с помощью поквартирных теплосчетчиков, устанавливаемых в горизонтальных системах отопления.

В настоящее время для учета тепловой энергии в бытовом секторе предлагается достаточно широкий выбор теплосчетчиков как импортного, так и отечественного производства, использующих для измерения расхода теплоносителя крыльчатые (тахометрические) и ультразвуковые расходомеры и различающихся сто-

имостью, способами представления информации и передачи данных и другими конструктивными особенностями. Среди отечественных следует отметить приборы производства ООО «ИВК-САЯНЫ», ООО НПФ «ТЕПЛОДОХОРАН», ООО НПО «КАРАТ», среди импортных — теплосчетчики таких фирм, как Kamstrup и Danfoss (Дания), Landis+Gyr (Германия), APATOR POWOGAZ S.A. (Польша) и др.

Однако несмотря на широкий спектр предлагаемых теплосчетчиков, у проектных и эксплуатирующих организаций, а также конечных потребителей остается вопрос: какой теплосчетчик лучше — на основе тахометрического расходомера или ультразвукового? (Далее для сокращения назовем первый крыльчатым теплосчетчиком, а второй — ультразвуковым). Для ответа на данный во-

Таблица 1. Сравнение характеристик крыльчатого и ультразвукового теплосчетчиков

Критерий оценки	Ультразвуковой	Крыльчатый
Точность измерений	+	-
Стабильность метрологических характеристик	+	-
Срок службы	+	-
Стоимость	-	+
Эксплуатационные расходы	+	-
Подверженность несанкционированной остановке	+	-

Примечание: знак «+» означает положительное качество, знак «-» — отрицательное.

прос сравним характеристики первого и второго теплосчетчиков по таким критериям, как точность измерений, стабильность метрологических характеристик, срок службы, стоимость, эксплуатационные затраты и некоторым другим признакам, перечисленным в табл. 1.

Анализ представленной в таблице информации позволяет вполне обоснованно констатировать, что по совокупности технических характеристик и эксплуатационных показателей ультразвуковые теплосчетчики имеют по сравнению с крыльчатками ряд существенных преимуществ. Прежде всего это высокая чувствительность и точность измерений. Несмотря на то что оба расходомера используют скоростной принцип измерения расхода, в крыльчатом расходомере измерение осуществляется за счет механического преобразования скорости потока в расход с помощью крыльчатки, вращающейся в потоке, магнитной передачи и механического редуктора. Это изначально предполагает, что для начала работы расходомера необходимо преодолеть порог чувствительности, определяемый силами трения качения/скольжения в опорах и механическом редукторе. Наиболее сильно это проявляется на малых нагрузках, в условиях эффективной работы балансировочной и термостатической арматуры, стремящейся с целью энергосбережения максимально снизить расход теплоносителя. Некорректная работа крыльчатого расходомера и тем более его останов могут привести к выходу его метрологических характеристик за допустимые пределы и, как следствие, к разбалансу показаний по домовому и квартирным приборам учета тепла. В ультразвуковом расходомере скорость потока определяется прямым измерением времени распространения ультразвуковой волны между излучателем и приемником в прямом и обратном потоке направлениях, что и определяет его более низкий порог чувствительности и высокую точность измерения расхода.

В процессе эксплуатации на работу крыльчатого расходомера влияют внешние факторы и качество теплоносителя. Скачки давления, гидроудары, образование накипи на поверхности лопаток крыльчатки и корпуса могут не только увеличить погрешность измерений, но и привести к поломке

крыльчатого расходомера в целом. Низкое качество подготовки теплоносителя может привести к загрязнению подшипников крыльчатки, а отложения окислов железа на магнитной муфте и подвижных деталях — к увеличению трения и износу механических частей. Все это отрицательно влияет на точность и временную стабильность метрологических характеристик. Соответственно возникает необходимость более частых проверок, ремонта и технического обслуживания крыльчатых теплосчетчиков, что не только значительно снижает достоверность измерений и увеличивает эксплуатационные расходы, но и влечет за собой дополнительные неудобства для конечных потребителей, связанные с необходимостью более частого демонтажа приборов.

Несколько более низкая стоимость крыльчатых теплосчетчиков на начальном этапе послужила основной причиной для их более широкого распространения. Однако покупка теплосчетчика — это разовые затраты. Но если рассматривать затраты в совокупности, то отмеченная выше необходимость проведения ремонта, замены или внеочередной поверки крыльчатых теплосчетчиков показывает эффективность применения ультразвуковых теплосчетчиков и с экономической точки зрения.

Следует отметить еще один важный момент. Наличие магнитной пе-

редачи в крыльчатом теплосчетчике предполагает возможность влияния на его работу магнитами (такими «предложениями» пестрит интернет), вплоть до полного останова.

Результатом проведенного анализа, помноженного на многолетний опыт разработки приборов учета воды и тепла, стал новый интеллектуальный ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ, специально предназначенный для поквартирного учета тепла, а также учета тепла в индивидуальных и малоквартирных домах (таунхаусах). Прибор разработан в рамках совместного проекта, реализованного двумя компаниями: ООО «НПФ «РАСКО», более 20 лет специализирующегося на разработке и комплектных поставках энергосберегающих приборов и оборудования, и АО «ЭСКО ЗЭ», одного из ведущих предприятий по разработке и производству приборов коммерческого учета.

Теплосчетчик состоит из ультразвукового преобразователя расхода, тепловычислителя и пары платиновых термопреобразователей сопротивления. Внешний вид прибора показан на рис. 1, технические характеристики приведены в табл. 2.

Теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ имеет энергонезависимую память, в которой регистрируются значения тепловой энергии в Гкал, параметры теплопотребления, средние температуры и объем теплоносителя за интер-



Рис. 1. Ультразвуковой теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ

Таблица 2. Технические характеристики ультразвукового теплосчетчика ТЕПЛОСМАРТ

Характеристики	Реализация				
Диаметр условного прохода, DN	15	20	25	32	40
Минимальный расход $q_i$ , м <sup>3</sup> /ч	0,012	0,05	0,07	0,12	0,2
Номинальный расход $q_n$ , м <sup>3</sup> /ч	0,15	2,5	3,5	6	10
Максимальный расход $q_s$ , м <sup>3</sup> /ч	1,5	5	7	12	20
Строительная длина, мм	110	130	160	180	200
Присоединительная резьба	G3/4	G1	G1 1/4	G1 1/2	G2
Динамический диапазон измерения расхода	1:100				
Потеря давления при $q_n$ , МПа, не более	0,025				
Метрологический класс	1 или 2				
Максимальное рабочее давление, МПа	1,6				
Диапазон измерений температуры, °С	От 1 до 105 (от 1 до 130*)				
Диапазон измерений разности температур, $\Delta t$ , °С	От 3 до 104 (от 3 до 129*)				
Класс защиты по ГОСТ 14254	IP 67				
Дисплей ЖКИ, разрядность	8 цифр + символы				
Импульсные входы	4				
Типы интерфейса	RS-485, оптический				
Напряжение питания литиевой батареи, В	3,6 ± 0,1				
Срок службы элемента питания, лет, не менее	6				
Средний срок службы, лет, не менее	12				

\* По заказу.

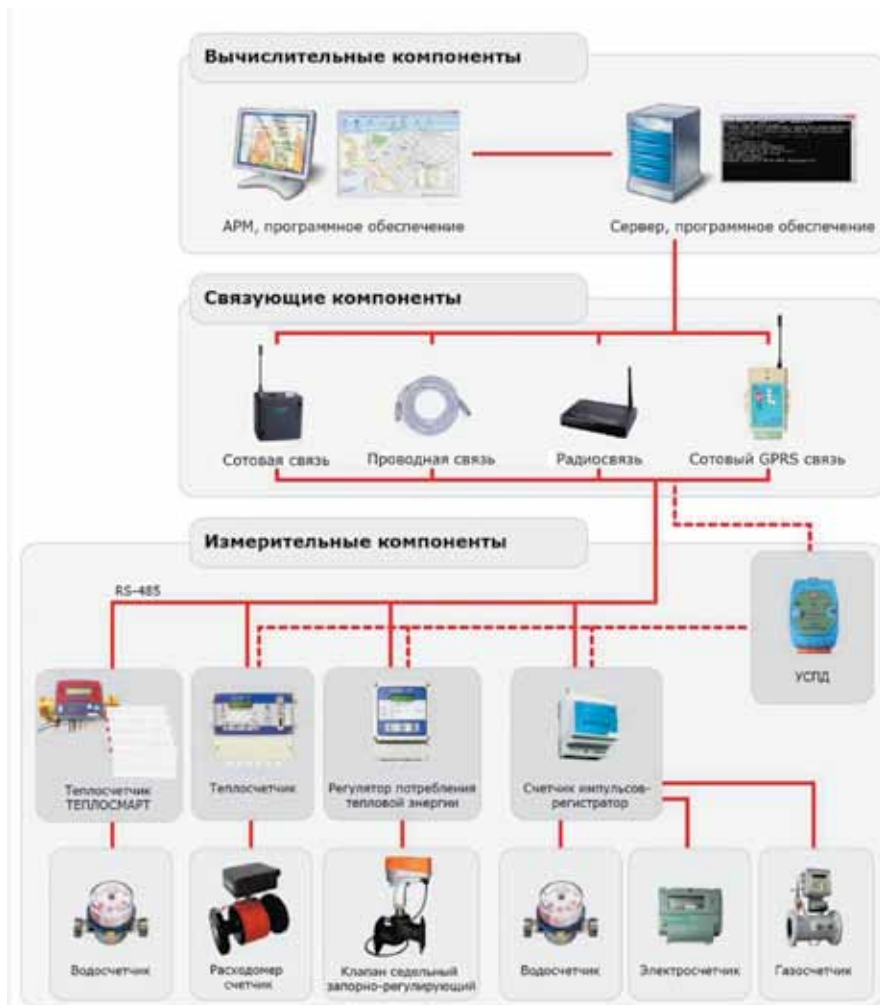


Рис. 2. Автоматизированная информационно-измерительная система АСКУРДЭ

вал времени. Емкость часового архива теплосчетчика – не менее 60 суток; суточного – 6 месяцев, месячного (итоговые значения) – 3 лет. В энергонезависимой памяти сохраняется журнал событий, содержащий информацию об ошибках, возникающих в процессе работы и изменения настроечных параметров. Дополнительно предусмотрены импульсные входы для подключения до 4 счетчиков холодной и горячей воды, что позволяет с помощью одного прибора обеспечить в каждой квартире комплексный учет не только тепла, но и объема потребляемой холодной и горячей воды. Теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ может устанавливаться горизонтально или вертикально как на подающем, так и на обратном трубопроводе.

Прибор зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под номером № 71695-18. Межповерочный интервал – 6 лет.

Теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ может поставляться в комплекте с программным обеспечением, предназначенным для работы в составе системы автоматизированной информационно-измерительной АСКУРДЭ [3].

Комплексная диспетчеризация объектов (жилых домов и объектов социальной сферы) – одно из самых востребованных направлений развития информационного обеспечения в отрасли ЖКХ. Зачастую для разнородных энергоресурсов и разных уровней учета создаются отдельные системы, не раскрывающие потенциал всех возможностей использования. Это приводит к тому, что около четверти объема коммунальных ресурсов (тепла, воды, электроэнергии) используется неэффективно, а поиск причин потерь и оптимизации потребления крайне трудоемок. Поэтому сегодня уже недостаточно просто вести учет потребленных коммунальных ресурсов – необходимо комплексное решение.

Данное комплексное решение не только позволяет осуществлять квартирный учет потребляемого тепла и воды на базе теплосчетчика ТЕПЛОСМАРТ, но и дает возможность создания оператора учета, обеспечивающего реализацию таких функций, как:

- ▶ интеграция коммерческого учета всех видов подаваемых в дом коммунальных энергоресурсов, включая

тепловую энергию, холодную воду, электроэнергию и газ, а также взаимосвязь общедомового и индивидуального уровней учета;

- ▶ масштабируемость системы как в рамках большого города, нескольких регионов, так и в рамках управляющих компаний и ТСЖ;

- ▶ объединение систем в целях автоматизированного получения данных для биллинговых и аналитических систем верхнего уровня, включая Государственную информационную систему.

Работа АСКУРДЭ поясняется схемой, приведенной на рис. 2.

На первом (нижнем) уровне системы располагаются приборы учета всех видов энергоресурсов: тепловой энергии и параметров энергоносителя, объема холодной и горячей воды, количества и параметров электроэнергии, объема и параметров газа. Производится непрерывный контроль работы систем и оповещение о нештатных ситуациях. Также осуществляется автоматическое управление отпуском тепловой энергии и горячей воды (регулирование).

На втором уровне (среднем) показаны связующие компоненты, осуществляющие преобразование и пе-

редачу информации по различным каналам связи на верхний, третий, уровень. Их гибкое использование обеспечивает передачу данных о потреблении и управление в непрерывном режиме. Выбор стандарта GPRS-интернет, Ethernet при использовании сотовой связи позволяет организовать круглосуточный доступ к показаниям всех приборов на узлах учета одновременно. При этом расходы на связь зависят только от объема передаваемых данных, а не от продолжительности связи.

На третьем уровне размещены сервер и автоматизированные рабочие места с установленным программным обеспечением. Программное обеспечение автоматизированной системы организует получение, обработку и хранение данных о потреблении от приборов учета, мониторинг мгновенных показателей, а также управление параметрами регулирования.

Контролировать и оптимизировать работу системы в целом позволяют специальные функции:

- ▶ географические карты и мнемосхемы;
- ▶ анализ качества и перерыва поставки;
- ▶ баланс потребления;

- ▶ контроль нештатных ситуаций и аварий.

Реализуется передача в систему биллинга данных о потреблении и для перерасчета при недопоставке или некачественном ресурсе.

Прозрачность, обеспечиваемая системой АСКУРДЭ и устраняющая такие проявления человеческого фактора, как обман или ошибка, сочетается с выполнением следующих задач автоматизации:

- ▶ коммерческий учет и регулирование по всем видам коммунальных ресурсов;

- ▶ анализ качества потребляемых ресурсов, что дает возможность своевременно, в режиме онлайн, выявлять отклонения по качеству, уменьшая потери и улучшая взаимосвязь между участниками энергопотребления;

- ▶ контроль баланса потребления между поставщиками и потребителями и между различными уровнями общедомового и суммарного индивидуального учета;

- ▶ выявление потерь из-за утечки и хищений;

- ▶ оповещение о нештатных ситуациях на объектах учета, что обеспечивает своевременную реакцию на чрезвычайные ситуации и позволяет



Рис. 3. Структура организации автоматизированного учета, расчета и начисления платежей при фактическом учете энергоресурсов

избежать больших технических проблем и финансовых убытков;

- ▶ круглосуточный доступ ко всем объектам учета одновременно при эксплуатационных затратах только за объем передаваемых данных;

- ▶ контроль работы приборов учета у потребителя с точки зрения коммерческого учета и фальсификации.

Система АСКУРДЭ имеет сертификат об утверждении типа средств измерений № 47131 и свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2011617746, защищена патентом на полезную модель № 83829.

На рис. 3 приведена структура автоматизированного учета, расчета и начисления платежей в ЖКХ с применением системы АСКУРДЭ. Показания домовых приборов коммерческого учета потребляемых энергоресурсов, а также квартирных тепло- и водосчетчиков передаются по каналам информационной связи в диспетчерский центр, где осуществляется обработка результатов измерений, регулирование параметров тепловой энергии, автоматизированный сбор и контроль качества энергоресурсов и дальнейшая передача в биллинговый центр для начисления платежей. В биллинговом центре формируется база данных для ведения лицевого счета, выполнения расчетов по фактическому потреблению, приема и учета платежей населения в режиме реального времени,

формирования финансовой и статистической отчетности.

Резюмируя изложенное, можно выделить ряд конструктивных особенностей ультразвукового теплосчетчика ТЕПЛОСМАРТ. Эти характеристики позволяют рассматривать его в качестве одного из наиболее перспективных приборов как для организации непосредственно поквартирного учета тепла в многоквартирных домах (или подомового учета в многоквартирных домах), так и для построения на базе данных приборов и системы АСКУРДЭ комплексных, многоуровневых систем диспетчеризации и биллинга. Перечислим данные особенности:

- ▶ отсутствие подвижных деталей;
- ▶ высокая чувствительность и стабильность метрологических характеристик;

- ▶ импульсные входы для подключения до 4 счетчиков воды;

- ▶ интерфейсы передачи данных: RS-485, оптический;

- ▶ межповерочный интервал 6 лет;

- ▶ удобная интеграция с системами диспетчеризации.

#### Основные выводы

- ▶ Предложен новый интеллектуальный теплосчетчик ТЕПЛОСМАРТ, адаптированный к работе в составе автоматизированной информационно-измерительной системы АСКУРДЭ.

- ▶ Эффективность системы АСКУРДЭ подтверждена опытом эксплуатации более чем на 120000 объектов в 35 регионах России.

- ▶ Предлагаемое решение может быть принято в качестве основного при оснащении строящихся и реконструируемых домов приборами как индивидуального, так и общедомового коммерческого учета энергоресурсов.

#### Литература

1. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // «Законы, кодексы и нормативно-правовые акты в Российской Федерации»: [сайт]. URL: <https://legalacts.ru/doc/FZ-ob-jenergoberezenii-i-o-povyshenii-jenergeticheskoj-jeffektivnosti-i-o-vnesenii-izmenenij-v-otdelnye-zakonodatelnye-akty-Rossijskoj-Federacii/> (дата обращения: 24.06.2019).

2. Никитина С. Индивидуальный учет тепла: практика применения // РосТепло.ру – Информационная система по теплоснабжению: [сайт]. URL: [https://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2924](https://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2924) (дата обращения: 24.06.2019).

3. Воплощай очевидное – ЭСКО 3Э [Электронный ресурс] / Рекламный буклет ЗАО «ЭСКО 3Э». 2018. URL: [http://www.eep.kz/upload/files/prezentacia\\_bashkin.pdf](http://www.eep.kz/upload/files/prezentacia_bashkin.pdf) (дата обращения: 24.06.2019).

Е. Л. Апарин, к. т. н., заместитель генерального директора, ООО «НПФ «РАСКО», г. Москва, тел.: +7 (495) 970-1683; e-mail: [info@pako.ru](mailto:info@pako.ru), сайт: [pako.ru](http://pako.ru)

С. А. Климович, начальник службы сервиса и автоматизированных систем, АО «ЭСКО 3Э», г. Москва, тел.: +7 (499) 500-0217; e-mail: [info@esco3e.ru](mailto:info@esco3e.ru), сайт: [esco3e.ru](http://esco3e.ru)

Яндекс  Дзен

Лента

Подписки

Каналы

Скачать приложение


## Журнал "ИСУП"

Журнал "ИСУП"  
Официальный печатный журнал

2025 подписчиков

ПОДПИСАТЬСЯ

Промышленная автоматизация, энергетика, КИПА, датчики, промышленные компьютеры, РЗА, противоаварийная защита, контроллеры, светотехника, метрология, АСКУЭ, ИБП

 ВКонтакте

 Facebook

| Время подписаться

| [zen.yandex.ru/isup](http://zen.yandex.ru/isup)

# Играть светом как по нотам



С системой управления наружным освещением от светотехнического завода «ФЕРЕКС» свет на вашей улице зазвучит по-новому. Статья посвящена новой системе управления освещением MANLUX, обеспечивающей индивидуальное и точное управление светильниками и имеющей низкую себестоимость.

000 «ТД «Ферекс», с. Столбище Лаишевского р-на,  
Республика Татарстан

## Композитор и автор

Идея разработки новой автоматизированной системы управления наружным освещением (АСУНО) появилась не случайно. «АСУНО существует довольно много, но все они находятся примерно в одном ценовом диапазоне. Рынок давно ждал доступное решение. Поэтому перед нашим отделом поставили цель – разработать автоматизированную систему с фокусом на низкой себестоимости», – сообщили в конструкторском бюро светотехнического завода «ФЕРЕКС».

Роль композитора новой системы MANLUX<sup>1</sup> была отведена специалистам Казанского государственного энергетического института. Но написана «музыка» была на «слова» инженеров-разработчиков ООО «ТД «ФЕРЕКС»: по их техническому заданию, основанному на проведенных исследованиях и накопившихся за несколько лет запросах клиентов.

## Дирижер

MANLUX – новая современная система, филигранно управляющая светом. MANLUX может работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. В первом случае можно составить план «гастролей» на год вперед, то есть задать определенный сценарий освещения на продолжительное время. Например, график включения/выключения с возможностью корректировки. В ручном режиме дирижерская палочка достается оператору, который может управлять как группой осветительных приборов, так и каждым светильником

в отдельности. Операторский интерфейс интуитивно логичен и понятен.

Основные задачи MANLUX как дирижера светового оркестра – это экономия энергии, автоматическое управление светильниками и повышение надежности работы системы освещения.

Вопрос экономии ресурсов и снижения затрат на электроэнергию сегодня имеет федеральный масштаб. При этом не только городские администрации, но и частные предприятия все чаще стремятся оптимизировать свои расходы, применяя энергосберегающие технологии. Установка высокоэффективных светодиодных светильников «ФЕРЕКС» позволит в несколько раз сократить энергопотребление, а их подключение к системе MANLUX даст возможность потреблять столько мощности, сколько необходимо в конкретной ситуации (время суток, погодные условия). Так, в туман MANLUX увеличивает освещенность, а при ярком свете луны снижает. За это отвечает функция диммирования – регулировки яркости светового потока светильника.

У MANLUX доступны следующие режимы диммирования:

- ▶ по расписанию;
- ▶ по закатам и рассветам плюс в соответствии с алгоритмами коррекции естественного снижения освещенности после заката и естественного повышения освещенности перед рассветом;
- ▶ по данным фактической освещенности, получаемым с датчиков;
- ▶ по данным фактического потока транспорта, получаемым с датчиков и внешних систем;
- ▶ коррекция первичного пересвета для компенсации деградации светодиодных модулей.

Стоит отметить, что функция диммирования реализуема только с применением светодиодного оборудования, поскольку другие источники света не имеют таких «настроек».

Следующая значимая задача, которую решает MANLUX, – контроль работы оборудования, диагностика работоспособности светильников, в том числе отслеживание неисправностей в автоматическом режиме, формирование журнала событий. Система корректно обрабатывает отказы на разных участках, дает возможность оценить работоспособность светильников по линиям или индивидуально, обеспечивает инвентаризацию и контроль выполнения работ (обслуживания). Обычно для проверки светильников обслуживающая организация периодически совершает поездки, осматривая каждую линию. С АСУНО MANLUX информация о работе оборудования поступает мгновенно и в автоматическом режиме. Это позволяет быстро, без привлечения ревизионных бригад, установить причину выхода светильников из строя и оперативно провести точечный ремонт.

## Главные партии исполняют

Организационно система АСУНО MANLUX построена по иерархическому принципу (рис. 1). Нижний уровень системы – это осветительное оборудование (светодиодные светильники), а также устройства управления освещением (УУС). Базовые станции (БС) располагаются на среднем уровне. Программы пользователя – верхний уровень системы.

Устройства верхнего уровня обеспечивают человеко-машинный интерфейс для контроля состояния и управления оборудованием, а также осуществляют обработку и хранение

<sup>1</sup> MANLUX – некоммерческое название АСУНО от светотехнического завода «ФЕРЕКС».

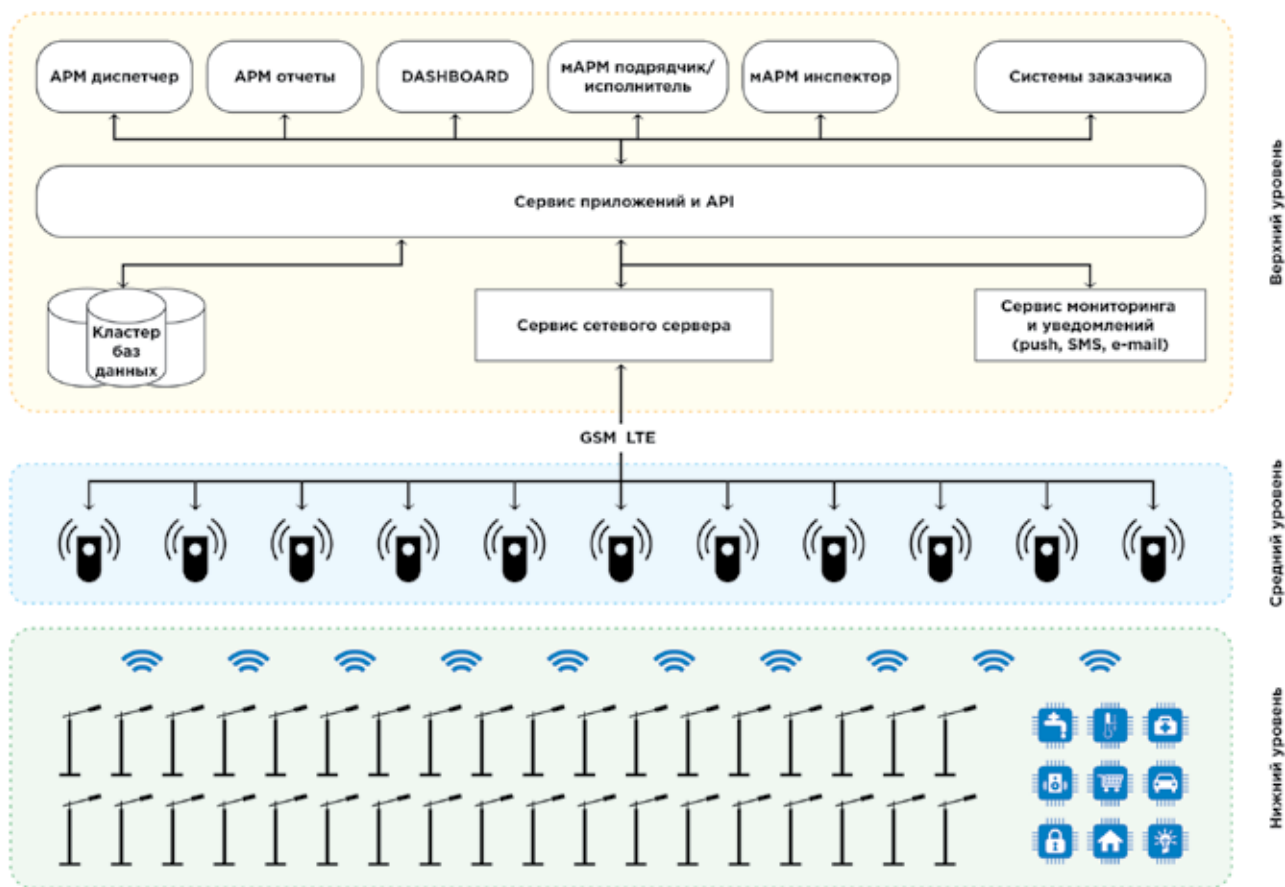


Рис. 1. Уровни АСУНО MANLUX

ние данных. Верхний уровень передает индивидуальную или групповую команду на базовую станцию по интернету / GSM-каналу, используя сетевой сервер.

Основные функции базовой станции: обслуживание до 4000 модулей; синхронизация времени часов модуля со временем базовой станции; включение, выключение и регулировка яркости светильников; запись, удаление сценариев освещения; контроль состояния модулей и пр.

Оборудование нижнего уровня располагается в удаленных шкафах управления освещением, передающих и принимающих команды с сервера.

Для управления драйверами светильников по радиоканалу и осуществления контроля состояния оборудования предназначены модули. Помимо стандартных функций по выполнению команд управления, передачи информации о состоянии модуля на базовую станцию, обнаружению и сигнализации неисправностей, модули могут (опционально) измерять потребляемую мощность и температуру, управлять нагрузкой и определять геопозицию.



Рис. 2. Светодиодный светильник FLA 04-140-50 WL

Доступна также расширенная версия MANLUX+ с предустановленной системой отключения 220 В, возможностью управления по протоколу DALI и подключения внешних датчиков или исполнительных устройств.

Все «инструменты» АСУНО MANLUX настроены на работу в диапазоне напряжения питания 100–300 В, защищены от 380 В (до 48 часов), работают при температуре от –40 до +50 °С.

#### Музыканты

Модули АСУНО MANLUX устанавливаются в светодиодные светильники «ФЕРЕКС» серий FSL, FLA и ДКУ (рис. 2). Светильники укомплектованы универсальными разъемами NEMA, которые позволяют выполнять монтаж любого датчика под конкретные цели и задачи непосредственно на месте установки, а не

на производственной площадке, что значительно упрощает, ускоряет и удешевляет процесс установки. Благодаря этой конструктивной особенности можно выполнять сервисное обслуживание или менять датчики, не отключая светильник от сети электроснабжения и не снимая его с опоры.

Вместе энергоэффективные светодиодные светильники «ФЕРЕКС» и АСУНО MANLUX позволят дать световой концерт с максимальным экономическим эффектом и создать комфортную и безопасную среду.

Материал предоставлен специалистами отдела маркетинга и конструкторского бюро № 2, ООО «ТД «Ферекс», с. Столбище Лаишевского р-на, Республика Татарстан, тел.: +7 (800) 500-0916, +7 (843) 784-10-13, e-mail: office@fereks.ru, сайт: fereks.ru

Управление процессом. ПТК "АРГО: Энергоресурсы" имеет встроенные механизмы воздействия на процессы энергопотребления. Для демонстрации этих возможностей приведем ряд конкретных технических решений:

От учета к энергосбережению

### Лимитирование потребления электроэнергии

- воздействие на исполнительные механизмы: УЗО, расцепитель, контактор;
- использование встроенной логики электросчетчика (через телеметрический выход, встроенное реле, специализированный выход);
- возможность лимитирования мощности и энергии (система с предоплатой).



### Управление освещением

- введение энергосберегающего режима - "ночное освещение";
- работа в автоматическом, дистанционном и ручном режимах;
- диагностика технического состояния осветительных приборов и осветительной линии;
- бонус - функция автоматизированного учета электроэнергии;
- адресное диммирование осветительных приборов.



### Погодозависимое тепло-регулирование

- исключение перетопов;
- возможность использования традиционной двухтрубной системы центрального отопления с гидравлическим элеваторм;
- возможность поквартирного учета теплоснабжения при вертикальной разводке;
- интеграция в единую систему учета и управления энергоресурсами.



### Лимитирование потребления воды

- автоматизированная защита от протечек;
- ограничение водопотребления неплательщикам;
- дистанционное (с пульта диспетчера) открытие/закрытие шаровых кранов;
- построение системы на автономных радиомодулях.



ООО НТЦ "Арго"  
153002, г.Иваново,  
ул. Комсомольская, д.26  
т/ф (4932) 93-71-71, 41-70-04,  
41-69-13, 42-12-94

post@argoivanovo.ru  
www.argoivanovo.ru

*Ураги Вам в доброту деле!*



# АСУНО от простого к сложному



В статье представлены решения для автоматизации управления освещением на базе ПТК «Арго: Энергоресурсы». Модификации Lite, Medium, PRO и Meter обеспечивают традиционное включение/выключение линий. А радиоконтроллер АКМ-4 реализует индивидуальный режим диммирования и удаленный контроль светильников.

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново

## АСУНО

Энергосервис по модернизации наружного освещения стремительно набирает обороты. Требованием заказчиков часто становится создание АСУНО/АСКУЭ для контроля энергопотребления, повышения наблюдаемости и безаварийности. В энергосервисе участвуют как региональные центры, так и малые населенные пункты (10–50 тыс. человек). Исходные данные, требования и бюджеты совершенно разные. Поэтому сильным преимуществом интегратора является оптимизация (читай – экономия) АСУНО с помощью разного оборудования и подходов.

НТЦ «АРГО» из г. Иваново предлагает несколько вариантов построения АСУНО на базе ПТК «Арго: Энергоресурсы»: Lite, Medium, PRO и Meter. Любую из этих модификаций ПТК «АРГО: Энергоресурсы» наделяет важнейшей особенностью – инвариантностью к приборам учета. Счетчики электроэнергии, тепла, газа, воды, средств автоматизации (всего более 300 типов!) могут работать в одной системе. Их полный перечень указан на сайте компании: [www.argoivanovo.ru](http://www.argoivanovo.ru). Для всех вариантов АСУНО выполняется:

- ▶ автоматическая выгрузка XML/XLS/CSV-макетов в бытовую компанию по расписанию с помощью программного модуля Smart Reporter;
- ▶ поддержка единого времени в системе;
- ▶ термостабилизация сим-карты.

Кроме того, годовое расписание включения/выключения записано в оборудовании и выполняется автоматически независимо от связи с центральным сервером.

**Модификация Lite.** Центральный элемент системы – контроллер МУР 1001.8 CML TLT со встроенным GSM-модемом. Используется в 3-фазных ШУНО в сочетании со

счетчиками электроэнергии разных производителей. На борту интерфейса RS-485, два реле и опционально до 10 дискретных входов.

**Модификация Medium** выполняет более широкий ряд функций. Она построена на базе модема-регистратора МУР 1001.9 GSM/R модификации «АСУНО» и совмещает в одном корпусе УСПД и модем. Модем-регистратор снабжен двумя сим-картами и может формировать базу данных, фиксируя в ней все изменения состояния линий управления и контроля, а также события (отключение питания, изменение режимов работы и пр.). Размер базы данных можно настраивать.

Кроме того, обеспечена следующая функциональность:

- ▶ автоматическая коррекция встроенных часов от сети оператора сотовой связи;
- ▶ возможность организации обмена данными с верхним уровнем (компьютером или сервером) по инициативе как устройства (рассылка), так и верхнего уровня;
- ▶ посылка оповещения при пропадании основного питания (в модификации с батареей резервного питания);
- ▶ имеется возможность установить устройство охранной (пожарной) сигнализации.

Система **модификации PRO** строится на основе регистратора МУР-1001.2 RC8M/RCS/TSM, который позволяет реализовать максимальные для АСУНО функциональные возможности. Во-первых, такая система выполняет все функции двух первых модификаций – Lite и Medium. Во-вторых, регистратор позволяет проводить анализ событий и настраивать решающие правила для оперативного управления и контроля, то есть выполнять те операции, которые в системах других модификаций осу-

ществимы только с помощью компьютера. На сайте компании НТЦ «АРГО» перечислены все функции, которые производитель может реализовать в АСУНО PRO по запросу заказчика.

**Модификация Meter** – перспективное решение компании «АРГО». Конструктивно вся АСУНО Meter заключена в корпус счетчика SmartOn EE1 (рис. 1). Благодаря модульной конструкции в счетчик можно встраивать различные интерфейсы (обычно GSM), кроме того, в нем же находится контроллер АСУНО и отключающее реле до 100 А. Такая АСУНО представляет собой элегантное и оптимальное решение для 1-фазных пунктов включения, распространенных в малых городах.

Остановимся подробнее на интерфейсах счетчика. Он оборудован оптопортом и 1–2 независимыми каналами, которым можно задать любую конфигурацию: RS-485, RS-232, RMA, GSM/GPRS, PLC, Wi-Fi, Bluetooth, Ethernet, LoRa. Возможно использование протоколов: DLMS/COSEM/СПОДЭС, Modbus RTU, BIN2, МЭК 60870-5-104. Несмотря на то что счетчик однофазный, он сохраняет работоспособность при напряжении до 380 В.



Рис. 1. Электросчетчик SmartOn EE1

Планируется расширенная версия АСУНО Meter, реализующая работу с модулями RF/LoRa, с помощью которых осуществляется индивидуальное управление светильниками. На данный момент АСУНО Meter от компании «АРГО» по соотношению «цена/функциональность» является наиболее привлекательным решением для однофазных ШУНО на рынке.

#### АКМ-4 vs NEMA-7

Десять лет назад внедрение АСУНО могли себе позволить только десятки городов в России. Совсем недавно бум на рынке энергосервиса на базе упомянутых выше электросчетчиков SmartOn EE1 вывел малые населенные пункты в лидеры по количеству внедряемых систем управления.

Движущим механизмом внедрения АСУНО на сегодня являются энергосервисные контракты. Классические технические средства по управлению светильниками (один или несколько графиков включения/отключения) практически исчерпали себя в плане получения экономии электроэнергии. Чтобы придать экономии новый импульс, интеграторы осваивают индивидуальное управление светильниками с диммированием. Опыт показывает, что снижение мощности светильника на 15–20% малозаметно человеческому глазу. Снижение на 50% заметно, но не критично. Разумное использование диммирования позволяет получать дополнительную экономию в 20–25%.

На рынке есть решения по индивидуальному управлению светильниками, созданные в соответствии с европейскими стандартами NEMA-7, LoRa. НТЦ «Арго» предлагает рынку отечественное решение как в евро-



Рис. 2. Радиомодуль АКМ-4

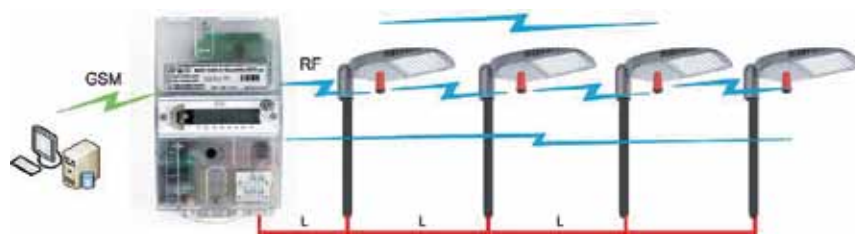


Рис. 3. Индивидуальное управление светильниками с помощью модулей RF

стандарте NEMA-7, так и в новом форм-факторе АКМ-4 (рис. 2). Система позволяет гибко задавать режим диммирования, оценивать техническое состояние с точностью до отдельного светильника. Ее существенным отличием от европейских аналогов является стоимость, удобство встраивания в существующие конструкции светильников и функциональность.

Конструктивно модем АКМ-4 выполнен в выносном герметичном корпусе размером 65 × 32 × 32 мм и присоединяется к корпусу светильника с помощью хвостовика с резьбой 1/2 дюйма и 4-пиновым разъемом. Конструкция предусматривает монтаж/демонтаж на объекте.

АКМ-4 управляет драйвером светильника по ШИМ. Дополнительную гибкость при внедрении системе придает то, что зонами диммирования могут быть оснащены лишь отдельные участки с особым статусом (например, перекрестки), а это существенный фактор при ограниченных бюджетах проектов. Основные принципы: штатная долговременная работа контроллера в автономном режиме; автоматическая коррекция времени; детальная диагностика элементов системы. В совокупности это приводит к высокой живучести системы.

Сейчас предлагается два варианта организации: «звезда» (на базе технологии LoRaWAN) и «ретрансляция». У каждого варианта есть свои плюсы и минусы, а целесообразность того или иного варианта рассматривается в каждом случае отдельно. На наш взгляд, предпочтения будут отдаваться системе с ретрансляцией по следующим причинам:

- ▶ отсутствие инфраструктуры с должным покрытием LoRa приведет к дополнительным значительным затратам по развертыванию сети базовых станций. Хотя в дальнейшем их можно использовать для других задач (поквартирный учет энергоресурсов, транспортная логистика, охранно-пожарная сигнализация и др.);

- ▶ стоимость контроллера светильника с LoRa-модулем выше, чем с простым трансивером.

НТЦ «Арго» ведет работы по созданию комбинированного модуля АКМ-4 Chamelion, который позволит работать как в режиме LoRaWAN, так и в режиме ретрансляции. Ориентировочный старт продаж – 3-й квартал 2019 года. Такой подход позволит решить многие проблемы при интеграции систем с «умными» светильниками.

Основные характеристики системы второго типа (ретрансляция):

- ▶ поддержка механизма единого времени в системе;
- ▶ механизм ретрансляции предусматривает элементы адаптации;
- ▶ наличие годового графика диммирования в каждом контроллере светильника – залог «неубываемости» системы;
- ▶ наличие ручного режима, по которому можно установить для всех или группы светильников заданный уровень диммирования;
- ▶ контроль технического состояния каждого светильника;
- ▶ максимальное число ретрансляций: 200;
- ▶ ПО верхнего уровня модульного типа, что позволяет решать как мелкие задачи освещения двора/квартала, так и крупные задачи дорожного/городского освещения с веб-интерфейсом, ГИС-привязкой и смежными задачами (АСКУЭ, биллинг и др.).

Модуль АКМ-4 уже используется в пилотном проекте, осуществляемом НТЦ «АРГО» совместно с одним из производителей светодиодных светильников. На данный момент доступно рабочее видео, демонстрирующее регулировку мощности на 50, 30 и 10%. Его можно посмотреть по адресу: [argoivanovo.ru/video/530938](http://argoivanovo.ru/video/530938).

ООО НТЦ «АРГО», г. Иваново,  
тел.: +7 (4932) 93-7171,  
e-mail: [post@argoivanovo.ru](mailto:post@argoivanovo.ru),  
сайт: [www.argoivanovo.ru](http://www.argoivanovo.ru)

## Модули COM Express получили до 128 ГБ памяти

АО «РТСофт» и международный холдинг Kontron AG объявили о выпуске двух новых версий модулей COM Express, COMe-bDV7 и COMe-bCL6, с общим объемом памяти до 128 ГБ. Теперь обе модели могут опционально оснащаться четырьмя слотами памяти DDR4 SODIMM емкостью 32 ГБ с максимальным расширением до 128 ГБ.



Модуль COMe-bDV7 Basic Type 7 на базе процессора Intel Atom C3000 обеспечивает масштабирование вычислительной мощности и средства для работы в сети на энергосберегающей серверной платформе начального уровня. Такой модуль демонстрирует великолепную производительность серверного уровня благодаря 16-ядерному процессору Xeon серии D-1500, четырем портам 10 Гбит Ethernet-KR и интерфейсу PCI Express Gen.3. Стандарт 10GBASE-KR гарантирует высокую гибкость в выборе физического интерфейса: KR для бекплейнов, медные (RJ45) или оптоволоконные (SFP+) интерфейсы на самой плате. Дополнительно интерфейс NC-SI обеспечивает подключение к контроллеру управления базовыми платами (Baseboard Management Controller, BMC) для дистанционного (внешнего) управления. Это повышает надежность и помогает снизить общие эксплуатационные расходы. Поддержка до 128 ГБ позволяет оптимально согласовать производитель-

ность многоядерного центрального процессора с необходимым ему объемом памяти.

Модуль COMe-bCL6 Basic Type 6 построен на базе процессора 8-го поколения Intel Core или Intel Xeon E и оснащен мобильным чипсетом SM246/QM370 PCH. На модуль можно ставить разные версии процессора, вплоть до шестиядерного. Все варианты опционально оснащаются памятью до 128 ГБ. Модуль поддерживает новейшую технологию Intel Optane – энергонезависимое решение на основе технологии памяти 3D X-Point. Опциональный бортовой NVMe SSD обеспечит быстрые технологии хранения данных в небольших габаритах. Поддержка USB 3.1 со скоростью передачи до 10 Гбит/с вдвое расширяет пропускную способность в сравнении с USB 3.0. В новом модуле используется существенно более мощная графика Intel 8-го поколения, поддерживающая до трех независимых дисплеев с разрешением до 4 К, а также потоковую передачу видео с четкостью UHD.

Модули с большим объемом памяти найдут применение в самых разнообразных сегментах отечественного рынка (промышленность, транспорт, телеком, медицина, ИТ-инфраструктура). Защищенные R E2S-версии COMe-bCL6 благодаря напаянной памяти обладают устойчивыми к вибрации и ударам характеристиками и рассчитаны на работу в расширенном температурном диапазоне: от –40 до +85 °С. Другие компоненты модуля (делители напряжения, конденсаторы и контроллеры) также позволяют гарантировать его надежную работу в жестких условиях эксплуатации не менее 10 лет.

Подробную информацию о новых модулях можно получить на сайте Kontron ([www.kontron.com](http://www.kontron.com)), а также в офисах компании АО «РТСофт», стратегического партнера холдинга Kontron в России и странах СНГ.

АО «РТСофт», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 967-1505,  
e-mail: [sales@rtsoft.msk.ru](mailto:sales@rtsoft.msk.ru),  
сайт: [blok.rtsoft.ru](http://blok.rtsoft.ru)

# Сухие трансформаторы с литой изоляцией Legrand



В статье раскрыты преимущества сухих трансформаторов перед более традиционными для российского рынка масляными трансформаторами (пожаробезопасность, экологичность, повышенная перегрузочная способность, простота установки и эксплуатации), указаны сферы их применения. Представлены сухие трансформаторы с литой изоляцией разработки и производства французской компании Legrand («Легран»), их конструктивные особенности, варианты исполнения, функциональность.

Legrand Россия и СНГ, г. Москва

Сухие трансформаторы начали серийно производить уже довольно давно, в последней трети XX века, но в нашей стране они стали широко применяться лишь на рубеже веков. Главным их плюсом всегда считалась пожаробезопасность. В отличие от масляных трансформаторов, которые в случае пожара представляют собой серьезную угрозу, поскольку содержащееся в них масло или синтетическая жидкость могут разлиться и воспламениться, сухие трансформаторы пожароустойчивы, поскольку для охлаждения в них используются естественные потоки окружающего воздуха, а их литая изоляция из эпоксидных компаундов практически не горит. Такие трансформаторы можно использовать на АЭС, в метро и других объектах с повышенными требованиями.

Со временем тема безопасности обрела новые грани. Сегодня огромное значение придается экологической безопасности, особенно в странах Европейского союза, где очень серьезно относятся к охране природы, пострадавшей за годы индустриализации. Так, в 2014 году Европейская Комиссия выпустила Норму № 548/2014, устанавливающую требования к экологическому проектированию энергетического оборудования, где указаны

максимально допустимые тепловые потери для трансформаторов номинальной мощностью не менее 1 кВА. А стандарт EN 50588-1 устанавливает требования к силовым трансформаторам средней мощности, работающим в сетях частотой 50 Гц с высоким напряжением не более 36 кВ. В соответствии с этими нормативными актами КПД трансформаторов должно быть не ниже указанных значений, что позволит снизить потери электроэнергии, а значит, и выбросы углекислого газа в атмосферу. И необходимо отметить, что с точки зрения экологичности сухие трансформаторы опять оказались вне конкуренции. Особенно если это высококачественное и высокотехнологичное оборудование Legrand.

Сухие трансформаторы с литой изоляцией от французской компании Legrand («Легран») не только полностью отвечают действующим требованиям указанных нормативов, но и соответствуют требованиям, которые вступают в силу только в 2021 году. Столь высокие показатели закономерно: французский производитель уже 50 лет выпускает сухие трансформаторы и накопил огромный опыт в их производстве. Разберем же характеристики сухих трансформаторов Legrand, а также в целом роль сухого

трансформатора с литой изоляцией в свете сегодняшних проблем и запросов.

## Преимущества и сферы применения сухих трансформаторов

С точки зрения конструкции всё множество трансформаторов, применяемых в сетях переменного тока, можно свести к трем основным типам:

- ▶ масляные трансформаторы;
- ▶ сухие трансформаторы с литой изоляцией;
- ▶ сухие трансформаторы с воздушно-барьерной изоляцией.

В России многие специалисты предпочитают более традиционный масляный трансформатор именно за то, что его конструкция не ограничивает отвод тепла, а значит, и мощности. Разумеется, особенности конструкции трансформаторов оказывают значительное влияние на их характеристики и область применения, поэтому, выбирая трансформатор, необходимо проанализировать и конструкцию, и механические, и тепловые характеристики, при этом учесть уровень защиты, который требуется обеспечить на объекте, и планируемый режим работы. Ведь может оказаться, что вам необходимы именно преимущества сухого трансформатора: его пожароустойчивость

и экологичность, простота установки и гибкость применения.

**Пожаробезопасность.** Благодаря заливке высококачественным эпоксидным компаундом сухие трансформаторы практически не оказывают влияния на окружающую среду и соответствуют международному стандарту МЭК 60076-11 (HDL 464 S1 1988). В частности, трансформаторы Legrand изготавливаются полностью из огнестойких и самозатухающих материалов. В случае возникновения пожара они выделяют минимальное количество токсичных газов и дыма (класс огнестойкости F1). Могут работать во влажной, запыленной, загрязненной атмосфере или в соляном тумане (классы окружающей среды E2, E3, E4), а также обладают высокой стойкостью к тепловому удару (класс климатической стойкости C2).

**Экологичность.** Экологичными сухие трансформаторы можно признать по нескольким причинам. Во-первых, упомянутое отсутствие охлаждающей жидкости (масло или синтетическая жидкость) делает их безопасными для окружающей среды в случае аварийной ситуации. Во-вторых, все элементы конструкции отработанных сухих трансформаторов, в том числе трансформаторов Legrand, все их материалы (и эпоксидная смола, и металл первичных и вторичных обмоток) подвергаются вторичной переработке и утилизации, не оставляя вредных для природы отходов. В-третьих, сухие трансформаторы обеспечивают низкие выбросы CO<sub>2</sub>, что важно для окружающей среды. В частности, подсчитано, что трансформатор серии Green T.NE (рис. 1) от Legrand за 20 лет эксплуатации обеспечивает сокращение выбросов углекислого газа более чем на 112 тонн! Последнее обстоятельство не только благоприятно для климата, но и представляет интерес с точки зрения экономической выгоды в странах с торговлей квотами на выбросы углекислого газа. Компаниям, использующим сухие трансформаторы, не придется доплачивать за превышение квот на выбросы углекислого газа, наоборот, они смогут продать свои излишки квот другим компаниям, не имеющим такого экологичного оборудования.

**Простота установки и обслуживания.** Для сухих трансформаторов не требуется проводить дорогостоящих



Рис. 1. Сухой трансформатор «зеленой» серии T.NE из линейки Zucchini

строительных работ, необходимых для масляных трансформаторов, таких как сооружение пожарных перегородок и маслосборных ям. Их можно устанавливать даже внутри зданий, непосредственно рядом с нагрузкой, что уменьшает расходы на устройство электропроводки и снижает потери электроэнергии (рис. 2). Сложного обслуживания, как у масляных трансформаторов (в которых требуется регулярно проверять уровень и диэлектрические качества диэлектрической жидкости), им тоже не требуется, достаточно лишь периодически удалять пыль и загрязнения.

**Повышенная перегрузочная способность.** И наконец, сухие трансфор-

маторы с литой изоляцией удобно использовать для питания нагрузок с частыми бросками пускового тока, поскольку из-за воздушного охлаждения у них большая перегрузочная способность, чем у масляных трансформаторов. К тому же в случае необходимости номинальную мощность трансформатора можно увеличить, используя систему принудительной вентиляции.

Благодаря этим достоинствам сегодня сухие трансформаторы находят широкое применение:

- ▶ в промышленности (автомобилестроение, машиностроение, химическая промышленность, целлюлозно-бумажные комбинаты, литейное производство);

- ▶ в общественных зданиях (больницы, гостиницы, банки, школы, торговые и культурные центры, офисные здания);

- ▶ в центрах обработки данных (ЦОД);

- ▶ на инфраструктурных объектах (аэропорты, военные объекты, порты, установки в прибрежной зоне).

Сухие трансформаторы могут использоваться в качестве:

- ▶ преобразователей и выпрямителей (в системах кондиционирования воздуха, на предприятиях непрерывного цикла, сварочных линиях, индукционных печах и насосных станциях);

- ▶ повышающего оборудования для производства электроэнергии (в сфере ветро- и солнечной энергети-



Рис. 2. Установка сухого трансформатора внутри производственного помещения

ки, на ТЭЦ, промышленных электроустановках, гидроэлектростанциях);

- ▶ трансформаторов для тяговых подстанций (на железной дороге, в трамваях);

- ▶ трансформаторов морского исполнения (в круизных судах, танкерах СПГ, на морских буровых установках).

Тем более следует отдать предпочтение таким трансформаторам, как серия Zucchini от компании Legrand. Ведь этот производитель за десятилетия своей деятельности разработал множество первоклассных решений по распределению электроэнергии, защите, мониторингу и управлению электроустановками любого типа, в том числе сухих трансформаторов. Перед поставкой каждый трансформатор с литой изоляцией подвергается осмотру и приемо-сдаточным испытаниям в собственной испытательной лаборатории Legrand, а при необходимости — и типовым испытаниям, если они были оговорены при заказе. Лаборатория компании Legrand IB03 недавно получила сертификат итальянской сертификационной организации АСАЕ, дающий право выполнять приемо-сдаточные испытания по стандарту ISO 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» для трансформаторов среднего напряжения.

#### Конструктивные особенности сухих трансформаторов Legrand

Охарактеризуем лишь некоторые, основные, конструктивные особенности сухих трансформаторов Zucchini Legrand, являющиеся показателем их высочайшего качества.

Обмотка высокого напряжения содержит изоляцию из смолы, залитой в вакууме. Обмотка изготавливается на компьютеризированных обмоточных станках из цельного рулона алюминиевой фольги, которую переслаивают двойной изоляцией. Такая технология обеспечивает равномерное распределение изолирующей смолы изнутри и снаружи, что, в свою очередь, гарантирует равномерное распределение диэлектрического потенциала по всей высоте обмотки и позволяет не допустить образования трещин во время испытаний и эксплуатации. В отличие от проволочных обмоток обмотки из полос фоль-



Рис. 3. Сухие трансформаторы Zucchini Legrand в процессе производства

ги отличаются меньшим воздействием напряжения на изоляцию.

Магнитный сердечник трансформатора состоит из трех колонн из магнитной стали с оптимальной зернистой структурой. Возможно изготовление сердечника с нормальным и уменьшенным уровнем потерь. Шихтовка выполнена по технологии Step-Lap. Сердечник защищен от коррозии с помощью черного (RAL 9005) негигроскопичного лакокрасочного покрытия толщиной не менее 100 мкм.

Обмотка низкого напряжения изготовлена из алюминиевой фольги и изоляционных материалов, пропитанных в вакууме. Слои алюминиевой ленты разделены слоями изоляции класса огнестойкости F или H. Благодаря данному решению обмотка становится очень компактной и может быть изготовлена в форме цилиндра, что дает высокую стойкость к осевым и радиальным деформациям в случае короткого замыкания во внешней цепи. Ввод и вывод у обмотки провариваются по всей длине под электронным управлением в инертной атмосфере, что гарантирует высокую электрическую и механическую надежность контакта. Пропитка обмоток эпоксидной смолой в вакууме обеспечивает равномерность распределения изоляции и необходимую компактность. Влагонепроницае-

мость узла гарантируется на весь срок службы трансформатора, независимо от условий эксплуатации.

Также в трансформаторах применяются такие решения, как:

- ▶ запатентованная конструкция нажимного элемента, которая ограничивает смещение обмоток по горизонтали, и специальные эластичные уплотнители, компенсирующие тепловое расширение обмоток;

- ▶ выводы под переключки на стороне высокого напряжения, которые позволяют выставить напряжение первичной обмотки;

- ▶ литая эпоксидная изоляция, благодаря которой трансформатор практически не нуждается в обслуживании, и др.

#### Низкий уровень частичного разряда

Частичными называют слабые искровые разряды, которые возникают в пустотах твердой литой изоляции оборудования средней и высокой мощности, приводят к возникновению микроскопических углублений, ускоряющих старение изоляции и разрушающих ее. Поэтому очень важно, чтобы ток частичных разрядов имел ограниченное значение. Стандарты CEI EN 60076-11 и МЭК 60076-11В предписывают проверять на значение уровня частичного разряда изоляцию обмоток на напряжение свыше 3,6 кВ.

Для того чтобы изоляция выдержала весь заявленный срок службы, интенсивность частичных разрядов в соответствии со стандартами не должна превышать 10 пКл.

Низкое значение тока частичного разряда является положительным фактором, указывающим на следующие характеристики:

- прочную конструкцию;
- высокое качество используемого сырья;
- высокую точность изготовления обмотки;
- профессионализм, проявленный в процессе заливки высоковольтной обмотки эпоксидной смолой;
- высокий коэффициент пропитки низковольтной обмотки;
- высокую точность сборки.

Иными словами, низкий уровень частичного разряда — это высокое качество трансформатора и долгий срок его эксплуатации. Измерения показывают, что когда изоляция зеленых трансформаторов T. HE Zucchini подвергается воздействию частичных разрядов, то переносимый по каналу заряд никогда не превышает 5 пКл, что существенно меньше установленного стандартом максимального значения 10 пКл. Высокое качество трансформаторов позволило Группе Legrand увеличить гарантийный срок на все стандартные трансформаторы до 8 лет.

Трансформаторы с низким электромагнитным излучением. Серия CLE

Кроме стандартных сухих трансформаторов Legrand выпускает ряд моделей в специальном исполнении,

например сейсмостойкие трансформаторы, трансформаторы для морских применений, понижающие столбовые трансформаторы и трансформаторы с низким электромагнитным излучением. Рассмотрим подробнее последние из них.

Трансформаторы серии CLE разработаны для установки недалеко от помещений, в которых работают люди и находится чувствительное электронное оборудование. Поэтому обязательным условием является установка трансформатора серии CLE в защитном кожухе со степенью защиты IP23 или IP31.

Максимальный уровень электромагнитного излучения для трансформаторов CLE ограничен значением 10 мкТл (микротесла). Однако наряду с этим существует дополнительное внутреннее требование Группы Legrand: электромагнитное излучение трансформатора серии CLE не должно превышать 3 мкТл. К каждому трансформатору Legrand серии CLE прилагается протокол испытаний на электромагнитное излучение. Кроме того, трансформатор CLE может дополнительно испытываться на уровень шума в полубезэховой камере, расположенной в лаборатории завода. Измерение шума производится на различных частотах с построением гистограммы измерений.

#### Заключение

Конструкция и изготовление сухих трансформаторов с литой изоляцией Legrand полностью соответствуют требованиям основных национальных и международных стандартов

и сертифицированы следующими организациями:

- Американским бюро судоходства (American Bureau of Shipping, ABS);
- классификационным обществом Норвегии DNV (Det Norske Veritas);
- классификационным обществом «Германский Ллойд» (Germanischer Lloyd, GL);
- Российским морским регистром судоходства (RMRS);
- Регистром Ллойда (Lloyd's register, LR);
- Итальянским морским регистром (Registro Italiano Navale, RINA);
- Китайским классификационным обществом (China Classification Society, CCS);
- Итальянской сертификационной организацией (Associazione per la Certificazione delle Apparecchiature Elettriche, ACAE).

При разработке сухих трансформаторов Legrand используются передовые технологии проектирования, а на производстве действует система, сертифицированная на соответствие ISO 9001:2008, то есть осуществляется строжайший контроль качества. Это оборудование высочайшего качества, гарантирующее долгий срок службы трансформатора, легкую эксплуатацию и низкую стоимость владения.

Legrand Россия и СНГ, г. Москва,  
Центр информационной поддержки  
(Call center Legrand),  
тел.: 8 (800) 700-7554  
(для звонков из РФ — бесплатно),  
e-mail: bureau.moscou@legrand.ru,  
сайт: www.legrand.ru



[vk.com/journal\\_isup](http://vk.com/journal_isup)  
ВКонтакте



[facebook.com/isup.ru](https://facebook.com/isup.ru)  
Фейсбук



[zen.yandex.ru/isup](https://zen.yandex.ru/isup)  
Яндекс.Дзен

Все статьи в свободном доступе

# EFFICIENCY

## Новый ИБП Easy UPS 3M

Надежная защита по оптимальной цене

- Модульная архитектура, эффективность до 99% в ECO режиме и до 95,5% в режиме двойного преобразования
- В два раза более мощное зарядное устройство позволяет заряжать батарейные массивы большой емкости
- Наличие функции SPoT - проведение нагрузочного тестирования системы без подключения к реальной нагрузке



Узнайте больше  
о преимуществах ИБП  
серии Easy UPS 3

Life Is On

Schneider  
Electric

# Трехфазные ИБП Galaxy VS. Идеальное питание для небольших и региональных центров обработки данных

Life Is On

Schneider  
Electric

В статье представлены новые ИБП Galaxy VS, разработанные компанией Schneider Electric и имеющие высокие функциональные и эксплуатационные характеристики. Перечислены их особенности, описаны технологии, примененные разработчиками для того, чтобы повысить КПД источника бесперебойного питания, увеличить срок службы его батарей и т.д. Показано, что данные ИБП подходят для эксплуатации в дата-центрах, на заводах, в сфере здравоохранения, в телекоммуникационных системах, бизнес-центрах и на многих других объектах.

Schneider Electric, г. Москва

Сегодня, в эпоху «интернета вещей», объем цифровых данных настолько велик, что даже крупные центры обработки данных (ЦОД, дата-центры) перестают с ним справляться. Централизованное хранение и обработка абсолютно всех данных в дата-центрах становится слишком дорогостоящей задачей, поэтому для вычислительной работы задействуются дополнительные силы. Образуется гибридная среда: часть вычислений выполняется централизованно в ЦОД, а часть информации обчисляют локальные устройства – микроЦОД или подключенные к системе IoT-устройства с интеллектом повышенной мощности, находящиеся рядом с потребителями информации. Такие вычисления называют периферийными. Наиболее часто периферийные вычисления поручают центрам обработки данных небольшого размера. Они отличаются разной мощностью, могут представлять собой отдельную стойку, а могут – и комплекс серверов в корпусе контейнерного типа, но в любом случае от них требуется такая же непрерывная, бесперебойная, стопроцентно надежная работа, что и от крупных дата-центров. А надежная

работа любого дата-центра зависит от бесперебойного питания идеально-го качества.



Рис. 1. ИБП Galaxy VS

Обеспечить бесперебойный режим питания и его высочайшее качество позволяют ИБП линейки Galaxy VS от Schneider Electric. Будучи всемирно известным экспертом в области управления электроэнергией, который сам разрабатывает микро-ЦОД и прекрасно знает требования заказчиков, внедряющих подобные системы (а требования эти связаны с экономией пространства, удобством обслуживания оборудования, предсказуемым батарейным массивом и удаленным мониторингом), компания Schneider Electric выпустила источники бесперебойного питания, отличающиеся всеми нужными характеристиками.

Новая линейка Galaxy VS включает трехфазные ИБП мощностью от 20 до 100 кВт, которые благодаря своей высокой эффективности и компактности идеально подходят для периферийных вычислений и небольших дата-центров, где занимаемая площадь и удобство обслуживания являются одними из ключевых требований. Однако дата-центрами сфера их применения не ограничивается, ИБП данной линейки могут использоваться на заводах, в телекоммуни-

кационных системах, бизнес-центрах и в сфере здравоохранения, на объектах транспортной инфраструктуры и гражданского строительства.

Рассмотрим подробнее несколько ключевых преимуществ ИБП Galaxy VS:

- ▶ компактность и удобство обслуживания;
- ▶ высокий КПД;
- ▶ модульное построение;
- ▶ длительный срок службы батарей;
- ▶ возможность удаленного мониторинга.

#### Компактность и удобство обслуживания

ИБП новой линейки занимают на четверть меньшую площадь, чем ИБП Galaxy предыдущего поколения. Этого удалось достичь благодаря новой патентованной архитектуре силовой части Soft-Switch, которая позволила увеличить плотность мощности силовых модулей (в расчете на один юнит) на 30–50% по сравнению с аналогичной продукцией конкурентов. Обслуживать ИБП при этом очень легко, потому что ко всем его модулям обеспечен доступ со стороны фронтальной поверхности, к тому же у корпуса имеются колеса для удобного перемещения по объекту заказчика (на этапе инсталляции), а высота около 1,5 м позволит без проблем перемещать его через любые дверные и лифтовые проемы. Для подвода кабеля оборудовано большое и удобное пространство, что снижает вероятность человеческой ошибки. Для удобства обслуживания ИБП снабжен встроенным механическим байпасом упрощенной модификации со световой индикацией, это позволяет обойтись без внешнего механического байпаса, минимизировать количество кабельных работ и снизить стоимость решения.

#### Модульное построение

Еще одно важное преимущество ИБП Galaxy VS, гарантирующее отказоустойчивость и легкую эксплуатацию, это модульное построение. Блок управления, силовая часть и байпас, то есть все наиболее ответственные блоки ИБП, выполнены в виде легкоустанавливаемых модулей. Для мощностей ИБП от 60 кВт и выше реализуется принцип внутреннего резервирования N+1 по силовым модулям при

неполной нагрузке на ИБП. Для ИБП 100 кВт выходной мощности при нагрузках менее 50 кВт это, например, означает, что в случае отказа одного из модулей работа продолжается в нормальном режиме, а отказавший модуль легко удаляется из корпуса и заменяется на новый. Замена электронного байпаса тоже выполняется с легкостью благодаря тому, что он представляет собой отдельный модуль.

#### Высокий КПД

Все источники бесперебойного питания Galaxy VS построены по принципу двойного преобразования электроэнергии, или онлайн-преобразования, с использованием патентованной технологии инвертора Soft-Switch. При работе в этом режиме их КПД может достигать 97%. Для заказчиков, желающих получить еще большую экономию электроэнергии, раньше единственным вариантом было использование ЕСО-режима, в котором нагрузка питается напрямую от сети, когда напряжение в ней укладывается в диапазон ГОСТа, а в случае неполадок в сети электропитания ИБП «быстро» переходит в режим двойного преобразования. Данное решение имело несколько проблем: первая из них – время переключения, которое в зависимости от производителя составляет 2–10 мс. Это приемлемо не для любой нагрузки и может приводить к ее некорректной работе, выключению или зависанию. Вторая проблема, характерная для промышленной нагрузки (например, частотные приводы), – помехи, выдаваемые нагрузкой при работе. В ЕСО-режиме

они транслируются напрямую в сеть грязного питания и могут повлиять на бесперебойность прочей нагрузки, подключенной к ней напрямую без ИБП. Третья проблема связана с батареями. В ЕСО-режиме они не заряжаются, это эквивалентно хранению батарей «на складе», что негативно сказывается на их сроке службы. Наконец, проблемы в сети (например, короткое замыкание) в ЕСО-режиме приведут к обесточиванию нагрузки.

Решить все эти проблемы практически без уменьшения КПД позволяет также защищенный патентом Schneider Electric режим EConversion™, который является усовершенствованной версией обычного ЕСО-режима. В нем инвертор работает как активный корректор коэффициента мощности нагрузки, сопряженный с зарядным устройством, а система управления ИБП по хитрому алгоритму контролирует состояние входной сети и обеспечивает переключение ИБП на батарею при пропадании входного питания или коротком замыкании в сети грязного питания, изолируя нагрузку ИБП от сети.

Время переключения и диапазон выходных напряжений при этом укладываются в требования ГОСТ 62040-3 (кривая 1), идентичные требованиям для двойного преобразования. При этом в режиме EConversion достигается КПД до 99%. Это обеспечивает значительную экономию средств и существенно снижает конечную стоимость продукта. Подсчитано, что по сравнению с обычным ИБП с двойным преобразованием (чей КПД равен, допустим, 94%) выгода от применения ИБП Galaxy VS,



Рис. 2. Внешний вид ИБП со снятой передней панелью

работающего в режиме ECOversion, составляет около 300 тысяч рублей ежегодно.

#### Длительный срок службы батарей

В ИБП Galaxy VS кроме свинцово-кислотных аккумуляторов могут применяться литий-ионные аккумуляторы, которые не только быстрее заряжаются (за счет зарядного устройства, обеспечивающего в 8 раз больше мощности, чем среднеотраслевые значения), что позволяет продолжить безопасную работу при нескольких последовательных отключениях электроэнергии, но и служат в два раза дольше, чем классические свинцовые батареи. Литий-ионные батареи, применяемые Schneider Electric, имеют срок службы 15 лет и до 5000 циклов заряда-разряда, что позволяет выровнять срок службы батарейного массива и ИБП. Вместе с КПД 99% в режиме ECOversion это позволяет комплексно снизить операционные расходы и сделать стоимость владения решением, построенного на базе ИБП Galaxy VS мощностью 20–100 кВт, более привлекательной, чем у конкурентов.

#### Удаленный мониторинг

Рабочие параметры ИБП Galaxy VS отражаются на его цветном сенсорном дисплее, а также с помощью

светодиодной индикации. Galaxy VS допускает возможность удаленного мониторинга благодаря поддержке платформы EcoStruxure™ от Schneider Electric. Так, установив на смартфон приложение EcoStruxure Asset Advisor, технический персонал заказчика может отслеживать состояние ИБП Galaxy VS дистанционно, получая уведомления на свое мобильное устройство в режиме реального времени 24 часа и 7 дней в неделю. Таким образом, с помощью облачных технологий обеспечивается сервисная поддержка и мониторинг в любом месте и в любое время. Кроме того, поддерживается и классический мониторинг с использованием протоколов WEB/SNMP, Modbus RTU/TCP и через сухие контакты. Все необходимые для этого интерфейсы предварительно установлены.

#### Заключение

Источник бесперебойного питания Galaxy VS – это больше, чем новая линейка ИБП, это универсальная платформа, на базе которой созданы ИБП Schneider Electric по всему миру, для работы на различные выходные напряжения – от 208 до 480 В.

«Galaxy VS – это принципиально новый подход к созданию ИБП, нацеленный как на решение проблем модернизации существующих

инфраструктур в эпоху цифровизации, так и на построение новых систем, отвечающих современным потребностям, – комментирует Павел Пономарев, менеджер по развитию направления «Трёхфазные ИБП» подразделения Secure Power компании Schneider Electric. – Благодаря реализованным в продукте запатентованным инновационным техническим решениям инвертора и высокоэффективному режиму ECOversion обеспечивается снижение стоимости владения и повышенная надежность при эксплуатации. Наш новый ИБП отлично подходит как для периферийных вычислений (EDGE), так и для более крупных серверных комнат региональных дата-центров, для тех заказчиков, кто желает внедрять инновационные системы для различных применений. Благодаря компактности и модульной архитектуре Galaxy VS проще в установке и надежнее в эксплуатации по сравнению с ранее использовавшимися классическими ИБП, что экономит время и деньги».

Schneider Electric, г. Москва,  
тел.: (495) 777-9990,  
e-mail: ru.ccc@schneider-electric.com,  
сайт: www.schneider-electric.com

4-ый ежегодный международный

# Восточный нефтегазовый форум

10-11 июля 2019,  
Владивосток

Организатор: VOSTOCK CAPITAL



БРОНЗОВЫЙ СПОНСОР:

JSC Atlantic Transgas System

Если Вы хотите выступить с докладом или у Вас есть вопросы по программе, пожалуйста, обращайтесь к:



**Кристине Саргсян**

Продюсеру форума  
+7 (495) 109 9 509 (Москва)  
ksargsyan@vostockcapital.com

[www.eastrussiaoilandgas.com](http://www.eastrussiaoilandgas.com)

СРЕДИ ДОКЛАДЧИКОВ И ПОЧЕТНЫХ ГОСТЕЙ



**Денис Крылов**

Заместитель генерального директора  
– Руководитель проекта «Сахалин»,  
Газпромнефть-Сахалин



**Леонид Бернер**

Генеральный директор  
АтлантикТрансгазСистема



**Альфред Бекшенев**

Генеральный директор,  
ПИРС



**Владимир Лукьянов**

Генеральный директор,  
РН-КрасноярскНИПнефть



**Марк Богослов**

Председатель совета  
директоров,  
ТопГаз



**Олег Баранов**

Генеральный директор,  
Дальгазресурс

# УЗИП под торговой маркой «Тахион»



В статье представлены устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) 3-го класса производства отечественной компании «Тахион». Показаны назначение, функциональность данных устройств, их актуальность для защиты оборудования в современных линиях связи.

Компания «Тахион», г. Санкт-Петербург

## УЗИП как «велеие времени»

Проблема импульсных перенапряжений в линиях, связанных с электромагнитными наводками высоких энергий, существует ровно столько, сколько и сами линии связи. Однако по-настоящему зримо, ощутимо и остро вопрос о защите от наводок встал в последние пару десятков лет. По одной простой причине — из-за лавинообразного роста слабotoчных цепей: это и линии Ethernet, и линии интерфейса RS-485, и всевозможные линии сигнализации, видеосигналов и т.д. Причем линии весьма протяженные, нередко выходящие за пределы одного здания, а то и целиком прокладываемые по открытой местности. В не столь далеком прошлом проблема в основном касалась линий первичного питания или сугубо специального назначения. Специалисты, занимавшиеся подобными сетями, были хорошо осведомлены и относительно угроз, создаваемых возможными внешними электромагнитными импульсами высоких энергий, и о мерах борьбы с ними. Специальное оборудование нередко имело устройства защиты как элемент схемы, отчего рядового монтажника подобные вопросы могли вообще не касаться. С массовым внедрением в нашу жизнь слабotoчных сетей проблема защиты оборудования (нередко очень и очень дорогого) возросла многократно. Как показывает практика, отказы и выходы оборудования из строя в больших, распределенных сетях по

причине отсутствия устройств защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) стоят на самых первых позициях, уступая только неисправностям из-за человеческого фактора. Во-первых, массовое слабotoчное оборудование может эксплуатироваться в самых разных условиях, а потому его не снабжают защитой от подобных угроз, дабы не увеличивать необоснованно цену самой аппаратуры. А во-вторых, резко возросло количество опасных с точки зрения внешних импульсных наводок факторов именно для слабotoчных цепей.

Для высоковольтного оборудования импульс, измеряемый по длительности в микросекундах, может быть вполне безопасным даже при амплитуде в десятки вольт, в то время как для слабotoчных линий, рабочие напряжения в которых измеряются единицами вольт, превышение в один десяток вольт может оказаться губительным. А ведь микропроцессорная техника сегодня подчас играет жизненно важную роль!

Величина опасной наводки пропорциональна напряженности внешнего электромагнитного поля и протяженности участка воздействия.

Реально опасное импульсное перенапряжение для силовых цепей, в несколько десятков вольт, создается в основной своей массе способными исключительно атмосферные разряды, даже будучи приложенными к небольшому участку линии. Вот почему за устройствами защиты от

импульсных перенапряжений закрепилось «народное» определение: «устройства грозозащиты». Что совершенно некорректно.

Во-первых, грозозащита (а правильнее будет — молниезащита) — это целый спектр мер и решений, которые действуют совместно, «каскадом», снижая опасный потенциал до приемлемого уровня.

В соответствии с нормативными документами здание разделяется на несколько зон, и в каждой действует своя защита. Во внешней зоне это молниеотводы, токоотводы и заземлители того или иного типа. Во внутренних зонах устанавливаются устройства защиты от импульсного перенапряжения 1-го, 2-го и 3-го классов. Класс УЗИП предусматривает борьбу с импульсами различной силы: УЗИП 1-го класса способны выдержать грозовой разряд, УЗИП 2-го и 3-го классов предназначены для борьбы с его последствиями. Таким образом, УЗИП — это лишь одно звено из целого спектра мер, составляющих молниезащиту.

А во-вторых, как только речь заходит о слабotoчных цепях, в которых опасное наведенное напряжение может измеряться единицами вольт, число опасных факторов резко возрастает, причем вероятность атмосферных разрядов в регионах нашей страны остается далеко не на первых позициях. А самыми вероятными причинами возникновения опасных наводок начинают выступать совер-

шенно рядовые и обыденные явления: высоковольтные линии электропередачи, контактные сети электрифицированных железных дорог, сети городского электротранспорта, электросварочные установки, радиолокационное оборудование и т. д. Не стоит забывать и об электромагнитном терроризме, есть сегодня уже и такой термин. И с этими массовыми угрозами успешно справляются УЗИП всего лишь 3-го класса.

Ну и в-третьих. Далеко не всегда, особенно на большом внешнем объекте, в принципе имеется возможность создать полноценную молниезащиту для всего оборудования, даже если есть такое стремление. Или же подобное может носить абсурдный характер по ценовому фактору. Но это совсем не значит, что имеет смысл отказаться от применения УЗИП 3-го класса. Даже в самом неблагоприятном варианте, при перенапряжении, с которым устройство защиты не справится, происходит, как правило, выход из строя самого УЗИП. Защищаемая аппаратура остается работоспособной. Учитывая разницу в цене между устройством защиты и защищаемой аппаратурой (которая может быть на несколько порядков дороже, чем УЗИП), такие жертвы всегда оправданны.

Важно понимать, что импульсное перенапряжение от внешних электромагнитных наводок высоких энергий

носит именно импульсный характер, длительность его измеряется микросекундами. Поэтому никакой автоматический выключатель с подобной задачей справиться не сможет. УЗИП — это достаточно сложное электронное устройство с многоступенчатой схемой снижения опасного потенциала до допустимой величины.

И ещё. Практически невозможно заранее предвидеть принципиальную вероятность каких-либо опасных наводок. Никто не даст гарантию, что завтра вблизи проложенной линии кто-нибудь не устроит сварочные работы или не проложит высоковольтный кабель, что не заработает какой-нибудь радиопередатчик или не проплывет корабль с мощной радарной установкой.

Вот почему рост рынка УЗИП, особенно для слаботочных цепей, стал сегодня носить буквально взрывной характер. О таких УЗИП и пойдет речь дальше.

#### УЗИП ТМ «Тахион»

В отличие от УЗИП 1-го и 2-го классов, которые устанавливаются в ВРУ или распределительный щит и принимают на себя первый удар, УЗИП 3-го класса защищают непосредственно оборудование. Не линию, которая как являлась источником опасности с точки зрения наводки на нее, так и остается таковой после установки УЗИП, а именно

конкретное оборудование: порт по входу линии, для которой данное устройство защиты предназначено. Даже при наличии устройств 1-го и 2-го класса без УЗИП 3-го класса аппаратуру защитить не удастся — не обеспечивают они допустимый для слаботочной аппаратуры потенциал наводимого напряжения. А вот УЗИП 3-го класса даже «в одиночку» способны защитить аппаратуру от массовых и постоянных угроз, о которых говорилось выше. Для каждого типа линии существует свое устройство защиты. Могут быть УЗИП на два различных порта, если защищаемое оборудование всегда подключается к двум стандартным линиям, например, одновременно для входа по видеосигналу и вторичному питанию для видеокамер. Устанавливается УЗИП с таким расчетом, чтобы дальше по линии от устройства защиты до входа самого защищаемого оборудования ничего бы уже навесить не могло (рис. 1). Если совсем просто — чем ближе, тем надежней. Опасное импульсное перенапряжение отводится на землю. Поэтому заземление необходимо обеспечить в любом случае. При этом беспокоиться о множественных землях в сигнальных цепях не придется — линия заземления возникнет только в момент срабатывания УЗИП, а в штатном режиме этой линии не будет.

Именно к 3-му классу относятся УЗИП, выпускаемые компанией «Тахион». Уделим внимание этому разработчику и производителю.

Петербургская компания «Тахион» была образована в 1990 году и сразу начала свою деятельность с собственных опытно-конструкторских разработок, которые спустя время вылились в отдельные самостоятельные направления производства. Оборудование выпускается как серийно, так и под заказ. В 1997 году компания стала пионером создания на отечественном рынке аппаратуры передачи видеосигнала по витой паре. А с 2000-х годов одной из первых начала широкомасштабные работы по разработке и серийному производству оборудования климатической защиты электронной аппаратуры. За 29 лет специалисты компании «Тахион» разработали множество решений для систем видеонаблюдения. Видеокамеры производства



Рис. 1. УЗИП в составе термошкафа



Рис. 2. УЗИП 3-го класса из линейки «Тахион»

«Тахион» успешно прошли обе чеченские военные кампании.

Устройства защиты от импульсных перенапряжений – отдельное направление деятельности предприятия. Компания предлагает широкий спектр УЗИП 3-го класса для защиты слаботочных цепей любого типа (рис. 2 и 3):

- ▶ УЗЛ-К – устройство защиты симметричных и несимметричных линий и цепи питания (12/24 В), совместимо с аппаратурой ТВ высокой четкости, работающей в стандартах АHD, HDCVI и HDTVI и др.;
- ▶ УЗЛ-Е – устройство защиты информационных портов Ethernet;
- ▶ УЗЛ-ЕП – устройство защиты информационных портов Ethernet с питанием по технологии PoE;
- ▶ УЗЛ-И – устройство защиты в линии интерфейса RS-485;
- ▶ УЗП-220 – устройство защиты в питающих линиях 220 В;

▶ УЗПФ-220/8 – устройство защиты в питающих линиях 220 В с фильтром помех;

▶ УЗП-24DC/5 (УЗП-12DC/5, УЗП-24AC/5) – устройство защиты в линиях вторичного питания;

▶ УЗЛ-СД-12(24), УЗЛ-СК-12(24) – устройства защиты оборудования в шлейфах сигнализации и линиях вторичного питания систем сигнализации;

▶ УЗП-ВЧ-F – устройство защиты высокочастотных цепей для защиты оборудования, подключенного к коаксиальным линиям с волновым сопротивлением 75 Ом;

▶ УЗП-ВЧ-SMA – устройство защиты высокочастотных цепей для защиты оборудования, подключенного к коаксиальным линиям с волновым сопротивлением 50 Ом.

Все устройства выполнены в единых корпусах с креплением на DIN-рейку. Есть варианты блочного испол-



Рис. 3. 16-канальный блок защиты УЗЛ-ЕП-16 предназначен для установки в 19-дюймовую стойку

нения многоканальной аппаратуры защиты для установки в 19-дюймовую стойку.

И, что немаловажно, на все серийные позиции компания всегда поддерживает необходимый складской запас, прекрасно сознавая, что такое оборудование, как УЗИП, может потребоваться зачастую внезапно и в достаточно больших количествах.

Компания «Тахион», г. Санкт-Петербург,  
e-mail: [info@tahion.spb.ru](mailto:info@tahion.spb.ru),  
тел.: +7 (800) 222-4462,  
сайт: [www.tahion.spb.ru](http://www.tahion.spb.ru)

# УСКОРИТЕЛИ ВЫЧИСЛЕНИЙ

построение систем машинного зрения и предиктивной аналитики

Mustang-F100-A10

Mustang-V100-MX8



Intel® Arria® 10 GX1150 FPGA

8G DDR4 RAM

Intel® Distribution of OpenVINO™



Среди задач, с которыми могут справиться компьютеры оснащенные ускорителями числятся: децентрализованные вычисления и видео-аналитика, машинное зрение, предиктивная аналитика и другие задачи использующие нейронные сети.

# Ускорители вычислений. Возможности нейронных сетей, применение на практике



В статье рассказано об особенностях, возможностях и сферах применения ускорителей вычислений. Вместе со статьей опубликовано интервью с В. Райчевым, менеджером проектов отдела промышленных компьютеров компании «Ниеншанц-Автоматика», которая представляет на российском рынке ускорители вычислений известных мировых производителей.

Компания «Ниеншанц-Автоматика», г. Санкт-Петербург

Ускорителями вычислений обычно называют платы расширения с микросхемой FPGA (field-programmable gate array, к русскому эквивалентному названию мы вернемся чуть позже) и с необходимой для работы этой микросхемы «обвязкой», примерно как графические ускорители — это платы расширения с графическим сопроцессором и необходимыми вспомогательными микросхемами и навесными элементами. Если сразу перейти к техническим характеристикам, то назначение и полезность этих плат будут неочевидны даже для специалистов, поэтому начать нам придется с теории и истории развития FPGA. А чтобы эта теория не казалась оторванной от практики, сразу отметим, что в 2015 году одного из основных разработчиков FPGA, компанию Altera («Алтера»), купила корпорация Intel за немалую сумму — 16,7 млрд долларов США — и сегодня на рынке именно Intel наиболее активно продвигает ускорители вычислений.

Дословный перевод FPGA таков: массив вентилях (логических элементов) с программированием «в поле» (за воротами завода), что обычно называют программируемой пользователем вентильной матрицей. В свою очередь, ASIC (application-specific integrated circuit — интегральная схема специального назначения), напротив, программируется на заводе-изготовителе для определенной области применения из общих одинаковых заготовок, что позволяет снизить затраты в средне- и мелкосерийных партиях. В обоих случаях под программированием понимается загрузка в такую микросхему прошивки.

Последнее время большие надежды возлагают на аппаратную реали-

зацию нейронных взаимодействий на основе FPGA, причем ASIC с их жесткими внутренними взаимосвязями уже не подходят в принципе.

Приведем несколько цитат на эту тему из англоязычной брошюры компании Intel “Efficient Implementation of Neural Network Systems Built on FPGAs, and Programmed with OpenCL™” («Эффективность реализации систем нейронных сетей, построенных на микросхемах FPGA и запрограммированных в OpenCL™»): «Системы нейронных сетей с глубоким обучением сегодня предоставляют наилучшие способы решения многих задач с большим объемом вычислений в областях распознавания изображений и обработки естественных языков <...>, причем наиболее часто для идентификации и распознавания изображений используются сверточные нейронные сети CNN (convolutional neural network)». В них применяется функция свертки из математического функционального анализа, позволяющая оценить «схожесть» двух математических функций после отражения или сдвига по оси. На практике это означает оценку схожести/подобия

изображений после поворота головы или изменения угла съемки. Продолжим цитирование: «Микросхемы FPGA служат естественным выбором для реализации нейронных сетей благодаря объединению в одном устройстве вычислительных и логических ресурсов вместе с памятью. Однако применение FPGA непрактично для широкомасштабного использования в сложных алгоритмических системах из-за традиционных для этих микросхем сред разработки на низкоуровневых языках аппаратного программирования. Эту проблему устраняет комплект разработчика Intel FPGA SDK for OpenCL <...>, позволяющий разработчикам обращаться из языка программирования уровня C к FPGA в виде ускорителей для обычных ЦП».

Остается добавить, что OpenCL (Open Computing Language — открытый язык вычислений) — это каркас разработки (фреймворк) компьютерных программ с параллельными вычислениями для обычных центральных процессоров, графических процессоров и FPGA. Параллелизм OpenCL отлично подходит для программирования путей в матрице



Рис. 1. Плата Mustang-F100 от IIE Integration



Рис. 2. Ускоритель вычислений Mustang-V100, разработанный компанией IEI Integration

FPGA, причем сами эти микросхемы лучше встроить в систему в виде платы расширения, то есть ускорителя вычислений. А применение ускорителей вычислений не ограничивается только обработкой изображений. Мощный FPGA-ускоритель вычислений от IEI Integration представлен платой Mustang™-F100-A10 (рис. 1), которая оснащена FPGA-чипом Intel Arria 10 GX1150 и памятью DDR4 объемом 8 ГБ. Ускоритель может быть установлен в слот PCI Express x8 и занимает два слота в ширину. Потребляемая мощность – менее 60 Вт.

С верхним сегментом рынка и компанией Intel мы познакомились: современно, солидно и очень-очень дорого. Но если стоит задача распознавания цвета лимонада на конвейере, чтобы не перепутать этикетки, а вовсе не распознавания лиц в плотном потоке пассажиров метро, то можно выбрать намного более экономичную альтернативу, сохранив некоторую совместимость с рассмотренными выше «тяжелыми» системами.

В этом смысле интерес представляют VPU (Vision Processing Unit, не путайте с Video/Visual Processing Unit, используемыми для формирования, а не анализа изображений), каковым является Intel® Movidius™ Myriad™, которые могут быть распаяны на платах расширения различного формата, причем лучше сразу иметь несколько таких микросхем для распараллеливания задачи. Именно так построен ускоритель вычислений Mustang-V100-MX8 (рис. 2) упомянутой выше компании IEI Integration: восемь VPU-процессоров Intel Movidius Myriad X MA2485, плата устанавливается в слот PCI Express x4 и имеет компактные габариты: половинная высота и половинная длина, потребляемая мощность менее 30 Вт.

Для оптимизации выполнения алгоритмов, использующих нейронные сети, компания Intel предлагает набор средств разработки (toolkit) под названием OpenVINO (Open Visual Inference & Neural Network Optimization). Набор включает в себя ряд библио-

тек, средств оптимизации и информационных ресурсов для разработки софта, использующего машинное зрение и глубокое обучение.

Иными словами, средства позволяют оптимизировать/распараллеливать вычислительную нагрузку при обходе нейронных сетей по аппаратным средствам Intel, в том числе исполняемых на обычных ЦП, графических процессорах GPU, VPU и FPGA. К тому же в состав комплекта входит более 40 готовых к развертыванию демонстрационных алгоритмов.

Все серии ускорителей вычислений компании IEI Integration в нашей стране предлагает петербургская компания «Ниеншанц-Автоматика», которая специализируется на поставках и технической поддержке оборудования для промышленной автоматизации. Среди заказчиков этой компании ПАО «Газпром», ПАО «Транснефть», ПАО «Ростелеком», ОАО «РЖД», ГУП «Московский метрополитен», ОАО «Северо-Западный Телеком». Несомненно, компания «Ниеншанц-Автоматика» поможет в любом проекте с ускорителями вычислений IEI Integration при решении любых вопросов: от предпродажных консультаций до монтажа и сдачи в эксплуатацию на объекте, от регулярных инспекций после продажи до поставки запчастей и обучения персонала заказчика. Чтобы подробнее узнать о таком популярном сегодня решении, как ускорители вычислений, мы обратились к представителю компании «Ниеншанц-Автоматика», специализирующемуся на продвижении ускорителей.

## Интервью с Владимиром Райчевым, менеджером проектов отдела промышленных компьютеров компании «Ниеншанц-Автоматика»

**ИСУП:** Владимир! С помощью ускорителей вычислений можно решать большой круг задач: это и машинное обучение, и транскодирование видеопотоков, и финансовая аналитика, и многое другое, поэтому они в настоящее время вызывают огром-

ный интерес. Кто сейчас главный игрок на этом рынке?

**В. Райчев:** Пожалуй, главного игрока сегодня назвать сложно, его просто нет. На мой взгляд, наиболее популярны решения от NVIDIA, например бытовые видеокарты. Так исто-

рически сложилось, что корпорация NVIDIA первой начала осваивать эту область. Также популярны платы-ускорители Intel, внедряя которые, эта компания заняла довольно агрессивную позицию. У Intel два решения: одно – на чипах Movidius, которые перешли в портфель Intel вместе с из-

раильской компанией, изначально их разрабатывающей. Второе решение — на ПЛИС (FPGA), которые Intel приобрела вместе с компанией Altera и теперь выпускает под своим брендом. Вроде бы два похожих решения, но у них очень много различий, в первую очередь по решаемым задачам.

Чипы Movidius™ предназначены для задач, связанных с видеопроцессором. Допустим, требуется распознавать людей, попавших в зону работы системы видеонаблюдения. Мы можем также задать дополнительные параметры: пол, возраст, настроение. Контентов много! Вплоть до того, что можно определить, носит ли человек в производственных помещениях специальную антистатическую обувь или ходит в обычной уличной. Причем алгоритмы можно обучить не только выполнению таких задач, более сложные им тоже под силу. Существует международный проект Botkin.AI, который нацелен на то, чтобы обучить алгоритм прогнозировать развитие рака легких по рентгеновским снимкам. Это проект с колоссальным объемом работы, в котором принимают участие не только программисты, но и врачи. В том числе над ним работают и наши соотечественники. С одной из компаний-участниц мы налаживаем сотрудничество.

**ИСУП:** Скажите, исходя из своего опыта, как один из основных дистрибьюторов в России, предлагающих подобные решения: для каких целей чаще всего приобретаются ускорители вычислений?

**В. Райчев:** В России однозначно лидирует направление Big Data, а основными заказчиками выступают ИТ-компании. Интересный факт: около года назад голосовой помощник от «Яндекса», «Алиса», научилась искать информацию по фотографиям с камеры или любым другим изображениям. Это стало возможным благодаря ускорителям, разработанным компанией Intel.

**ИСУП:** Если рассматривать номенклатуру изделий, которые вы поставляете на отечественный рынок, то на каком из чипов построено больше решений? На Arria 10?

**В. Райчев:** В нашей номенклатуре преобладают решения от Intel. Одно



▲ В. Райчев, менеджер проектов компании «Ниеншанц-Автоматика»

решение с Arria 10, Mustang-F100-A10, предназначено для задач, связанных с нейронными сетями и искусственным интеллектом. И несколько решений для интеллектуальной видеоналитики, использующих визуальный процессор Intel Movidius Myriad X. На сегодняшний день доступно одно решение — Mustang-V100-MX8. Однако во время проведения Computex 2019 будет анонсировано еще четыре платы различных форм-факторов.

**ИСУП:** А с NVIDIA вы тоже работаете?

**В. Райчев:** Да, и решения от NVIDIA у нас тоже есть, причем в защищенном исполнении IP67.

**ИСУП:** Давайте поговорим о конкретных моделях, которые вы предлагаете своим покупателям, например об ускорителе вычислений Mustang-V100-MX8 от IEI Integration.

**В. Райчев:** Mustang-V100-MX8 — не первая ласточка. Я имею в виду, что с данной технологией уже можно было познакомиться в устройстве Movidius Neural Compute Stick, которое пользователи прозвали «нейрофлешкой» из-за внешнего вида. Наше решение выполнено в формате платы расширения для шины PCI-express, имеет «на борту» восемь чипов Myriad X и предназначено для машинного зрения — обработки графической информации с помощью нейронных сетей. Мы с нетерпением

ждем появления плат в форм-факторах mPCIe и M.2 для использования их во встраиваемых компьютерах.

**ИСУП:** Владимир, а для каких задач могут понадобиться встраиваемые компьютеры с предустановленными платами Mustang?

**В. Райчев:** Это, вероятно, самая интересная часть — применение и возможности таких компьютеров при децентрализованных вычислениях. Так как мы говорим про решения на базе визуальных процессоров Intel Movidius Myriad X, то основную сферу можно легко обозначить: видеоналитика с помощью нейронных сетей (машинное зрение), для работы которых требуются большие вычислительные мощности. Визуальный процессор как раз и предоставляет такие мощности при малом потреблении энергии. То есть теперь мы можем, к примеру, использовать алгоритм, который будет получать изображение с камеры и распознавать на нем объекты. У нас есть рабочий демонстрационный стенд с распознаванием людей в кадре и определением их пола, возраста и настроения.

**ИСУП:** Звучит интересно, однако как машинное зрение может быть применено в автоматизации технологических процессов?

**В. Райчев:** Наш второй демонстрационный стенд как раз для промышленности, на нем представлена оцифровка данных стрелочного индикатора, например манометра, с помощью встраиваемого компьютера и веб-камеры. Принцип работы следующий: камера устанавливается напротив манометра и подключается к компьютеру со специально обученным алгоритмом. При первом запуске оператору необходимо произвести калибровку с помощью графического интерфейса и указать цену деления шкалы. После чего алгоритм сможет отслеживать изменение положения стрелки и предоставлять оцифрованные значения манометра. Эти данные уже можно отправлять в SCADA-систему. Ускоритель в данном примере позволяет провести обработку данных почти без задержек. Другим направлением для машинного зрения в промышленности является контроль качества выпускаемой продукции.

**ИСУП:** Как вы считаете, почему совсем недавно, только в 2018 году, вокруг ускорителей вычислений на рынке начался настоящий ажиотаж?

**В. Райчев:** Я считаю, что это было вполне ожидаемо, алгоритмы с использованием нейронных сетей получили достаточную популярность, чтобы крупные компании увидели потенциальную прибыль. А так как основным замедляющим фактором была недостаточная производительность при обработке данных алгоритмами, то вполне логично, что появились специализированные аппаратные решения. К тому же многие компании уделяют большое внимание оптимизации алгоритмов и средств их разработки. В итоге мы уже подошли к такому уровню оптимизации и производительности, что практически каждый может провести свой собственный эксперимент и понять, насколько это ему интересно, как это применимо к его задачам. Выяснилось, что задачи, которые можно решить с помощью машинного зрения, буквально повсюду. Самое простое — это аналитика видеоданных. Но также они помогают строить более точные модели прогнозирования на основе данных, которые раньше невозможно было собрать или обработать. Глу-

боекое обучение (Deep learning) — это новый виток развития теории о принятии решений, что позволяет поручить компьютерам новые задачи, на которые раньше был способен только человек.

**ИСУП:** А конкретно где это сейчас применяется? Например, в ЦОД, где анализируются данные с дорожных камер видеонаблюдения, применяются ли возможности нейронной сети?

**В. Райчев:** Насколько мне известно из открытых источников, камеры фотовидеофиксации в Москве уже подключены к ЦОД, использующему искусственную нейронную сеть для распознавания марки и модели автомобиля.

**ИСУП:** А в нефтяной промышленности?

**В. Райчев:** Да, конечно. В нефтяной промышленности в первую очередь ставится вопрос о безопасности периметра и контроля доступа: кто из персонала подходил к тому или иному объекту, какую территорию пересекал. Искусственная нейронная сеть позволяет «отфильтровывать» данные, получаемые с камер, применить к их классификации сложные правила и тем самым повысить эффективность

системы видеонаблюдения: избежать ложных срабатываний даже при неблагоприятных погодных условиях. А также алгоритм может сигнализировать, например, носит ли персонал каску, находясь на объекте.

**ИСУП:** А нейрофлешки? Например, Intel предлагает своим потребителям нейрофлешку Movidius NCS с протоколом USB 3.0. Я знаю, что ее достаточно активно используют. У нас нет, но, например, в Польше ее ставят на дроны. Летящий дрон способен в режиме реального времени вести обработку данных, фиксировать утечку газа, лесные пожары и т. д.

**В. Райчев:** Нейрофлешки хорошо подходят для прототипирования, но не всегда — для решения реальных задач. Mustang-V100-MX8 по производительности сопоставим с восемью Intel NCS и вместо восьми NCS можно установить лишь одну карту Mustang.

Беседовал С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».

Компания «Ниеншанц-Автоматика»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 326-5924,  
e-mail: ipc@nnz.ru,  
сайт: www.nnz-ipc.ru

**interlight** | **intelligent building** **10–13 сентября 2019**  
RUSSIA | RUSSIA | ЦВК «Экспоцентр», Москва

Международная выставка освещения, систем безопасности, автоматизации зданий и электротехники

Light	Building
Технический свет	Электротехника
Декоративный свет	Автоматизация зданий
Компоненты	Умный дом
Лампы	Интегрированные системы безопасности
LED-технологии	Умный город

messe frankfurt

## Российские промышленные компьютеры BLOK и отечественные операционные системы: гарантия совместимости и конкурентоспособности

Успешно завершены валидационные испытания современных промышленных безвентиляторных платформ BLOK Industrial и BLOK Rugged под управлением ведущих отечественных операционных систем. Испытания проведены в рамках технологических партнерств АО «РТСофт» с лучшими российскими компаниями – производителями ОС. Цель испытаний: обеспечить потребителей современной техники максимальными гарантиями совместимости, снизить издержки и риски потребителей аппаратуры и операционных систем в процессах разработки и производства критичных к надежности и безопасности систем управления, снизить стоимость конечных решений.



В качестве аппаратных платформ использовались линейки BLOK на базе мощных и энергоэффективных встраиваемых (embedded) микропроцессоров компании Intel Core i7 и Xeon E3 поколений SkyLake (6-е) и Kaby Lake (7-е).

Испытания подтвердили корректную работу целевых платформ с актуальными версиями лучших отечественных операционных систем: Astra Linux SE 1.6 «Смоленск» (АО «НПО РусБИТех»), ЗОСРВ «Нейтрино» (ООО «СВД Встраиваемые Системы»), Альт 8 СП (ООО «Базальт СПО»), LICS 1000 v.5 (ИПУ РАН).

Объекты проверки: установка ОС штатными средствами, режимы загрузки, проверка работы сетевой инфраструктуры (5 × G Ethernet), каналов USB 2.0/3.0, встроенного GPU, мультимедийных портов 3 × DisplayPort и HD Audio, дисковой подсистемы SATA 6 Гбит/с с промышленными SSD, последовательных портов. В ряде случаев испытания проведены с установленными в BLOK модулями доверенной загрузки серии «Соболь 4.0» (ООО «Код Безопасности»).

Валидированные для BLOK отечественные операционные системы – это развитые програм-

мные платформы мирового класса, отвечающие самым современным требованиям, что позволяет использовать их в критичных к надежности и безопасности приложениях в различных секторах экономики РФ (атомная энергетика, управление воздушным движением, транспорт и специальные приложения).

В соответствии с действующими официальными соглашениями клиенты АО «РТСофт», работающие на платформах BLOK Industrial или BLOK Rugged, не только получают гарантии совместимости и соответствующее снижение рисков владения сложными аппаратными и программными продуктами, но и смогут снизить собственные операционные издержки за счет возможности приобретения машин серии BLOK вместе с лицензиями на операционные системы по стандартной стоимости, с режимом гарантии и технической поддержки.

АО «РТСофт» рекомендует применение отечественных ОС для любых ответственных российских и зарубежных проектов, где критически важными являются высокий уровень государственной сертификации и лицензирования, высокие требования к безопасности и надежности, отсутствие экспортных ограничений, современный уровень и развитость продуктов, выгоды и удобства работы с лидирующими клиентоориентированными компаниями.

Российские безвентиляторные промышленные компьютеры серий BLOK Industrial и BLOK Rugged предназначены для создания ответственных систем с длительным жизненным циклом. Разработаны и произведены в России в рамках промышленных стандартов для атомной энергетики и ГОСТ РВ. Гарантия на аппаратные платформы BLOK от 3 до 7 лет.

Дополнительную информацию о продуктовых линиях BLOK можно посмотреть на сайте: [blok.rtsoft.ru](http://blok.rtsoft.ru).

АО «РТСофт», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 967-1505,  
e-mail: [sales@rtsoft.msk.ru](mailto:sales@rtsoft.msk.ru),  
сайт: [blok.rtsoft.ru](http://blok.rtsoft.ru)

# Гармоники в энергосети: причины возникновения и способы мониторинга



Объясняется вред гармоник для оборудования распределительных сетей. Представлено оборудование EKF для мониторинга гармоник: измерительные приборы SMH и G33H.

Компания EKF, г. Москва

**Что такое гармоники?** Это длительно существующие в энергосистеме синусоидальные волны, которые суммируются с основной частотой 50 Гц, искажая исходную форму сигнала всплесками, провалами и постоянным присутствием шумов. Номер гармоники означает, во сколько раз ее частота выше основной. Например, 3-я гармоника обладает частотой 150 Гц, а 25-я — 1250 Гц.

**Как появляются гармоники?** Ток, потребляемый нелинейными нагрузками, протекает через все сопротивления (проводов, кабелей, переходных, обмоток трансформаторов) питающей сети, что ведет к падению напряжений на этих сопротивлениях. Характер падения этих напряжений также является нелинейным, так как полностью повторяет форму нелинейного тока на простых резистивных нагрузках. Это бывает в случаях, когда осуществляются частые коммутации мощного электрооборудования или прямые пуски асинхронных электродвигателей.

Определенный вклад в гармонический состав токов и напряжений вносят неуправляемые выпрямители, которые являются частью блоков питания бытовых электроприборов или промышленного оборудования.

**Чем опасны гармоники?** Наличие гармоник при определенных условиях ведет к перегрузкам в распределительных сетях, повышенному энергопотреблению, ложному срабатыванию защитных устройств, перегреву проводки, преждевременному старению и выходу оборудования из строя, помехам в сетях связи.

Важным свойством гармоник является то, что они, как правило, на-



Рис. 1. Измерительный прибор EKF SMH

капливаются в энергосистеме. Вклад различных источников гармоник в некоторой степени суммируется.

Гармоники присутствуют практически в любой электросети. Если суммарная доля нелинейных нагрузок превышает 40 % мощности энергосистемы, требуются мероприятия, направленные на снижение негативного влияния гармоник. К аналогичным мерам прибегают, когда измерен-

ное значение коэффициента гармонических искажений (THD) превышает 8 %.

**Какие приборы помогут анализировать гармоники?** Для анализа гармоник нужно получить реальные значения коэффициентов THD для токов и напряжений по фазам в энергосистеме многофункциональными измерительными приборами EKF: SMH или G33H (рис. 1, 2). Возможности этих измерительных приборов очень широки: они позволяют видеть детальную информацию по всем основным характеристикам качества электроснабжения, таким как:

- ▶ среднеквадратичные значения тока и напряжения;
- ▶ коэффициенты мощности, частоты;
- ▶ пиковые значения и др.

Анализ обобщенных показателей, полученных с дисплея многофункционального измерительного прибора, позволит специалистам оптимизировать работу промышленных систем, цепей и оборудования.



Рис. 2. Измерительный прибор EKF G33H

Инженеры по качеству компании EKF тщательно и на постоянной основе оценивают оборудование, которое производится как на российских, так и на зарубежных площадках. Нацеленность производителя на выстраивание долгосрочных доверительных отношений с клиентами – лучшая гарантия качества выпускаемой продукции.

Компания EKF, г. Москва,  
тел.: +7 (495) 788-8815,  
e-mail: info@ekf.su,  
сайт: ekfgroup.com

# Универсальный автоматический стриппер KLAUKE K432. Три варианта для всех типов изоляции проводов



Немецкая компания KLAUKE, известный производитель электротехнического инструмента, разработала две новые модели стриппера K432: K432V и K432U, которые предназначены для снятия жесткой изоляции из тефлона, фторопласта и других фторполимеров. Вместе со статьей опубликовано интервью с бренд-менеджером KLAUKE Андреем Николаевичем Бондаренко, сотрудником компании «ЮНИТ МАРК ПРО», которая является официальным представителем немецкого производителя в России.

АО «ЮМП», г. Москва

Компания KLAUKE, известный производитель качественного электротехнического инструмента, обновила свой легендарный стриппер K432 – инструмент для снятия изоляции. Прежде чем перейти к его характеристикам, скажем два слова о разработчике и производителе.

Немецкая компания KLAUKE («КЛАУКЕ») неслучайно считается лидером в разработке технологий резки и оконцовки провода. У нее громадный опыт. Уже 140 лет назад в городе Ремшайд появилось семейное предприятие, занимающееся кузнечными работами и изготавливающее инструмент и оснастку для слесарных работ. Интерес к этому роду деятельности (изготовлению инструмента) компания сохранила до сих пор, хотя и с некоторыми изменениями, которых потребовало время: сегодня она производит инструмент и кабельные наконечники для создания электрических контактных соединений. Можно с уверенностью утверждать: в мире мало кто так хорошо знает и понимает электротехнический инструмент, как KLAUKE. Продукция KLAUKE не просто отвечает самым высоким требованиям мировых стандартов, но и зачастую превосходит их.



Рис. 1. Стрипперы KLAUKE для снятия жесткой изоляции K432V и K432U

В настоящее время в ассортимент продукции KLAUKE входят:

- ▶ механические, гидравлические и электрогидравлические инструменты для резки провода и кабеля;
- ▶ инструменты для снятия изоляции/оболочки провода и кабеля;
- ▶ кабельные наконечники всех наиболее используемых в электротехнике типов в диапазоне сечений от 0,14 до 1000 мм<sup>2</sup>;
- ▶ механические, гидравлические и электрогидравлические инструменты для опрессовки наконечников на жилах проводов и кабеля;
- ▶ ручные механические слесарно-монтажные и электромонтажные инструменты;
- ▶ наборы и комплекты инструментов и наконечников.

Две производственные площадки KLAUKE по-прежнему расположены в Ремшайде вместе с административным центром и отделением НИОКР, где разрабатываются новые технологии и совершенствуются изделия. За минувшие годы к ним прибавились производственные площадки в немецком городе Бернсдорф (Саксония) и словацком городе Долны Кубин, где производится часть ассортимента кабельных наконечников. При этом продукция KLAUKE широко распространена в мире: ее знают и любят более чем в 80 странах.

Упомянутый в самом начале статьи стриппер K432 – один из известнейших инструментов KLAUKE, который прекрасно зарекомендовал себя за много лет эксплуатации. Это универсальная модель для проводов сечением 0,02–10 мм<sup>2</sup> с автоматической регулировкой, рассчитанная на промышленное применение в условиях серийной сборки. Теперь к ней добавились еще две модели, разработанные специально для снятия жесткой изоляции: K432V и K432U (рис. 1).

Две новые модели инструмента позволят выполнить значительную часть задач по зачистке круглых проводов, имеющих изоляцию из твердого и очень твердого пластика. Выполняется автоматическая настройка под провода с жилами самого разного сечения. Рабочие диапазоны сече-

ний, на которые рассчитаны инструменты:

- ▶ K432V: 0,08–4,0 мм<sup>2</sup>;
- ▶ K432U: 4,0–16,0 мм<sup>2</sup>.

Существует большое разнообразие проводов с изоляцией из твердых пластиков, таких как PTFE (Teflon), фторопласт-4 и другие фторполимеры. Стандартные инструменты, рассчитанные на снятие изоляции из PVC (ПВХ) и других мягких пластиков, обычно либо совсем не справляются с задачей по зачистке твердой изоляции, либо делают это крайне плохо, вплоть до сломанных лезвий. Именно здесь на помощь приходят стрипперы K432V и K432U, поскольку они специально разработаны для снятия жесткой изоляции (рис. 2).

Провода с твердой и гладкой изоляцией отличаются особыми механическими и электрическими свойствами: очень широким диапазоном рабочих температур, высокой стойкостью к химическим и другим агрессивным средам, повышенной способностью выдерживать механические воздействия, а также высокими изоляционными качествами. Поэтому мы рекомендуем применять стрипперы K432V и K432U в тех сферах промышленности, где используются такого рода особые провода – в судостроении, авиастроении, при сборке электротехнического оборудования, предназ-

наченного для работы в агрессивных средах или сложных климатических условиях, а также для систем, требующих особой надежности.

Стрипперы K432V и K432U – это, как вы уже догадались, частный случай стриппера K432. Много лет KLAUKE выпускает этот первоклассный стриппер и предлагает для него сменные блоки с V-профилем и U-профилем лезвий. Если раньше, для того чтобы приобрести лезвия с V- или U-профилем, требовалось купить стриппер K432 и сменный блок дополнительно к штатному, то теперь вы можете сразу выбрать необходимый инструмент без дополнительных затрат. Разумеется, если у вас уже имеется стриппер K432, вы можете заказать для него сменный V- или U-модуль, не покупая инструмент. В итоге теперь у вас есть выбор: можно купить один любой инструмент серии K432 и необходимые «челюсти» к нему или выбрать несколько целых инструментов. Выбор за вами, а все необходимое вы найдете у официального дистрибьютора KLAUKE в России компании «ЮНИТ МАРК ПРО».

Для того чтобы больше узнать об особенностях работы KLAUKE и характеристиках новых моделей, мы обратились к представителю «ЮМП» Андрею Николаевичу Бондаренко, специализирующемуся на продвижении продукции KLAUKE.



Рис. 2. K432V с V-профилем лезвий: удобный инструмент для снятия жесткой изоляции

# Интервью с Андреем Николаевичем Бондаренко, бренд-менеджером KLAUKE компании «ЮМП»

**ИСУП:** Насколько востребован был выпуск стриппера для жесткой изоляции? И можно ли его использовать как универсальный? Ведь диапазон до 4 мм<sup>2</sup> перекрывает большую часть задач.

**А. Н. Бондаренко:** Появление в каталоге KLAUKE специализированного стриппера для проводов с твердой изоляцией было ответом на специфическую потребность ряда производств, где применяются такие провода. Использовать его как универсальный, скорее всего, не имеет смысла. Он дороже примерно на 10%, чем классический K432, а диапазон от 0,08 до 10 мм<sup>2</sup> по проводам в ПВХ-изоляции у K432 позволяет считать его более универсальным.

**ИСУП:** Возможна ли замена блока лезвий в случае их поломки?

**А. Н. Бондаренко:** Во всех инструментах этого семейства меняется так называемый картридж, в который встроены лезвия и прижимные губки. Их всегда можно приобрести отдельно.

**ИСУП:** Есть ли какое-то визуальное различие между универсальной моделью K432 и новыми моделями K432V и K432U?

**А. Н. Бондаренко:** Корпуса у всех этих инструментов одинакового черного цвета, а вот картриджи – разного: у классического K432 он черный, у K432V – синий, а у K432U – красный. Если у вас есть не один стриппер этого семейства, а два или три, то перепутать их будет сложно.

**ИСУП:** У нас страна с достаточно холодным климатом. Какова предельная нижняя температура эксплуатации K432V и K432U?

**А. Н. Бондаренко:** Тут дело не только и не столько в способности инструментов работать при низких температурах. При отрицательных темпе-

ратурах меняются свойства изоляции проводов. Например, чем холоднее, тем менее эластичной и более хрупкой становится ПВХ-изоляция провода. Поэтому зачистка монтажных проводов обычно выполняется при положительных температурах окружающей среды.

**ИСУП:** Продукция KLAUKE не только отвечает требованиям стандартов, но и зачастую превосходит их. Приведите, пожалуйста, конкретный пример, в чем проявляется такое превосходство.

**А. Н. Бондаренко:** Посмотрим на один из самых востребованных типов кабельных наконечников – медные трубчатые под крепление болтом, так называемые ТМЛ. Одним из видов проверки качества соединения такого наконечника с жилой кабеля является испытание его на разрыв в специальной машине. Если использовать ТМЛ-наконечник KLAUKE и правильно подобранный пресс-инструмент, усилие разрыва такого соединения будет в 2–2,5 раза выше европейского норматива DIN EN 61238 ч. 1, значение которого 60 н/мм<sup>2</sup>. Это регулярно подтверждается при проведении испытаний.

**ИСУП:** Компания KLAUKE главным образом производит серийную продукцию, однако некоторые вещи она выполняет на заказ, например, делает кабельные наконечники по чертежам заказчиков. Можете ли вы обеспечить выполнение такого заказа, как официальный дистрибьютор? И за сколько времени он будет осуществлен?

**А. Н. Бондаренко:** Да, мы для наших клиентов получаем у компании KLAUKE наконечники, которых нет в общем каталоге. Их несколько десятков артикулов. Время исполнения такого заказа зависит от нескольких факторов: от типа наконечника, его

конструктивных особенностей, размера и объема заказа. Срок поставки может составлять до 2,5 месяцев. Но есть вариант, когда специальные заказные наконечники будут поддерживаться на складе нашей компании в Москве, если имеется оформленная договоренность с заказчиком.

**ИСУП:** Сколько авторизованных сервисных центров KLAUKE находится в России? Как налажено их (то есть ваше) взаимодействие с заказчиками из разных концов нашей большой страны?

**А. Н. Бондаренко:** В России работает один авторизованный сервисный центр KLAUKE, это сервисный центр нашей компании. Информацию по вопросам взаимодействия с заказчиками, по вопросам ремонта и технического обслуживания продукции KLAUKE можно посмотреть на нашем официальном сайте [umpgroup.ru](http://umpgroup.ru).

**ИСУП:** На рынке присутствуют несколько известных брендов приблизительно одного ценового сегмента, но с совершенно разными маркетинговыми подходами. В чем ваше основное конкурентное преимущество, если не касаться вопроса цены?

**А. Н. Бондаренко:** Компания KLAUKE входит в пятерку самых известных и крупных европейских «каталожных» компаний, основу ассортимента которых составляют кабельные наконечники и пресс-инструменты для них. Что выгодно отличает KLAUKE? Это немецкая компания с 140-летней историей, которая уже 60 лет занимается продуктами и технологиями для получения электрических контактных соединений для промышленности. За это время накоплен колоссальный опыт: умение самостоятельно разрабатывать контактные элементы и инструменты для промышленной сборки электротехнического оборудования и для электромонтажных работ, внедрять и со-

вершенствовать самые прогрессивные технологии их производства. Часто этот имеющийся опыт можно назвать термином «ноу-хау», то есть KLAUKE умеет делать многое так, как никто пока в мире не может. Например, миниатюрные аккумуляторные гидравлические инструменты для работы с кабелем серии KLAUKE-Mini. Компания KLAUKE их разработала 20 лет назад, а сейчас уже выпускается третье их поколение. Но никто из конкурентов так и не научился пока делать аналогичные по функционалу инструменты с такими же малыми габаритами и весом и соответственно с такой же высокой эргономичностью. Многие ценят KLAUKE за надежность и стабильное качество. Один из девизов компании KLAUKE – «Perfektionist» («Перфекционист»), то есть, как говорят в KLAUKE, если можно сделать что-то самое лучшее, то оно будет сделано у нас. И эта высокая планка оценки качества действует в отношении всех видов продукции, включенной в каталог KLAUKE. Кроме того, KLAUKE – это большое собственное производство, свой огромный логистический центр, что позволяет в короткие сроки выполнять как регулярные заказы партнеров и дилеров, так и справляться с очень большими заказами, выбивающимися из общей массы. Если сравнивать KLAUKE

с европейскими конкурентами, то нужно учитывать, что ряд довольно известных компаний ничего не производят сами, а являются торговыми компаниями, заказывающими товар под своим брендом не только в Европе, но и по всему миру. Это вовсе не обязательно плохо, но словосочетание «традиционное немецкое качество» не потеряло пока своего первоначального смысла.

**ИСУП:** Есть ли у вас позиции, которых пока нет у остальных участников рынка?

**А. Н. Бондаренко:** Да, конечно. Можно снова назвать инструменты серии KLAUKE-Mini, о них уже было сказано. Еще одна из новинок последних лет – электромеханические аккумуляторные пресс-инструменты KLAUKE-Micro, разработанные компанией KLAUKE в качестве замены ручных пресс-клещей при выполнении оконцовки монтажных проводов наконечниками разных типов и размеров на серийной сборке. Это уникальный инструмент, ничего похожего ни один из производителей не делает.

**ИСУП:** Сейчас для продвижения своих инструментов известные бренды используют различные акции, тест-драйвы и т. д. Планируете ли и вы, как дистрибьютор, подобные мероприятия?

**А. Н. Бондаренко:** Мы их планируем и периодически проводим. Например, мы предоставляем для опытного применения на производстве демокомплекты инструментов KLAUKE-Micro с комплектом пресс-матриц. Оценив на практике, в реальных условиях, эти инструменты, большинство клиентов закупают их сразу или включают в бюджетный план на последующие периоды. Многие клиенты приезжают в офисы нашей компании, чтобы, используя имеющийся там инструмент и наконечники, выбрать решение для конкретной задачи. Или присылают нам образцы используемых проводов и наконечников с просьбой подобрать для них оптимальный пресс-инструмент. Мы и сами регулярно посещаем наших клиентов, изучаем, что и как они делают, что хотят изменить в лучшую сторону, и часто решение находится сразу – после опытного применения наших инструментов и наконечников.

Беседовал С. В. Бодрышев,  
главный редактор журнала «ИСУП».

АО «ЮМП», г. Москва,  
тел.: +7 (495) 748-0907,  
e-mail: promo@umpgroup.ru,  
сайт: www.umpgroup.ru

| [Время подписаться](#)

Яндекс  Дзен

[Лента](#)

[Подписки](#)

[Каналы](#)

[Скачать приложение](#)

## Журнал "ИСУП"


Журнал "ИСУП"  
Отраслевой научно-технический журнал


2025 подписчиков

[ПОДПИСАТЬСЯ](#)

...

Промышленная автоматизация, энергетика, КИПА, датчики, промышленные компьютеры, РЗА, противоаварийная защита, контроллеры, светотехника, метрология, АСКУЭ, ИБП

 [ВКонтакте](#)

 [Facebook](#)

| [zen.yandex.ru/isup](http://zen.yandex.ru/isup)

# Датчики и системы Для промышленной автоматизации

ООО «Пепперл+Фукс Аутомейшн»  
г. Санкт-Петербург  
Кондратьевский пр., д. 15, корп. 2, лит. «3», оф. 228  
+7 (812) 677-48-48  
office@ru.pepperl-fuchs.com  
www.pepperl-fuchs.com



Your automation, our passion.

**pf** PEPPERL+FUCHS

## Новая ступень в развитии промышленной безопасности.

### Точное абсолютное позиционирование уровня SIL 3/PL e с помощью одного датчика

**PEPPERL+FUCHS**

Движущиеся механизмы всегда потенциально опасны. Поэтому на производстве требуется обеспечить точность абсолютного позиционирования, гарантирующего защиту персонала и оборудования. Благодаря новым системам позиционирования safePGV и safePXV компании Pepperl+Fuchs впервые удалось достичь уровня безопасности SIL 3/PL e с помощью одного датчика.

ООО «Пепперл+Фукс Аутомейшн», г. Санкт-Петербург

Производственные механизмы, работающие под управлением автоматизированных систем с датчиками, могут представлять опасность для персонала. Поэтому в 2006 году в целях защиты людей, работающих с движущимися механизмами, была разработана Директива 2006/42/ЕС по машинам, механизмам и машинному оборудованию (в Европе она известна как «Машинная директива» – Machinery Directive), строгие правила которой требуются неукоснительно соблюдать. Их исполнение гарантирует безопасность любого механизма, эксплуатирующегося на объекте. В статье мы расскажем о передовом решении компании Pepperl+Fuchs («Пепперл+Фукс») – системах позиционирования нового поколения safePGV и safePXV, которые позволяют достичь требуемого уровня безопасности SIL 3/PL e с помощью всего лишь одного датчика! Эта разработка, демонстрирующая высочайшую эффективность, позволяет разрешить проблему с безопасностью на многих предприятиях.

#### Система безопасности с одним датчиком

Следует признать, что до сих пор достичь уровня SIL 3/PL e и таким образом реализовать точное и безопасное абсолютное позиционирование не удавалось практически ни на одном предприятии. Слишком высокие были бы издержки компаний –

владельцев оборудования, ведь им потребовалось бы создать избыточные системы, включающие множество датчиков и построенные с применением различных технологий. Дополнительно необходимо реализовать проверку достоверности данных в безопасных устройствах управления. Наконец, разработка всей системы должна выполняться под техническим надзором TÜV и пройти приемку этой независимой организации.

Новые системы позиционирования safePGV и safePXV, разработанные компанией Pepperl+Fuchs, позволяют добиться необходимой точности с помощью всего лишь одного датчика. Это решение нового поколения, по сути, базируется на технологии, испытанной годами, – особо надежном сочетании 2D-считывате-

ля и кодов матрицы данных. Нововведением безопасной версии является внедрение двух наложенных друг на друга матричных кодов красного и голубого цвета. В свою очередь, считывающая головка также оснащена двумя кругами из синих и красных светодиодов (рис. 1). Таким образом, в основе решения лежат двухцветные коды в сочетании с двухцветным излучением. Каждый отдельный код содержит информацию о положении и безопасности, которая становится видимой благодаря красному или голубому свечению светодиодов и таким образом может быть считана сканером.

«Мозг» системы позиционирования – это новое фирменное программное обеспечение. Оно управляет цветом светодиодов с помощью



Рис. 1. Компоненты системы позиционирования safePGV: 2D-считыватель и лента с кодами матрицы данных

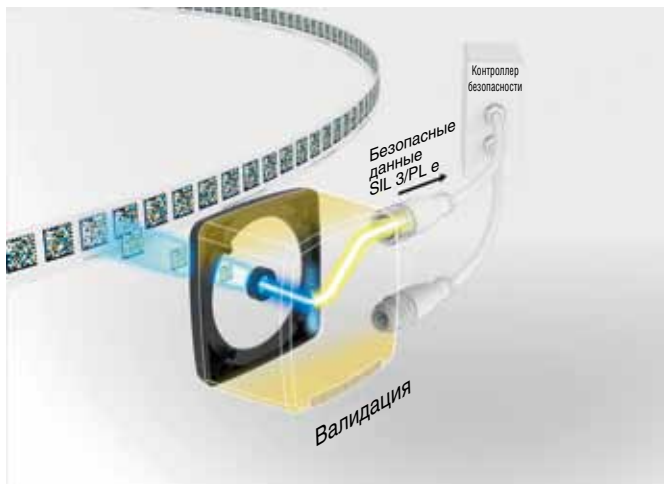


Рис. 2. Проверка достоверности данных в системе позиционирования safePGV



Рис. 3. Новая система позиционирования сканирует одновременно до пяти матричных кодов

алгоритма, признанного безопасным. Проверка достоверности данных каждого кода происходит непосредственно в отвечающем за безопасность элементе датчика, и только после этого данные передаются на контроллер безопасности по протоколу PROFIsafe (рис. 2). Здесь безопасное положение по оси X проходит дальнейшую обработку и задействуется для управления рабочим процессом. Инновационная сенсорная технология снабжена функцией непрерывного самоконтроля, что является показателем высокой надежности.

#### Простота эксплуатации

В компании Pepperl+Fuchs с ее многолетним опытом изобретений ведется постоянная работа над усовершенствованием технологии точного позиционирования. В качестве примера можно привести окно скани-

рования системы позиционирования нового поколения. Оно было значительно увеличено, в настоящее время его размер составляет  $120 \times 80$  мм. На практике увеличение окна сканирования позволяет достичь резервирования информации, содержащейся в кодах. Во-первых, любой матричный код является избыточным с точки зрения содержащихся в нем данных. Во-вторых, увеличив размер окна сканирования, мы позволяем системе считывать одновременно и непрерывно до пяти матричных кодов (рис. 3). Таким образом, даже при сильном загрязнении или повреждении кодов гарантируется функциональность системы. Поэтому новые датчики safePGV и safePXV являются самыми надежными и безопасными решениями, доступными на рынке.

Увеличенный размер окна сканирования имеет еще одно важное

преимущество: в сочетании с очень большой глубиной резкости обеспечивается оптимальная считываемость. Таким образом, система «увидит» любое максимально допустимое отклонение в движении по заданной траектории. Она зафиксирует движение по изогнутой траектории малого радиуса, участки подъема и спуска, движение на расстоянии до 100 000 м. При этом допускаются безо всякого ущерба для производительности промежутки (разрывы) между частями кодовой ленты длиной до 75 мм (рис. 4). Особую ценность последняя характеристика имеет для оборудования с очень длинными траекториями пути. Например, перекрытия деформационных швов в зданиях не будут представлять собой никакого препятствия.

Большое внимание наряду с безопасностью и надежностью разработ-



Рис. 4. Система позиционирования допускает широкие промежутки между частями кодовой ленты

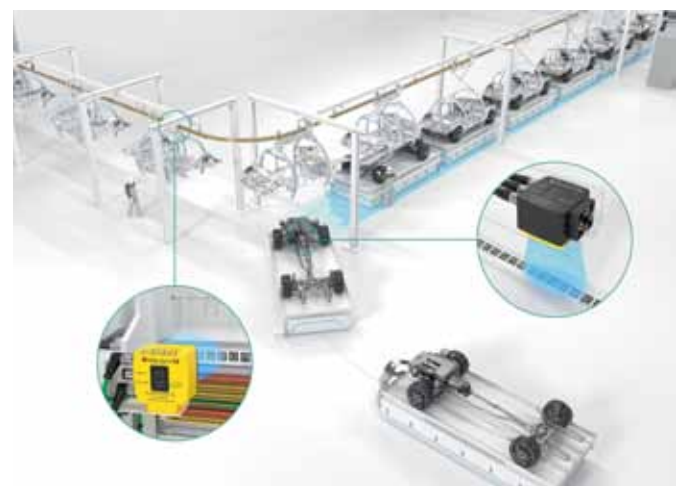


Рис. 5. Системы позиционирования safePXV и safePGV в автомобилестроении

чики уделили простоте эксплуатации новых систем позиционирования. Монтаж устройств выполняется быстро и с легкостью. Кодовая лента поставляется отрезками нужной длины, остается лишь приклеить ее к поверхности. Настройку считывателя достаточно выполнить лишь приблизительно, дополнительные параметры настройки передаются напрямую от контроллера безопасности по протоколу PROFIsafe в виде файла GSDML.

#### Многоотраслевое применение

Новая считывающая головка safePXV оптимально подходит для электрических подвесных конвейеров, используемых в автомобилестроении (рис. 5). Подъемный механизм тяжеловесных подвесных конвейеров сдвигает конструкцию вверх и вниз в зависимости от безопасного положения. Новое решение позволит больше не оснащать каждый подъемный механизм избыточными системами позиционирования, достаточно

будет всего одного датчика. Кроме того, при вводе в эксплуатацию новой системы позиционирования safePXV значительно экономятся как время, так и денежные средства, поскольку не приходится в трудоемком ручном режиме сохранять в контроллере безопасности информацию о каждом участке траектории, где имеется искривление, подъем или спуск. Не менее значительные области применения системы позиционирования safePXV – стеллажные манипуляторы в складской и подъемно-транспортной технике, поворотные платформы в машиностроении, а также лифтовое оборудование и ветряные установки.

Новая система позиционирования safePGV – это оптимальное решение для навигации автоматически управляемых транспортных средств, работающих на складах, в сфере материально-технического снабжения и на производстве. Для этого наряду с безопасным значением положения по оси X датчик передает все значе-

ния, необходимые для безопасного управления транспортным средством. Так, в автомобилестроении можно обеспечить необходимое расстояние между машинами, обеспечив тем самым защиту всех задействованных в процессе рабочих. Кроме данных о безопасности диспетчер может получить доступ к значениям угла и положения по оси Y и легко откорректировать любое отклонение от траектории. Таким образом, новая система позиционирования готова к любым навигационным вариантам.

Приведенные примеры демонстрируют только малую часть возможностей применения новых систем позиционирования. В действительности данная технология обеспечения безопасности от Pepperl+Fuchs является многоотраслевым решением.

Автор – А. Хорнбергер, руководитель отдела разработки продукции направления Industrial Vision Components (Промышленное зрение) Pepperl+Fuchs

## Вместо послесловия.

# Интервью с Армином Хорнбергером, руководителем отдела разработки продукции направления Industrial Vision Components Pepperl+Fuchs GmbH

Беседа с автором статьи, специалистом по системам промышленного зрения из компании Pepperl+Fuchs, позволяет узнать больше об инновационной разработке – системах точного позиционирования safePGV и safePXV.

*Что послужило причиной для разработки новой системы точного абсолютного позиционирования уровня SIL 3/PL e?*

С 2011 года у нас была по-настоящему надежная система позиционирования PCV – надежная с точки зрения эксплуатационной готовности. Следующим логичным шагом для нас стало дальнейшее развитие системы: достижение высокой точности абсолютного позиционирования и интегрирование функции безопасности уровня SIL 3 и PL e. Вдобавок ситуация в промышленности меняется. Безопасность человека и оборудования на производстве приобретает все

большее значение. Высокий уровень безопасности обеспечивает высокую надежность рабочего процесса и низкий уровень простоя оборудования.



▲ Армин Хорнбергер, компания Pepperl+Fuchs

*Каким образом компания Pepperl+Fuchs до сих пор решала задачу по реализации точного абсолютного позиционирования на уровне SIL 3/PL e?*

Совершенно не так же просто, как теперь! Наши safePXV и safePGV стали первыми в мире устройствами на основе камеры без дополнительных компонентов, способными достичь уровня SIL 3 и PL e. До настоящего момента требовалось использовать два разных устройства без защитной функции и сравнивать полученные значения в контроллере безопасности. Таким способом можно достичь только уровня PL d, а добавив к это-

му сигнал мотора, можно достичь уровня PL e. Как видите, это очень затратно! Излишние компоненты означают удорожание, дополнительные потенциальные источники ошибок и значительные издержки на прокладку кабельной проводки.

*То есть главным дополнительным преимуществом является безопасность без излишних затрат?*

Да, именно так. Как и прежде, мы предоставляем возможность добиться точного абсолютного позиционирования с помощью одной камеры в одном корпусе, только теперь в соответствии с SIL 3/PL e. Еще одним дополнительным преимуществом является дальнейшее использование лент с матричными кодами. Простота эксплуатации уже знакома нашим клиентам по прежним решениям позиционирования, только теперь лента стала цветной, и больше никаких отличий в применении!

*Pepperl+Fuchs сообщает о применении многократной избыточности (резервирования информации) для обеспечения безопасности. Каким образом вы достигаете этого?*

Избыточность достигается уже за счет двухцветных кодов матрицы данных, нанесенных на кодированную ленту, в сочетании с двухцветной подсветкой камеры. Каждый отдельный код содержит информацию о положении и безопасности, что уже гарантирует уровень безопасности SIL 3/PL e. Благодаря большому считывающему окну датчик непрерывно сканирует до пяти кодов одновременно и таким образом обеспечивает пятикратную избыточность информации. За счет считывания соседних кодов разрывы ленты, например на стыках на полу, не создают помех. Также при загрязнении или повреждении одного отдельного кода мы по-прежнему гарантируем полную безопасную функциональность.

*Датчики safePXV и safePGV и так передают на контроллер безопасности надежные данные. В чем же необходимость проверять их це-*

*лостность? О каком преимуществе здесь идет речь?*

Благодаря независимости от используемых контроллеров безопасности мы предоставляем пользователю больше гибкости. Контроллер получает данные о безопасном положении напрямую, отсутствует необходимость в программировании для подтверждения безопасности. Наши клиенты свободны в выборе контроллера безопасности, использование которого для них предпочтительнее. Мы осуществляем передачу данных через стандартизированные интерфейсы.

*В устройствах safePXV и safePGV реализована поддержка PROFI-safe от PROFINET. Планируете ли вы внедрять поддержку других протоколов?*

Мы стартовали с протоколом PROFI-safe от PROFINET, так как этот стандарт очень распространен на европейском, в частности немецком, рынке. Но, разумеется, в скором будущем наши системы будут поддерживать и протоколы EtherCAT с FSoE и Ethernet/IP с CIP Safety. Таким образом, будет обеспечена хорошая поддержка существующих на рынке протоколов безопасности.

*Подходят ли ваши датчики для применения в тяжелых условиях эксплуатации и при экстремальных температурах?*

Да, ограничения практически отсутствуют. Например, благодаря большим размерам нанесенных на ленту матричных кодов автоматически управляемые транспортные средства могут постоянно проезжать по ним. Грязь, как уже отмечалось, не мешает работе благодаря многократной избыточности информации. Кроме того, наша система позиционирования может с успехом использоваться при температурах до  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , верхний предел температурного диапазона составляет  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Лента с матричными кодами благодаря использованию ламинированного материала обладает высокой устойчивостью к влиянию внешних факторов, холоду и высоким температурам. Наряду с этим

мы гарантируем устойчивость ленты к ультрафиолетовому излучению на протяжении 10 лет.

*Выдает ли датчик предупреждающие значения, если считываемость матричного кода на ленте достигает критического уровня?*

Мы уже подготовили своего рода индикацию загрязнения ленты в датчике. В настоящее время мы работаем над тем, чтобы предоставлять эти диагностические данные пользователю посредством наших решений, отвечающих концепции Industry 4.0. Так что в будущем появится информация или предупреждение о загрязнении или повреждении кода и необходимости проведения сервисных работ.

*Некоторые дальнейшие шаги вы уже наметили. Какие еще разработки вы планируете в области safePXV и safePGV?*

Многие клиенты хотят знать не только о безопасном положении, но и о том, какова скорость движения подъемного устройства. Теперь, разумеется, благодаря данным о положении в контроллере можно рассчитать и скорость. Во всяком случае, мы избавим клиентов от работ по обязательному программированию и будем одновременно передавать данные о скорости через датчик. А под скоростью мы подразумеваем «безопасную скорость».

*Могли бы вы сказать пару слов о цене новых датчиков безопасности?*

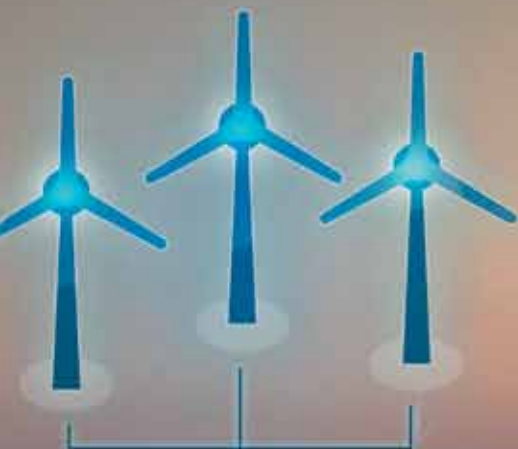
По сравнению со стандартными версиями систем PXV и PGV стоимость устройств уровня SIL 3 выше примерно на 50%. В то же время благодаря гораздо более простой эксплуатации инвестиционные затраты на внедрение нашей продукции значительно ниже, чем на аналогичные решения по абсолютному позиционированию в соответствии с SIL 3/PL e.

ООО «Пепперл+Фукс Аутомейшн»,  
г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 677-4848,  
e-mail: office@pepperl-fuchs.ru,  
сайт: www.pepperl-fuchs.com

# SIEMENS

*Ingenuity for Life\**

Реклама



## SIMATIC WinCC Open Architecture

Платформа для построения систем оперативного мониторинга, комплексной диспетчеризации и интеллектуального управления производственными процессами и инфраструктурными объектами

В версии 3.16 платформа SIMATIC WinCC Open Architecture получила дальнейшее инновационное развитие в части инженерной эффективности, производительности, кибербезопасности, коммуникационных возможностей и средств для визуализации и анализа данных, сохранив все преимущества модульной масштабируемой архитектуры и гибкой методологии разработки как основы для реализации систем сбора, обработки и визуализации данных в задачах цифровой трансформации производства и инфраструктуры.

[siemens.com/wincc-open-architecture](https://siemens.com/wincc-open-architecture)

\* Изобретательность для жизни