# АВТОМАТИЗАЦИЯ & IT в энергетике

ежеквартальный отраслевой
научно-производственный журнал
апрель – июнь 2009

№ 2–3 (2–3)



"Total facility control" и энергетическая эффективность 4

Построение диаграмм термодинамических циклов: шаг за шагом 6

Обоснование внедрения SCADA 22

Wonderware System Platform – ключевое решение по интеграции корпоративных информационных технологий и систем автоматизации на производстве 32

Опыт применения SCADA TRACE MODE 6 в управлении и АСТУЭ лобненских электросетей 40

Беспроводные сенсорные сети и прикладные проекты 44

Серия программируемых реле от Moeller–easy 50

Большие перспективы мини–ТЭЦ 52

Среда программирования контроллеров ISaGRAF 5 и некоторые современные подходы построения распределенных систем управления в энергетике 64

Путь ученого и организатора энергетической науки академика Ю.Н. Руденко 74

# System Platform 3.1

**Простой способ интеграции систем автоматизации и информационных систем на производстве**

Новая версия!

Wonderware® Russia

Системная платформа **Wonderware System Platform 3.1** предоставляет широкий набор инструментальных средств для автоматизации производственных процессов и формирования отчетности: сервер промышленных приложений **Application Server** для быстрой эффективной разработки и управления приложениями; реляционную базу данных реального времени **Historian**; информационный web-портал **Information Server** для распределения информации в сети и формирования интерфейсов пользователя. Готовые интерфейсы обеспечивают стыковку с оборудованием от большинства известных поставщиков и изготовителей средств автоматизации.

Системная Платформа обеспечивает интеграцию приложений, связь с устройствами, архивирование производственных данных и быстрый доступ к ним, обработку алармов и событий, безопасность, централизованную диагностику и администрирование и т.п., а также позволяет производить поэтапное безрисковое внедрение решений для наращивания функционала существующих систем.

# InTouch 10.1

Новая версия!

Свыше 500.000 пакетов InTouch установлены и работают на более чем 120.000 промышленных объектах по всему миру. InTouch обеспечивает интерфейс ко всем основным контроллерам для систем автоматизации - Rockwell, Siemens, Schneider, Unitronics и др., а также используется в системах автоматизации таких известных фирм, как ABB, Honeywell, Foxboro и других поставщиков DCS. Wonderware – единственное стандартное программное обеспечение мониторинга и формирования отчетности для всех основных систем автоматизации.

**Дополнительная информация представлена на сайте www.klinkmann.ru**

**В офисах компании Klinkmann Выможете заказать демо-версию, а также 30-дневную лицензию на использование программного обеспечения Wonderware**

Для визуализации процесса системная платформа Wonderware System Platform 3.1 использует удостоенное многочисленных наград программное обеспечение человеко-машинного интерфейса Wonderware InTouch.


Wonderware® Russia
www.wonderware.ru

**Санкт-Петербург**
тел. +7 812 327 3752
info@wonderware.ru

**Москва**
тел. +7 495 641 1616
info@wonderware.ru

**Екатеринбург**
тел. +7 343 376 53 93
info@wonderware.ru

**Пятигорск**
тел. +7 8793 318441
info@wonderware.ru

**Самара**
тел. +7 846 342 6655
info@wonderware.ru

**Київ**
тел. +38 044 495 3340
info@wonderware.ua

**Мінск**
тел. +375 17 2000 876
info@wonderware.by

**Отраслевой**
**научно-производственный журнал**

Свидетельство Министерства печати РФ
о регистрации ПИ №ФС77-32208
от 09 июня 2008 г.

**Учредитель-издатель**
ООО "АМАЛЬГЕР" г. Москва
**Генеральный директор**
**Даниленко М.А.**

**Председатель редакционной коллегии**
**Оклей Павел Иванович,** Заместитель генерального директора – Технический директор ОАО "Холдинг МРСК"

**Редакционная коллегия:**
**Аблин И.Е.**, Генеральный директор ИнСАТ
**Гордиенко В.М.**, к.т.н.
Зам. Руководителя Московского межрегионального территориального Управления технологического и экологического надзора Ростехнадзора, Почетный энергетик
**Ицкович Э.Л.**, д.т.н., профессор ИПУ РАН
**Корнеева А.И.**, к.т.н
**Кучеренко В.И.**, Зам. Генерального директора "МРСК Волга"
**Лифанов Е.И.**, к.т.н., директор по проектам "Эльстер Метроника"
**Менделевич В.А.**, к.ф.м.н.
Генеральный директор "НВТ-Автоматика" г. Москва
**Мищенко А.М.**, Директор по ИТ ОАО "Холдинг МРСК"
**Непомнящий Ю.В.**, Зам. Главного инженера "МОЭСК"
**Силин В.И.**, Техничесий директор ЗАО "ЭФЭСк"
**Синенко О.В.**, д.т.н., действительный член АИН РФ,
Генеральный директор "РТСофт"
**Султанов Г.А.**, Зам. Генерального директора ОАО "МРСК Юга "
**Тодирка С.Н.**, Главный инженер МКС
**Черемисин В.В.**, Директор "Таврида Электрик Омск"
**Шерман В.С.**, к.т.н.

**Главный редактор**
**к.т.н. Егоров А.А.**
E-mail: egorov@avite.ru
**Первый зам. Главного редактора**
**Паппэ Г.Е.**
E-mail: pappe@avite.ru
**Зам. Главного редактора**
**Другова Л.З.**
E-mail.drugova@avite.ru

**Адрес редакции:**
113123, г. Москва, шоссе Энтузиастов,
д. 31, стр. 38, офис 12
Тел. (495) 708 44 62
E-mail: info@avite.ru http://www.avite.ru

**Тираж:** 1500 экз.

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных материалов. Точка зрения авторов может не совпадать с точкой зрения редакции.

Перепечатка, копирование материалов, опубликованных в журнале "Автоматизация и IT в энергетике" допускается только со ссылкой на издание.

*Того, кто не задумывается о далеких трудностях, непременно поджидают близкие неприятности.*

*Конфуций (Кун-Цзы) (552/551-479 до н.э)*
*Китайский мыслитель и философ*

## Уважаемые коллеги!

В своем интервью **"Новые вызовы Российской энергетики"** журналу "Мировая энергетика" (№1, 2009г.) министр энергетики Сергей Шматко отметил, что "Реализация масштабных проектов в энергетической сфере требует привлечения большого объема инвестиций и использования современных технологий". В связи с этим, особенно в условиях кризиса, становится чрезвычайно актуальным эффективное решение вопросов автоматизации в энергетике, выбора архитектуры и стратегии применения новых информационных технологий.

Поэтому к отраслевому научно-практическому журналу предъявляются новые требования.

**Во-первых,** журнал должен обеспечивать объективное и независимое освещение вопросов разработки, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных систем и технологий, проблем теории и практики АИИС КУЭ, АСДУ и АСУ ТП в энергетике.

**Во-вторых,** обеспечивать содействие развитию, продвижению и внедрению новейших и перспективных технологий автоматизации в Российской энергетической отрасли.

**В-третьих,** привлекать к сотрудничеству ведущих отечественных и зарубежных специалистов с альтернативными точками зрения в области выявления, описания и поиска эффективных путей адаптации новых и перспективных отечественных и зарубежных информационных технологий в условиях Российской энергетики.

**В-четвертых,** публиковать концептуальные, научно-практические и внедренческие материалы, посвященные промышленным автоматизированным системам, эффективным системам управления бизнес-процессами в условиях ограниченных инвестиций, программному и алгоритмическому обеспечению, техническим средствам автоматизации, вопросам сертификации, описанию промышленных стандартов в области энергетики.

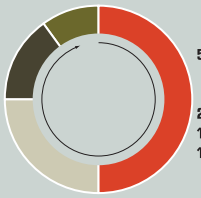
Учитывая эти требования, в журнале предлагаются следующие основные направления:

- автоматизация предприятий энергетической отрасли;
- современные методы и алгоритмы систем автоматизации (СА) в энергетике;
- автоматизированные информационно-управляющие системы в энергетике (практический опыт);
- технические и программные средства систем автоматизации, опыт создания и эксплуатации их для энергетических компаний;
- стандартизация и сертификация СА в энергетике;
- надежность и безопасность в энергетике;
- опыт зарубежной энергетики;
- проблемы и задачи кадровой политики СА в энергетике: от слов к делу;
- история автоматизации в энергетике;
- хроника и новости;
- компании отрасли.

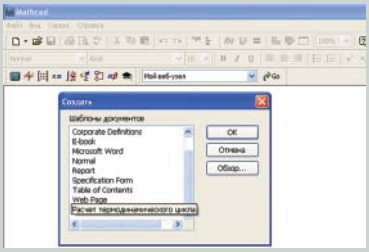
Для оперативного обмена опытом и мнениями редакция нашего журнала организует "Виртуальный круглый стол по вопросам теории и практики автоматизации и внедрения IT-технологий в энергетике". Мы надеемся, что ведущие ученые и специалисты в этой области, а также читатели журнала будут активно участвовать в этом проекте и выскажут свое мнение по вопросам, предлагаемым к обсуждению.

Надеемся, что такое обсуждение позволит эффективно и оперативно формировать объективные оценки и рекомендации по указанным направлениям.

***С наилучшими пожеланиями***
***Главный редактор Александр Егоров***

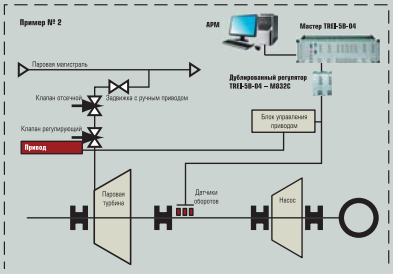



**4** Эксплуатационные затраты, включающие в себя и энергопотребление, составляют наибольшую часть общих расходов на протяжении жизненного цикла здания

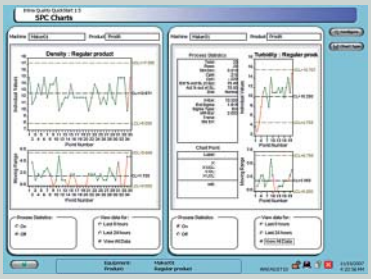


**6** В расчетах термодинамических циклов различного характера есть общие элементы, которые могут быть собраны в шаблоне с именем Расчет термодинамического цикла

**22** Предложена схема процесса ТЭО внедрения SCADA/EMS/MMS систем для диспетчерских управлений Системного Оператора (СО) ЕЭС




**28** Типовой пример применения интеллектуальных модулей семейства TREI-5B



**32** Использование функции Statistical Process Control для предотвращения дефектов путем обнаружения возникающих проблем еще до того, как процесс начнет выдавать бракованную продукцию

**40** Проект по автоматизации объектов Лобненских электросетей представляет собой систему РТП, связанных с единым центральным диспетчерским пунктом по высокоскоростным каналам связи

# СОДЕРЖАНИЕ


## АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ (ПРОБЛЕМЫ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ)

### Концепции

**4** РОН БЕРНСТИН
(Международная ассоциация LONMARK® International)
“Total facility control” и энергетическая эффективность

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

### Автоматизация расчетов в энергетике

**6** В.Ф. ОЧКОВ (МЭИТУ – ООО “ТРИЕРУ”)
Построение диаграмм термодинамических циклов: шаг за шагом

**16** О.В. БЕЛИКОВ, В.П. БЕЛИКОВ, А.В. КОРШУНОВ, И.А. БУХАРИНА
(ЗАО “Инженерная компания Автоматика”)
Разработка программного комплекса расчета технико-экономических показателей работы оборудования электростанций

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ (ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ)

### Общие вопросы

**22** Д.А. КНЯЗЕВ (IBM GBS)
Обоснование внедрения SCADA

**28** П.В. ЖМУРО (компания “ТРЭИ ГмбХ”)
Выбор универсальных локальных регуляторов для систем с повышенными требованиями к надежности и качеству ведения технологического процесса

### MES-системы

**32** ИВ ДЮФОР, КЛАУС АБИЛДГРЕН
(компания Wonderware)
Wonderware System Platform – ключевое решение по интеграции корпоративных информационных технологий и систем автоматизации на производстве

### Человеко-машинный интерфейс и SCADA-системы

**40** Д.А. ЧЕРЕМНЫХ
(AdAstra Research Group, Ltd)
Опыт применения SCADA TRACE MODE 6 в управлении и АСТУЭ лобненских электросетей

## ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

### Телекоммуникационные системы для энергетики

**44** Л.С. ВОСКОВ (МИЭМ)
Беспроводные сенсорные сети и прикладные проекты

### Промышленные контроллеры в энергетике

**50** А. ВАЛЕНТЬЕВ (ООО “Моэллер Электрик”)
Серия программируемых реле от Moeller – easy

## ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

**Опыт**

52 А. КОЛЧЕВА (компания Kamstrup)
Большие перспективы мини-ТЭЦ

## СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ СА В ЭНЕРГЕТИКЕ

**Справочные материалы**

56 И.Ш. КОГАН (Хайфский Дом Ученых, Израиль)
Систематизация и классификация определений и дополнений к понятию «Энергия»

**Стандарты в области систем автоматизации**

64 А.В. КОЛТУНЦЕВ, С.В. ЗОЛОТАРЕВ (компания "ФИОРД")
Среда программирования контроллеров ISaGRAF 5 и некоторые современные подходы построения распределенных систем управления в энергетике

## ОПЫТ ЗАРУБЕЖНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

**США**

72 УОЛТ БОЙС (CONTROL magazine)
Появление стандартов на беспроводную связь тормозятся

## ИСТОРИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ

**История в лицах**

74 А.А. ЕГОРОВ
Путь ученого и организатора энергетической науки (окончание)

## ХРОНИКА И НОВОСТИ

82 А.А. ЕГОРОВ
II Всероссийская Конференция "Информационные технологии в Энергетике" (окончание)

88 Новости от фирм: GE Fanuc Intelligent Platforms, HONEYWELL, ЗАО "Метростандарт", РТСофт, ООО "ТРЭИ ГмбХ", Р.В.С. и НПП "ЭЛЕМЕР", "Круг".

## КОМПАНИИ ОТРАСЛИ

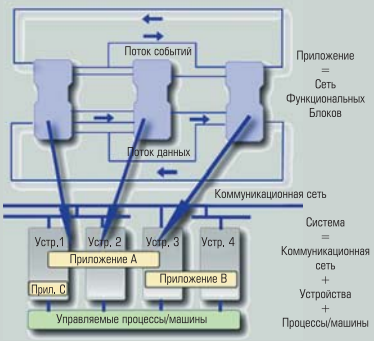
100 ВНИИЭ – филиал ОАО "НТЦ электроэнергетики"
Адвантек Инжиниринг

## РАЗНОЕ

104 Изодром мудрости
Подборка Б.В. ВОЛЬТЕРА

**44** В лаборатории беспроводных сенсорных сетей кафедры "Вычислительные системы и сети" МИЭМ (WiSeNetLab) предложена, разработана и доведена до выпуска опытной партии изделий собственная универсальная платформа БСС

**52** «Проектируя Энергоцентр, мы приняли решение о необходимости учета на всех ключевых этапах производства… остановили свой выбор на теплосчетчиках MULTICAL®»




**64** Распределенная модель системы управления в соответствии со стандартом IEC61499

**82** «Работая вместе с Ю.Н. Руденко в течение многих лет, я могу с полным основанием говорить об его высоких качествах как научного работника и человека, научное творчество в нем сочетается с редкой обязательностью в любом деле, с большой принципиальностью и исключительной порядочностью».

Академик Л.А. Мелентьев

# "TOTAL FACILITY CONTROL" И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

**РОН БЕРНСТИН**

"Total Facility Control" – это возможность визуализации, контроля, получения отчетности и управления всеми аспектами здания. Обеспечение энергоэффективности играет в данном случае не последнюю роль. К сожалению, большинство предприятий имеет довольно ограниченное представление о своем энергопотреблении, т. к. не имеет полной информации о работе всех систем здания. Аспектам данной проблематики и посвящена статья Рона Бернстина.

Total Facility Control – всего лишь концепция или уже реальность? На этот вопрос можно получить различные ответы в зависимости от того, кому он был задан. С одной стороны, можно с уверенностью утверждать, что в промышленности наблюдается тенденция постепенного перехода от изолированных решений управления системами к полностью интегрированным решениям, с другой стороны, до "Total Facility Control", т. е. до всеохватывающего управления оборудованием здания и относящейся к нему территории еще далеко.

Что понимается под "Total Facility Control"? "Total Facility Control" – это возможность визуализации, контроля, получения отчетности и управления *всеми* аспектами здания, включая энергопотребление, HVAC, освещение (как внутри, так и снаружи здания, например, освещение вывесок на автозаправочных станциях или табличек с указанием запасного выхода), электроснабжение, устройства управления процессами, безопасность, контроль доступа, водо- и газоснабжение, орошение, качество воздуха, звуковое окружение и т. д. – и все это с одного единственного пользовательского интерфейса. Притом, управление типа Total Facility Control может применяться также к системам, которые обычно не ассоциируются со "зданием", например: канализация, уличное освещение, ТЭЦ, метеостанции и слежение за ресурсами. Применение программы Demand-Response позволяет идти еще дальше – вплоть до управления энергопотреблением в жилых домах и квартирах, где все электроприборы в этом случае рассматриваются как части одной общей системы.

В прошлом году значительно возросло количество фирм, производящих оценку своего общего энергетического баланса. При этом было установлено, что с энергопотреблением связан практически каждый аспект деятельности предприятия. Будь то малые или крупные предприятия, требования остаются одни и те же – больше информации, использование общей инфраструктуры и максимальное использование информации из всех доступных уровней. Необходим общий механизм, позволяющий проводить с малыми затратами визуализацию, квантификацию и подготовку информации, а это уже сильно напоминает интероперабельную платформу сетей управления.

Во всем мире энергетическая политика требует все лучшего управления и контроля за счет стимулов к сокращению, переработке и новому использованию – мантры движения зеленых. В мире зданий энергосбережение означает ограничение потребления энергии, перераспределение нагрузок и ресурсов. Каждый такой процесс начинается с одной и той же исходной позиции: "Что Вы намерены делать теперь?" Затем следует оценка возможностей оптимизации. К сожалению, большинство предприятий имеет довольно ограниченное представление о своем энергопотреблении, т.к. не имеет полной информации о работе всех систем здания. Эксплуатационные затра-

ты, включающие в себя и энергопотребление, составляют наибольшую часть общих расходов на протяжении жизненного цикла здания (рис. 1). Следует отметить, что расходы на автоматизацию здания занимают лишь 1-2 % от общих расходов на строительство, однако позволяют сократить эксплуатационные затраты по меньшей мере на 20 %. Без поддержки какого-либо одного стандарта для передачи информации из одной системы в другую каждая система, каждый процесс и их окружение оказываются полностью изолированными. По-прежнему порой устанавливаются элементы проприетарной системы, хотя расходы на интеграцию различных систем не оправдывают себя: мы возвращаемся, таким образом, к некоему изолированному информационному источнику, который очень трудно комбинировать с чем бы то ни было. Поэтому разработка модели возврата инвестиций (ROI) становится не только сложна и сопряжена с неточностями, но и оказывается, порой, преградой на пути к получению инвестиций.

Оправдать покупку программы, повышающей энергетическую эффективность, лишь для отдельного элемента отдельной системы становится все сложнее. Кроме того, аргументация модели ROI всегда будет убедительной, если при расчетах учитывается работа многих систем, а также потенциальные энергосбережение и сокращение расходов. Но какая организация может не только провести энергоаудит, но и аргументировать, а также гарантировать меры по сокращению издержек? Такие организации существуют, но нужно больше.

Рынок нуждается в предприятиях, которые занимались бы и элементами управления, и пользовательскими интерфейсами, и IT-сетями, которые разбирались бы в системной архитектуре, разработке систем и всех подсистем, существующих в здании. Такая организация станет партнером и представителем интересов владельца, оказывая поддержку в работе с поставщиками и инсталляторами подсистем и следя за тем, чтобы все стандарты были точно соблюдены, и все преимущества интеграции этих систем в общую систему здания использовались на 100 %.

Исследования показали, что в Европейском Союзе на сектор зданий приходится 40% общего энергопотребления. Из этого следует, что здания имеют огромный потенциал в данной области и тем самым могут сыграть ключевую роль в реализации намерения европейских стран сократить к 2020 г. выбросы

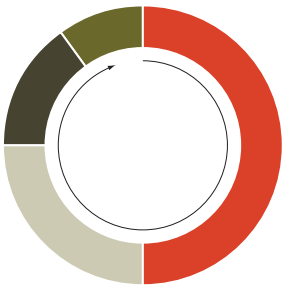



*Рис. 1*

углекислого газа на 40%. Тем не менее число зданий, принимающих на данный момент меры по сокращению энергопотребления, могло бы быть и выше.

Здания, получившие сертификаты экологических стандартов BREEAM и LEED, являются важным этапом на пути к общему осознанию значения энергоэффективности при разработке проекта. К сожалению, основная часть таких проектов касается только новостроек. Но что же делать с уже существующими зданиями, которые срочно нуждаются в оптимизации энергопотребления?

Недавно ассоциация LonMark International провела однодневное учебное мероприятие в рамках выставки AHR Expo. Число участников достигло примерно 300 человек. Кроме того, в 52 городах мира прошли конференции LonMark Sessions, на которые в целом зарегистрировалось более 4000 участников. Основными темами этих конференций стали энергопотребление, открытые системы и “Total Facility Control”. В этом году запланированы и другие учебные мероприятия ассоциации.

Нужен более эффективный путь модернизации, управления и улучшения того, что мы имеем. Менеджерам по управлению недвижимостью необходим план, партнер и стимул. Конечно, это не может свершиться за одну ночь. Потребность продумывать стратегию наперед, сохранять и эффективно использовать имеющееся все более усиливается. Ассоциация LonMark International активно участвует в процессе разработки и продвижения технологий и стандартов, способствующих более широкому применению энергоэффективных систем управления.

Более подробно о деятельности ассоциации и ее мероприятиях Вы узнаете, посетив сайт www.lonmark.org.

***Рон Бернстин** – Коммерческий директор международной ассоциации LonMark® International, Сан-Хосе, Калифорния США.*

*Статья д-ра техн. наук, профессора Московского энергетического института В.Очкова, одного из ведущих специалистов в области IT в теплоэнергетике, открывает серию статей на тему «Теплоэнергетические расчеты в среде математических программ»*

# ПОСТРОЕНИЕ ДИАГРАММ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ: ШАГ ЗА ШАГОМ

**В.Ф. ОЧКОВ (МЭИ–ТУ – ООО “Триеру”)**

В статье рассказано, как можно в среде инженерного калькулятора Mathcad с подключенным к нему пакетом теплофизических свойств рабочих тел WaterSteamPro строить и публиковать в Интернете процессы расширения пара в турбине на различных диаграммах, рассчитывать КПД теплоэнергетических установок. В дальнейшем в данной рубрике планируется публиковать статьи по расчетам газотурбинных и парогазовых циклов с использованием не только пакета Mathcad, но и других популярных математических программ (Matlab, Maple, Mathematica и др.).

В [1] была описана методика использования пакета Mathcad [2] с подключенными к нему функциями теплофизических свойств теплоносителей и рабочих тел теплоэнергетики WaterSteamPro™ (*www.wsp.ru*) [3] для расчета КПД термодинамических циклов. в данной статье будет детально описана технология построения диаграмм термодинамических циклов в среде Mathcad.

В расчетах термодинамических циклов различного характера есть общие элементы, которые могут быть собраны в шаблоне с именем *Расчет термодинамического цикла*. Открытие такого шаблона зафиксировано на рис. 1.

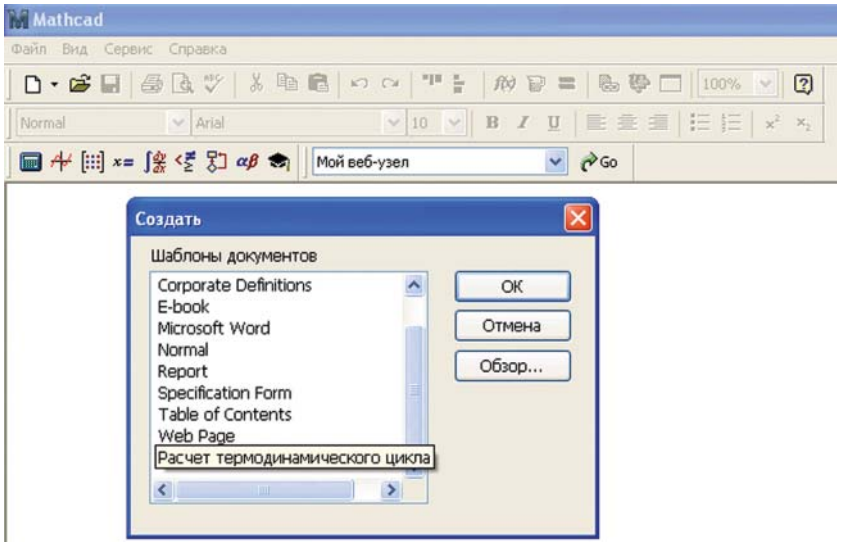



*Рис. 1. Открытие шаблона Mathcad-документа*

Как правило, любой расчет в среде Mathcad состоит из трех *областей*: область ввода исходных данных, область собственно расчета и область выдачи результата расчета. Данные области визуально и технологически можно выделить в Mathcad-документе командой *Область* из меню *Вставка*. Эта операция показана на рис. 2.

Областям можно дать название (контекстное меню, показанное на рис. 2). К областям можно применять сепаратные действия, в частности, сворачивать ее в одну линию, скрывая ее содержимое.

Это делается не только для того, чтобы скрыть от будущих пользователей формулы и алгоритмы, по которым ведется расчет (передача заказчику не самого расчета, а только возможности работы с ним[1]), но и для удобства отладки программы, когда на дисплее одновременно видны

[1] В этом случае свернутая область дополнительно защищается паролем.

исходные данные, которые можно менять, и результаты расчета. При обнаружении ошибки или при возникающих сомнениях в правильности результата свернутая область *разворачивается* для редактирования формул.

Обычно для ввода в расчет исходных данных в среде Mathcad используют оператор : =. Но если планируется разместить готовый расчет в Сети для того, чтобы им могли воспользоваться и те, у кого не установлена на компьютере программа Mathcad, то необходимо для ввода исходных данных использовать не оператор :=, а специальные элементы Web-интерфейса (рис. 3), в частности, текстовые поля для ввода чисел и списки для выбора единиц измерения.

На рис. 4 (начало области с именем *Расчет*, которая в готовом расчете будет скрыта) показано, как обрабатываются данные, введенные пользователем. Эти данные сначала заносятся в переменные через текстовые поля в безразмерном виде (10, 540, 4, 17, 95 и 75 (рис. 3)). Соответствующие им единицы измерения дополнительно указываются либо через выпадающий список справа от текстового окошка (давление: мегапаскали, бары, атмосферы технические, атмосферы физические или psi[2]; температура: шкалы Цельсия, Фаренгейта или Ренкина), либо через дополнение к имени переменной (внутренние относительные КПД: $\eta_{oi\,т}$, % и $\eta_{oi\,н}$, %[3]).

На рис. 4 показано, как переменные $P_1$ и $P_2$ приобретают размерность давления (паскали), переменные $T_1$ и $T_0$ – размерность температуры (кельвины), а переменные $\eta_{oi\,т}$ и $\eta_{oi\,н}$ начинают хра-

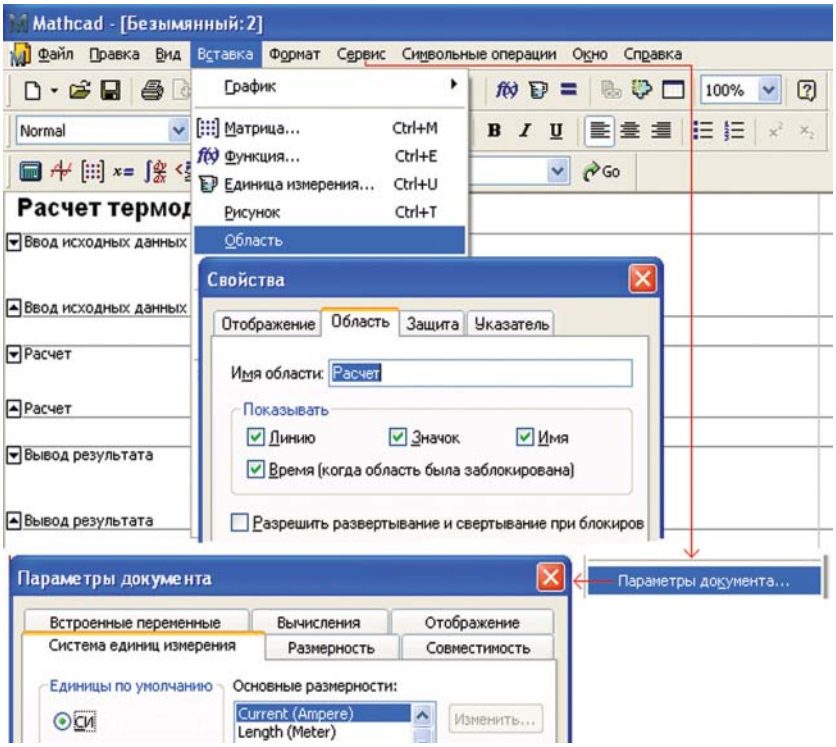



Рис. 2. Вставка областей в Mathcad-документ

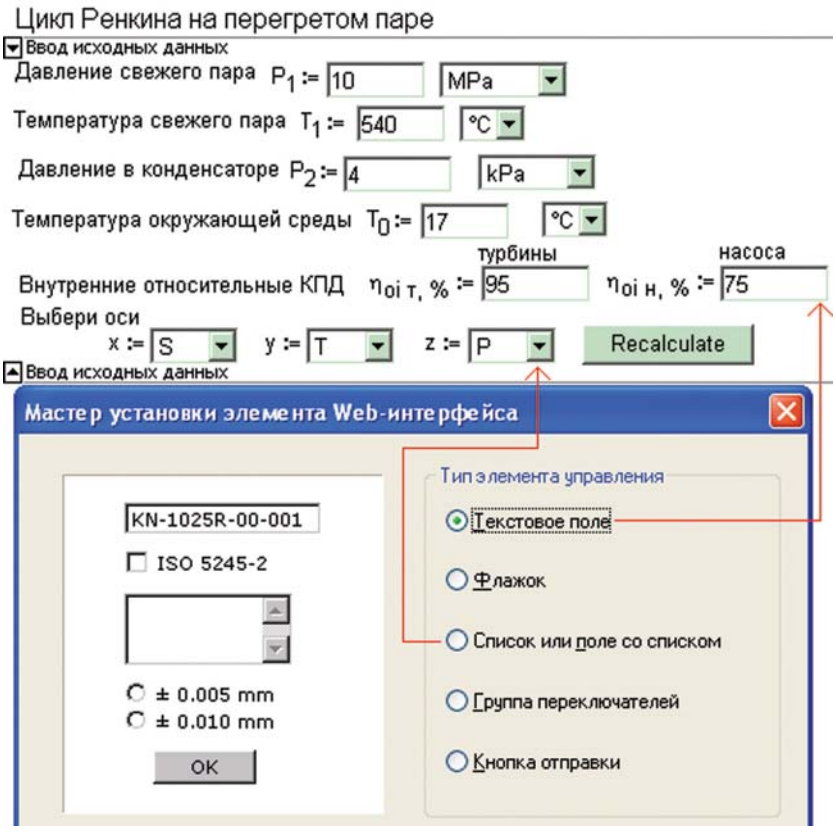



Рис. 3. Вставка в Mathcad-документе операторов ввода исходных данных

[2] Фунт силы на квадратный дюйм.

[3] Другие виды написания имени переменной с указанием единицы измерения: $\eta_{oi\,н}$ [%], $\eta_{oi\,н}$ / %. Процент назвать единицей измерения можно только условно – это некая безразмерная единица измерения, константа, равная 0.01.

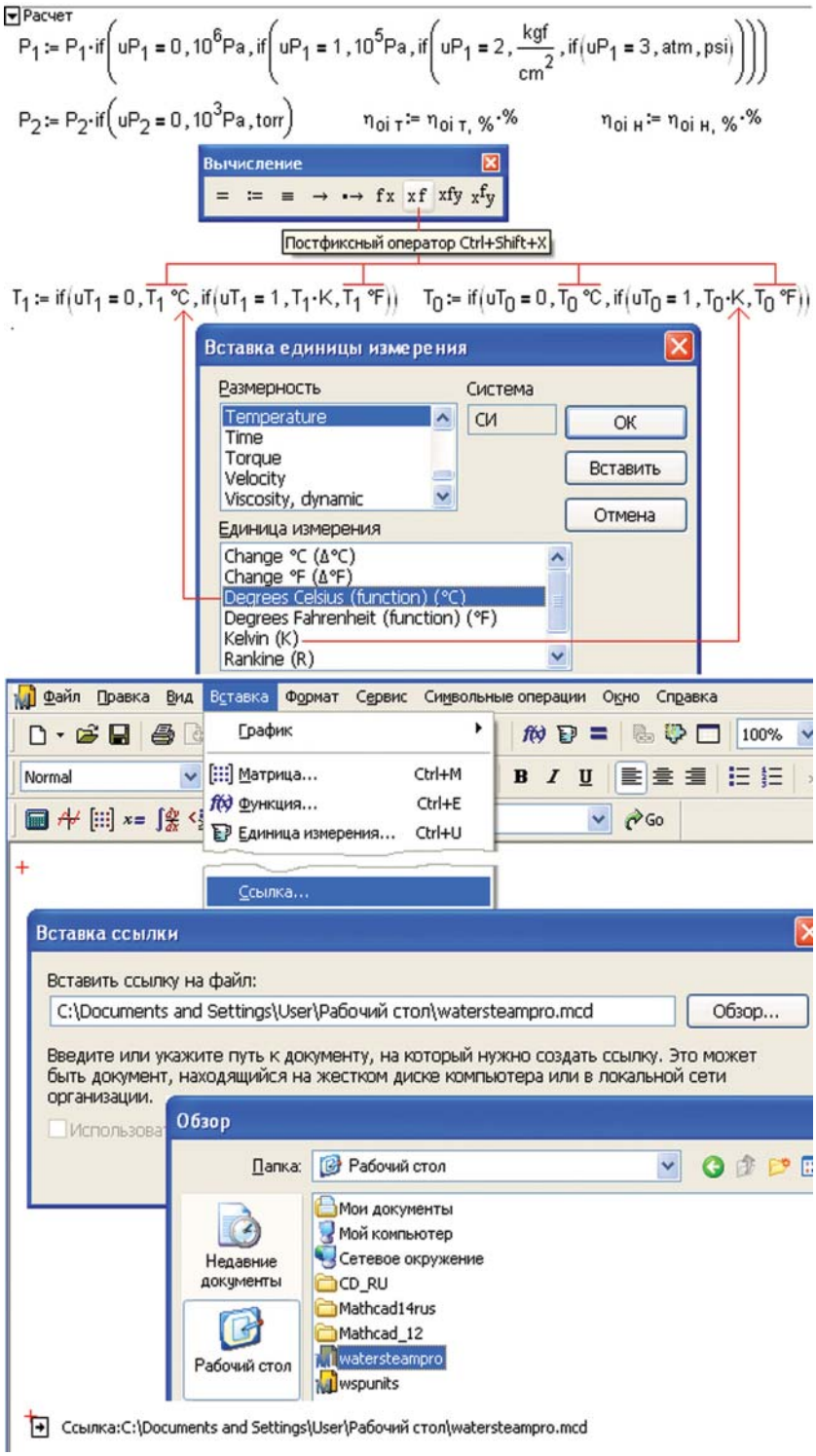



*Рис. 4. Ввод единиц измерения исходных данных*

$$H_0 := wspHPT(1atm, T_0) \qquad S_0 := wspSPT(1atm, T_0)$$

$$wspExHS(h, s) := h - H_0 - T_0 \cdot (s - S_0) \qquad wspAnS(s) := H_0 + T_0 \cdot (s - S_0)$$

*Рис. 5. Ввод функций для расчета эксэргии и анергии*

нить абсолютные величины, а не проценты. в этом состоит суть и механизм работы с размерными величинами в среде Mathcad: пользователь волен вводить и выводить физические величины, участвующие в расчете, в любых удобных для пользователя единицах измерения, в то время как пакет Mathcad оперирует только базовыми единицами, в нашем случае международной системы СИ (рис. 2).

Особо следует сказать о вводе в расчет температуры не по абсолютным (Кельвина или Ренкина), а по относительным шкалам (Цельсия или Фаренгейта). Если в выражении $P_1$ := 10 MPa между числовой константой (10) и единицей давления (MPa) стоит невидимый знак умножения, то в выражении T1:= 540 °C между числовой константой (540) и символом температурной шкалы (°C) стоит некая функциональная зависимость, учитывающая сдвиг шкалы Цельсия от абсолютной температурной шкалы на 273,15 кельвинов (градусов Цельсия). Поэтому при переводе температур цепочкой функций if (если), показанной на рис. 4, используется не только знак умножения, но и постфиксный оператор x f, за которым скрывается функция f(T) := (T + 273,15)•K.

Чтобы функции пакета WaterSteamPro стали размерными (смогли принимать размерные аргументы и возвращать размерные величины), нужно в рабочем расчетном документе сделать ссылку на файл с именем watersteampro.doc. (нижняя часть рис. 4).

На рис. 5 показано, как в расчет вводятся две пользовательские функции, возвращающие значения *эксэргии* (wspExHS) и *анергии* (разность энтальпии и эксэргии – wspAnS), что позволяет задействовать в расчете элементы не только термодинамического, но и *эксэргетического* анализа нашего цикла.

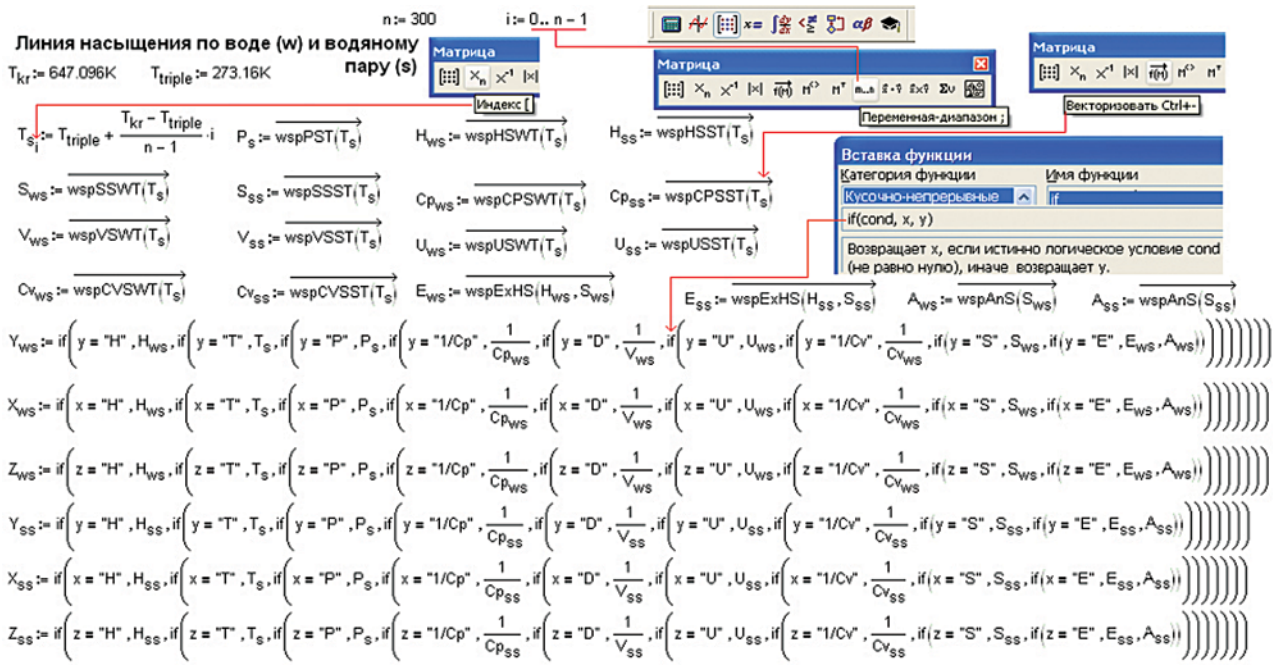



Рис. 6. Расчет линии насыщения по воде и водяному пару

Функции wspExHS и wspAnS возвращают значение эксэргии в зависимости от значений температуры окружающей среды ($T_0$), атмосферного давления (1 atm), энтальпии и энтропии в данной точке цикла.

Для построения диаграмм необходимо будет заполнить *векторы*, элементы которых – параметры воды и водяного пара в различных точках цикла. Кроме того, нужно иметь векторы, хранящие параметры воды и водяного пара на линии насыщения. Эти векторы формируются Mathcad-операторами, показанными на рис. 6.

Подобные векторы необходимо будет формировать и на всех четырех участках цикла Ренкина (питательный насос, котел, турбина и конденсатор), затем функцией stack объединять их в один вектор, а полученные пары векторов отображать на соответствующих диаграммах, вид которых (T, S-диаграмма, H, S-диаграмма и т. д.) задается пользователем (выпадающие списки и слова *Выбери оси* на рис. 3). Размер (длину) данных векторов будем считать равным 300: n := 300 i := 0 .. n – 1 (в векторах будет по 300 элементов, пронумерованных от 0 до 299 – начало рис. 6). На диаграммах, как уже отмечено, будут также отображены линии насыщения воды и водяного пара. Для этого в расчете генерируются соответствующие векторы (рис. 6) с индексами ws (вода – w на линии насыщения – s – saturated) и ss (пар – s на линии насыщения). в среде Mathcad векторы можно заполнять двумя способами: используя оператор векторизации (стрелочка над выражением) и поэлементно выполняя действия (опора на имя вектора с индексом i: Ppumpi, Hpumpi и т. д.). На рис. 7 показано "соревнование" этих методов в скорости выполнения: расчет с векторизацией идет быстрее, но стрелочки над операторами несколько "затуманивают" само изложение расчета.

Сгенерированнные векторы, хранящие параметры воды и пара на линии насыщения (рис. 6), формируют векторы X, Y и Z

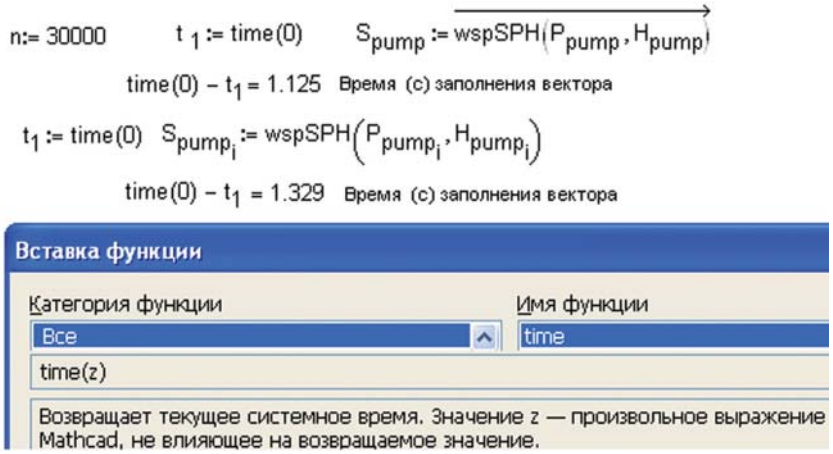
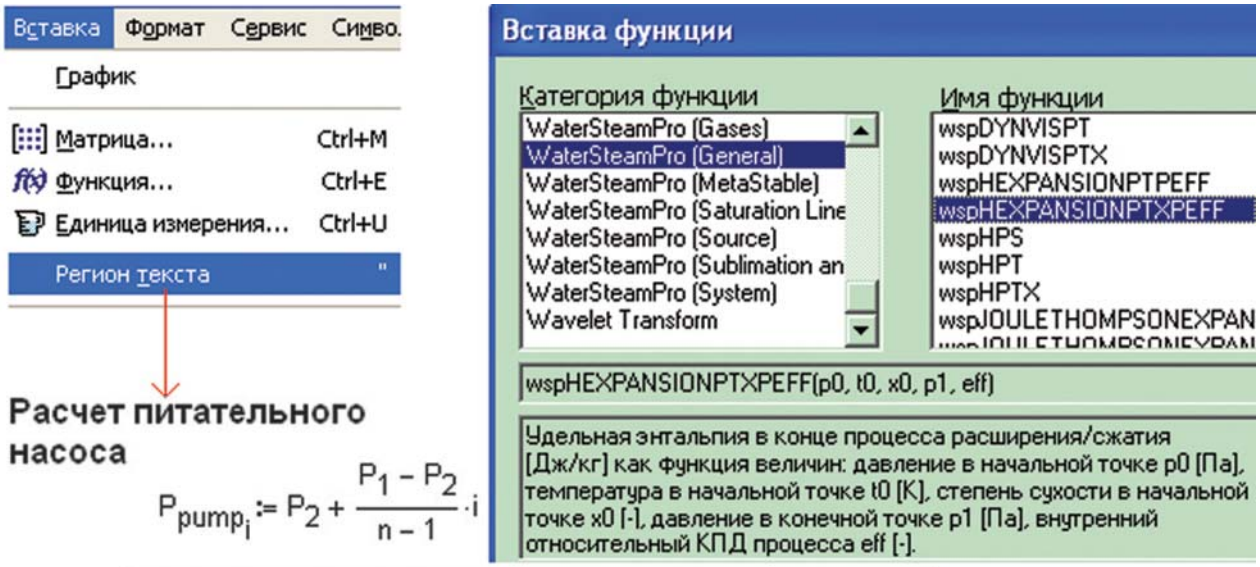



Рис. 7. Тестирование двух способов заполнения векторов




**Расчет питательного насоса**

$$P_{pump_i} := P_2 + \frac{P_1 - P_2}{n-1} \cdot i$$

$$H_{pump} := \overrightarrow{wspHEXPANSIONPTXPEFF\left(P_2, wspTSP(P_2), 0, P_{pump}, \frac{1}{\eta_{oi\ н}}\right)}$$

$$S_{pump} := \overrightarrow{wspSPH(P_{pump}, H_{pump})} \qquad T_{pump} := \overrightarrow{wspTPH(P_{pump}, H_{pump})}$$

$$V_{pump} := \overrightarrow{wspVPH(P_{pump}, H_{pump})} \qquad Cp_{pump} := \overrightarrow{wspCPPH(P_{pump}, H_{pump})}$$

$$Cv_{pump} := \overrightarrow{wspCVPH(P_{pump}, H_{pump})} \qquad U_{pump} := \overrightarrow{wspUPS(P_{pump}, S_{pump})}$$

$$E_{pump} := \overrightarrow{wspExHS(H_{pump}, S_{pump})} \qquad A_{pump} := \overrightarrow{wspAnS(S_{pump})}$$

*Рис. 8. Расчет процесса повышения давления воды в питательном насосе*

**Расчет котла**

$$P_{boiler_i} := P_1 \qquad H_{boiler_i} := H_{pump_{n-1}} + \frac{wspHPT(P_1, T_1) - H_{pump_{n-1}}}{n-1} \cdot i$$

$$T_{boiler} := \overrightarrow{wspTPH(P_{boiler}, H_{boiler})} \qquad S_{boiler} := \overrightarrow{wspSPH(P_{boiler}, H_{boiler})}$$

$$Cp_{boiler} := \overrightarrow{wspCPPH(P_{boiler}, H_{boiler})} \qquad V_{boiler} := \overrightarrow{wspVPH(P_{boiler}, H_{boiler})}$$

$$Cv_{boiler} := \overrightarrow{wspCVPH(P_{boiler}, H_{boiler})} \qquad U_{boiler} := \overrightarrow{wspUPH(P_{boiler}, H_{boiler})}$$

$$E_{boiler} := \overrightarrow{wspExHS(H_{boiler}, S_{boiler})} \qquad A_{boiler} := \overrightarrow{wspAnS(S_{boiler})}$$

*Рис. 9. Расчет процесса парообразования в котле*

с индексами ws и ss, по которым в дальнейшем будут строиться две линии на графике (синяя – вода и красная – пар), оси которого задаются пользователем через переменные x, y и z.

На рис. 8 показан расчет процесса повышения давления воды в питательном насосе.

На данном этапе расчета сначала заполняется "равномерный"[4] вектор давления ($P_{pump}$) со значениями, равномерно меняющимися от $P_2$ (давление в конденсаторе) до $P_1$ (давление в котле). Затем заполняется вектор значений энтальпий с помощью функции

[4] Здесь имеется ввиду, в "равномерном" векторе шаг изменения значений смежных элементов постоянен.

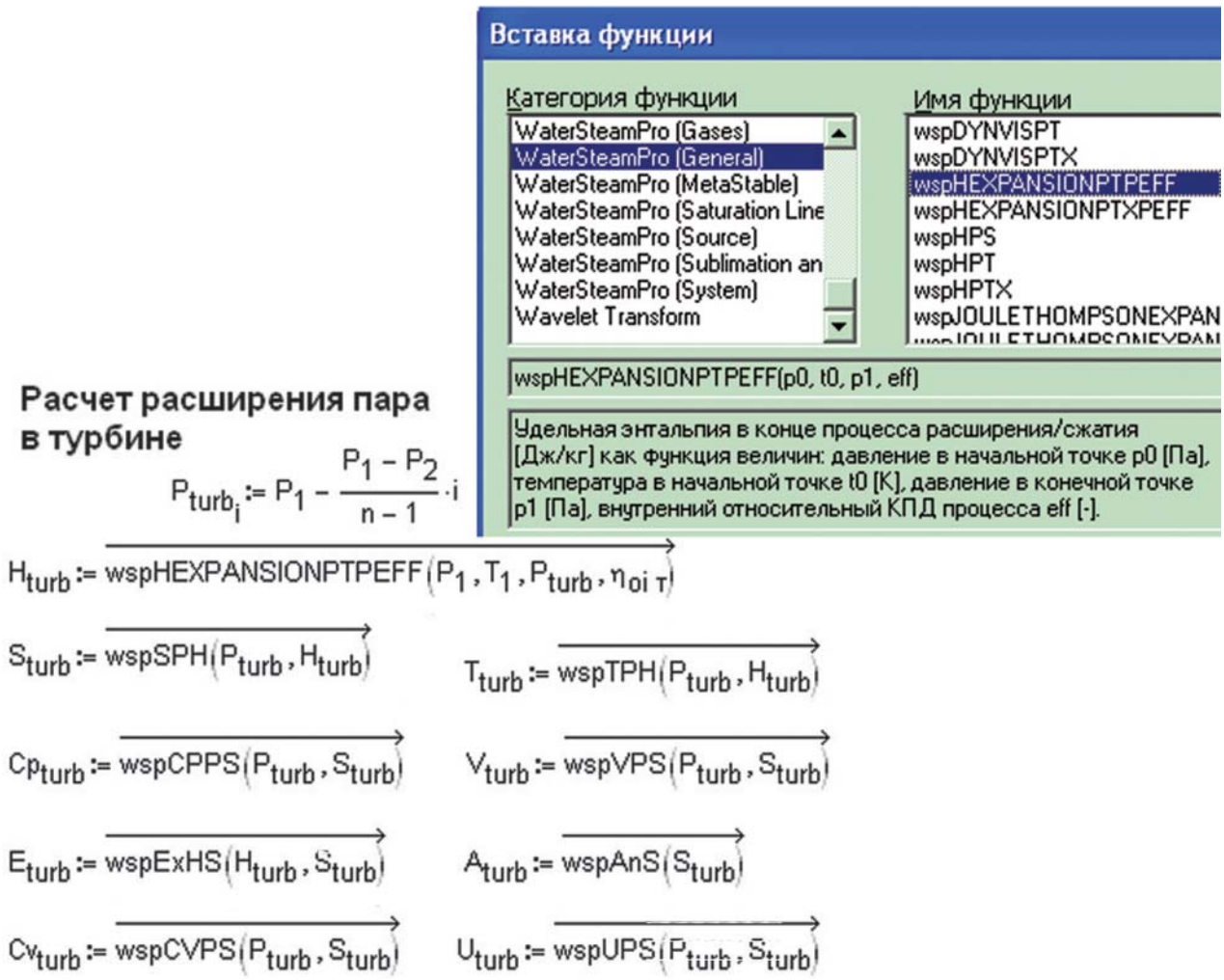



*Рис. 10. Расчет процесса расширения пара в паровой турбине*

wspHEXPANSIONSIONPTXEFF, возвращающей значение энтальпии ($H_{pump}$) в процессе сжатия рабочего тела (воды) в зависимости от температуры, давления и степени сухости в исходной точке, давления сжатия (у нас это вектор Ppump) и внутреннего относительного КПД насоса. Далее с опорой на функции пакета WaterSteamPro с аргументами давление и энтальпия заполняются остальные нужные векторы.

На рис. 8 также показано, как в расчет вводится *комментарий* (регион текста, а не формулы) через соответствующую команду меню *Вставка*. Альтернативный способ ввода комментария – ввод в расчет цепочки символов, которая превращается в комментарий после нажатия пробела. Созданные комментарии можно накладывать на другие регионы Mathcad-документа, на графики, например.

При расчете процесса нагрева воды, испарения и перегрева пара в котле как, впрочем, и в остальных процессах сначала необходимо сгенерировать два вектора, значения которых могут быть аргументами функций пакета WaterSteamPro. При расчете процессов, протекающих в котле (рис. 9), генерируется “равномерный” вектор $H_{boiler}$ и считается, что компоненты вектора $P_{boiler}$ хранят константу $P_1$, хотя тут можно оперировать и переменными, считая, что давление меняется по контуру котла. Пара этих параметров воды и/или водяного пара позволяет через функции пакета WaterSteamPro заполнить другие интересующие нас векторы.

При расчете процесса расширения пара в турбине (рис. 10) сначала опять же заполняется “равномерный” вектор, хранящий значения давления, которое равномерно разбивается от значения давления в котле $P_1$ до давления в конденсаторе $P_2$ на n отрезков.

После этого несложно заполнить вектор энтальпии пара в турбине, воспользовавшись функцией пакета WaterSteamPro с именем

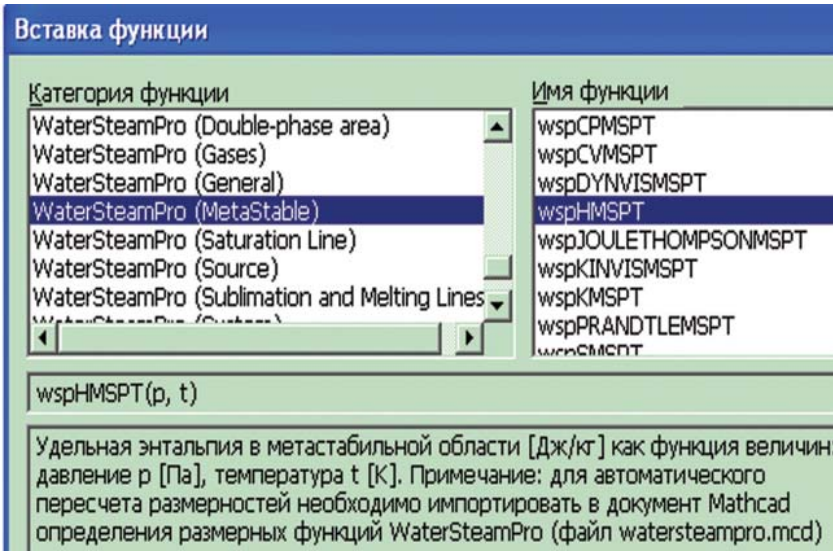



*Рис. 11. Расчет параметров водяного пара в метастабильном состоянии*

**Расчет конденсатора**

$$T_{cond_i} := wspTSP(P_2) \qquad P_{cond_i} := P_2$$

$$x_2 := wspXSTH(wspTSP(P_2), H_{turb_{n-1}}) = 81.298\,\% \qquad x_{cond_i} := x_2 + \frac{0 - x_2}{n-1} \cdot i$$

$$S_{cond} := \overrightarrow{wspSSTX(T_{cond}, x_{cond})} \qquad H_{cond} := \overrightarrow{wspHSTX(T_{cond}, x_{cond})}$$

$$Cp_{cond} := \overrightarrow{wspCPSTX(T_{cond}, x_{cond})} \qquad V_{cond} := \overrightarrow{wspVSTX(T_{cond}, x_{cond})}$$

$$Cv_{cond} := \overrightarrow{wspCVSTX(T_{cond}, x_{cond})} \qquad U_{cond} := \overrightarrow{wspUSTX(T_{cond}, x_{cond})}$$

$$E_{cond} := \overrightarrow{wspExHS(H_{cond}, S_{cond})} \qquad A_{cond} := \overrightarrow{wspAnS(S_{cond})}$$

*Рис. 12. Расчет процесса конденсации водяного пара в конденсаторе*

$$l_{pump} := H_{pump_{n-1}} - H_{pump_0} \qquad \Delta E_{pump} := E_{pump_{n-1}} - E_{pump_0}$$

$$q_b := H_{boiler_{n-1}} - H_{boiler_0} \qquad \Delta E_b := E_{boiler_{n-1}} - E_{boiler_0}$$

$$l_{turb} := H_{turb_0} - H_{turb_{n-1}} \qquad \Delta E_{turb} := E_{turb_0} - E_{turb_{n-1}}$$

$$\eta_t := \frac{l_{turb} - l_{pump}}{q_b} = 40.19\,\% \qquad \eta_{ex} := \frac{\Delta E_{turb} - \Delta E_{pump}}{\Delta E_b} = 92.52\,\%$$

*Рис. 13. Расчет КПД паротурбинного цикла*

wspHEXPANSONPTPEFF, возвращающей значение энтальпии (вектор) пара в конце процесса расширения в зависимости от его начальных параметров (два скаляра – давление и температура), конечного давления (вектор) и значения внутреннего относительного КПД турбины (скаляр). Последний параметр в свою очередь может быть не константой, а функцией, зависящей от номера ступени турбины, части цилиндра турбины. Это положение при желании можно учесть в расчете. Если же не учитывать при расчете внутренние относительные КПД питательного насоса и турбины, то можно обойтись без функций spHEXPANSIONSIONPTXPEFF и wspHEXPANSIONSIONPTPEFF, а принять, что энтропия в процессах сжатия (расширения) воды (пара) в насосе (турбине) не меняется: $Spump_i := wspSWSP(P_2)$ и $Sturbine_i := wspSPTP(P_1, T_1)$.

Примечание. Более правильно рассчитывать параметры водяного пара в конце процесса расширения в турбине в двухфазной области для метастабильного состояния (рис. 11).

При расчете Конденсатор (рис. 12) делается допущение – пар, поступающий из турбины в конденсатор влажный. Вернее, исходные данные расчета (рис. 3) должны быть такими, чтобы функция wspXSTH, возвращала число (степень сухости пара в конце процесса расширения в турбине), а не сообщение об ошибке.

На рис. 12 показано, как заполняются константами два вектора $T_{cond}$ и $P_{cond}$, определяется степень сухости пара, поступающего в конденсатор $x_2$, а затем генерируется “равномерный” вектор $X_{cond}$ со значениями от $x_2$ (степень сухости пара, поступающего из турбины в конденсатор) до нулевого значения (вода на линии насыщения, поступающая в питательный насос). Пара векторов $T_{cond}$ и $X_{cond}$,

$$T := stack(T_{pump}, T_{boiler}, T_{turb}, T_{cond}) \qquad P := stack(P_{pump}, P_{boiler}, P_{turb}, P_{cond})$$

$$H := stack(H_{pump}, H_{boiler}, H_{turb}, H_{cond}) \qquad S := stack(S_{pump}, S_{boiler}, S_{turb}, S_{cond})$$

$$Cp := stack(Cp_{pump}, Cp_{boiler}, Cp_{turb}, Cp_{cond}) \qquad V := stack(V_{pump}, V_{boiler}, V_{turb}, V_{cond})$$

$$Cv := stack(Cv_{pump}, Cv_{boiler}, Cv_{turb}, Cv_{cond}) \qquad U := stack(U_{pump}, U_{boiler}, U_{turb}, U_{cond})$$

$$E := stack(E_{pump}, E_{boiler}, E_{turb}, E_{cond}) \qquad A := stack(A_{pump}, A_{boiler}, A_{turb}, A_{cond})$$

$$X := if\left(x = "H", H, if\left(x = "T", T, if\left(x = "P", P, if\left(x = "1/Cp", \frac{1}{Cp}, if\left(x = "D", \frac{1}{V}, if\left(x = "U", U, if\left(x = "1/Cv", \frac{1}{Cv}, if(x = "S", S, if(x = "E", E, A))\right)\right)\right)\right)\right)\right)\right)$$

$$Y := if\left(y = "H", H, if\left(y = "T", T, if\left(y = "P", P, if\left(y = "1/Cp", \frac{1}{Cp}, if\left(y = "D", \frac{1}{V}, if\left(y = "U", U, if\left(y = "1/Cv", \frac{1}{Cv}, if(y = "S", S, if(y = "E", E, A))\right)\right)\right)\right)\right)\right)\right)$$

$$Z := if\left(z = "H", H, if\left(z = "T", T, if\left(z = "P", P, if\left(z = "1/Cp", \frac{1}{Cp}, if\left(z = "D", \frac{1}{V}, if\left(z = "U", U, if\left(z = "1/Cv", \frac{1}{Cv}, if(z = "S", S, if(z = "E", E, A))\right)\right)\right)\right)\right)\right)\right)$$

*Рис. 14. Формирование векторов для отображения их на графиках*

выступая в качестве аргументов функций пакета WaterSteamPro, позволяют рассчитать значения компонент других нас интересующих векторов.

На рис. 13 показано, как по “конечным” элементам созданных векторов ($H_{n-1}$ и $H_0$, $Ex_{n-1}$ и $Ex_0$) рассчитываются термический ($\eta_t$) и эксергетический ($\eta_{ex}$) КПД нашего термодинамического цикла. Эксэргетический КПД не достигает 100 % из-за того, что температура в конденсаторе ниже температуры окружающей среды.

На рис. 14 показаны операторы, использующие встроенную в пакет Mathcad функцию stack, позволяющую “состыковать по вертикали” сгенерированные нами десять векторов. Порядок в списке аргументов функции stack должен повторять порядок нашего расчета: питательный насос (pump), котел (boiler), турбина (turbine) и конденсатор (cond). При этом значения элементов “общих”, “безиндексных” векторов T, P, H и т. д. будут меняться

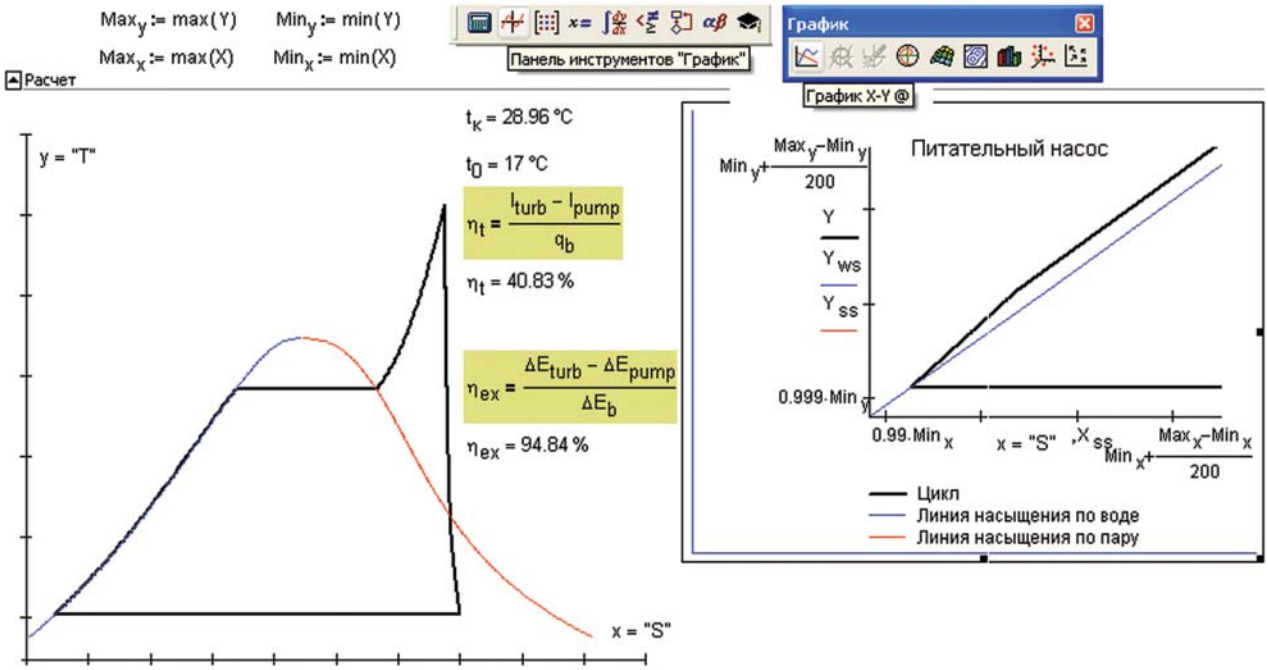



*Рис. 15. Отображение векторов на двумерных графиках*

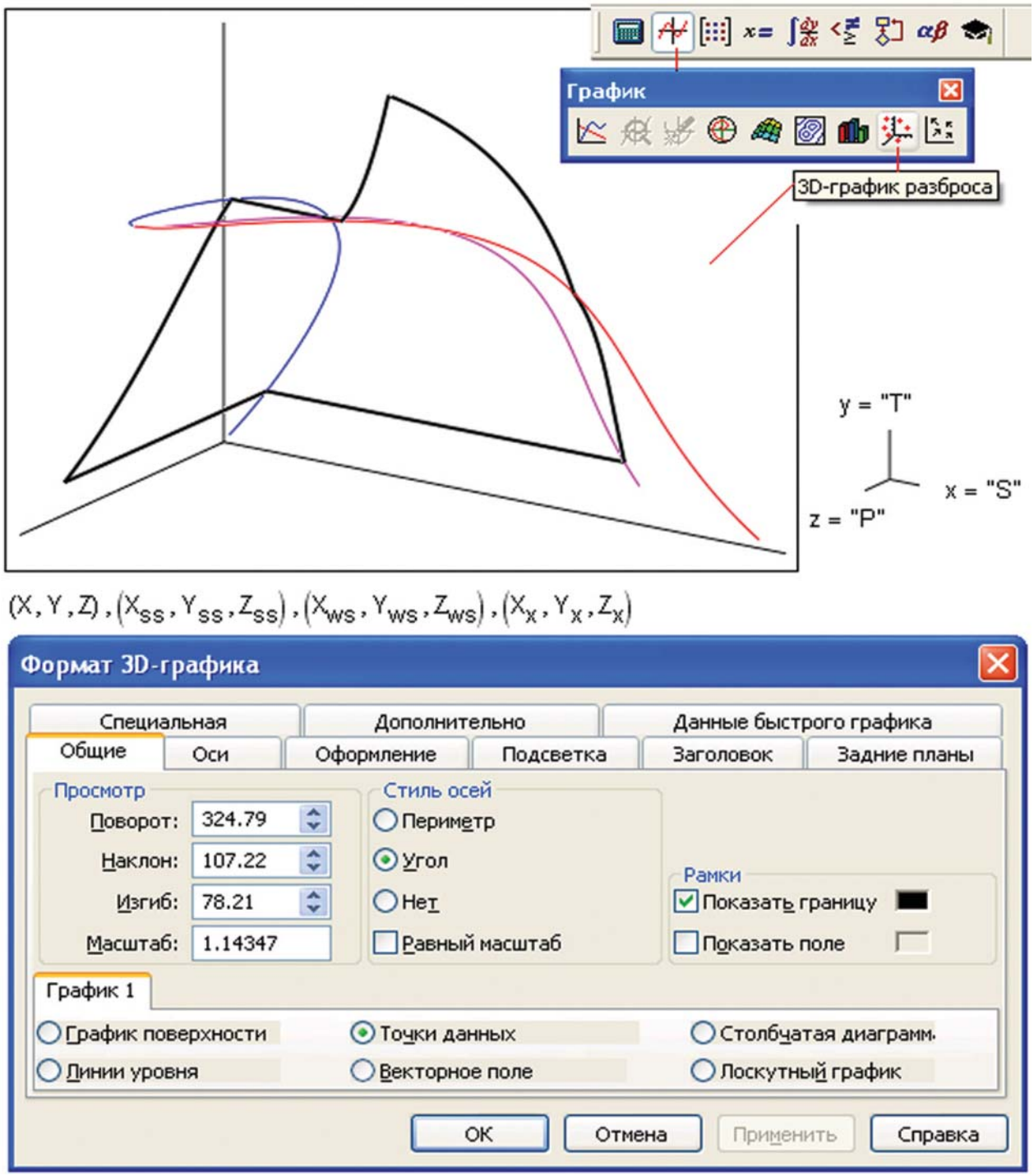



*Рис. 16. Отображение векторов на трехмерных графиках*

плавно (без скачков), что позволит на диаграммах соединить соответствующие точки линиями. Кроме того, в этих векторах значения первых (нулевых – переменная ORIGIN у нас равна 0) компонент должно равняться значениям последних, что будет являться дополнительными признаками расчета.

В принципе, при расчете конденсатора нужно обсчитывать не n точек, а n – 1, полагая, что последняя точка конденсатора – это первая точка питательного насоса: цикл, как полагается всем циклам, замкнулся! Кстати о точках, вернее, об их числе. Их число должно быть разным при расчете разных процессов в цикле – одно дело считать сжатие воды в пита-

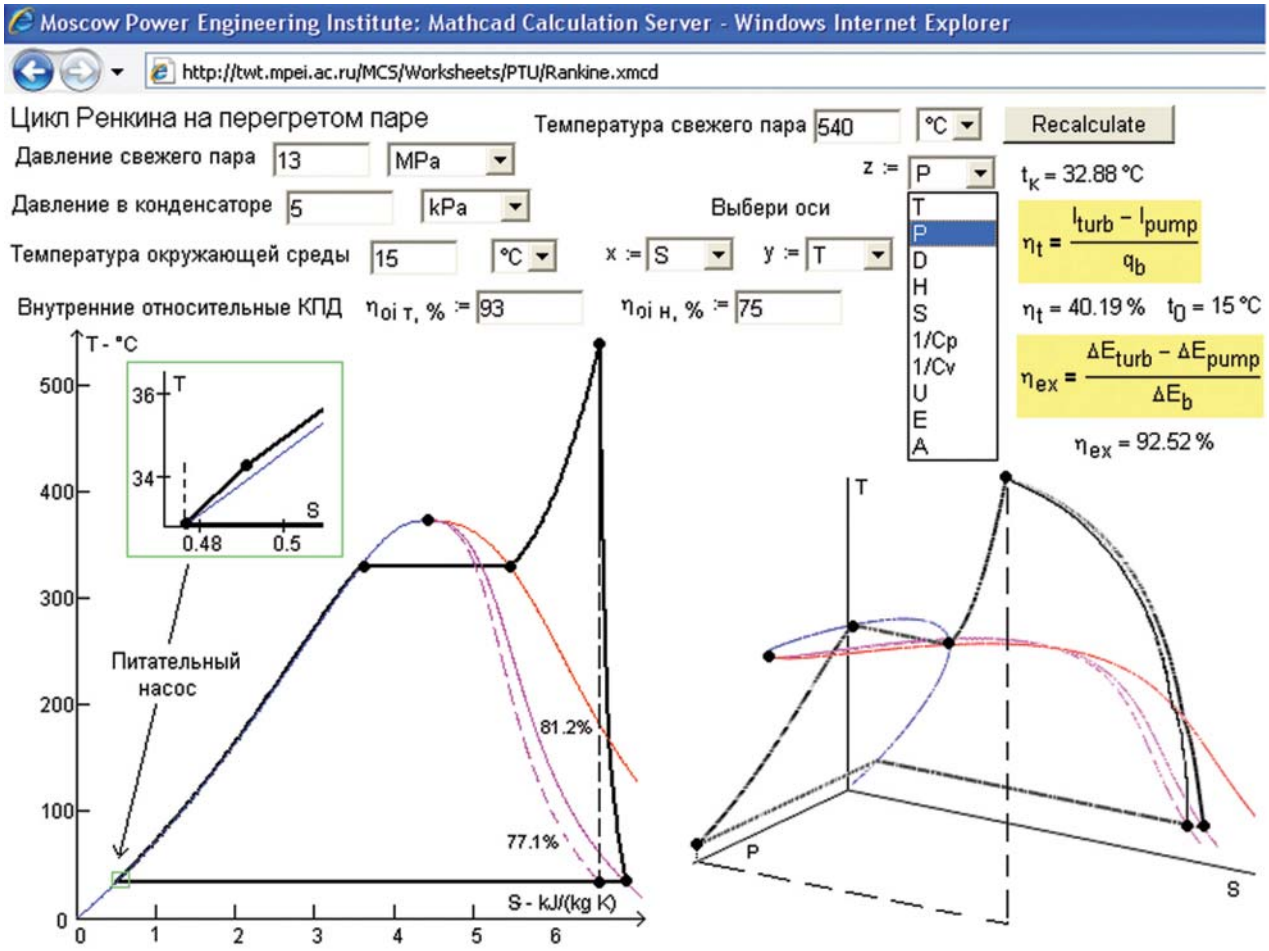



*Рис. 17. Сайт с расчетом паротурбинного цикла*

тельном насосе, а другое – расширение пара в турбине. Но мы в расчете приняли n за константу, значение которой можно уменьшать при отладке программы и увеличивать для более точного расчета точек на будущих диаграммах. Здесь, кстати, хорошее поле для так называемых *параллельных* расчетов: отдельные процессы в цикле считаются не последовательно, а параллельно, на различных компьютерах (на различных процессорах одного компьютера), а далее собираются воедино и отображаются графически на отдельном компьютере (на одном из "параллельных" компьютерах).

По сформированным двум векторам X и Y строятся две 2D-диаграммы (рис. 15) – одна общая для всего цикла, а вторая – для участка вблизи питательного насоса.

Если к двум сформированным векторам X и Y добавить третий Z, то можно построить 3D-диаграмму (рис. 16).

На трехмерном графике дополнительно построена линия постоянной сухости влажного пара в конце процесса расширения пара в турбине. Надеемся, что читатель, изучив данную статью, сам проведет эту линию.

После всех перечисленных действий можно будет создать и разместить в Сети расчет, вид которого показан на рис. 17.

## Список литературы

1. *Очков В.Ф., Александров А.А., Орлов К.А., Волощук В.А., Очков А.В.* Сетевые расчеты процессов и циклов теплоэнергетических установок // Новое в российской электроэнергетике. 2008. № 10.
2. *Очков В.Ф.* Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. С.-Пб: БХВ-Петербург, 2009.
3. *Очков В.Ф., Александров А.А., Орлов К.А., Очков А.В.* Свойства теплоносителей.

***Очков Валерий Федерович** – д-р техн. наук, фирма МЭИ-ТУ – ООО "Триеру".*
*E-mail:ochkov@twt.mpei.ac.ru*

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

**О.В. БЕЛИКОВ, В.П. БЕЛИКОВ, А.В. КОРШУНОВ, И.А. БУХАРИНА**
**(ЗАО "Инженерная компания Автоматика")**

Создание в России рынка электроэнергии усилило потребность в быстром и многовариантном расчете и анализе технико-экономических показателей предприятия. Повысилась роль оперативной оценки состояния технологического оборудования ТЭС. В данной статье авторами проанализированы требования энергетиков к современному программному обеспечению для автоматизации вычислительных задач. Представлен ПК «ЭКСПЕРТ» отвечающий поставленным требованиям, введенный в промышленную эксплуатацию на ряде объектов энергетики.

## ВВЕДЕНИЕ

Сегодня неоспорим тот факт, что для повышения достоверности и оперативности анализа технико-экономических показателей (ТЭП) необходимо использование современных информационных технологий. Применяемое программное обеспечение должно охватывать весь спектр задач, от ввода исходных параметров до получения сводных отчетных документов, как на уровне станции, так и генерирующих компаний.

Осознавая необходимость внедрения информационных технологий на производстве, довольно часто IT-специалисты электростанций имеют искушение совместить разработку корпоративной информационной системы и системы расчета технико-экономических показателей (ТЭП) для производственно-технических отделов (ПТО) электростанций. На наш взгляд, это две разные задачи. Сегодня на рынке имеется широкий круг компаний разработчиков и системных интеграторов, которые с готовностью возьмутся за первую задачу. Компании, занимающиеся автоматизацией инженерно-технологических расчетов для электростанций можно пересчитать на пальцах одной руки. Инженерная компания Автоматика специализируется на разработке программных комплексов для автоматизации задач расчета технико-экономических показателей (ТЭП) электростанции, вычислительных задач для АСУ ТП энергоблоков, задач экспресс-испытания турбин и другого оборудования. Поэтому посвятим данную статью проблеме создания программного комплекса для группы расчетов ПТО ТЭС.

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПТО ТЭС. РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Все острее встает необходимость расчёта и контроля фактических, плановых и нормативных технико-экономических показателей работы оборудования электростанции, с учетом графика выработки электроэнергии и тепла, с учетом состава и состояния основного оборудования. Важен расчет составляющих резерва тепловой экономичности энергоблоков, групп оборудования и электростанции в целом.

Для оптимизации режимов работы ТЭЦ необходимо выполнять оперативные расчеты ТЭП за любой произвольно выбранный период (вахта, сутки, пятидневка, декада, месяц) для проведения анализа и принятия решений на различных уровнях управления. Своевременный расчет, представление, анализ ТЭП агрегатов позволяет принять объективное решение по режиму их работы, прогнозировать организацию эксплуатационных режимов в требуемые периоды времени.

На значительной части электростанций постсоветского пространства это зачастую невозможно по следующим причинам:

– расчеты технико-экономических показателей инженерами группы ПТО выполняются, в основном, вручную, лишь частично используется вычислительная техника на отдельных этапах расчетов, что значительно затрудняет своевременность подготовки отчетных документов;
– использование ранее подготовленных документов для ретроспективного анализа работы станции затруднено, ввиду их разнородности;
– затруднено/невозможно хранение и обработка данных за произвольный отчетный период.

## ЧТО ДОЛЖЕН УМЕТЬ ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ ДЛЯ ПТО ТЭС

Данный пункт является результатом анализа технических требований, предоставленных в рамках открытых конкурсов на разработку ПО для электростанций в период с 2007 по 2008 гг. Организаторы конкурсов: ОАО «ОГК-5» филиал Среднеуральская ГРЭС, ОАО «Иркутскэнерго», ОАО «ОГК-1» филиал Пермская ГРЭС, ОАО «ТГК-10» филиал Челябинская ТЭЦ-3, ОАО «ОГК-3», ОАО «Южная генерирующая компания – ТГК-8» филиал «Дагестанская генерация», ОАО «ЮГК ТГК-8» филиал «Волгоградская генерация», ОАО «ОГК-2» филиал Троицкая ГРЭС, ОАО «Волжская ТГК».

*Цель разработки программного комплекса:*

– повышение качества и производительности труда инженеров учетной группы ПТО электростанций;
– оперативное представление отчетов руководству станции и службам Исполнительной дирекции;
– повышение достоверности расчетной информации;
– сокращение объемов бумажного документооборота.
– консолидация данных на уровне Исполнительной дирекции.

*Необходимость автоматизации следующих задач:*

1. Ведение базы нормативных характеристик работы оборудования электростанции в объеме данных, соответствующих «Нормативно-технической документации по топливоиспользованию конкретной ТЭЦ», с возможностью автоматического ввода с имеющихся бумажных носителей (в частности, диаграммных лент) и последующей корректировки данных.
2. Ведение базы фактических показателей, необходимых для расчета данных, входящих в состав «Макета расчета нормативных удельных расходов и экономии топлива на отпуск электроэнергии и отпуска тепла» электростанции, с возможностью ручного ввода первичных данных, а также автоматического ввода первичных данных с базы данных технологических параметров, полученных из программы обработки диаграмм, с имеющихся бумажных носителей (диаграмм), систем АСУТП, электрических и тепловых Актов и других систем, функционирующих на электростанции.
3. Расчет фактических технико-экономических показателей, необходимых для расчета данных, входящих в состав «Макета расчета нормативных удельных расходов и экономии топлива на отпуск электроэнергии и отпуска тепла» электростанции, с последующей записью в базу фактических показателей.
4. Задача представления в расчётные группы ПТО данных о текущей эффективности работы энергетической установки и её отдельных элементов, что позволяет проводить коррекцию режимов и прогнозировать сроки вывода в ремонт оборудования;
5. Своевременное составление отчётных документов об эффективности работы энергетической установки;
6. Расчёт технико-экономических показателей работы оборудования поагрегатно, с учётом плановых заданий и графиков ремонтов для последующего анализа экономичности, надежности и эффективности работы оборудования.

7. Расчет фактических и нормативных технико-экономических показателей, которые сводятся к определению удельного расхода условного топлива на отпущенную электрическую и тепловую энергию.
8. Учет расхода топлива, воды, выработки, отпуска и потерь электрической и тепловой энергии, сведение балансов по электрической и тепловой энергии.
9. Формирование суточного отчета (рапорта).
10. Возможность расчета технико-экономических показателей работы, как отдельных агрегатов (котлов, турбин), так и станции в целом за необходимый период.
11. Возможность пошагового просмотра формул расчета каждого показателя и их взаимосвязей.
12. Возможность задания набора параметров, которые определяют алгоритм расчета технико-экономических показателей, для каждой единицы оборудования.
13. Сравнительный анализ топливоиспользования текущего периода, с заданным, в соответствии с РД 34.08.559-96 «Методические указания по анализу изменения удельных расходов топлива на электростанциях и в энергообъединениях».
14. Ведение базы данных технических характеристик оборудования, полученных при испытаниях.
15. Ведение базы данных по режимам работы теплосилового оборудования с составлением режимных карт работы основного и вспомогательного оборудования.
16. Расчет валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от организованных источников выбросов.
17. Расчет ПДС (предельно допустимых сбросов) загрязняющих веществ с фильтрационных стоков золоотвала.
18. Расчет индивидуальных норм водопотребления и водоотведения на единицу выпускаемой продукции.

### *Характеристики программного комплекса:*

– возможность экспорта выходных форм в MS Excel;
– ПО, разрабатываемое как автономное приложение, должно в дальнейшем интегрироваться в информационную среду предприятия;
– обеспечение быстрой адаптируемости системы к изменению условий, правил, инфраструктуры;
– обеспечение независимости прикладных задач друг от друга при их модификации;
– обеспечение возможности быстрого внедрения системы с ограниченным набором функций, поэтапное расширение системы;
– возможность отображения данных по каждой единице основного оборудования и агрегирование информации по группам основного оборудования;
– возможность визуализации информации в графических и табличных формах средствами самого ПО;
– все вычислительные алгоритмы должны быть представлены в открытом коде;
– модификация системы, как на уровне модификации данных, так и на уровне модификации алгоритмов расчета, должна быть возможна силами специалистов станции, без привлечения специалистов Исполнителя.

### *Разработка программного комплекса для автоматизации расчетов ТЭП ТЭС*

Для выполнения вышеизложенных требований организация Исполнитель может избрать два пути:

1. Создание системы под конкретное предприятие.
2. Разработка достаточно универсального комплекса с последующей адаптацией его под конкретные требования.

Анализ эффективности подходов к разработке ПО для вычислительных задач ТЭС приведен в таблице 1.

Созданный Инженерной компанией Автоматика программный комплекс «ЭКСПЕРТ» применим для автоматизации большинства выше приведенных задач и является унифицированным программным обеспечением благодаря заложенным в его основу принципам:

1. *Простота использования.* Комплекс рассчитан на пользователей, не имеющих квалификации программиста, и не требует знания каких либо языков программирования.
2. *Работа в сети.* Комплекс рассчитан как на автономную работу, так и в составе вычислительной сети, а при наличии соответствующих средств связи — в составе АСУ ТП.
3. *Адаптивность.* Язык технолога, на котором вводятся расчётные уравнения, справочники, показатели, параметры определяются персоналом станции.
4. *Интерактивность.* Алгоритмы расчётов могут вводиться в произвольном порядке по мере готовности. Система самостоятельно определяет последовательность рас-

***Таблица 1. Сравнение эффективности подхода к разработке ПО для вычислительных задач ТЭС***

| **Показатели эффективности** | **Индивидуальное (заказное) программное обеспечение** | **Унифицированное программное обеспечение*** |
|---|---|---|
| Быстрота разработки | – полная разработка ПО | + адаптация готового ПО |
| Стоимость ПО | – | + |
| Организационное обеспечение | – (требуется специальное подразделение программистов) | + (не требуется) |
| Надежность | – (отрабатывается только на предприятии Заказчике) | + (отрабатывается на всех существующих объектах внедрения) |
| Рыночная ценность | 0 | + |
| Перспективное развитие ПО | – (ограничено) | + (Неограниченно при условии модульного построения). |
| Возможность получения отзывов о ПО | – | + |
| Отработанность эксплуатационной технической документации | – | + (отрабатывается на всех существующих объектах внедрения) |
| Модернизация установленного ПО | (требуется непрерывное присутствие фирмы разработчика на объекте внедрения). | (в силу унификации и преемственности достигается легкая и относительно дешевая модернизация ПО на существующих объектах внедрения). |
| Себестоимость разработки ПО для предприятия Разработчика | + | – (существенно выше) |

* При наличии уже разработанного и внедренного ПО.

чётов, следит за корректностью совокупности введённых математических описаний, предупреждает оператора о неточностях, описках, ошибках и даёт рекомендации об их устранении.

5. *Работа с изображением*. Графические зависимости, например, нормативные графики, могут вводиться тремя методами: графическим, табличным или аналитическим (в виде уравнений). Размерность графиков не ограничивается. (2-х, 3-х, 4-х, ..., i-мерные).
6. *Обработка измерений*. При использовании комплекса для обработки опытов, автоматически обрабатываются результаты испытаний, строятся графики исследуемых параметров и характеристик и, при необходимости, выводятся на печать отчёты. Полученные графики могут быть использованы в последующих расчётах.
7. *Обработка диаграммных лент*. в состав комплекса входит метрологически аттестованная программа для снятия значений с диаграммных лент, с использованием дигитайзера или сканера.
8. *Совместимость с Excel*. Вся подготовка алгоритмов функционирования комплекса «ЭКСПЕРТ» может проводиться либо непосредственно в нём, либо в широко известной программе Excel , с последующим экспортом в комплекс с помощью нажатия пары кнопок.
9. *Экспорт из Excel*. Если в прошлом технолог для расчётов ряда задач использовал программу Excel, то все алгоритмы и математические выражения, заведённые в Excel, могут быть экспортированы в комплекс «ЭКСПЕРТ», с тем, чтобы не повторять ранее проделанную работу.

10. *Отсутствие ограничений.* Количество расчётных задач в комплексе не ограничивается.
11. *Гибкость.* Порядок расчёта задач, наборы задач, содержание задач, объёмы задач, наименования задач, виды и содержание отчётной документации и т.д. определяются пользователем и никак не ограничиваются архитектурой комплекса.
12. *Реальность.* Комплекс внедрен и реально работает как в реальном масштабе времени в составе АСУ ТП энергоблоков, так и в настольном варианте на рабочих местах технологов.
13. *Отображение результатов.* «ЭКСПЕРТ» предоставляет оператору информацию во всех принятых на сегодня видах : в текстовом, табличном, в виде графиков, гистограмм, трендов и т. д..
14. *Совместимость с Word и Excel.* Комплекс не имеет ограничений на количество, и вид отчётов выводимых на печать. Все необходимые отчёты формируются пользователями в Word , либо в Excel . При этом необходимые данные и их изменения, полученные в комплексе, автоматически (без участия оператора) отслеживаются в печатной документации. Для формирования шаблона отчетной документации не требуется знания программирования.
15. *Прозрачность.* Вся исчерпывающая информация о настройках комплекса по требованию пользователя может быть выведена на экран, сохранена в архиве, выведена на печать в виде отчёта о настройках.
16. *Вариативность.* Если пользователь на протяжении эксплуатации или адаптации комплекса хранит в компьютере несколько вариантов настроек, то он может легко ввести любую из настроек в комплекс, тем самым мгновенно настроив его на функционирование по альтернативным задачам, алгоритмам и параметрам.
17. *Перенос информации.* Настройки комплекса могут быть легко перенесены с одного комплекса на другой, что обеспечивает независимость текущей эксплуатации комплекса от продолжения ввода дополнительных задач или их усовершенствования на другом рабочем месте.
18. *Помощь.* Все экранные формы и процедуры поддерживаются системой гипертекстовой «помощи», а в сложных случаях — и системой «помощи» в виде мультимедийных мультипликаций, демонстрирующих способы и порядок действий оператора. Кроме того, все действия оператора сопровождаются всплывающими подсказками.
19. *Надёжность.* Учитывая, что комплекс предназначается для работы в составе АСУ ТП энергоблоков, на специальных отработочных позициях с участием заказчика произведена чрезвычайно жесткая отработка всех компонентов системы на безошибочность, устойчивость, быстродействие, полноту, контроль и парирование ошибочных действий оператора, а также полноту и непротиворечивость инструкций по настройке и эксплуатации комплекса. Срок отработки не менее 0,5 года трёхсменного функционирования, количество входных и рассчитываемых параметров и показателей не менее 60 000 (шестидесяти тысяч), объём обработанных реальных, взятых со станций параметров свыше 10 гигабайт, количество задач не менее 80. Устранены все обнаруженные недостатки, учтены все пожелания заказчика.
20. *Диагностируемость.* Вся информация диагностического характера хранится в специальных архивах и может быть выведена на печать для анализа.
21. *Архивирование.* Вся расчётная информация хранится в специальных архивах, глубина которых обеспечивает хранение данных от минимального интервала до нескольких лет.
22. *Документация.* Программный продукт содержит детальное техническое описание и все необходимые инструкции по эксплуатации и настройке.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программный комплекс «ЭКСПЕРТ» развивается с 2004 года, установлен и работает на нескольких станциях. Верные принципы положенные в основу комплекса обеспечивают функциональное расширение и совершенствование. Модульность комплекса позволила создать на его базе целое семейство программных продуктов для энергетики:

«ЭКСПЕРТ–ПТО» – настольная система для выполнения расчетов ТЭП, проводимых в службах ПТО;

«ЭКСПЕРТ – блок» базовый компонент подсистемы информационно-вычислительных задач автоматизированной системы управления технологическим процессом (ПС ИВЗ), предназначенной для выполнения информационно-вычислительных задач АСУ ТП энергоблоков с использованием информации, поступающей из архива АСУ ТП.

«ЭКСПЕРТ–Турбо» – настольная система для настройки и выполнения задач расчетов обработки результатов экспресс – испытаний турбоагрегатов для оценки текущего изменения общей экономичности, состояния отдельных элементов и качества их ремонта. Является базовым компонентом соответствующего АРМа;

«ЭКСПЕРТ» настольная система для настройки и выполнения произвольных задач, набор функций которых аналогичны функциям расчетов ПТО;

«Электронный планиметр» – комплекс предназначен для автоматизации процесса измерения технологических характеристик, записанных регистрационными аналоговыми приборами на диаграммные ленты. Совмещает возможность считывания информации с диаграммных лент, как с помощью сканера, так и с помощью дигитайзера (планшета).

«Номограф» предназначен для ввода, хранения, обработки и проведения расчетов по многомерным графическим зависимостям. Используется в качестве электронного альбома графиков, например, для работы с нормативными характеристиками на электростанциях и в качестве электронного графического справочника физических свойств металлов. По введенным в программу графикам можно производить интерполяционные расчеты, вычисляя значение любой из переменных по совокупности значений остальных.

Получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ №2007611838, №2008613254, свидетельство об аттестации алгоритмов № РТ.221.001-08

***Олег Владимирович Беликов, Владимир Петрович Беликов (генеральный директор), Алексей Вячеславович Коршунов, Ирина Александровна Бухарина*** *– сотрудники ЗАО “Инженерная компания “Автоматика”.*
*Телефон: (343) 263-76-95.*
*http://www.ptk-expert.ru http://www.planimetr.ru*

НОВОСТИ

# НОВОСТИ КОМПАНИИ “РТСофт”

## Новый 6U CompactPCI-модуль Kontron CP6001-V: лучшее соотношение цены и производительности для систем промышленной автоматизации.

Новый процессорный CompactPCI-модуль CP6001-V формата 6U производства международного холдинга Kontron. Новинка дополняет продуктовую линейку CPCI-плат Value line и предназначена для применения в малобюджетных встраиваемых системах промышленного назначения. Модуль CP6001-V оснащен процессором Intel Celeron M серии 440 с частотой 1,86 ГГц, чипсетом Intel 945GM, контроллером ввода/вывода ICH7-R и памятью DDR2 SO-DIMM (до 4 Гбайт), работающей на частоте 533 МГц. Наличие портов Gigabit Ethernet позволяет использовать новинку для построения многофункциональных промышленных систем автоматизации и IP-коммутаторов и имеет лучшее на сегодня соотношение цены и производительности.

CP6001-V оснащен необходимыми интерфейсами (COM, VGA, 4 x Ethernet, 2 x USB на фронтальной панели) и разъемами для подключения PCM-мезонинов, HDD, CompactFlash-модулей и USB-накопителей. Наличие графического ускорителя в составе чипсета Intel 945GM обеспечивает вывод графических изображений с разрешением до 2048x1536 с частотой 75 Гц, а также высококачественной 2D- и 3D-графики. Чипсет обеспечивает сбалансированное разделение памяти между графическими и другими системными устройствами (под динамическую видеопамять выделяется до 128 Мбайт).

Благодаря использованию контроллера ввода/вывода Intel ICH7-R модуль CP6001-V поддерживает интерфейсы USB 2.0 и Serial ATA-300. Даже при полной “загрузке” (с установленными: PMC-мезонином, USB-накопителем, модулем памяти CompactFlash, а также встраиваемым 2,5» HDD) CP6001-V занимает всего один слот размера 4HP. Многофункциональный процессорный модуль CP6001-V может устанавливаться как в системный, так и в периферийный слот. Два интерфейса Gigabit Ethernet на фронтальной панели могут использоваться независимо от двух дополнительных интерфейсов Ethernet стандарта PICMG2.16, выведенных в разъемы объединительной платы. На передней панели расположено несколько многофункциональных светодиодных индикаторов, облегчающих проведение отладочных и диагностических работ. Имеется возможность контролировать программным способом температуру внутри модуля и уровень рабочих напряжений. Индикаторы на передней панели, сторожевой таймер и часы могут быть настроены в зависимости от прикладных требований. В наличии пакет программной поддержки модуля (BSP) для ОС Windows XP/XP Embedded/Linux.

*Телефоны: (495) 967-15-05, 742-68-28. E-mail: pr@rtsoft.ru*
*http://www.rtsoft.ru*

# ОБОСНОВАНИЕ ВНЕДРЕНИЯ SCADA

**Д.А. КНЯЗЕВ**
**IBM GBS**

Статья посвящена такому важному этапу подготовки к внедрению ИТ системы, как проведение технико-экономического обоснования, без которого не должен начинаться ни один серьезный проект. Особое внимание уделено наиболее сложному и неоднозначному этапу, а именно определению и оценке выгод от внедрения. Трудность в определении прямых материальных выгод от внедрения не означает их отсутствия, что и показывает пример, приведенный в статье.

Тема старения инфраструктуры электроэнергетических сетей в последние годы используется при любом удобном и неудобном случае, когда необходимо привлечь особое внимание аудитории к проблемам отрасли.

Стоимость модернизации оборудования предприятий энергосети настолько высока, что останавливала самых смелых сторонников инноваций в энергетике даже в т.н. «тучные годы» для российской экономики, а в эпоху кризиса и вовсе может стать запретительным фактором.

Тем не менее, экспериментальные расчеты показывают, что в случае успешного применения даже части функциональных возможностей нового оборудования в долгосрочной перспективе (5-7 лет) можно получить прямые выгоды, как минимум сравнимые с затратами на внедрение.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ

Если взглянуть на темы газетных и журнальных изданий, выдаваемых в результате простого поиска в Интернет по запросу «Проблемы электроэнергетики», то, без сомнения, в первых рядах окажется тема «морально и физически устаревшего оборудования в сочетании с растущими нагрузками на сети, которые могут привести к...». Далее перечисляются возможные пагубные последствия бездействия и сохранения того состояния, в котором находится отечественная энергетика. За примерами далеко ходить не приходится, наиболее серьезной аварией за последние годы на территории России стала авария на подстанции Чагино в 2005 году, только подтвержденный ущерб от которой составил более 70 млн долларов. Но были и другие:

- Нью-Йорк, 1977 год, отключение электроснабжения из-за удара молнии, ущерб более 1 млрд долларов;
- Екатеринбург, 2000 год, сбой в сети из-за ошибки персонала привел к отключениям электричества во многих населенных пунктах Среднего и Южного Урала, ущерб – десятки млн долларов;
- Италия-Швейцария, 2003 год, замыкание в линии электропередач привело к цепному отключению энергоснабжения в Италии, ущерб – 300 млн Евро.

Красным флагом проблем машут не только политики и журналисты, но и сами энергетики. Действительно, уровень зрелости ИТ в отрасли невысок, а новые технологические решения очень востребованы. По состоянию на 2005 год [1], предприятия электрических сетей и 78 % РЭС имели диспетчерские пункты, из которых около лишь 60% оснащены диспетчерскими щитами и порядка 15% –

устройствами телемеханизации. Находящиеся в эксплуатации устройства телемеханики работают 8 и более лет. Средний технический уровень установленного подстанционного оборудования в сетях по многим позициям соответствует оборудованию, которое эксплуатировалось в ведущих странах мира 30 лет назад.

Множество ИТ компаний работает над технологическими решениями области электроэнергетики. Причем в качестве решения предлагаются как кажущиеся совершенно фантастическими в российских условиях идеи построения Интеллектуальной электрической сети (Intelligent Electricity Network, [2]), так и вполне осуществимые с технической точки зрения проекты по модернизации систем промышленной автоматизации и поэтапной замены устаревшего оборудования предприятий энергосети на современные аналоги. Очевидное на первый взгляд решение о необходимости такой модернизации наталкивается на две основные проблемы, точнее два аспекта одной проблемы: технологическую и экономическую сложность.

В данной статье делается попытка пересмотра экономического аспекта данной проблемы, а именно постулата о высоких затратах на модернизацию при неочевидности выгод от внедрения. В качестве примера приводится расчет технико-экономического обоснования (ТЭО) внедрения SCADA/EMS/MMS систем для диспетчерских управлений Системного Оператора (СО) ЕЭС.

Технико-экономическое обоснование основано на построении финансовой модели влияния новой информационной системы на деятельность компании. В частности оценивалось влияние (с экономической точки зрения) SCADA/EMS/MMS на точность и оперативность процессов планирования и прогнозирования режимов за счет перехода на качественно новый уровень выполнения расчетов, в результате которых возможно снижение стоимости электроэнергии, что в свою очередь повлияет на снижение издержек производства продукции в различных отраслях народного хозяйства, повышение рентабельности, и, следовательно, роста экономики страны в целом.

## ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ ТЭО

Типовой процесс разработки технико-экономического обоснования представлен на рисунке 1.

1. Выбор подхода. Задача состоит: в выборе подхода – определение выгод на основе суммарных данных и высокоуровневых показателей («сверху вниз»), либо наоборот, на основе данных по отдельным бизнес-процессам («снизу вверх»); в выборе параметров расчета, ключевых финансовых показателей, сроков инвестирования и получения потенциальных выгод.
2. Определение выгод. Идентификация ожидаемых материальных выгод, сравнение с другими проектами, анализ выгод, экспериментальные расчеты.
3. Определение затрат. Определение категорий ожидаемых операционных и капитальных затрат (аппаратное и программное обеспечение, услуги по внедрению, техническая поддержка и т.д.), их оценка.

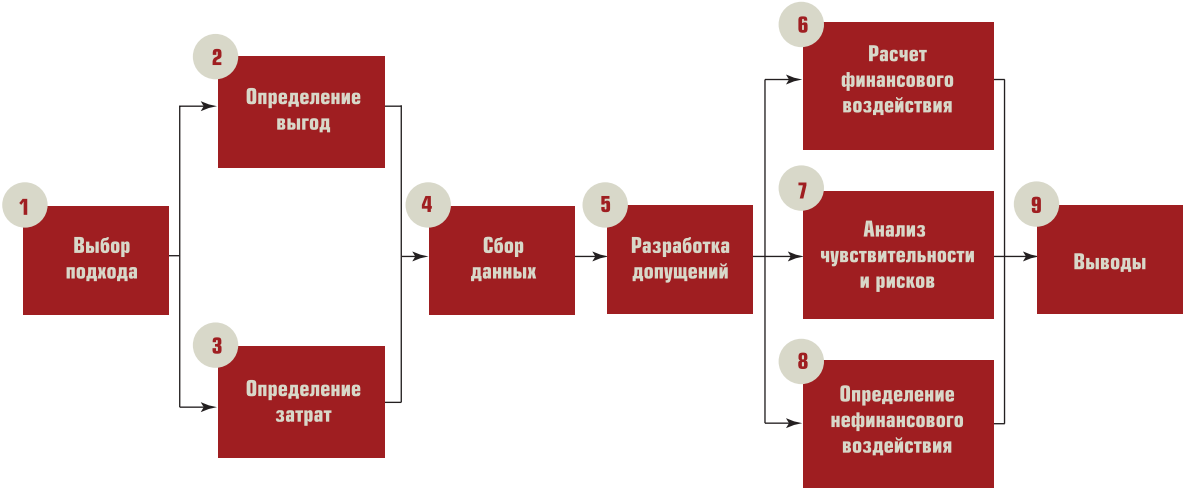



*Рис. 1. Типовой процесс разработки ТЭО*

4. Сбор данных. Определение источников информации, подготовка опросников, методических материалов, сбор данных.
5. Разработка допущений. Прогнозирование влияния внешних факторов и изменений в исходных данных, загрубления исходных данных без потери допустимой точности.
6. Расчёт финансового воздействия. Пересчет значений выгод и затрат в денежные потоки, расчет ключевых показателей, выбранных для оценки, например, чистой приведенной стоимости, внутренней нормы прибыли, периода окупаемости.
7. Анализ чувствительности и оценка рисков. Анализ изменений финансовых результатов вследствие замены базовых показателей, таких как численность персонала, оборотный капитал, а также вследствие изменений значений ставок дисконтирования, сроков инвестирования и пр.
8. Определение нематериального воздействия. Описание нематериального эффекта (стратегических, трудноопределимых выгод) для различных вариантов решения\типа внедряемой системы.
9. Выводы и заключения. Формулирование выводов и рекомендаций по результатам расчета ТЭО.

Рассмотрим более подробно этапы определения затрат (2) и выгод (3).

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ

Сложность модернизации зависит от масштаба необходимых изменений, количества модернизируемых объектов энергосети, разнородности существующего парка оборудования, интеграция которого с новыми системами потребует значительных усилий, а также от выбранной ИТ архитектуры и типа ПО. Например, при выборе типового решения для SCADA/EMS/MMS системы – основы КИС Системного Оператора – рассматривались различные варианты комплектации оборудования и ПО таких производителей как Siemens, IBM, PSI, а также некоторых их российских аналогов (компаний Монитор Электрик, СМС-Автоматизация и др.), менее универсальных и функциональных, но лучше адаптированных для работы с российским оборудованием и при этом гораздо более дешевых. В каждом случае суммарные расчетные затраты составляли в пересчете на все модернизируемые объекты сети (все районные и объединенные диспетчерские управления) миллиарды рублей, но различались в 2,5-3 раза в зависимости от выбранного ПО.

По группам затрат[1] можно выделить:

*капитальные затраты* – приобретение аппаратного обеспечения;

*текущие затраты* – сопровождение ПО и аппаратного обеспечения, обучение и переподготовка персонала;

*расходы будущих периодов* – лицензии на ПО, разработка специализированного ПО, услуги по внедрению системы.

Расчет затрат при оценке стоимости внедрения проводился с учетом ряда допущений, а именно: прогнозирование длительности и трудоемкости внедрения, производится обычно на основе опыта ведения аналогичных проектов, оценка стоимости оборудования и ПО производится на основе открытой информации производителей и не учитывает возможного снижения стоимости в результате переговоров с поставщиками (такое снижение может достигать 50-70% для наиболее крупных контрактов). Подобная методика предполагает существенную погрешность оценки, но хорошо зарекомендовала себя в качестве подхода к сравнительной оценке различных ИТ проектов в рамках одной компании, либо аналогичных по задачам проектов в других компаниях, либо на основе других ИТ решений.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫГОД

Как и для большинства современных ИТ решений, определение прямых материальных (финансовых) выгод от внедрения SCADA/EMS/MMS системы нетривиально. В основном, потенциальные выгоды от внедрения относятся к трудноопределимым (косвенным) либо стратегическим выгодам, которые трудно оценить в денежном выражении. Среди первых можно выделить:

- Повышение точности планирования и прогнозирования режимов.
- Сокращение времени на краткосрочное и долгосрочное планирование генерации и передачи электроэнергии, формирование диспетчерских графиков.
- Повышение точности учёта переданной электроэнергии и потерь.
- Снижение вероятности возникновения не-

[1] Разбиение по группам зависит от особенностей учета затрат в компании и может отличаться от приведенного выше.

штатной ситуации из-за неправильно принятых решений (человеческий фактор) за счёт использования контекстных подсказок системы оператору в аварийных ситуациях.
- Снижение вероятности отказов за счёт отслеживания работы оборудования при пиковых нагрузках и перераспределение мощностей.

Ко вторым можно отнести следующие выгоды:

- Повышение экологической, электрической и пожарной безопасности эксплуатации сетевых объектов.
- Стабильная работа электрических сетей. Повышение удовлетворенности покупателей электроэнергии – компания узнаёт об инциденте прежде, чем ей сообщает покупатель.
- Улучшение информационной поддержки участников рынка и других внешних организаций, заинтересованных в информационном обмене.

Тем не менее, количественная оценка выгод тоже возможна. Далее приведены описания нескольких экспериментальных расчетов, показывающих, насколько существенными могут быть преимущества от перехода на качественно новый технологический уровень.

Расчеты были произведены на Большой Расчётной Модели (БРМ) ЕЭС России, чтобы оценить влияние внедрения SCADA/EMS/MMS системы на повышение точности планирования и прогнозирования режимов за счет внедрения нового оборудования и возможности перехода на более высокий уровень выполнения расчетов.

1. Определение величины снижения стоимости поставляемой электроэнергии при изменении ограничений на определенном «запертом» сечении.
2. Финансовые выгоды, получаемые при более частом снятии параметров работы сети и более частом формировании графиков ценового предложения.
3. Анализ финансовой обоснованности принятых решений оператором при загрузке/разгрузке генерирующих мощностей.

## ПЕРВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАСЧЁТ

Для проведения оценки влияния ограничений по сечениям на узловые цены балансирующего рынка (БР) проводился следующий эксперимент:

1. Находилось «запертое» сечение из основных расчетов БР, определялся день, группа часов, № сечения, ограничения по этому сечению.
2. По данному дню, по каждому часу из определенной в п. 1 группы часов находилась стоимость генерации на БР. Стоимость генерации рассчитывалась как нагрузка генерации каждого узла умноженная на индикатор БР для данного узла.
3. В сечении, которое было определено по условиям п. 1 изменялся максимально-допустимый переток на 100 МВт, в сторону увеличения.
4. Производился повторный перерасчет БР с измененным максимально-допустимым перетоком.
5. Рассчитывалась стоимость генерации аналогично п. 2.
6. Производилось сравнение финансовых результатов рассчитанных согласно п. 2 и п. 5.

В ходе эксперимента благодаря увеличению ограничения на прием на 100 МВт по данному запертому сечению за четыре часа (в интервале с 20 до 24 часов) произошло суммарное снижение стоимости поставляемой электроэнергии примерно на 5 миллионов рублей.

Результаты эксперимента на одном «запертом» сечении не могут быть однозначно экстраполированы на все объекты и узлы энергосистемы. Финансовая оценка при выполнении расширения активного ограничения, полученная в результате расчёта, сильно зависит от множества условий (время суток, день недели, время года) и может изменяться в широком диапазоне. При условии появления до 5 аналогичных «запертых» сечений в месяц, что составит 60 сечений в год; примерная выгода при изменении ограничений одного запертого активного сечения и допуска на рынок более дешевой энергии может составить до 300 миллионов рублей в год.

## ВТОРОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАСЧЁТ

Изменение стоимости энергии на рынке при более частом определении цены на основании 15 минутных показателей потребления.

1. Исходными данным для расчёта является информация об изменении Индикатора

Балансирующего Рынка (http://www.br.socdu.ru/) в течение одного дня. Установленная стоимость энергии меняется один раз в час.

2. Для расчётов так же используется информация об объемах потребления с частотой 15 минут.
3. Далее, по кривой ценового предложения для выбранного временного интервала выполняется сравнение фактической цены энергии, установленной для определенного часа, и цены энергии для этого же часа с частотой 15 минут.
4. Рассчитывается стоимость изменения потребления энергии для каждого 15-и минутного интервала и стоимость изменения энергии за каждый час.
5. Разность суммарной стоимости потребления энергии, определенной по 15-и минутным и часовым интервалам покажет изменение стоимости выработанной энергии за данные сутки.

В результате выполненного расчёта разность приростов стоимости энергии рассчитанной с 15-и минутным и часовым интервалом была положительной и составила около 0,5 миллиона рублей за выбранный день при заданной начальной стоимости в 700 рублей за 1 МВт.

Для учёта сезонности потребления энергии данный алгоритм расчёта был повторен для четырех выбранных дней для каждого времени года.

Среднее значение разности приростов стоимости энергии, аппроксимированное на один год составило примерно 163 миллиона рублей. Именно на столько может быть потенциально снижена стоимость поставляемой энергии в рамках всей энергосистемы при выполнении пересчета с 15 и минутным интервалом вместо часового.

## ТРЕТИЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ РАСЧЁТ

Определение выгод на основе анализа погрешности и увеличения точности прогноза потребления энергии.

1. В основу расчёта положен тот факт, что оператор сети, принимая решения о загрузке, либо разгрузке мощностей не всегда выбирает оптимальный с финансовой точки зрения набор поставщиков энергии. За шаг, который используют операторы при загрузке/разгрузке мощностей, выбрана величина 50 МВт.
2. Выполняется сопоставление планового и фактического потребления электроэнергии за сутки, либо за определенный временной интервал (например, час пикового напряжения), определяется погрешность прогноза потребления.
3. На основании полученной погрешности прогноза выполняется расчёт прироста стоимости энергии для расчётного графика ценового предложения и предварительно загрубленного графика ценового предложения (шаг 50 МВт).
4. За точку отсчёта на кривой ценового предложения взята стоимость энергии, равная 750 рублям за 1 МВт.

В ходе эксперимента выяснилось, что основное влияние оператора на систему оказывается в 14-и часовом интервале (7-21 час) что видно из графиков планового и фактического потребления энергии. В среднем за один день погрешность планирования может составить 28 000 рублей, или 10 220 000 рублей в год.

В результате частого обновления данных по параметрам работы сети существует возможность выбора поставщиков более дешевой энергии , что может привести к снижению цены потребляемой энергии

В целом эксперименты показали, что потенциальные выгоды от модернизации инфраструктуры энергосетей и в частности от внедрения дорогостоящих информационных систем не только могут быть определены и посчитаны, но еще и представляют собой значительные суммы, сравнимые по размерам со стоимостью внедрения.

А социально-экономический эффект от появляющихся возможностей своевременного предупреждения аварий в энергосетях и повышения точности расчета режимов и снижения (даже незначительного) стоимости электроэнергии вообще трудно переоценить.

### Список литературы

1. *Техническая политика* ФСК ЕЭС (Положение о технической политике ОАО «ФСК ЕЭС». 2006).
2. T*he Power of Working Smarter*. Building the intelligent electricity network, Jeanette Carlsson, Alistair Green (IBM, 2004).

***Князев Дмитрий Александрович**, ведущий консультант IBM GBS в области BI систем.*
*Email: dmitry.knyazev@googlemail.com*
*Mobile: +7 985 4102984*

# Корпорация ГАЗЭНЕРГОПРОМ

## ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР «КОРПОРАЦИИ «ГАЗЭНЕРГОПРОМ» (ИЦ ГЭП):

Это самостоятельный динамично развивающийся бизнес по оказанию услуг Заказчикам в области энергетики и промышленности по созданию современных Автоматизированных систем учета и управления с обширной географией и референсом выполненных работ.

Это команда энергичных и целеустремленных специалистов, обладающих большим опытом, способных быстро, квалифицированно и качественно выполнять стоящие перед ними задачи.

## КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИЦ ГЭП:

- Большой опыт реализованных проектов АИИС КУЭ и СТМиС в соответствии с требованиями Оптового рынка электроэнергии (ОРЭ).
- Наличие собственного сборочного производства, склада готовой продукции, склада запасных частей и материалов.
- Собственные проектные, конструкторские, сборочные и наладочные кадровые ресурсы, с большим опытом работы с различными типами оборудования.
- Долгосрочные партнерские договора с крупнейшими производителями оборудования и метрологическими институтами РФ.
- Гибкие условия работы по стоимости создания систем и срокам выполнения работ под требования Заказчика.

## ОСНОВНЫЕ СФЕРЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИЦ ГЭП:

- Автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ).
- Системы телемеханики и связи (СТМиС).
- Автоматизированные системы комплексного учета энергоресурсов (электроэнергия, вода, тепло, газ) – АСКУЭР.
- Системы контроля и управления доступа (СКУД), системы видеонаблюдения.
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).
- Системы релейной защиты и автоматики (РЗиА).

**КОНТАКТЫ ИЦ ГЭП:**
105094, Москва, ул. Семеновская набережная, д.2/1
тел.: (495) 661-7168, факс: (495) 661-7169
e-mail: info@gazenergoprom.com

# ВЫБОР УНИВЕРСАЛЬНЫХ ЛОКАЛЬНЫХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ СИСТЕМ С ПОВЫШЕННЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ К НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВУ ВЕДЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

**П.В. ЖМУРО**
**(компания "ТРЭИ ГмбХ")**

Рассматриваются наиболее перспективные и оптимальные по критерию "цена/качество" решения для систем регулирования с повышенными требованиями к надежности и качеству. Предложенный материал основан на опыте внедрения систем качественного регулирования на базе скоростных универсальных модулей TREI-5B – M732C, M832C и M932C.

Основная задача регулятора – отрабатывать возмущения по нагрузке, при этом основным критерием является время переходного процесса. В быстрых динамичных процессах требования к скорости реакции на возмущение, времени регулирования и статистической ошибке регулирования очень жесткие. Примеры таких систем – это поддержание разрежения в печах РКЗ, котлах; противопомпажное регулирование и защита компрессоров; регулирование оборотов приводных паровых турбин малой мощности с динамичной нагрузкой на приводе и другие. Для таких задач цикл регулятора не должен превышать 2-х десятков мс. Другим очень важным критерием для создания таких регуляторов является универсальность, то есть возможность конфигурации регулятора под конкретную задачу.

Из опыта работы в Казахстане на Усть-Каменогорском титано-магниевом заводе. Требования главного метролога предприятия: "Нам нужны недорогие, надежные системы регулирования на компрессоры сжатого воздуха, шиберы дымососов, на печи для выплавки концентратов т.д., при этом они должны быть на базе одного вида устройств, должна быть возможность замены на время поверки измерительных каналов, недорогой ЗИП, наличие гибкого инструмента настройки параметров регулятора и возможность дублированного исполнения. Тогда мы рассмотрели вариант применения интеллектуальных модулей контроллера TREI-5B-02 – M732C, успех не заставил себя долго ждать, на предприятии в данный момент реализовано около 10-ти систем локального регулирования".

Предприятие "ТРЭИ ГмбХ" (г. Пенза) выпускает три линейки универсальных интеллектуальных модулей – M732C, M832C и M932C (рис. 1-4).

Рассмотрим модуль M832C (рис. 1), он содержит 8 посадочных мест для установки до 8 мезонин-модулей серии TREI-5B, что позволяет создавать любые конфигурации каналов ввода/вывода в пределах одного модуля. В интеллектуальных модулях применена вычислительная система на базе микроконтроллера. Отсутствие стандартной операционной системы обеспечивает стабильные характеристики времени отклика и надежности функционирования.

Интеллектуальный модуль M832C может использоваться для локального автоматического контроля и управления технологическими процессами. Модуль также предназначен для реализации функций блокировок и защит, в том числе в режимах резервирования.

Характеристики модуля:

- модуль M832C поддерживает все типы мезонин-модулей серии TREI-5B;
- автоматически начинает выполнять загруженное приложение после включения питания;
- может работать как в автономном режиме, так и под управлением мастер-модуля

Рис. 1. M832C

Рис. 3. M732C

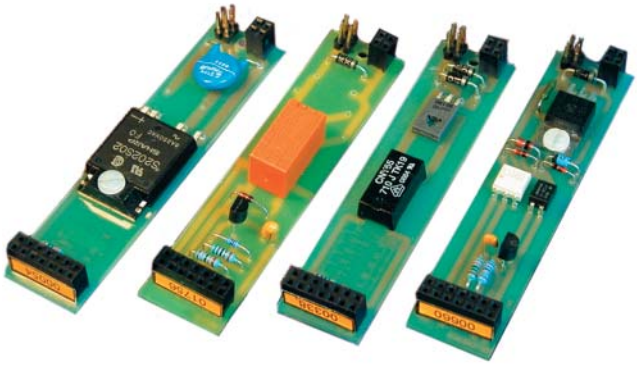


Рис. 2. Пример мезонин – каналов (модулей)

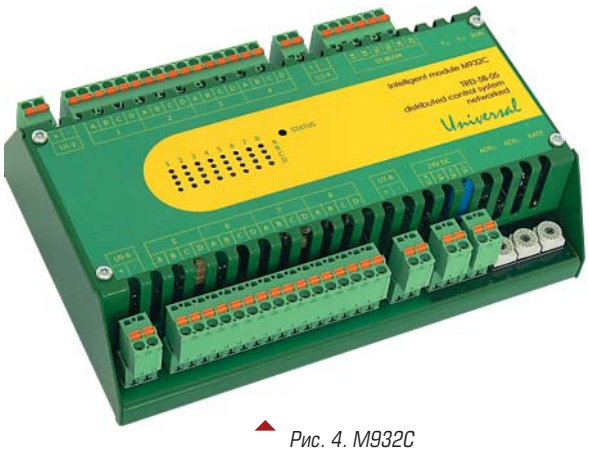



Рис. 4. M932C

в качестве простого устройства ввода/вывода. Если в модуль загружена технологическая программа, то он может исполнять ее без какого-либо управления извне;

- быстрый цикл технологической программы модуля – до 20 мс;
- модуль позволяет изменять переменные технологической программы без остановки самой программы;
- модуль позволяет производить отладку загруженной технологической программы;
- при сбое в основной программе мезонина модуль автоматически его переинициализирует;
- возможность хранения данных в энергонезависимой памяти 32 Кб;
- FLASH-память 1 Мб для хранения копии приложения (для быстрой загрузки);
- модуль получает питание от одной или двух независимых шин (резервирование питания), при питании от двух шин резервирование осуществляется в каждом модуле индивидуально;
- питание – от +5 В либо от +24 В;
- в модуль встраивается контроллер горячей замены, который позволяет безопасно выполнять горячую замену модуля;
- размеры – 211 × 50,5 × 128,7мм.

Для программирования интеллектуальных модулей серии TREI-5B применяется инструментальная CASE-система Unimod Pro, поддерживающая языки программирования PLC стандарта IEC 1131-3. Система имеет полный

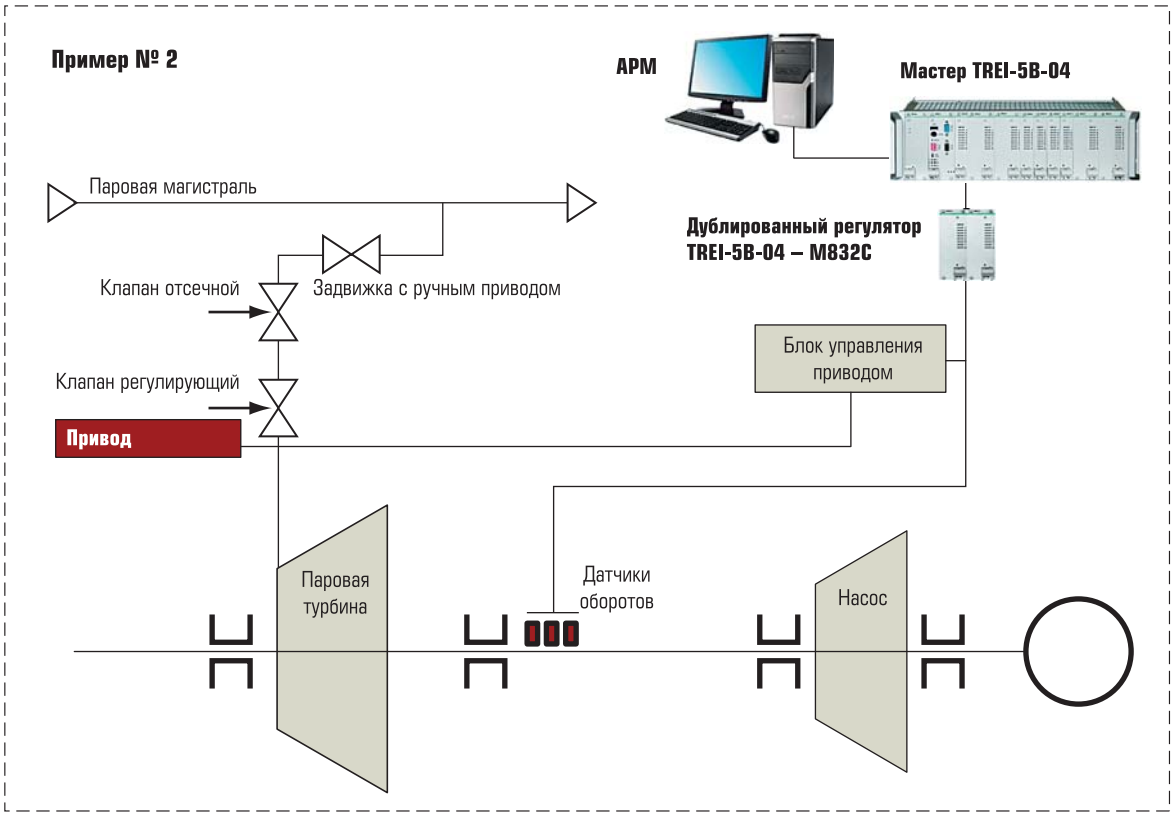



*Рис. 5. Дублированный регулятор под управлением контроллерной системы*

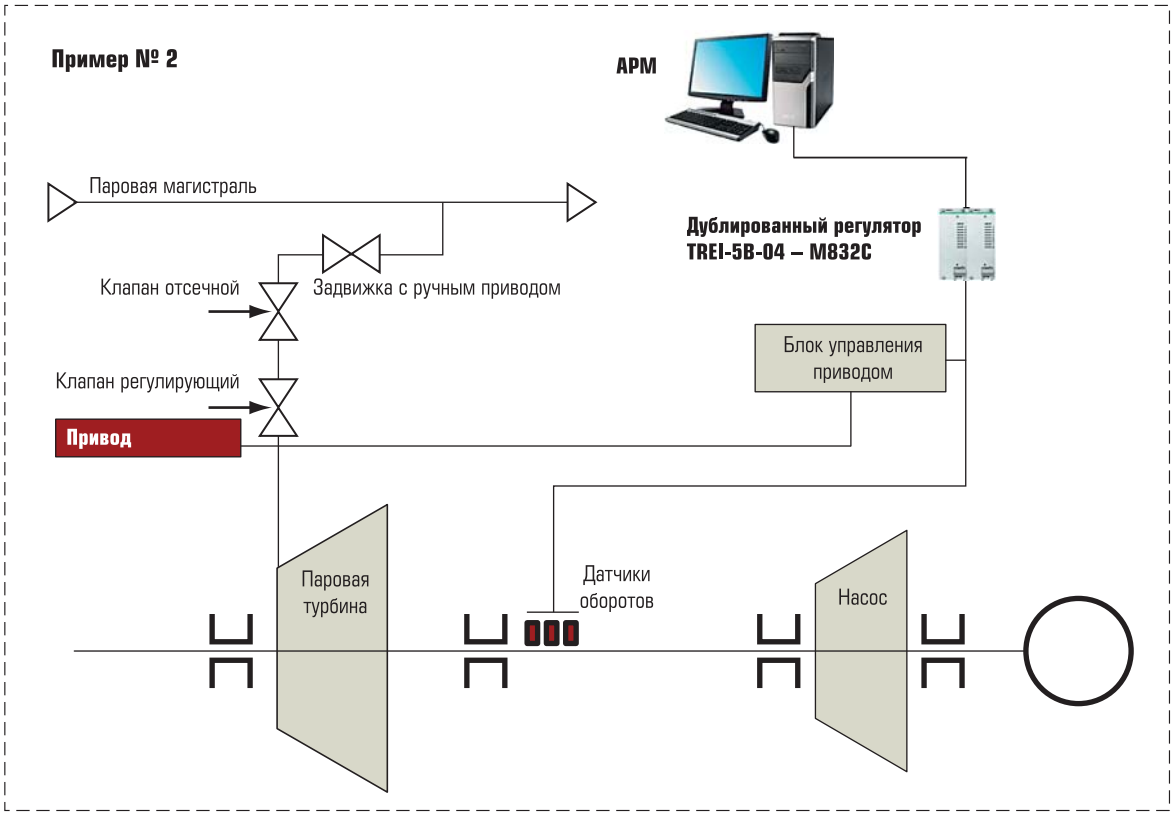



*Рис. 6. Дублированный локальный регулятор, настройка с АРМ*

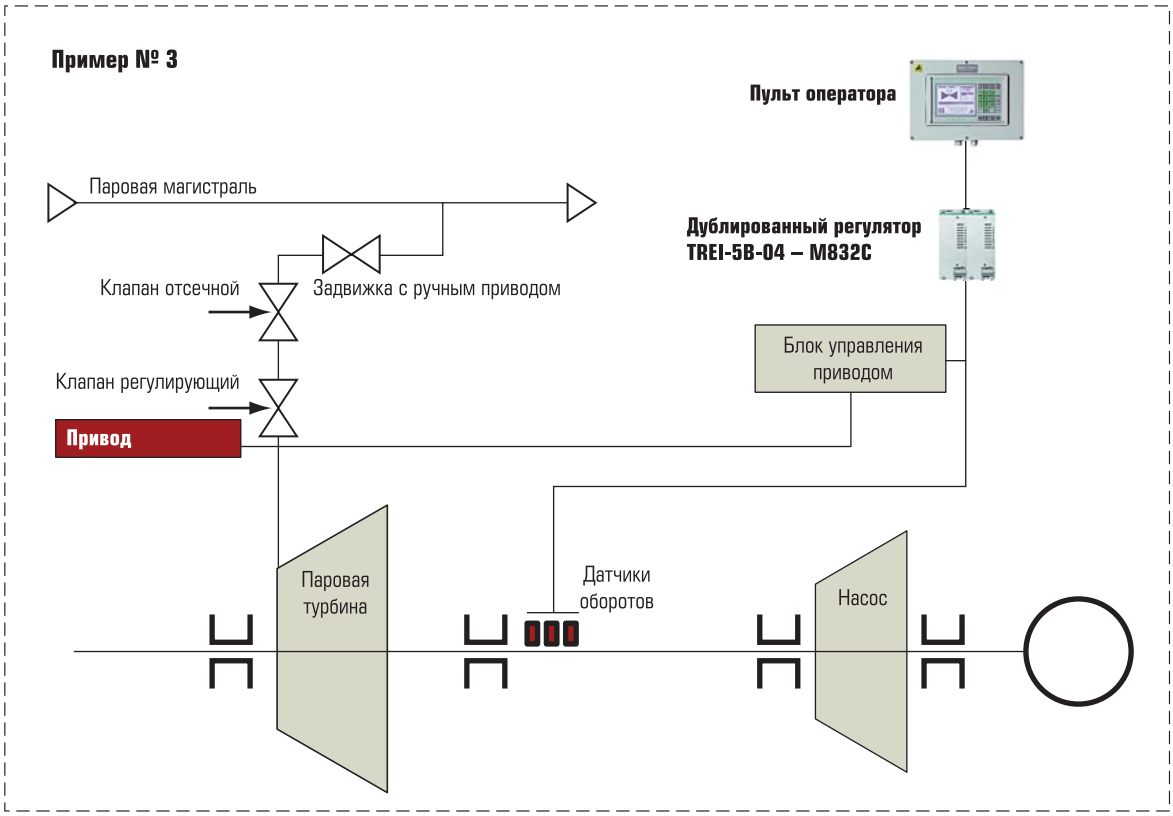



*Рис. 7. Дублированный локальный регулятор, настройка с пульта*

набор стандартных операторов IEC для булевских, арифметических, логических операций. Стандартные функциональные блоки поддерживают операции переключений, семафоры, счетчики, гистерезис, интегрирование и дифференцирование по времени. Система включает широкий набор алгебраических, тригонометрических, сдвиговых функций. Специализированная библиотека алгоритмов управления и регулирования существенно упрощает технологическое программирование задач управления. В ее состав входят экспоненциальное сглаживание, апертура, фильтрация пиков, звено ШИМ, звено PID, PDD-регуляторов и др.

На данный момент инжиниринговые филиалы компании “ТРЭИ ГмбХ” широко применяют интеллектуальные модули в качестве законченных устройств. Это САР паровых турбин, системы управления пускорегулирующей арматурой, регуляторы уровня, защиты технологического оборудования и другие системы. Преимущества применения таких устройств на лицо, так как все критерии отбора для применения в серьезных системах регулирования и защит интеллектуальные модули проходят с оценкой отлично.

Рассмотрим несколько типовых примеров, как можно и нужно применять интеллектуальные модули семейства TREI-5B (рис. 5-7).

Как видно из примеров, применение интеллектуальных модулей серии TREI-5B-M практически не имеет границ. Хочется отметить тот факт, что наличие RS-485 интерфейса и протокола MODBUS-RTU позволяет легко адаптировать законченный регулятор или систему защит в любую цеховую АСУТП.

## ВЫВОД

Высокая степень интеграции, малые габариты, большая удельная производительность, гарантированная доступность в долгосрочной перспективе, поддержка производителя, наличие сертификатов Госстандарта, Гостехнадзора, европейского сертификата CЄ, TUV – это мощные критерии отбора для современного Заказчика.

***П.В. Жмуро** – ведущий специалист БАСУТП компании “ТРЭИ ГмбХ”.*
*Россия, 440028, г. Пенза, ул. Титова, 1Г*
*Тел.: +7 (8412) 55-58-90, +7 (8412) 49-95-39*
*Факс:+7 (8412) 49-85-13*
*www.trei-gmbh.ru E-mail: koshelev@trei-gmbh.ru*

# WONDERWARE SYSTEM PLATFORM – КЛЮЧЕВОЕ РЕШЕНИЕ ПО ИНТЕГРАЦИИ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВЕ

**ИВ ДЮФОР, КЛАУС АБИЛДГРЕН**
**(компания Wonderware)**

Рассматривается платформа Wonderware System Platform, позволяющая HPO-компаниям (High Performance Organization) обходить инвестирование в избыточные и дублирующие технологии. Платформа Wonderware обеспечивает единую рабочую среду, помогающую рационализировать процессы. Показано, что платформа позволяет не отвлекать IT-ресурсы на перепроектирование, разработку, ввод в эксплуатацию и обслуживание программных служб, необходимых для оптимального использования технологии (безопасность, шаблоны, диагностика, определение и развертывание приложений, обеспечение высокой готовности).

Принципиальный подход к управлению производственными IT-технологиями (Manufacturing IT) во многом определяет их эффективность в стратегической перспективе. Высокоэффективные компании признают: не столь уж важно, какая именно технология используется. Именно способ внедрения и применения этой технологии определяет, насколько конкурентоспособным и эффективным станет производство.

Поскольку сложность управления производственными IT-технологиями может оказаться крайне высокой и день ото дня возрастать, необходимо постоянно искать пути его оптимизации. Менеджеры по направлениям бизнеса должны понимать, что для повышения экономии за счет масштаба (economies of scale) и за счет диверсификации (economies of scope) технология должна решать следующие задачи:

- облегчения процесса интеграции;
- управления IT как ресурсом предприятия;
- управления физическими ресурсами, а также оптимизации людских ресурсов для развертывания приложений;
- гармонизации бизнес-процессов и технологий.

Компания Wonderware, насчитывая более 500 000 инсталляций на рабочих станциях 125 000 промышленных объектов, является одним из ведущих в мире поставщиков программного обеспечения для автоматизации деятельности промышленных предприятий. Технология Wonderware призвана помочь HPO-компаниям со стандартной инфраструктурой, производством и технологическими операциями сфокусироваться на стратегической цели – использовании корпоративных и производственных IT-возможностей в качестве конкурентного преимущества. Технология Wonderware, как никакая другая, способна помочь HPO-компаниям внедрить в цепочку создания стоимости на своем производстве коллаборативную платформу и повысить эффективность производственных процессов.

С помощью системной платформы Wonderware System Platform HPO-компании создают основу для максимально эффективного использования своих преимуществ (уникального кадрового опыта, инновационных процессов и гибкости) для получения впечатляющих результатов.

Платформа Wonderware System Platform позволяет HPO-компаниям обходить тради-

ционные “подводные камни” IT, такие как инвестирование в избыточные, дублирующие друг друга технологии. Технология Wonderware обеспечивает единую рабочую среду, помогающую рационализировать процессы в рамках всей организации. Другими словами, вам больше не потребуется отвлекать ценные IT-ресурсы на постоянное перепроектирование, разработку, ввод в эксплуатацию и обслуживание программных служб коллаборативной платформы, необходимых для оптимального использования технологии (безопасность, шаблоны, диагностика, определение и развертывание приложений, обеспечение высокой готовности и т.д.). Конечным результатом станет максимально эффективное использование потенциала организации для решения главной задачи – создания добавленной стоимости.

Использование платформы Wonderware System Platform дает HPO-компаниям возможность не только беспрецедентными темпами наращивать, развертывать и администрировать приложения, но и вносить свой вклад в построение коллаборативной производственной платформы. Это позволяет добиться высочайшего уровня взаимной интеграции бизнес-процессов, производственных или регламентных процессов, и, таким образом, выдающихся результатов производства.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ HPO СВОИХ IT-ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СЛЕДУЮЩИХ ЗАДАЧ

### *Выборочная интеграция важных производственных аспектов в организациях*

- Ключевые процессы в большинстве организаций включают в себя три основных вида деятельности: формирование спроса, обеспечение спроса предложением и планирование, а также управление предприятием (рис. 1).
- В последнее десятилетие в сфере производства потребительских товаров происходит “смещение власти” от производителей к розничным продавцам – последние приобретают все большее влияние. В результате перед производителями встает задача сохранения рентабельности за счет ускорения работы цепочки поставок. Сжатые сроки восполнения запасов диктуют более высокие цены, а также необходимость глобальной системы контроля соответствия. Все это приводит к возрастанию роли управления производственными операциями (Manufacturing Operations Management), т.е. эффективного использования физических ресурсов для удовлетворения спроса на поставки.
- Вне зависимости от конкретного рода деятельности HPO-компании могут использовать платформу Wonderware System Platform и ее модули для достижения своих коммерческих целей – будь то выпуск более качественных продуктов/услуг или более быстрая/дешевая (при равном качестве) доставка. При этом сохраняется возможность предоставления того же набора служб на базе коллаборативной производственной платформы.

### *Приближение своих предприятий к поставщикам, продавцам и покупателям*

- Платформа Wonderware System Platform позволяет создать всемирную экосистему, в рамках которой возможно стандартизированное использование, инкапсулирование и администрирование стоимости на уровне лучших практик.
- Платформа Wonderware System Platform позволяет разрабатывать специфические приложения, отвечающие уникальному набору требований предприятия, используя при этом общую коллаборативную платформу (оборудование, OEM-производители, технологические партнеры и т.д.).
- Wonderware разрабатывает специфические приложения для конкретных отраслей, поддерживающие бесчисленное количество процессов. Эти приложения называ-

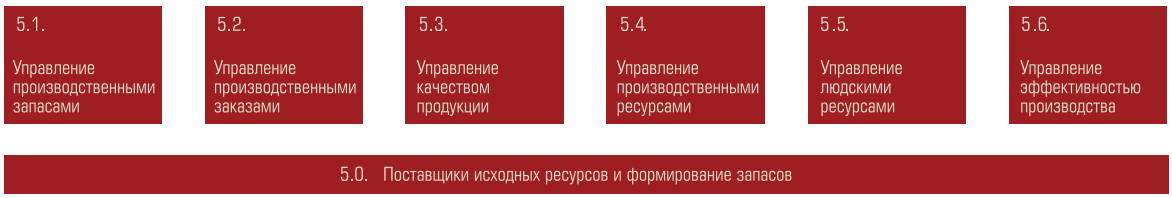



*Рис. 1. Основные бизнес-процессы и производственные процессы*

ются промышленными пакетами (Industry Packs). Они помогают конкретным заказчикам наглядно представлять результаты выполнения своих требований технологией Wonderware.

### Обеспечение скорости исполнения, гибкости, стабильности качества и контроля реальной эффективности

Платформа Wonderware System Platform и ее модули отвечают этим требованиям и обеспечивают:

- *исполнение операций и процессов.* Частью ежедневной деятельности НРО являются взаимосвязанные процессы и процессы, охватывающие различные подразделения предприятия. Нередко эти процессы являются распределенными, регулируются нормативами и выполняются в различных странах мира. При поставке продуктов или услуг необходимо обеспечить правильную последовательность выполнения процесса (workflow), его контекстуализацию, а также регистрацию данных. На рис. 2 показан пример организации последовательности выполнения процессов, а также взаимодействия таких составных элементов, как запасы (Inventory), производственные заказы (Production Orders), качество (Quality), ресурсы (Resources) и персонал (People);
- *эффективность, или измерение характеристик реальных критических процессов.* Все процессы имеют, как правило, функцию “трансформации”. Они имеют один или несколько входов и формируют один или несколько выходов. Некоторые процессы являются критически важными и требуют тщательного контроля. Для определения уровней эффективности требуется сравнивать результаты реальных со стандартными значениями. Платформа Wonderware System Platform и ее модули способны измерять производительность различных элементов процесса, будь то вход, выходы или “переменные трансформации” (например, уровень производительности при измерении общей эффективности оборудования) (рис. 3);
- *качество или соответствие продуктов или услуг спецификациям заказчика.* При выполнении операций, являющихся частью процесса, выходные результаты обычно оцениваются характеристиками их качества. Измерение характеристик и их сравнение с реальными выходными данными процесса обеспечивают соответствие продукта

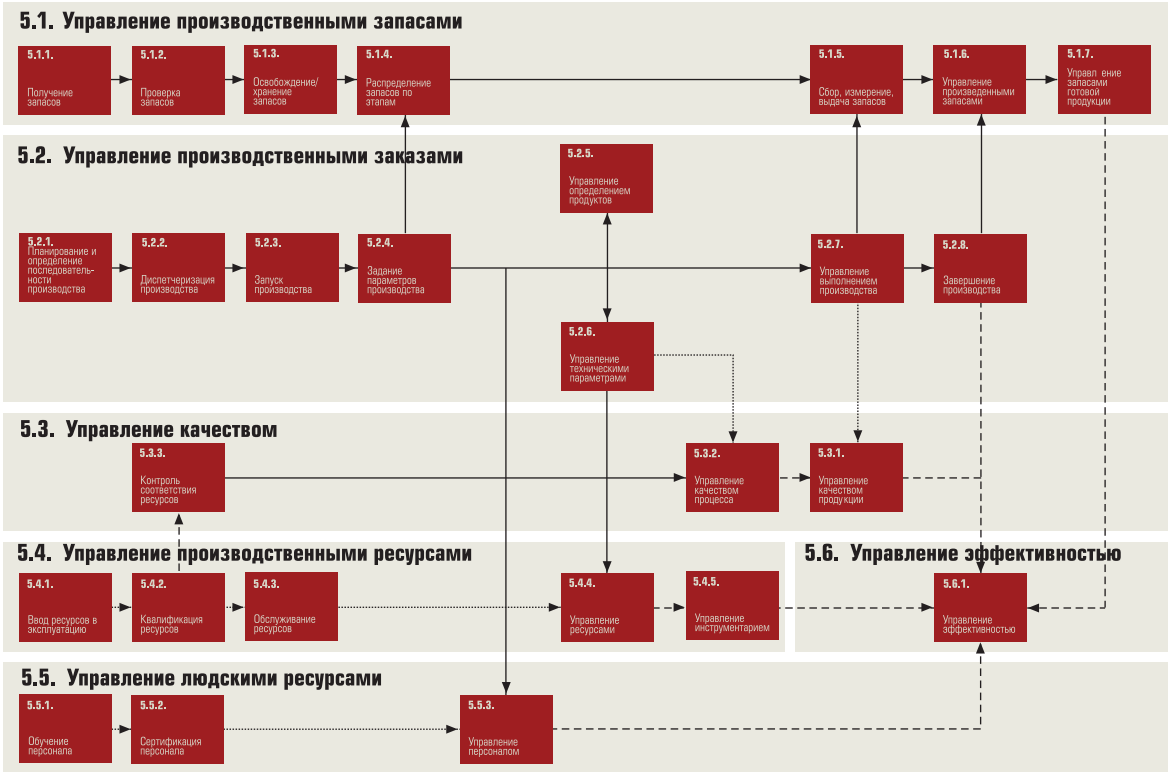



*Рис. 2. Анализ производительности оборудования*

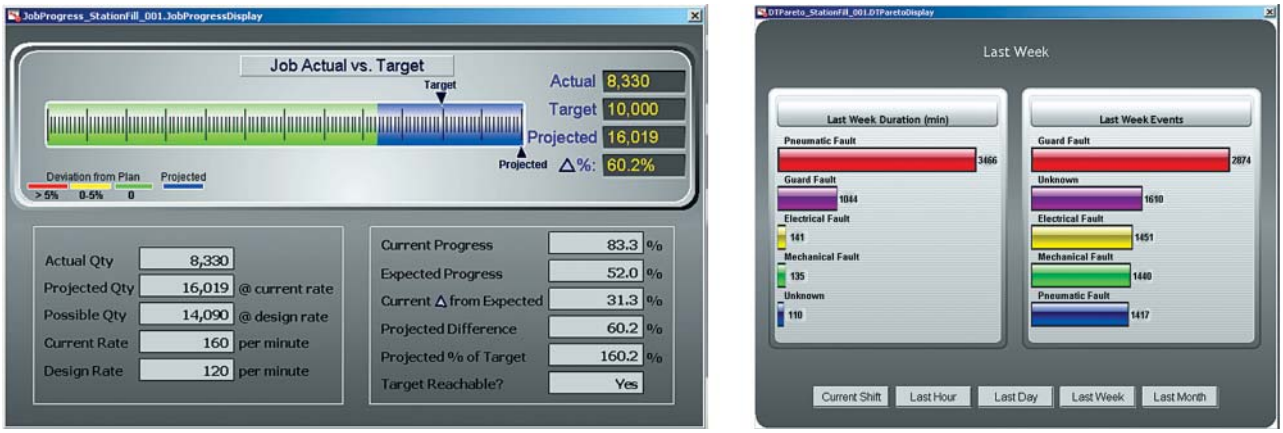



*Рис. 3. Анализ производительности оборудования*

или услуги всем спецификациям. На рис. 4 демонстрируется использование функции статистического управления процессом (Statistical Process Control) для предотвращения дефектов путем обнаружения возникающих проблем еще до того, как процесс начнет выдавать бракованную продукцию.

В управлении производственными операциями можно использовать конкретную корпоративную МОДЕЛЬ ДАННЫХ.

Принцип реализации этой возможности на основе платформы Wonderware System Platform и ее модулей состоит в следующем: производственная технология IT и систем управления (Manufacturing IT & Control System) должна обеспечивать экономию, как за счет диверсификации, так и за счет масштаба. Увязывание корпоративной модели данных с производственными операциями обеспечивает единый рабочий контекст, обобщающий и нормализующий аспекты производства между традиционными и новыми системами. Модель предприятия служит в качестве логического представления физического оборудования и процессов, управляемых и контролируемых программным приложением Wonderware. Эта технология обеспечивает следующие варианты экономии.

### 1. Экономия от диверсификации за счет следующих факторов:

- общие службы;
- связь, безопасность, диагностика и глубоко структурированное хранилище данных;
- использование корпоративной модели данных IT с пространством имен технологических операций, обработкой событий, аварийной сигнализацией и хронологией;
- технология, производство и эффективность;
- общая объектная модель предприятия и производства;
- общие средства визуализации, отчетности и анализа;
- общее пространство имен для интеграции с базовой корпоративной моделью данных IT.

Платформа Wonderware System Platform обеспечивает обзорность (visibility) на уровне рабочих цехов и информацию в реальном времени для следующих компонентов:

- физического процесса (~контроль);
- визуализации, аварийной сигнализации, команд, обработки событий;
- производства (~MES);
- исполнения производственных заказов;
- управления базовыми рабочими данными;
- визуализации состояния производства и хронологии;
- интеграции с ERP, IT и ресурсами предприятия;

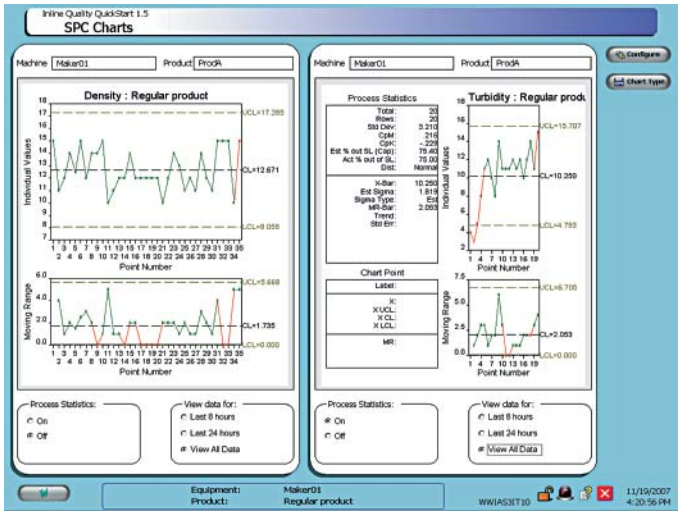



*Рис. 4. Пример X-графика*

- эффективности (~Mfg. Int.);
- регистрации фактических значений/отклонений от плановых показателей;
- ключевых показателей эффективности производства;
- уведомления, визуализации и анализа;
- данных об эффективности в контексте производства.

### 2. Экономия от масштаба за счет следующих факторов:

- библиотеки стандартных объектов;
- внедрения знаний и передового опыта;
- распределенного, но при этом централизованного управления знаниями;
- инкрементной реализации;
- функциональных точек, добавляемых в соответствии с тактическими или стратегическими потребностями:
  - возможностью подключения к тысячам систем;
  - библиотекой стандартных объектов;
  - логическим представлением активов/ресурсов;
  - общими службами для связи и диагностики;
  - аварийной сигнализацией и хронологией;
  - хранилищем данных.

Рассмотрим это на конкретном примере.

При работе с большим количеством сложных процессов требуется сотрудничество множества “действующих лиц”. Существует ряд потенциальных каналов или путей связи, сложность которых возрастает в зависимости от количества этих субъектов. Наличие в эксплуатации огромного числа заказных систем оперативного/исполнительного управления производством (MES – Manufacturing Execution Systems) и управляющих систем (Control Systems) вынуждает менеджеров и пользователей искать пути снижения расходов на техническое обслуживание и увеличение доли контекстуализированного контента. Количество точек интеграции (IP) обычно зависит от количества действующих субъектов (A) и изменяется в соответствии со следующей формулой:

$$IP = (A (A-1))/2.$$

На рис. 5 показано возрастание сложности структуры при объединении в общую сеть пяти источников данных. В сценарии A платформа Wonderware System Platform предоставляет контекстуализированную информацию, а в сценарии B разные системы связаны друг с другом посредством отдельных двухточечных соединений.

В табл. 1 демонстрируются данные из примера (по сценарию B, рис. 5), в котором требуется объединить несколько систем (систем MES или управляющих систем) для обеспечения необходимой базовой функциональности.

В табл. 1 строка зеленого цвета (строка системы № 1) рассматривается как “строка базисных параметров” для случая, когда управление всей производственной информацией (о

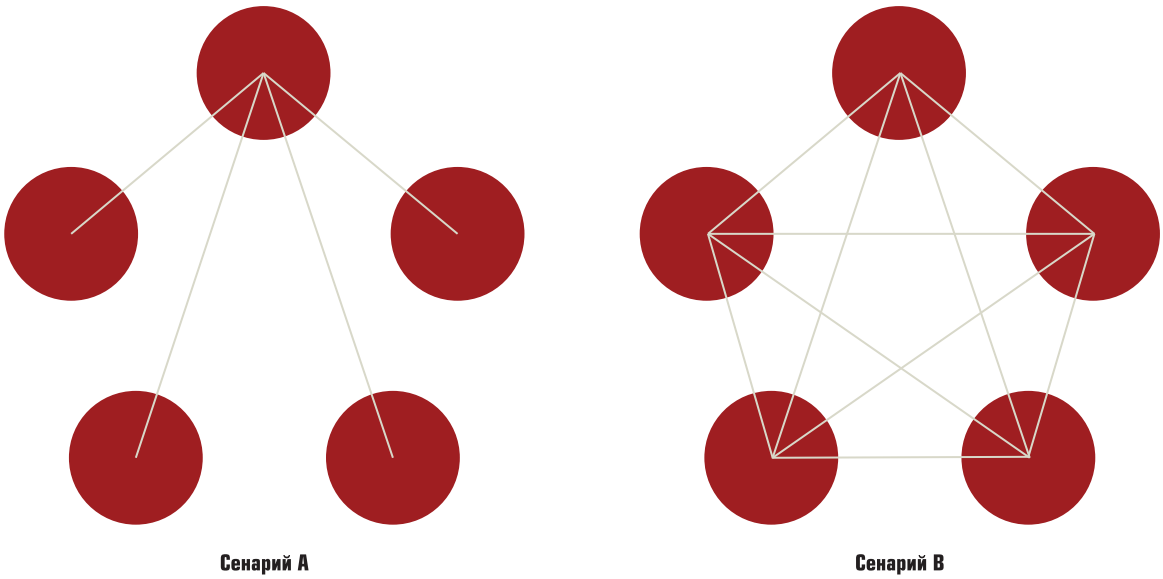


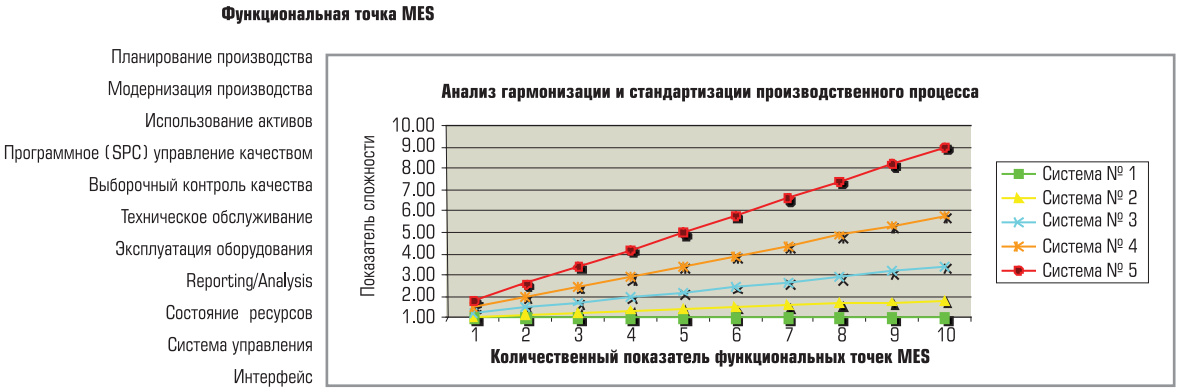

*Рис. 5. Сравнение сценария A на базе платформы Wonderware System Platform и сценария B на основе двухточечных соединений*

**Таблица 1. Анализ показателя сложности**

| Оперативное управление производственными процессами | | Функциональные точки оперативного управления производственными процессами / полный анализ контекстуализации данных | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Система № | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Система № | 2 | 1.08 | 1.16 | 1.24 | 1.32 | 1.40 | 1.48 | 1.56 | 1.64 | 1.72 | 1.80 |
| Система № | 3 | 1.24 | 1.48 | 1.72 | 1.96 | 2.20 | 2.44 | 2.68 | 2.92 | 3.16 | 3.40 |
| Система № | 4 | 1.48 | 1.96 | 2.44 | 2.92 | 3.40 | 3.88 | 4.36 | 4.84 | 5.32 | 5.80 |
| Система № | 5 | 1.80 | 2.60 | 3.40 | 4.20 | 5.00 | 5.80 | 6.60 | 7.40 | 8.20 | 9.00 |

Анализ стандартизации IT-системы оперативного управления производственными процессами

**Таблица 2. Анализ стандартизации**




производстве и эффективности) осуществляется в уникальном общем пространстве имен (Unique Common Manufacturing Namespace) с использованием Wonderware System Platform.

Функциональные точки производства из табл. 1 показаны на следующем графике (табл. 2). Функциональные точки (расположенные по горизонтали в табл. 1 и 2) могут быть представлены в виде полного или частичного (т. е. подмножества) списка функций, необходимых для реализации сложных процессов.

Показатель сложности (вертикальная ось в табл. 2) иллюстрирует рост сложности интеграции с увеличением количества функциональных точек. Такая сложность интеграции негативно влияет на возможность полной контекстуализации и визуализации сложных процессов для заказчиков, агентов, контролеров, менеджеров, операторов и конечных пользователей.

Таким образом, технология Wonderware является ключом к снижению ПОКАЗАТЕЛЯ СЛОЖНОСТИ технологических операций (или систем MES) при интеграции/информатизации на цеховом уровне и гарантом стабильной эксплуатации и непрерывного повышения эффективности.

*Дополнительная информация представлена на сайте: www.wonderware.ru*

***Ив Дюфор (Yves Dufort)**, директор по стратегическим проектам*
***Клаус Абилдгрен (Claus Abildgren)**, менеджер по маркетинговым программам.*

www.dep.ru

# Компания ДЭП

## Современная автоматика для энергетики

- Подстанции
- Распределительные пункты
- Трансформаторные пункты
- Релейная защита
- Телемеханика
- Энергоучет
- Диспетчеризация
- Поддержка протоколов МЭК 60870-5-101/104

(495) 995-00-12

# НПА Вира Реалтайм

СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРСКОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ

## Совершенный мир автоматизации

VIRA REALTIME

Приглашаем посетить стенд нашей компании на
10-й МОСКОВСКОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ ВЫСТАВКЕ
«НЕФТЬ и ГАЗ» / MIOGE – 2009
23–26 июня 2009 года • Москва, ЦВК «Экспоцентр»

MOTOROLA
*Авторизованный дистрибьютор*

### НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- Разработка, проектирование и поставка «под ключ» АСУ ТП
- Разработка и производство программных средств для систем диспетчерского контроля и управления
- Распространение продукции фирмы Motorola (MOSCAD) на территории России.

### УСЛУГИ:

- Проектно-изыскательские работы
- Разработка и производство аппаратных средств АСУ ТП
- Разработка прикладного и системного программного обеспечения
- Строительно-монтажные работы
- Пусконаладочные работы
- Обучение эксплуатационного персонала
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание
- Поддержка партнеров (MOSCAD)

### ОБЛАСТИ ВНЕДРЕНИЯ:

- Газовая промышленность
- Нефтяная промышленность
- Нефтехимическая промышленность
- Энергетика
- Тепло и водоснабжение
- Коммунальное хозяйство
- Транспорт

### КОНТАКТНАЯ ИНФОРМАЦИЯ:

Россия, 107497, г. Москва, Щёлковское шоссе, 77
Телефоны: (495) 742 68 81  742 59 94  742 68 63
Телефон/факс: (495) 742 68 80  http:\\www.rlt.ru

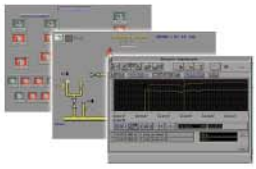
### ПРОДУКЦИЯ:

#### Контроллеры Motorola

Контроллеры Motorola (ACE3600) предназначены для решения широкого круга задач, которые необходимы для работы в сложных системах диспетчерского контроля и управления.

#### Система обнаружения утечек

Система обнаружения утечек (PAS, Чехия) служит для защиты трубопроводов с жидкообразной и газообразной средой, а также их смесью.



#### ПО реального времени «Сириус-SCADA»

ПО реального времени «Сириус-SCADA» представляет собой комплекс программ для построения:

- систем автоматизации локальных промышленных установок
- систем управления сложными, территориально распределенными промышленными объектами
- систем автоматизации научных исследований.

Система «Сириус-SCADA» работает под управлением операционной системы реального времени QNX. Доступна версия для графической оболочки Photon microGUI, обладающая расширенными сервисными возможностями.

# ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ SCADA TRACE MODE 6 В УПРАВЛЕНИИ И АСТУЭ ЛОБНЕНСКИХ ЭЛЕКТРОСЕТЕЙ

**Д.А.ЧЕРЕМНЫХ**
**(AdAstra Research Group, Ltd)**

В статье рассмотрена структура проекта по автоматизации Лобненских электросетей, определены задачи проектируемой системы, рассмотрены функциональные возможности разработанного пилотного проекта в инструментальной системе Trace Mode 6 по управлению и АСТУЭ РТП-8 10 кВ/0.4 кВ со связью по оптоволоконному каналу.

Проект по автоматизации объектов Лобненских электросетей представляет собой систему удаленных распределительных трансформаторных подстанций (РТП), связанных с единым центральным диспетчерским пунктом по высокоскоростным каналам связи (рис. 1).

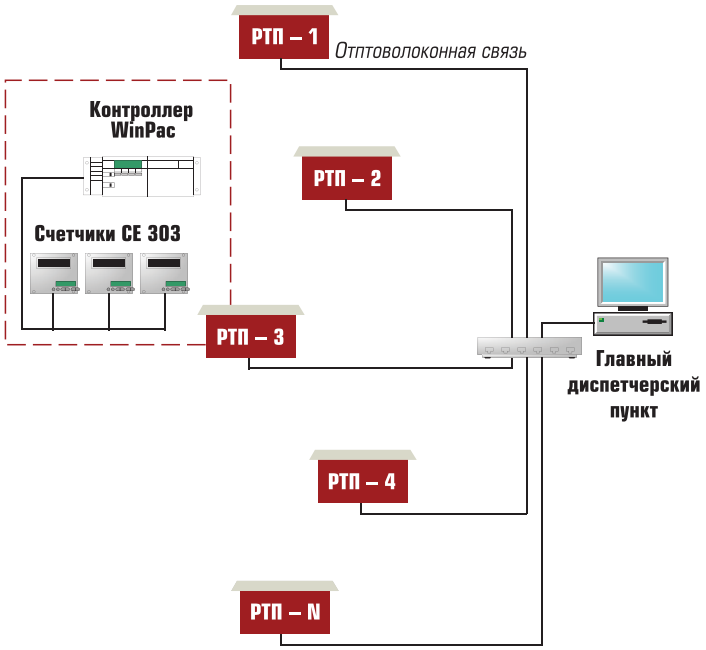



*Рис.1. Общая схема интегрированной АСДУ и АСТУЭ Лобненских электрических сетей*

В структуру проекта входит несколько десятков удаленных РТП, расположенных в различных районах *г. Лобни, Московской области*. в состав каждой распределительной трансформаторной подстанции входит закрытое распределительное устройство (ЗРУ) 10 кВ/0.4 кВ, обеспечивающее электроэнергией такие объекты коммунального хозяйства, как жилые дома, тепловые пункты, кустовые и канализационные насосные станции, стройки и т.д. Каждая РТП связана с центральным диспетчерским пунктом оптоволоконным каналом.

Перед проектируемой системой ставятся следующие задачи:

- Получение и графическое представление диспетчеру оперативной информации об основных параметрах электросети с каждой удаленной РТП;
- Контроль и управление состоянием ключей ячеек по каждой подстанции;
- Получение аварийных и предупредительных сигнализаций;
- Получение показателей качества электросети;
- Представление в табличном и графическом виде фактического небаланса для анализа и обеспечения достоверности учета электроэнергии;
- Ведение суточной отчетности по основным показателям подстанции, а так же по фактическому небалансу электроэнергии.

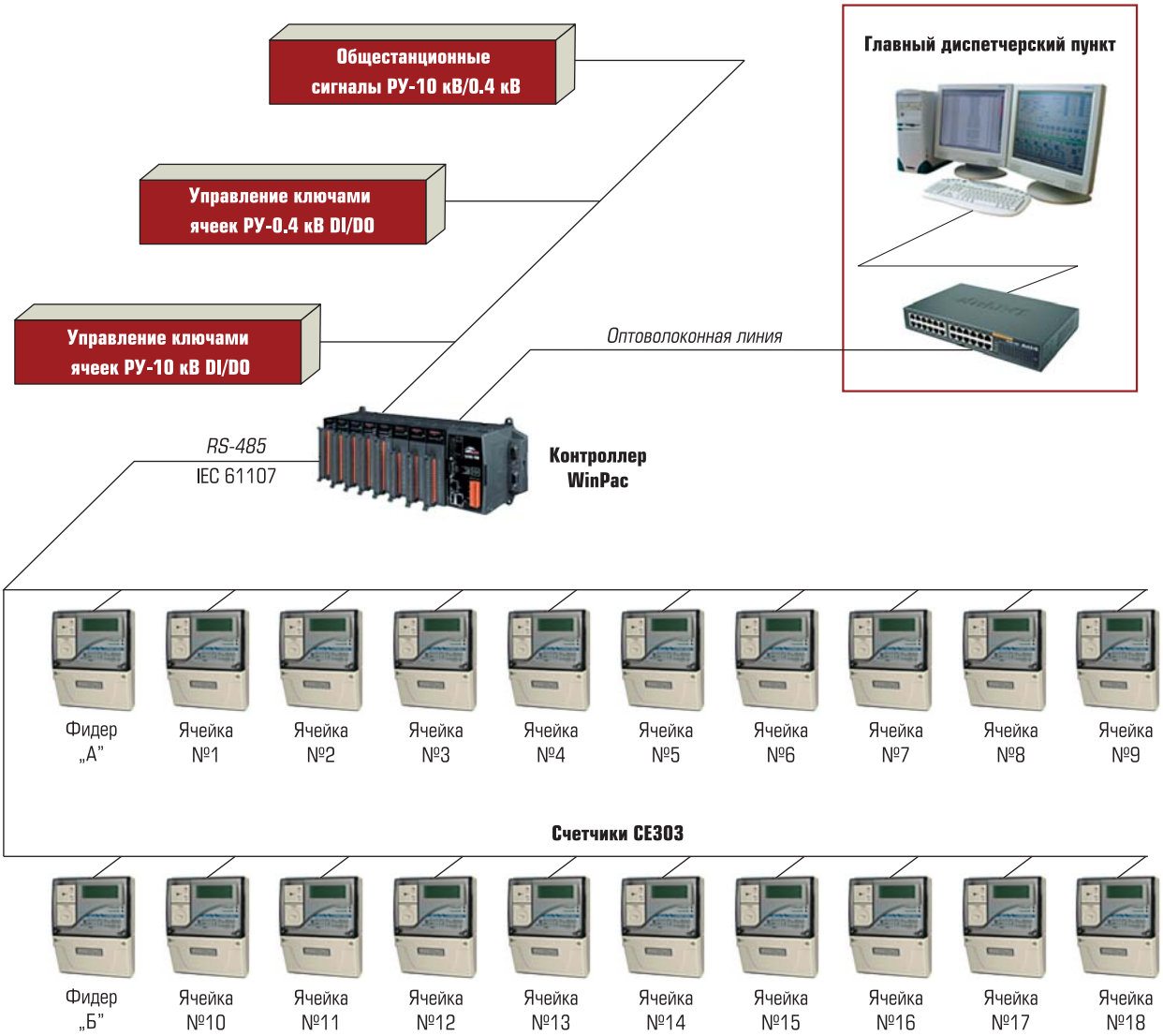



*Рис. 2. Схема КТС РТП-8*

В рамках данного проекта был разработан пилотный проект в инструментальной системе Trace Mode 6 по управлению и АСТУЭ РТП-8 10 кВ/0.4 кВ со связью по оптоволоконному каналу. Данный проект отвечает всем требованиям, предъявляемым к системе в целом.

Автоматизация РТП-8 построена на базе нового контроллера **WinPac** компании ICP DAS, счетчиков электроэнергии **CE303** фирмы «**Концерн Энергомера**». Общая схема КТС объекта представлена на рис. 2.

Внутри технологического помещения РТП располагается контроллер WinPac с дискретными модулями ввода/вывода. к контроллеру по шине RS-485 подключены счетчики электроэнергии CE303 (каждой ячейке ЗРУ 10 кВ соответствует свой счетчик). Обмен АРМа с контроллером организован по оптоволоконной линии по встроенному протоколу TRACE MODE I-NET.

Параметры системы:

Общее количество каналов – 437:

- DI – 95;
- DO – 42;
- AI – 300.

Разработанная в Trace Mode 6 система обладает следующей функциональностью:

- Интерфейс построен по системе детализации, что позволяет быстро переходить к экрану каждой отдельной ячейки для оперативного контроля параметров и управления ключами. Информация по параметрам каждой отдельной ячейки пре-

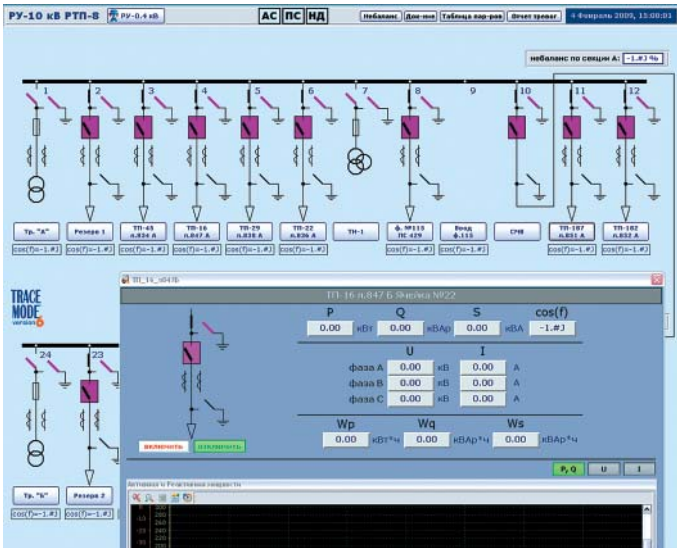



Рис. 3. Главный экран РУ-10 кВ со всплывающим экраном параметров ячейки Тр. «А». Система детализации

Рис. 4. Представление в графическом виде текущего/архивного небаланса

Рис. 5. Диалоговое окно «Документирование»

доставляется в текстовом виде, в виде графиков на трендах, а также световой индикацией (рис. 3-5).

- Каждый экран АРМа в проекте оснащен индикаторами аварийной, предупредительной сигнализаций, а также сигнализацией недостоверности по ключам ячеек. Для оперативного ознакомления с происшедшим событием и его квитирования, достаточно кликнуть на эти индикаторы для перехода в «Журнал регистрации событий». К аварийным относятся сигналы выхода значений по напряжению и току за аварийные границы, аварийные общестанционные сигналы. Сопровождается и звуковой сигнализацией. к предупредительным относятся сигналы выхода значений по напряжению и току за предупредительные границы.
- В системе в графическом виде представлен текущий/архивный небаланс по каждой отдельной секции. Строится на основе получаемых с каждого счетчика текущих усредненных получасовых интервалов.
- Документирование в проекте подразумевает под собой формирование и сохранение отчетов в формате HTML. Существует 2 вида отчетов: отчет по параметрам каждой отдельной ячейки и отчет по суточному небалансу. В отчет суточного небаланса по мощности входит небаланс по каждой секции, суммарный по двум секциям, а также значения абсолютного и относительного небаланса. Предусмотрен автоматический ежесуточный режим генерации и сохранения отчета по небалансу, а также ручной, когда оператор задает дату, за которую необходимо сформировать и сохранить его.
- Введена таблица значений параметров ЗРУ-10 кВ по ячейкам. Для наглядного представления изменений значений показателей электросети в целом и текущего состояния каждого счетчика ячейки в таблице (рис. 6) представлены следующие показатели:
  – фазные токи;
  – фазные напряжения;
  – активная и реактивная суммарные мощности потребления;
  – активная и суммарные энергии;
  – показатель качества электросети.

В ходе выполнения проекта автоматизации управления и АСТУЭ РТП-8 были использованы возможности нового релиза Trace Mode 6.06.2. Например, для формирования таблицы небаланса был использован канал CALL.Sum, что позволило обойтись без трудоемкого программиро-

| | Небаланс, % | Номер ячейки | Наименование | Напряжение, кВ | | | Ток, А | | | cos ф | Мощность кВт, кВАр | | Wp, кВт*ч | Связь со счетчиком |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Ua | Ub | Uc | Ia | Ib | Ic | | A+ | R+ | | |
| Секция А | -1.#J | 1 | Тр. "А" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 2 | Резерв 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 3 | ТП-45 л. 834 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 4 | ТП-16 л. 847 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 5 | ТП-29 л. 838 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 6 | ТП-22 л. 836 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 8 | ф. №115 ПС 429 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 9 | Ввод ф. 115 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 11 | ТП-187 л. 851 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 12 | ТП-182 л. 852 А | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| Секция Б | -1.#J | 13 | ТП-182 л. 852 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 14 | ТП-187 л. 851 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 16 | ф. №116 ПС 429 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 17 | Ввод ф. 116 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 19 | ТП-181 л. 836 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 20 | ТП-29 л. 838 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 21 | ТП-45 л. 834 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 22 | ТП-16 л. 847 Б | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 23 | Резерв 2 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |
| | | 24 | Тр. "Б" | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -1.#J | 0.00 | 0.00 | 0.00 | норма |

*Рис. 6. Таблица значений параметров ЗРУ-10 кВ*

вания вычислений векторных величин. Теперь *для расчета таблицы небаланса* с вычисленными относительными и абсолютными значениями достаточно иметь исходные массивы суточных получасовых усредненных интервалов по мощности для каждой секции и ячеек. Соответственно, данные таблицы небаланса и графиков по ней можно использовать для анализа и обеспечения достоверности учета электроэнергии.

Для формирования запросов *получасовых суточных усредненных интервалов* по мощности использовались каналы с новыми типами пересчета, что позволило уменьшить число недостоверных данных для построения таблицы небаланса. В случае, когда ответ на запрос к счетчику не пришел по ряду причину (плохой канал связи, связь не установилась или же счетчик вышел из строя и т.д.), то в канале с временным типом пересчета, отличным от новых типов, флаг аппаратной недостоверности устанавливается сразу по истечении заданного таймаута. В такой же ситуации в канале с новыми типами пересчета флаг аппаратной недостоверности не устанавливается до следующего пересчета, а последующие запросы генерируются чаще, что позволяет при восстановлении связи все-таки получить запрошенные данные.

Существует несколько возможностей получения и использования суточных получасовых усредненных интервалов по мощности. По пожеланию заказчика в проекте реализованы следующие возможности:

- Запрос каждые полчаса усредненного значения и запись этих значений в архив SIAD для дальнейшего построения текущего/архивного графика небаланса;
- Запрос получасовых суточных усредненных интервалов каждые сутки для дальнейшего использования в формировании таблицы небаланса и графиков по ней для документирования.

Другие возможности:

- Запрос каждые полчаса усредненного значения и запись этих значений в архив SIAD для дальнейшей конфигурации таблицы небаланса и графиков для документирования;
- Запрос текущих значений мощности, запись в архив SIAD для построения текущих/архивных графиков небаланса, а также для формирования таблицы небаланса и графиков по ней для документирования.

Для связи со счетчиком CE303 используется встроенный высокофункциональный драйвер, который теперь входит в стандартный набор бесплатных драйверов, поддерживаемых Trace Mode.

***Черемных Дмитрий Андреевич*** *— AdAstra Research Group, Ltd*
*Россия, Москва, 107076, а/я 38*
*Тел. (495) 7-71-71-74*
*E-mail: adastra@adastra.ru http://www.adastra.ru*

# БЕСПРОВОДНЫЕ СЕНСОРНЫЕ СЕТИ И ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ

**Л.С. ВОСКОВ (МИЭМ)**

Разработана и выпущена универсальная платформа беспроводной сенсорной сети, необходимость которой определяется потребностями различных сфер деятельности человека в использовании одних и тех же или однотипных устройств, а также требованиями рационального использования ресурсов. Экономия материальных средств обеспечивается за счет охвата широкого спектра решаемых задач в рамках одного устройства.

## НЕМНОГО ИСТОРИИ

Исследования по созданию сетей автономных датчиков начали активно развиваться с середины 90-х годов, и были поддержаны Агентством по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам США (DARPA). Предполагалось, что миниатюрные датчики (сенсоры), снабженные контроллером и приемопередатчиком, будут разбрасываться с самолета, собирать необходимую информацию и передавать ее в центр обработки. Журналисты этим устройствам дали название “Умная пыль” (Smart Dust), которое и стало синонимом новой технологии. Наиболее успешным оказался проект профессора Кристофера Пистера (Kristofer Pister) из университета Беркли, штат Калифорния, исследовательскую группу которого и считают по праву основателями технологии беспроводных сенсорных сетей.

Первоначально предназначенные для использования в военных целях сенсорные сети стали активно применяться и для гражданских нужд. Рынок беспроводных датчиков активно развивается, создан ZigBee альянс для промышленной поддержки новой технологии, в который входят более 100 компаний.

## ВВЕДЕНИЕ

Беспроводная сенсорная сеть (БСС) – это система, представляющая собой распределенную, самоорганизующуюся и устойчивую к отказам отдельных элементов сеть миниатюрных вычислительных устройств с автономным источником питания. Узлы такой системы транслируют сообщения друг через друга, обеспечивая значительную площадь покрытия сетью при малой мощности передатчика.

Обмен информацией между узлами системы происходит по беспроводным каналам связи по протоколу ZigBee. Данный протокол предоставляет возможности реализации беспроводной связи с низким энергопотреблением для множества приложений, которые осуществляют функции наблюдения и/или управления.

Протокол ZigBee – это международный открытый стандарт, контролируемый объединением ZigBee Alliance, созданный на основе стандарта IEEE802.15.4 для пакетной беспроводной передачи данных. Он обеспечивает гибкие, расширяемые сетевые топологии, содержит встроенные функции для организации сетей и маршрутизации передаваемых данных, обеспечивает простую установку и высокую устойчивость к сбоям, полноценные меры по безопасности, преодолевает традиционные ограничения маломощных беспроводных сетевых решений, такие как малая дальность и ограниченное покрытие, а также уязвимость к сбоям в узле и в радиолинии.

Наиболее популярными прикладными областями для технологии БСС являются мониторинг объектов, процессов и систем (например, охранный мониторинг), супервизорный

контроль и управление (климат-контроль, системы промышленной автоматики и управления), удаленная идентификация и локализация объектов (трекинг).

## УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА БСС [1]

В лаборатории беспроводных сенсорных сетей кафедры “Вычислительные системы и сети” МИЭМ (WiSeNetLab) была предложена, разработана и доведена до выпуска опытной партии изделий собственная универсальная платформа БСС (рис. 1). Необходимость данной разработки определяется потребностями различных сфер деятельности человека в использовании одних и тех же или однотипных устройств, а также требованиями рационального использования ресурсов. Экономия материальных средств обеспечивается за счет охвата широкого спектра решаемых задач в рамках одного устройства. Кроме того, универсальная платформа дает возможность быстрой перекомпоновки системы, что обеспечивает возможность ее использования для различных целей за счет взаимодействия с датчиками часто используемого типа.

В состав платформы входят:

- ZigBee координатор – центральное вычислительное устройство системы, собирает данные со всех сенсоров сети, управляет ее исполнительными устройствами, обеспечивает инициализацию БСС и ее связь с внешним миром через подключенный компьютер;
- ZigBee маршрутизатор – устройство для построения больших сетей (до 1000 сенсоров), осуществляет передачу пакетов по узлам сети и ищет оптимальный маршрут для осуществления качественной связи;
- ZigBee устройство управления – устройство для подключения различных датчиков и исполнительных устройств, работает с наиболее популярными интерфейсами;
- GSM-ZigBee маршрутизатор получает данные от БСС и передает их каналу GSM (сотовой связи);
- ZigBee устройство управления с обратной связью, имеет компактный размер 50×301×10 мм и четыре клавиши управления для связи с узлами сети;
- ZigBee-VOIP гарнитура позволяет осуществлять беспроводную телефонную связь через Интернет;

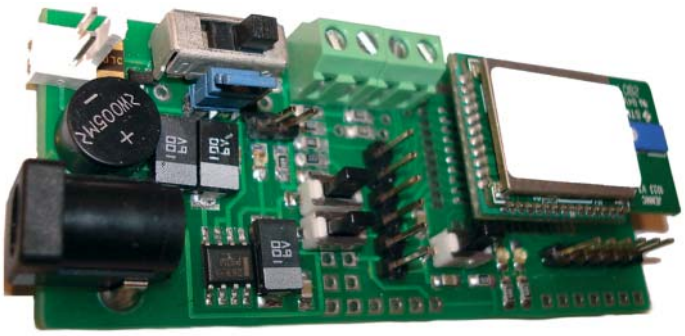


Рис. 1. Универсальная платформа БСС

- ZigBee интеллектуальный шлюз позволяет осуществлять стыковку ZigBee сетей с другими беспроводными сетями, работающими в нелицензируемом диапазоне 2,4 ГГц (WiFi, WiMax и др.).

Краткие характеристики платформы:

- совместимость с 2,4 ГГц IEEE802.15.4 и ZigBee;
- рабочее напряжение – 2,7–3,6 В;
- ток потребления в спящем режиме (при активном таймере сна) – 2,8 mkA;
- дальность связи 1–4 км на открытом пространстве (определяется типом модуля и антенны);
- время автономной работы от двух батарей типа AAA – до 2 лет;
- габариты опытного образца 35×75 мм (определяется размерами батарей);
- 32-битный RISC-процессор с тактовой частотой 16(32) МГц;
- 96 кБ RAM, 192 кБ ROM;
- шина I2 C;
- возможность организации – до 10 цифровых входов/выходов.

## СОБСТВЕННЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ ПРОЕКТЫ НА ОСНОВЕ БСС

На базе предложенной универсальной платформы БСС в WiSeNetLab лаборатории МИЭМ были реализованы прикладные проекты как стандартного применения технологии БСС, так и “нестандартного”. Стандартные применения представлены системой охранного мониторинга, системой климат-контроля, системой удаленной идентификации. Нестандартные применения составляют систему аудио-связи на основе БСС, а также беспроводную систему трехмерной визуализации человека-аватара в реальном времени. Все эти инициативные проекты были выполнены силами студентов и аспирантов.

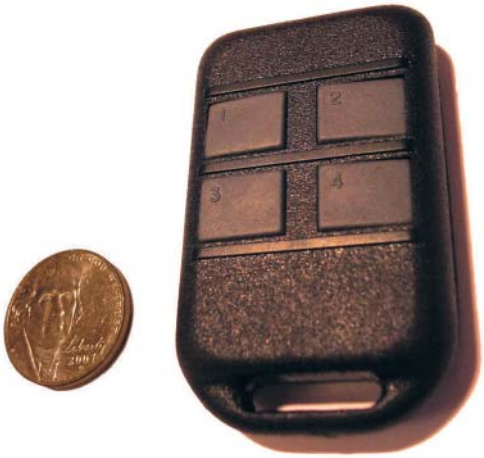


Рис. 2. Носимый датчик системы удаленной идентификации

## СИСТЕМА ОХРАННОГО МОНИТОРИНГА [3]

Подсистема охранного мониторинга на основе БСС работает с различными охранными датчиками и интегрируется с GSM каналом и Internet. Система может использоваться автономно и в качестве дополнения к существующим охранным системам для увеличения их надежности. Она проста в установке и использует более дешевую технологию беспроводной передачи данных, по сравнению с существующими технологиями.

Система состоит из аппаратной части (узлы сенсорной сети) и специального программного обеспечения (для микроконтроллеров и ПК), которое, в частности, реализует функцию удаленного наблюдения и управления через Internet.

Примеры использования – охрана квартир, коттеджей, домов, офисов и административных зданий.

## СИСТЕМА КЛИМАТ-КОНТРОЛЯ (ТЕМПЕРАТУРА, ОСВЕЩЕННОСТЬ, ВЛАЖНОСТЬ) [4]

Это многофункциональное программно-аппаратное решение для автоматизированного контроля и управления различными устройствами, обеспечивающими комфортную воздушную среду в помещении, также имеющее связь с GSM-каналом и Internet.

Примеры использования:

- учет;
- контроль;
- управление расходом электричества, газа, воды (с целью уменьшения расхода);
- мониторинг состояния окружающий среды.

## СИСТЕМА УДАЛЕННОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Система удаленной идентификации позволяет распознавать мобильные объекты, находящиеся в зоне действия стационарных узлов БСС.

Система состоит из базовых (стационарных) сенсорных узлов, расположенных в контролируемой зоне, плюс перемещаемые сенсорные узлы, размещаемые на мобильных объектах (рис. 2). Когда объект проникает в пределы контролируемой зоны, система автоматически фиксирует изменение силы радиосигнала и статистики передаваемых пакетов между узлами беспроводной сенсорной сети и переводится в состояние “Внимание” или “Тревога”. Если объект оснащен или имеет при себе зарегистрированный мобильный сенсор, то он идентифицируется системой как “свой” с выдачей сообщения “Свой”. Не имеющий сенсора объект идентифицируется как “чужой” с выдачей сообщения “Чужой”. Когда объект выходит из зоны контроля, выдается сообщение “Вышел из зоны”. Базовые сенсоры могут быть связаны телефонной линией, GSM-каналом и Internet.

Примеры использования:

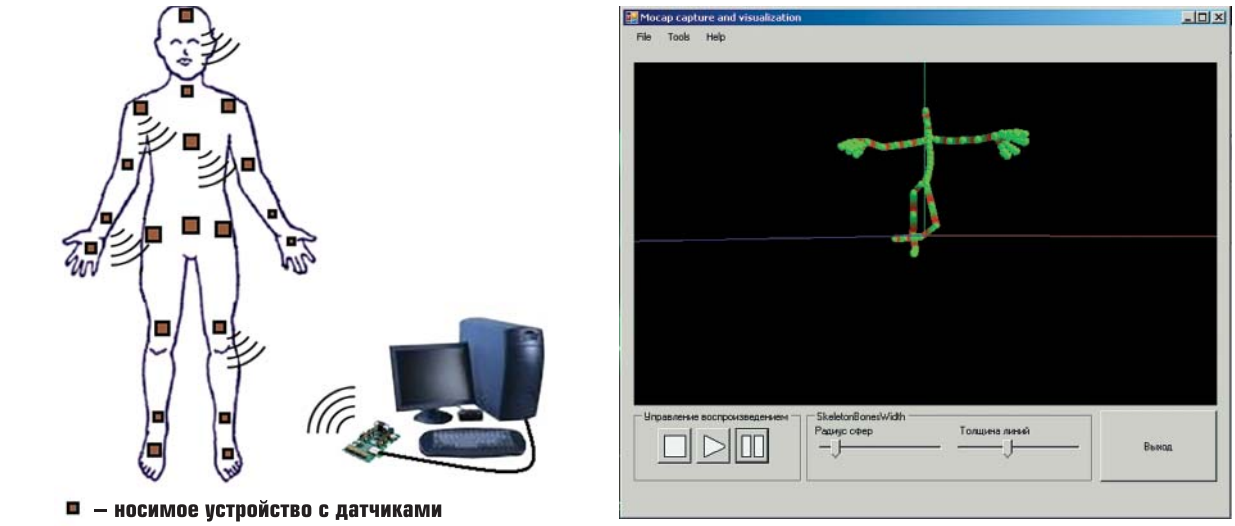
- охранные системы;
- электронные системы регистрации участников мероприятий;
- автоматизация зданий, “умный дом”.

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕСПРОВОДНОЙ АУДИО-СВЯЗИ [5]

Технология БСС ранее не применялась для подобных задач. Система представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из: ПО автоматизированного рабочего места, ПО элементов сенсорной сети, аппаратного комплекта сенсорной сети. Каждый узел сети включает микропроцессор, приемопередатчик и некоторые внешние интерфейсы (ЦАП, АЦП). Наличие встроенного процессора позволяет проводить предварительную обработку данных. Базовый блок подключается к ПК и с помощью специального ПО взаимодействует с приложением аудио-связи, таким как, например, Skype.

Основные функции системы:

- базовый блок транслирует входящий звонок на носимые устройства;
- носимое устройство имеет возможность принимать звонки, разрывать соединение, устанавливать связь с определенным абонентом службы Skype;
- автоматическое соединение устройств системы в рамках единой сети;




а) б)

Рис. 3. Беспроводная система трехмерной визуализации человека-аватара

- зона покрытия на открытой местности до 400 м с приемлемым качеством передачи звука;
- возможность работы в режиме трансляции интернет-радио с приемлемым качеством звучания на расстоянии до 100 м.

## БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА НОСИМЫХ СЕНСОРОВ BODYNET

Система представляет собой беспроводные датчики, размещаемые на теле пользователя, которые соединены с миниатюрным микроконтроллером, беспроводным передатчиком и элементом питания. Все эти элементы объединены в сеть, совместимую с домашней, офисной и больничной коммуникационной средой.

Примеры использования:

- телемедицина;
- системы биоинтерфейсов;
- следящие системы для сотрудников МЧС;
- системы преобразования реальных движений в виртуальные (Motion Capture), применяемые в телевизионных студиях и кино индустрии, и др.

Закрепленные на теле человека датчики собирают данные о его жизненных показателях (ЭКГ, ЭЭГ, давление, пульс, дыхание, и т. д.) и передают их либо на ПК, либо в центр отслеживания медицинских показателей. Данное решение может применяться для наблюдения за пациентами с хроническими заболеваниями, за стационарными больными в клиниках, за пожилыми людьми при амбулаторном обслуживании на дому.

Представители опасных профессий, такие как пожарные, медицинские бригады скорой помощи и МЧС, милиционеры, солдаты спецназа могут использовать технологию BodyNet для оперативного слежения за их жизненными показателями, а также их перемещением в пространстве и выполняемыми действиями. В системах “захвата движений” Motion Capture вместо, или в дополнение к датчикам сигналов жизнедеятельности человека используются датчики движения, которые отслеживают в реальном времени все перемещения отдельных частей тела человека.

## БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА 3-МЕРНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЧЕЛОВЕКА В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ [2]

Недорогая беспроводная система, позволяющая преобразовывать реальные движения человека в виртуальные и визуализировать их в трехмерном виртуальном пространстве в режиме реального времени. Технология БСС ранее не применялась для подобных задач.

Система представляет собой программно-аппаратный комплекс. Аппаратная составляющая – это носимые конечные устройства с датчиками, закрепляемые на частях тела, требующих преобразования их движения, а также координатора, собирающего информацию с датчиков конечных устройств и передающего ее на компьютер, с которым он соединен (рис. 3 а). Датчики собирают и передают на компьютер информацию об углах поворота, ускорении, скорости, координатах, ориентации, угловой скорости и угловом ускорении отдельных частей тела человека.

В качестве датчиков ускорения и углов поворота используются миниатюрные акселеро-

метры и гироскопы, построенные по MEMS технологии, которые отличаются малыми размерами, низкой стоимостью, низким энергопотреблением и высокой производительностью.

В качестве программной составляющей выступает ПО, визуализирующее движения в реальном времени и в 3-мерном виде (рис. 3 б).

Данное ПО позволяет сохранить полученные данные визуализации для последующего их использования в программах трехмерного моделирования, таких как Autodesk 3ds Max, Maya, Blender и т. п.

Новизна системы заключается в том, что ранее не было полностью беспроводной системы трехмерной визуализации движения в реальном времени. В лучшем случае в таких системах носимые конечные устройства с датчиками объединяются проводными каналами, а информация на компьютер передается по беспроводным каналам связи. В данной разработке все элементы системы беспроводные, т.е. данные с носимых устройств передаются на головной компьютер по радиоканалу с частотой 2,4 ГГц.

Примеры использования:

- интерфейс взаимодействия с трехмерной виртуальной реальностью;
- исследования человеко-машинных взаимодействий;
- преобразование реальных движений в виртуальные для управления различными манипуляторами, роботами, в том числе удаленными;
- системы Motion Capture для анимации аватаров в играх, фильмах, телевизионных студиях.

Отличия системы от существующих аналогов:

- отсутствуют проводные соединения между всеми элементами, прикрепляемыми к человеческому телу;
- для передачи информации используется радиоканал на частоте 2,4 ГГц, который не требует сертификации;
- использование дешевых производительных MEMS датчиков,
- для визуализации не требуется какое-либо специальное помещение с дополнительным оборудованием (специальные камеры, экраны, излучатели и т.п.), достаточно подключить систему к обычному компьютеру.

## ДАЛЬНЕЙШЕЕ РАЗВИТИЕ

К числу перспективных прикладных областей для этой технологии можно отнести следующие:

- погружающие системы виртуальной реальности, предоставляющие весь комплекс оборудования для взаимодействия человека с виртуальной реальностью;
- домашние игровые системы, позволяющие в домашних условиях полностью погрузиться в атмосферу игры;
- профессиональные системы для преобразования движения, обработки и применения их в кинофильмах, анимационных фильмах и рекламе.

## Список литературы

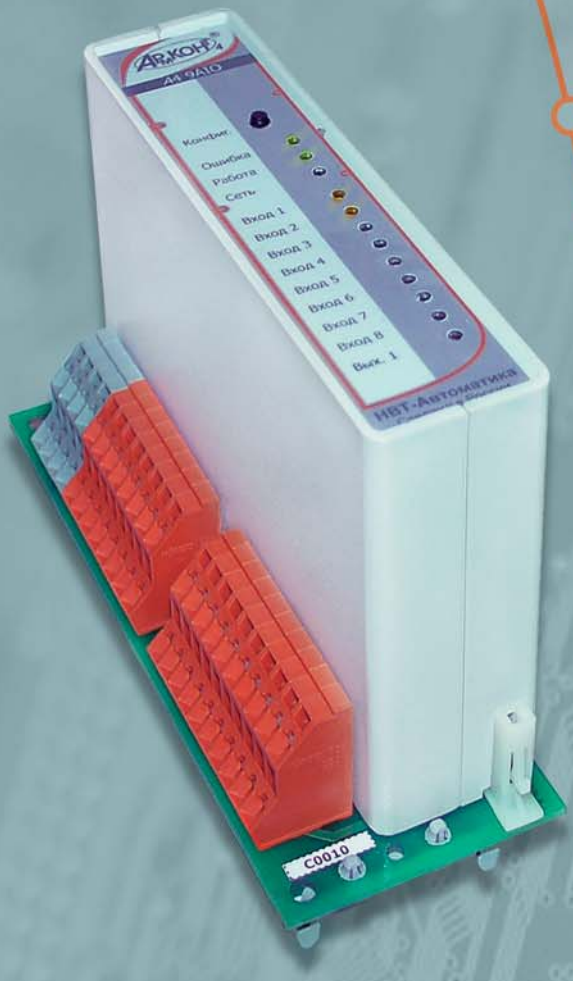
1. *Комаров М.М., Ефремов С.Г.* Универсальная платформа для беспроводной сенсорной сети. Тезисы докладов Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ. – М. МИЭМ, 2009 г. С. 153-155.
2. *Вабищевич А.Н.* Беспроводная система трехмерной визуализации движения в реальном времени. Тезисы докладов Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ. – М. МИЭМ, 2009 г. С. 145-146.
3. *Комаров М.М.* Система мониторинга окружающей обстановки на основе беспроводной сенсорной сети. Тезисы докладов XVI международной студенческой школы-семинара “Новые информационные технологии” – М. МИЭМ, 2008 г. С. 235-236.
4. *С.Г. Ефремов*. Система климат-контроля на базе беспроводной сенсорной сети с возможностью удаленного мониторинга и управления. Тезисы докладов XVI международной студенческой школы-семинара “Новые информационные технологии” – М. МИЭМ, 2008 г. С. 238-239.
5. *Voskov L., Efremov S., Komarov M.* Monitoring systems based on WSN (security monitoring system, climate control system, autonomous system of wireless audio transmission, wireless perimeter control system), Russian-German workshop in the field of ICT, November 6-7, 2008, Moscow, Russia.
6. *Технология ZigBee*. Ссылка в Internet: http://www.zigbee.org/en/index.asp Springer, Guang-Zhong Yang (Ed.) “Body Sensor Networks”.
7. *Системы Motion Capture*. Ссылка в Internet: http://ru.wikipedia.org/wiki/Motion_capture

***Леонид Сергеевич Восков** – профессор Московского государственного института электроники и математики (технического университета).*
*E-mail: voskov@narod.ru*

# Современные модули для быстродействующих распределенных систем ответственного управления

АРМКОНТ 4

www.nvtav.ru




**Минимальное число типов модулей ввода-вывода** при полной номенклатуре обрабатываемых сигналов, гибкость применения.

**Удобство конструктивного исполнения** - все модули имеют однотипную компактную конструкцию (155*60*110 мм), состоящую из двух частей: базовой коммутационной, которая устанавливается на DIN-рейку и содержит клеммники для подключения внешних сигналов, и съемной электронной, выполняющей обработку сигналов.

**Конструкция обеспечивает удобство подключения** сигнальных проводов и простоту горячей замены без дополнительной коммутации.

**Быстрота включения в работу** обеспечивается хранением основных настроечных коэффициентов на базовой плате.

**Дублированный последовательный интерфейс** RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой и скоростью до 4,5 Мбит/с.

**Модули устойчивы к воздействиям температур** от -40 до +60 С.

**Индивидуальная гальваническая развязка каналов** модулей ввода-вывода повышает помехоустойчивость.

**Высокая надежность с горячей заменой**, Plug-and-Play.

**Размещение модулей в непосредственной близости от автоматизированного оборудования**.

**Подключение модулей к контроллерам любых фирм**, поддерживающих популярный в России и Европе протокол MODBUS RTU.

## A4 9AIO
Аналоговый ввод-вывод

## A4 8LI
Аналоговый ввод с термопар и термосопротивлений

## A4 64DIO
Дискретный ввод-вывод

**ЗАО "НВТ-Автоматика",**
**Россия, 111250, Москва, проезд завода "Серп и Молот", д.6**
**Тел.: (495)361-2334, 362-1771**
**Факс: (495)362-1771, 361-6807**
**e-mail: mail@nvtav.ru, www.nvtav.ru**

Версия 6.5

САРГОН®

# СЕРИЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ РЕЛЕ ОТ MOELLER – EASY

**А. ВАЛЕНТЬЕВ**
**ООО “Моэллер Электрик”**

Рассматриваются универсальные программируемые реле, устройства отображения и управления, компактные контроллеры, входящие в серию под названием easy. Показано, что управляющие реле easy, многофункциональный дисплей MFD-Titan и контроллер easyControl используют одну и ту же концепцию и позволяют решать широкий спектр задач автоматизации от элементарных схем до сложных технологических процессов.

Не секрет, что разобраться в “классическом” шкафчике автоматики стороннему специалисту, пусть даже и компетентному, непросто. Причина этого заключается в том, что логика работы всех компонентов создается проводными соединениями между различными реле времени, счетчиками, вспомогательными реле и прочими устройствами.

Эти соединения задумывал и реализовывал другой, не менее квалифицированный специалист, исходя из собственных соображений о данной проблеме и автоматике в целом. При таком положении дел разобраться, “что, куда и откуда” без серьезных усилий невозможно. Это влечет за собой не только высокие затраты на монтаж и ремонт, но и значительно усложняет повторяемость решения, так как при необходимости придется осуществлять весь монтаж заново.

Все это хорошо знакомо каждому специалисту, но теперь появилось такое решение, которое помогает избежать описанных выше проблем. Суть его состоит в том, что логика работы определяется уже не физическими соединениями блоков, а логическими. Преимущества данного подхода очевидны: меньший объем монтажа по сравнению с релейно-контактной схемой, проще и дешевле монтаж; значительно упрощается схема и уменьшается количество отдельных блоков, следовательно, снижается энергопотребление и тепловыделение. Все это достигается использованием программируемых реле easy от компании Moeller.

## СЕРИЯ EASY

Серия easy – это универсальные программируемые реле, устройства отображения и управления, компактные контроллеры. Управляющие реле easy, многофункциональный дисплей MFD-Titan и контроллер easyControl в основе своей используют одну и ту же концепцию и позволяют решать широкий спектр задач автоматизации от элементарных схем до сложных технологических процессов. Доступны для использования easy как с экраном и кнопками, так и без них, стандартные модули расширения входов/выходов и модули передачи данных по шинам ASInterface, DeviceNet, CANopen, ProfiBus и Ethernet.

Программируемые управляющие реле easy500/700 и easy800 обладают полным набором технических возможностей для решения задач автоматизации практически в любой отрасли промышленности, в строительстве и в быту.

Различные модификации устройств с разнообразным набором функций, типов напряжения питания, возможностями расширения входов/выходов и объединения в сеть позволяют реализовать индивидуальный подход для решения любой задачи автоматизации.

Наряду со стандартными функциональными блоками, представленными в easy500/700, такими как многофункциональные реле, импульсные реле, счетчики, аналоговые компараторы, таймеры, часы реального времени и энергонезависимая память, easy800 дополнительно содержит ПИД-регуляторы, арифметические блоки, блоки масштабирования значений и многие другие функции. Все перечисленное, а также возможность объединения в собственную сеть easyNET до 8 устройств делают easy800 самым мощным программируемым реле на электротехническом рынке.

*Схема расположения элементов системы вентиляции*

Программируемые реле easy находят применение в освещении зданий и помещений, в управлении автоматическим вводом резервного электропитания, промышленными машинами и насосными станциями, резервуарами и водоемами, теплицами и холодильными агрегатами. И это далеко не полный перечень уже апробированных сфер использования реле easy.

В качестве одного из примеров применения этих устройств предлагаем ознакомиться с уже реализованным проектом по управлению микроклиматом на птицефабрике. Данная система управления разработана и успешно введена в эксплуатацию специалистами фирмы ООО "ПМ Автоматика" (г. Волгореченск, Костромская обл.) на базе программируемых реле easy822-DC-TC. Эта система позволяет автоматически регулировать температуру и воздухообмен в цехах птицефабрики в зависимости от количества голов и веса птицы, а также от внешней температуры.

Сейчас по заказу городских коммунальных служб ООО "ПМ Автоматика" внедряет систему автоматического регулирования теплоснабжением в жилых домах на базе программируемых реле easy500.

Перечень проектов, реализованных на базе реле easy, достаточно широк: ведь эти "умные" и одновременно простые в освоении устройства от компании Moeller – отличный выбор для всех, кому требуется построить надежную систему автоматизации при минимальных затратах.

***А. Валентьев** – инженер технической поддержки ООО "Моэллер Электрик", г. Москва.*
*Телефон: (495) 730-60-60.*
*E-mail: info@moeller.ru*

# БОЛЬШИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ МИНИ-ТЭЦ

**А. КОЛЧЕВА**
**(компания Kamstrup)**

Описываются способы повышения эффективности производства и потребления работы мини-ТЭЦ на примере Энергоцентра в Мякинино. Детальный и регулярный анализ данных об энергопотреблении помогает оптимизировать режим эксплуатации оборудования и более рационально использовать топливо. Кроме того, данные о потреблении позволяют дать рекомендации по наладке отопительной системы потребителя.

В последние годы все большее распространение получает практика использования в городских энергосистемах малых теплоэлектростанций. Так Самарской региональной энергетической корпорацией в рамках целевой программы запланировано строительство ряда малых ТЭЦ общей мощностью 300 МВт электрической энергии и 500 МВт тепловой в районах, удаленных от крупных объектов теплоснабжения. Действительно, в некоторых случаях подобные решения представляются наиболее целесообразными. Однако вопрос об эффективности широкого применения мини-ТЭЦ вызывает сегодня полемику среди специалистов.

Самый известный аргумент, приводимый противниками распространения мини-ТЭЦ, – их недостаточная рентабельность, являющаяся следствием низкого КПД малых станций и высокой амортизационной стоимости оборудования. Рассмотрим объективные факторы, определяющие эффективность работы небольших ТЭЦ.

Как известно, рентабельность системы энергоснабжения складывается из трех основных составляющих: эффективности производства, транспортировки и потребления энергии. Что касается транспортировки, то здесь преимущества мини-ТЭЦ налицо. По мнению члена экспертного совета Комитета по энергетике Госдумы Игоря Кузника, чем больше тепловая сеть, то есть расстояние между источником тепла и потребителем, тем она менее эффективна. Большая протяженность трубопровода увеличивает тепловые потери и затраты электричества на циркуляцию теплоносителя. Действительно, при дальней передаче теряется минимум 8-10 % энергии. Если же источник расположен в непосредственной близости к потребителю, то потери незначительны. Кроме того, стоимость подключения удаленных абонентов к внешним сетям часто сопоставима с бюджетом строительства малой станции.

Поскольку потери при транспортировке минимальны, можно считать, что вопрос рентабельности мини-ТЭЦ – это вопрос эффективности производства и потребления энергии.

Конечно, малым станциям сложнее добиться такого же КПД, как большим ТЭЦ. Последние работают с постоянной нагрузкой, тогда как занятость агрегатов малой мощности подвержена существенным колебаниям как сезонным, так и суточным. Однако, как показывает зарубежная практика и опыт немногих отечественных проектов, имея достоверную информацию об этих колебаниях, можно существенно повысить рентабельность мини-ТЭЦ. Детальный и регулярный анализ данных об энергопотреблении помогает оптимизировать режим эксплуатации оборудования и более рационально использовать топливо. Достичь высоких показателей рентабельности позволяет организация на станции приборного учета энергоресурсов.

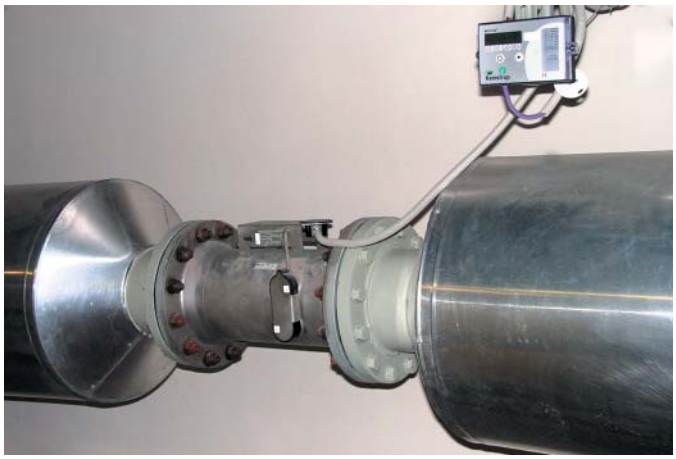
## ЭФФЕКТИВНОСТЬ В РАБОТЕ

Примером успешного решения проблемы эффективности мини-ТЭЦ может служить система учета, которая используется специалистами Энергоцентра “Мякинино”, снабжающего электроэнергией и теплом комплекс зданий правительства Московской области и собственный административно-офисный блок. Проектная электрическая мощность этой станции – 30 МВт, тепловая – 52 МВт. В настоящее время работает первая пусковая очередь объекта, состоящая из четырех газопоршневых агрегатов по 3,01 МВт электрической и 2,8 МВт тепловой мощности, а также трех пиковых водогрейных котлов мощностью по 8 МВт. В ближайшее время планируется ввести в эксплуатацию еще три энергоустановки.

“Проектируя Энергоцентр, мы приняли решение о необходимости учета на всех ключевых этапах производства, так как нас не устраивали “средние по больнице” показатели. Нужны были точные данные о поагрегатной производительности станции, – говорит Владимир Пак, ведущий инженер компании “НАТЭК Инвест-Энерго”, эксплуатирующей Энергоцентр. – Причем для промышленного контроля точность измерений имеет чуть ли не большее значение, чем для коммерческого учета. Подрядной организацией, осуществлявшей монтаж основного технологического оборудования, нам было предложено несколько вариантов систем учета тепловой энергии. Мы остановили свой выбор на теплосчетчиках MULTICAL®, так как получили положительные отзывы из нескольких независимых источников о качестве этих приборов и точности измерений необходимых параметров”.

“Если проведенный нами анализ выявляет несоответствие объемов потребленного топлива (природного газа) количеству произведенной электроэнергии и выработанного при этом тепла, мы на основании этих данных решаем, как именно скорректировать технологический процесс, чтобы добиться оптимального режима когенерации”, – поясняет специалист. В результате Энергоцентром достигаются наиболее эффективные показатели выработки тепла и электричества. Производительность энергоагрегатов вплотную приближается к паспортным характеристикам, что позволяет добиться максимального значения КПД используемого оборудования.

Здание Энергоцентра



Теплосчетчик MULTICAL

Котел с теплосчетчиком MULTICAL

Multical

Конечно, режим производства электрической и тепловой энергии на мини-ТЭЦ зависит от особенностей потребления, суточных колебаний и пиковых нагрузок. В то же время благодаря своей близости к потребителю небольшие станции располагают большими возможностями для гибкого взаимодействия с ним. “Имея необходимую информацию, которую дает анализ почасовых данных из памяти прибора учета, мы получили возможность построить работу Энергоцентра в соответствии с определенным графиком. В некоторых случаях мы советуем диспетчерам, работающим на стороне потребителя, скорректировать режим эксплуатации оборудования для поддержания температуры обратной воды на уровне, предусмотренном договором. Можем дать рекомендации по наладке отопительной системы и настройке ИТП”, – добавляет Владимир Пак.

Вычислители Multical 401 и Multical 601, расходомеры Ultraflow

Немаловажным является и то обстоятельство, что наличие оперативных данных об энергопотреблении на различных участках системы позволяет в режиме реального времени контролировать ее состояние. На мини-ТЭЦ в Мякинино используется трехуровневая система автоматического управления технологическими процессами (АСУ ТП) на базе серийных блок-модулей фирмы Siemens AG, что практически полностью исключает вероятность ошибок персонала. Система автоматического считывания открывает доступ к данным в реальном времени и позволяет по запросу с диспетчерского пульта получать всю необходимую информацию о работе станции.

“В любой момент можно снять “вживую” показания с приборов учета и сверить баланс. Постоянный мониторинг работы оборудования Энергоцентра позволяет нашим специалистам своевременно реагировать на любые изменения ключевых показателей, что предотвращает внештатные ситуации, – объясняет ведущий инженер. – Конечно, все это было бы сложно делать вручную, без автоматики и сетевых решений. Поэтому предусмотренная в приборах учета MULTICAL® возможность интеграции в выбранную нами систему сбора данных LonWorks оказалась для нас очень важной”.

Экономия человеческих ресурсов, необходимых для ручного сбора данных, также снижает общие эксплуатационные расходы.

## ОБЪЕКТИВНЫЙ УЧЕТ

Даже при самом высоком КПД говорить о рентабельности мини-ТЭЦ бессмысленно, если система расчетов с потребителями не работает должным образом. А залогом ее эффективности является баланс между данными о расходе энергии на выходе станции и потреблении на стороне абонента.

Показательна ситуация, с которой столкнулись специалисты Энергоцентра в Мякинино. На выходе магистрали из ТЭЦ и на коммерческих узлах учета тепловой энергии у потреби-

телей была выявлена 35-процентная разница в показаниях теплосчетчиков. Учитывая, что теплотрасса является новой, а ее протяженность составляет всего 1,5 км, подобные потери при транспортировке исключены. “В результате проведенного специализированной организацией энергоаудита и анализа данных мы пришли к выводу об истинности показаний приборов, установленных со стороны Энергоцентра, – отмечает Владимир Пак. – Затем мы проверили узлы учета со стороны потребителей. Стало ясно, что были допущены нарушения: один из установленных приборов не соответствует проекту, и к тому же он уже был в эксплуатации. По нашему требованию этот узел учета заменили и провели пусконаладочные испытания. После этого ситуация нормализовалась”.

Как считает Татьяна Кислякова, директор по продажам и маркетингу российского представительства компании Kamstrup, “было бы разумным, чтобы каждый поставщик энергии имел четкую политику установки приборов учета и держал этот процесс под своим контролем. В этом случае ситуация, подобная возникшей в Мякинино, была бы исключена”. Здесь российской малой энергетике может быть полезен европейский опыт. На Западе приборы учета являются собственностью тепловой компании, поэтому поставщики энергии устанавливают у потребителей те счетчики, в точности показаний которых они уверены.

## ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Известно, что три четверти генерирующих мощностей российских электростанций исчерпают свой ресурс к 2015 году. Поэтому вопрос об эффективности небольших энергоисточников актуален сегодня для многих руководителей и чиновников. “Говоря о рентабельности той или иной станции, – комментирует Владимир Пак, – учитывают лишь прибыль от продажи электричества и тепла. Но не стоит забывать, что отсутствие энергии заставило бы отложить запуск производства или сдачу жилья на длительное время, иногда на несколько лет. Почему-то упущенную выгоду никто не считает”.

Для достижения высокой производительности станции главное – подойти к ее проектированию с умом. “Решение о строительстве мини-ТЭЦ должен предварять глубокий анализ режимов энергопотребления объектов по отдельным составляющим, – считает Александр Наумов, вице-президент “АВОК”. – Правильный учет коэффициента одновременности работы оборудования, снятие пиковых нагрузок за счет аккумулирующих систем, использование энергосберегающих решений позволяют сократить на 20-30 % и капитальные, и эксплуатационные затраты”.

В частности, при разработке проекта нужно учитывать, что КПД станции может быть значительно увеличен, если эксплуатировать ее в режиме тригенерации, когда часть тепловой энергии преобразуется в энергию охлаждения. В среднем КПД небольших станций составляет не менее 80-82 % зимой и 60 % в теплое время года. Если же летом использовать тепло для обеспечения работы холодильных установок абсорбционного типа, эффективность работы мини-ТЭЦ значительно повышается. Так сделали в Мякинино, где летом тепло потребляется агрегатами, производящими хладагент для системы кондиционирования административного здания. Кстати, при необходимости можно учитывать энергию охлаждения отдельно. Если счетчики многофункциональные, например, как применяемые в Мякинино приборы MULTICAL®, то задачу эту решить совсем несложно.

В заключение следует отметить, что мини-ТЭЦ находят сегодня все более широкое применение. Так компания “НАТЭК” в настоящее время строит малую теплоэлектростанцию в подмосковной Лобне. При ее проектировании был учтен опыт работы Энергоцентра в Мякинино, в том числе анализ данных о динамике потребления, полученных с помощью приборов учета.

*Малая энергетика, конечно, не сможет полностью заменить большую. Однако нет сомнений в том, что у нее есть хорошие перспективы в нашей стране. Появление таких решений, как мини-ТЭЦ, стало ответом на один из главных вызовов современности: необходимость удовлетворения растущей потребности в тепле и электричестве. При условии грамотной реализации подобных проектов, небольшие станции могут стать высокоэффективными источниками энергии.*

***Анастасия Колчева** – пресс-служба компании Kamstrup.*
*Телефон 8(495) 545-00-01.*
*E-mail: info@kamstrup.ru*
*http://www.kamstrup.ru*

# СИСТЕМАТИЗАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ К ПОНЯТИЮ “ЭНЕРГИЯ”

**И.Ш. КОГАН**
**Хайфский Дом Ученых, Израиль**

Понятие “энергия“ обросло таким количеством определений и дополнений, что порой трудно понять, о чем идет речь. Отсутствует четкость и в метрологических определениях энергии. Автор попытался систематизировать и классифицировать те определения и дополнения к понятию ”энергия”, которыми пользуются в классической физике, особенно в термодинамике. Показано, что следует различать понятия ”формы энергии” и ”виды энергии”, понятия ”энергия” и ”энергообмен”. Приведены рассуждения о ненаучных применениях понятий ”энергия” и ”энергетика” людьми, далекими от науки, и о возможных путях снижения вреда, приносимого этим.

## 1. УТОЧНЕНИЕ ПОНЯТИЙ “СИСТЕМАТИЗАЦИЯ” И “КЛАССИФИКАЦИЯ”

В БСЭ понятия ”систематизация” и ”классификация” проходят как синонимы, они имеют единое определение. По БСЭ систематизация – это ”система соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания или деятельности человека, часто представляемая в виде различных по форме схем (таблиц) и используемая как средство для установления связей между этими понятиями или классами объектов, а также для точной ориентировки в многообразии понятий или соответствующих объектов”.

Автор не считает, что ”систематизация” и ”классификация” являются синонимами, не удовлетворен самим определением систематизации в БСЭ и хочет разъяснить свою позицию. *Во-первых, систематизация – это не система понятий, а процесс создания системы,* последовательность действий по ее созданию. По этой причине ему больше импонирует определение, данное С. Суровикиной (2004): ”*Систематизация* – один из процессов познания, который осуществляется в результате мыслительной деятельности по приведению связанных между собой элементов в соответствующую поставленной цели систему”. Лишь после такого определения систематизации можно, пожалуй, приводить определение системы, взятое из БСЭ. *Во-вторых*, классификация является понятием подчиненным по отношению к более обобщенному понятию ”систематизация”. Для классификации, по мнению автора, хорошо подходит определение, взятое из Педагогической энциклопедии: ”*Классификация* – это один из видов систематизации, распределение объектов по группам на основе установления сходства и различия между ними”.

## 2. СУЩЕСТВУЮЩИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К ПОНЯТИЮ “ЭНЕРГИЯ”

Словарное определение понятия “*энергия*” (от греч. energeia – действие, деятельность) приведено в БСЭ: “Энергия – общая количественная мера движения и взаимодействия всех видов материи. Энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает; она только может

переходить из одной формы в другую. Понятие энергия связывает воедино все явления природы“. К этому понятию в современной научной, учебной и справочной литературе имеется большое количество дополнений и определений, но нет четкости в вопросе их систематизации.

В метрологическом справочнике А. Чертова (1990) определения к слову “энергия“ перечисляются через запятую: “механическая (кинетическая и потенциальная), внутренняя, электромагнитная, ядерная и др.”. В справочнике по физике Б. Яворского и А. Детлафа (1990) приведено такое словосочетание: “различные виды (формы) энергии“. В учебнике по физике И. Савельева (2005, кн.1) энергию делят только на виды. О. Бондаренко и С. Кадыров (2000), не подразделяя энергию на формы и виды, считают, что следует различать иерархически высшие и иерархически низшие области энергии, к первым они относят кинетическую, магнитную, механическую энергии, ко вторым – потенциальную, электрическую, тепловую.

Все приведенные цитаты свидетельствуют о том, что *в современной физике и современной метрологии энергия не подразделяется на формы и виды*. Как будет показано ниже, таким терминам, как “формы энергии“ и “виды энергии“ следует обязательно придать однозначность, которая в настоящее время отсутствует.

В словаре Глоссарий.ру “энергия – это скалярная физическая величина, являющаяся единой мерой различных форм движения материи и мерой перехода движения материи из одних форм в другие”. Судя по этому определению, понятия “энергия” и “*энергообмен*” не различаются, ниже будет показано, что эти понятия следует отличать друг от друга.

Особую важность представляет собой решение проблемы классификации понятий, связанных с энергией, в термодинамике, поскольку там это невозможно сделать без классификации так называемых *термодинамических потенциалов*, которые по своей физической природе являются скорее разновидностями энергии, чем разновидностями потенциалов, как это следует из их названия.

## 3. В ЧЕМ РАЗНИЦА МЕЖДУ ФОРМАМИ ЭНЕРГИИ И ВИДАМИ ЭНЕРГИИ?

В БСЭ в словарной статье “энергия”, написанной Г. Мякишевым, указывается: “В соответствии с различными формами движения материи рассматривают различные формы энергии“. Далее мы будем придерживаться точки зрения БСЭ, из которой следует, что *форма энергии* соответствует форме движения. В таком случае в соответствии с различными формами движения материи, следует рассматривать и различные формы энергии: механическую, гидравлическую, тепловую, электромагнитную, ядерную и др. формы. К формам энергии, естественно, относятся энергия любого вида излучения, в том числе, и так называемая биоэнергия, которой в средствах массовой информации придают какое-то мистическое значение, хотя последнее можно отнести только к желанию малограмотных в физике журналистов придать своим статьям характер сенсации.

Если форма энергии соответствует форме движения, то существующие внутри каждой формы энергии *потенциальная энергия, энергия диссипации и кинетическая энергия* должны являться иерархически подчиненными понятиями по отношению к понятию “формы энергии“. Это утверждение подробно доказывается в следующем параграфе. Поэтому перечисленные выше понятия следует называть не формами энергии, а как-то иначе, например, *видами энергии*. Очевидно, что виды энергии могут переходить друг в друга, оставаясь принадлежащими одной и той же форме энергии. *Одни и те же виды энергии присущи любой форме энергии*, разве что изменяется вид математической записи и иногда название. Хотя изменение названия тоже нежелательно, так как лишь затрудняет понимание сути. При подобной классификации понятий форма энергии определяется только моделью формы движения, а виды энергии связаны только с динамическими свойствами рассматриваемой физической системы и определяются конструктивными параметрами этой системы.

## 4. КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ТРЁХ ВИДОВ ЭНЕРГИИ

Уравнение динамики для $i$-ой формы движения:

$$a_{0i}q_i + a_{1i}\frac{dq_i}{dt} + a_{2i}\frac{d^2q_i}{dt^2} + \ldots = Q_i \qquad (1)$$

где $q_i$ – координата состояния $i$-ой формы движения физической системы;
$Q_i$ – разность потенциалов между системой и внешней средой для $i$-ой формы движения;
$a_{ki}$– коэффициенты пропорциональности при слагаемых левой части, в которых $k$ – номер порядка производной по времени $t$.

Форма, символика и определения физических величин в данном уравнении взяты из предыдущих работ автора 2004 и 2006 гг. (см. библиографию к статье). Поэтому описание выводов из этого уравнения сокращено.

Коэффициенты $a_{ki}$ являются *внутренними конструктивными параметрами* $i$-ой формы движения системы. Они входят в понятие конфигурации физической системы. Каждая форма движения системы имеет свой набор этих параметров, поэтому выбор формы движения определяет и выбор соответствующих коэффициентов $a_{ki}$, а также выбор их размерностей и единиц измерений. Количество слагаемых в левой части уравнения (1) определяет и количество видов энергии в любой форме движения. Уравнение (1) указывает на три вида энергии (по числу слагаемых в левой части), но многоточие говорит о том, что нет запрета на существование других видов энергии, определяемых порядком производной по времени, выше второго. В частности, вид энергии, зависящий от производной третьего порядка, интересует исследователей процессов разгона и торможения двигателей в энергетике, на транспорте, в космонавтике, специалистов по теории удара. П. Пирнат (2005), например, включил величины, связанные с четвертым видом энергии, в созданную им систему физических величин, хотя они перегрузили эту систему редко применяемыми физическими величинами. Мы полагаем также, что и вид энергии, зависящий от производной четвертого порядка, может интересовать, например, специалистов по взрывным процессам.

Обратим внимание также на то, что виды энергии, определяемые четными значениями числа $k$, связаны с параметрами консервативных систем, а виды энергии, определяемые нечетными значениями числа $k$, связаны с параметрами неконсервативных систем. Уравнение (1) удобно переписать в форме

$$\sum_{k=0}^{m} a_{ki} \frac{d^k q_i}{dt^k} = Q_i \ , \qquad (2)$$

где $(m+1)$ равно количеству видов энергии в исследуемой системе.

При $k = 0$ речь идет о *потенциальной энергии системы*, связанной с возникновением упругих сил сопротивления, с изменением емкости системы или с изменением положения системы в силовом поле. При $k = 1$ речь идет о противодействии системы движению материальных носителей внутри системы и/или на границе системы с внешней средой, что обобщается обычно термином "***энергия диссипации***". При $k = 2$ речь идет о *кинетической энергии* системы, связанной с изменением скорости приращения координаты состояния данной формы движения.

Диссипация энергии связана с качественным изменением энергии системы, а не с изменением полной энергии системы. Заметим, что применяемый иногда термин "диссипативные потери энергии" некорректен, ибо энергия теряться не может. Более того, вместо термина "энергия диссипации " (в переводе – энергия рассеяния) лучше было бы применять существующий в некоторых научных работах термин "энергия деградации", который, на наш взгляд, лучше отражает суть этого вида энергии.

Все три вида энергии должны трактоваться в обобщенном смысле, а не только в качестве относящихся к механической форме движения. Например, имеется кинетическая электрическая энергия, и это не то же самое, что кинетическая механическая энергия. Но обычно говорят об электрической энергии, опуская слово кинетическая, хотя электрическая – это определение формы, а не вида энергии, а кинетическая – это определение вида, а не формы энергии. Точно так же говорят о кинетической энергии, имея в виду только механическую форму энергии, но опуская при этом слово "механическая". Сторонники теории физических аналогий иногда считают, что кинетическая механическая энергия аналогична потенциальной электрической энергии, на наш взгляд, такая аналогия некорректна.

## 5. ПРИНЯТАЯ В СОВРЕМЕННОЙ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ ФОРМА ЗАПИСИ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ И ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ

В современной классической физике (см. справочник Б. Яворского и А. Детлафа, 1990) энергию считают величиной скалярной, а закон сохранения и превращения энергии имеет форму записи в виде *обобщенного уравнения состояния* термодинамической системы

$$W = W_k + W_p + U, \qquad (3),$$

где $W$ – полная энергия системы; $W_k$ – кинетическая энергия системы как целого; $W_p$ – потенциальная энергия системы во внешних силовых полях как целого; $U$ – внутренняя энергия системы.

Слова “как целого” означают, что значения каждого вида энергии во всех формах движения системы просуммированы по отдельности.

Для практического исследования обычно отбираются лишь те формы движения, которые являются наиболее существенными для функционирования системы, а исследованием поведения остальных форм движения пренебрегают. Поэтому и формы записи уравнения закона сохранения и превращения энергии, как правило, для разных систем выглядят по-разному. Соответственно этому, в разных разделах физики закон сохранения и превращения энергии также записывается по-разному. Если в физической системе рассматривается n форм движения, то приращение энергии системы можно на основании уравнения (3) записать в элементарных приращениях в следующем виде:

$$dW = \sum_{i=1}^{n} dW_k + \sum_{i=1}^{n} dW_p + \sum_{i=1}^{n} dU, \qquad (4)$$

Уравнение (4) представляет собой полную общепринятую сейчас форму записи закона сохранении энергии для отдельно взятой физической системы. Однако для целей систематизации такая форма записи неприемлема, так как виды энергии являются подчиненными понятиями по отношению к формам энергии. Следовательно, в основу систематизации следует положить другую форму записи закона сохранения и превращения энергии, в которой *суммирование производится не по видам энергии, а по формам энергии*. Такой подход был подробно описан в работе автора (2004).

## 6. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ – ЭТО УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Раскрыть уравнение состояния можно, рассмотрев предварительно консервативную систему, включающую *n* форм движения. Приращение полной энергии консервативной системы при каком-то исходном (нулевом) ее состоянии является полным дифференциалом, охватывающим все формы движения системы и записываемом следующим образом:

$$dW = \left[\frac{\partial W}{\partial q_1}\right]_0 dq_1 + \left[\frac{\partial W}{\partial q_2}\right]_0 dq_2 + \ldots = \sum_{i=1}^{n} dW_i, \qquad (5)$$

где $dW$ – элементарное приращение энергии системы;

$\left[\frac{\partial W}{\partial q_i}\right]_0$ – частная производная для *i*-ой формы движения, связывающая приращение ее координаты состояния с приращением полной энергии системы при условии, что приращения координат состояния других форм движения во внимание не принимаются;

$dq_i$ – элементарное приращение координаты состояния *i*-ой формы движения;

$dW_i$ – элементарное приращение энергии *i*-ой формы движения.

Частная производная $\left[\frac{\partial W}{\partial q_i}\right]_0$ в уравнении (5) является в *i*-ой форме движения разностью потенциалов $Q_i$, подставляемой в уравнение динамики (1). Уравнение (5) называют уравнением состояния консервативной системы (см., например, у Сычёва, 1970). С учетом уравнения (1) уравнение состояния можно записать в такой обобщенной форме:

$$dW = \sum_{i=1}^{n}\left[\sum_{k=0}^{m} a_{ki}\frac{d^k q_i}{dt^k}\right]dq_i = \sum_{i=1}^{n} Q_i dq_i \qquad (6)$$

Уравнения (5) и (6) существенно отличаются от уравнения (4) тем, что *в них суммирование проводится по формам энергообмена*. Поскольку формы энергообмена находятся на более высоком уровне иерархии, чем виды энергообмена, то в качестве базовой должна быть принята форма записи закона сохранения энергии либо в форме (5), либо в форме (6).

В неконсервативных системах приращение энергии не является полным дифференциалом, и его записывают как $\partial W$. Поэтому к уравнению (5) при записи закона сохранения энергии следует добавить сумму приращений энергии в неконсервативных системах. Кроме того, следует добавить сумму приращений энергии, вызванных изменением положения системы в разных формах силового поля или изменением интенсивности этих силовых полей. Тогда *уравнение состояния неконсервативной системы* принимает расширенную форму записи:

$$dW = \sum_{i=1}^{p} dW_i + \sum_{j=1}^{r} dW_j + \sum_{g=1}^{s} dW_g, \qquad (7)$$

где *p* – число консервативных форм движения;
*r* – число неконсервативных форм движения;
*s* – число форм силового поля.

## 7. В ЧЕМ РАЗНИЦА МЕЖДУ ПОНЯТИЯМИ "ЭНЕРГИЯ" И "ЭНЕРГООБМЕН"?

Словарное определение понятия "энергообмен" нам найти не удалось, да и само это понятие применяется чаще в биологии, чем в физике. Поэтому предлагается такое определение этого понятия.

***Энергообмен** – это процесс переноса энергии из системы в среду или из среды в систему,* из одной формы движения в другую внутри системы, из формы движения в силовое взаимодействие и наоборот. Таким образом, энергообмен является подчиненным понятием по отношению к понятию "энергия". В том смысле, в каком дано это определение, понятие "энергообмен" встречается лишь в философских словарях применительно к таким направлениям в науке, как синергетика и неодетерминизм. Это не означает, что в физике не пользуются понятиями, эквивалентными понятию "энергообмен", когда речь идет о различных *формах энергообмена*, которые чаще называют формами переноса энергии. Например, в механической форме движения энергообмен называют работой, в электрической форме движения – *количеством электроэнергии*, в тепловой форме движения – *теплообменом*. а вот обобщающее понятие "энергообмен" почему-то не используется. Автор полагает, напротив, что было бы целесообразно постепенно синонимизировать термин "работа" с термином "механический энергообмен", термин "количество электроэнергии" – с термином "электрический энергообмен" и т. д.

Изменение энергии системы всех форм и видов является следствием энергообмена, как при переносе энергии через контрольную поверхность системы, так и при переносе энергии из одной формы движения в другую внутри системы. Кроме того, внутри физических систем, равновесных и неравновесных, всегда происходит *диссипативный энергообмен*, то есть, частичный переход энергии упорядоченного движения в энергию неупорядоченного движения. Из сказанного следует, что термин "энергообмен" должен иметь весьма широкое распространение. Разумеется, все формы и виды, как энергии, так и энергообмена, имеют одну и ту же размерность и одну и ту же единицу измерений.

## 8. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЙ К ПОНЯТИЮ "ЭНЕРГИЯ" В ТЕРМОДИНАМИКЕ

Некоторую сложность представляет собой решение проблемы классификации понятий, связанных с энергией, в термодинамике. Воспользовавшись справочником Б. Яворского и А. Детлафа (1990), работой В.Эткина (2006) и словарными определениями, мы схематизировали на рис. 1 терминологию, относящуюся к понятию "энергия" в термодинамике. На этой схеме приведена стандартная символика.

Общепризнанная в современной физике классификация возникла после введения в 1851 г. У. Томсоном (Кельвином) понятия "внутренняя энергия". Она выглядит следующим образом:

*Полная энергия системы* является суммой внешней и внутренней энергии системы. *Внешняя энергия* состоит из кинетической и потенциальной энергий системы как целого. *Внутренняя энергия* – это энергия системы, зависящая только от ее внутреннего состояния и не включающая в себя все виды энергии системы как целого.

Связи между энергией системы и ее составными (аддитивными) частями указаны на схеме *сплошными линиями (рис. 1)*. Проанализировав эту классификацию, В. Эткин (2006) показал, что "часть внешней энергии зависит от внутреннего состояния системы". Он также показал, что "деление энергии на внешнюю и внутреннюю не позволяет в полной мере отразить в терминологии качественные различия форм энергии".

Рассмотрим, как хронологически вводились в термодинамику новые понятия, связанные с энергией. Обратим внимание на то, что перечисленные ниже понятия применимы только при равновесных процессах. После введения Р. Клаузиусом в 1865 г. физической величины $S$ под названием "энтропия" появились другие варианты классификации энергии. Чтобы учесть качественные различия форм энергии, энергию системы стали различать по признаку *работоспособности* системы. В 1874-1878 гг. Дж. Гиббс разработал метод *термодинамических потенциалов* и ввел понятие энтальпии системы (теплосодержания системы).

*Энтальпия* – сумма внутренней энергии системы и совершенной системой работы взаимодействия со средой. Эта сумма на схеме указана *штриховыми линиями*. Работоспособная часть энтальпии (называемая также энергией Гиббса) была названа *свободной энтальпией*.

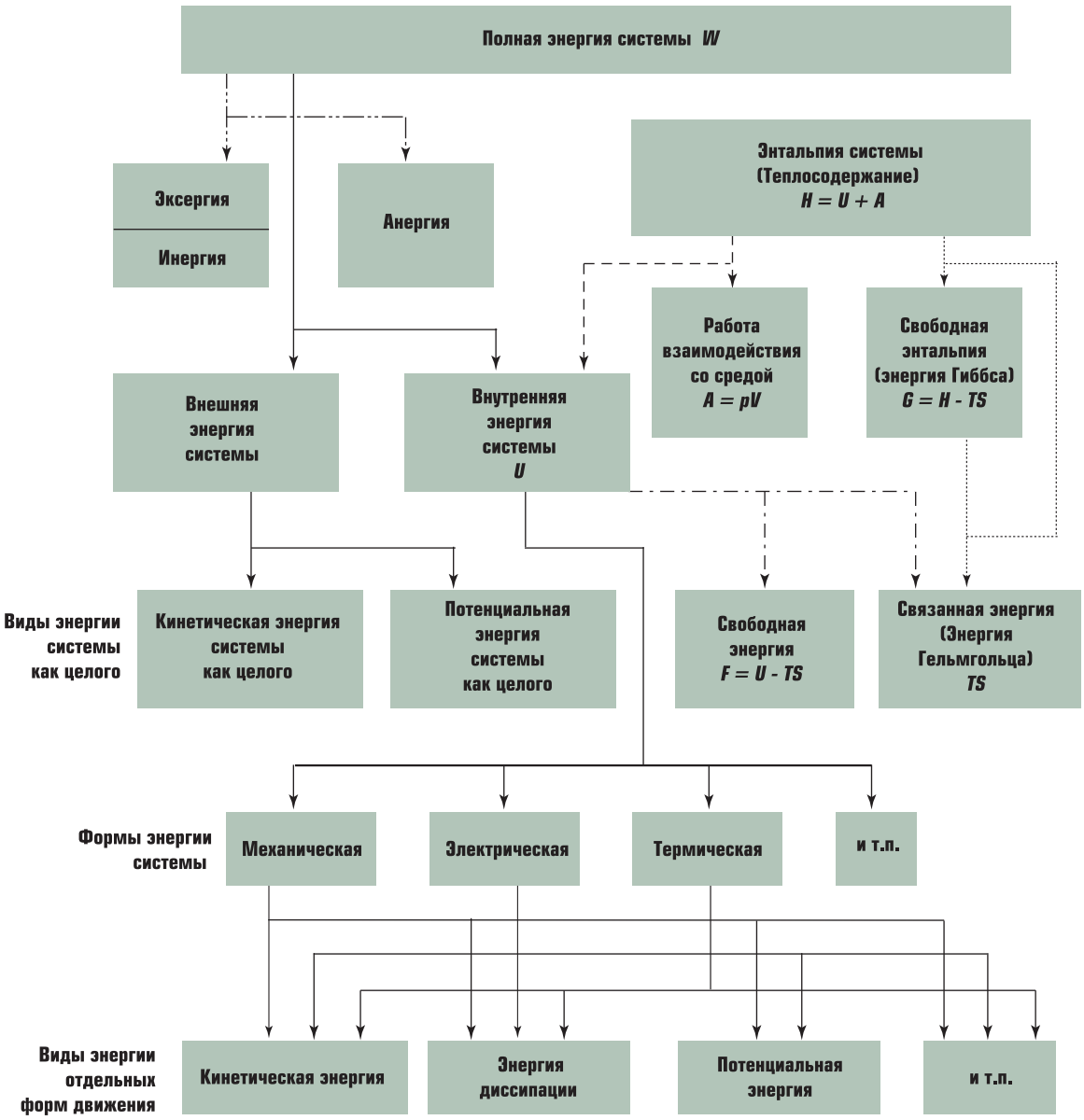



*Рис. 1. Иерархия определений к понятию "энергия"*

В 1882 г. Г. Гельмгольц ввел деление внутренней энергии системы на свободную энергию и связанную энергию. *Свободная энергия* – работоспособная часть внутренней энергии системы. *Связанная энергия* – неработоспособная часть внутренней энергии системы, связанная с хаотическим движением составляющих систему частиц, или так называемая "обесцененная" энергия системы. Ее называют также энергией Гельмгольца. Классификация Гельмгольца показана на схеме *штрих-пунктирными линиями*. Между классификациями Гиббса и Гельмгольца имеется взаимосвязь, показанная на схеме *пунктирными линиями*. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца в сумме составляют энтальпию системы.

В 1955 г. З. Рант ввел новые два понятия – эксергию и анергию. Они были призваны различать полную энергию системы только по признаку работоспособности. Это деление на схеме показано также *штрих-пунктирными линиями*, но другой конфигурации.

*Эксергия* – работоспособная (технически пригодная, превратимая) часть полной энергии системы. Согласно БСЭ, это "максимальная работа, которую может совершить система при переходе из данного состояния в равновесие с окружающей средой". *Анергия* – нера-

ботоспособная (технически непригодная, не превратимая) часть полной энергии системы.

В работе 2006 г. В.Эткин указал на то, что работа совершается системой “не только за счет энергии самой системы, но и окружающей среды (пополняясь в процессе теплообмена с ней)“ и что эксергия З. Ранта тоже зависит от параметров окружающей среды. И это, по мнению В. Эткина, “делает понятие эксергии неоднозначным и неполным“. Основываясь на своих разработках в области термодинамики неравновесных процессов, В. Эткин предложил *взамен термина “эксергия“* ввести для превратимой (неравновесной) составляющей полной энергии новое понятие “***инергия***“. В. Эткин определяет инергию как “способность системы к внутренним превращениям безотносительно к тому, в чем эти превращения будут выражаться – в совершении полезной или диссипативной, внешней или внутренней работы“. И далее В. Эткин поясняет: “...в системах, проявляющих тенденцию к установлению внутреннего равновесия, инергия понижается в любых необратимых процессах вследствие совершения внутренней работы диссипативного характера“. Это нововведение позволило В. Эткину объединить 1-е и 2-е начала термодинамики в одно простое и понятное утверждение: «При протекании самопроизвольных процессов в изолированных системах работоспособная часть ее энергии (инергия) превращается в неработоспособную (анергию); при этом их сумма сохраняется». Это и есть не что иное, как закон сохранения энергии для изолированных систем. Аналогичная мысль высказана, к слову, и в работе Д. Ермолаева (2004). Далее В. Эткин (2006) утверждает, что деление полной энергии системы на внешнюю и внутреннюю лишь осложнило понимание такой физической величины, как полная энергия. Он также считает, что гораздо информативнее и вернее деление полной энергии системы на инергию (превратимую часть) и анергию (непревратимую часть). Из этого В. Эткин делает вывод о том, что «...отношение инергии к энергии системы является мерой её упорядоченности. Понимание инергии как антипода анергии позволяет избежать той невероятной путаницы, которая царит в головах многих исследователей и постоянно выплескивается на страницы научной и околонаучной печати».

## 9. О НЕНАУЧНЫХ ПРИМЕНЕНИЯХ ПОНЯТИЙ “ЭНЕРГИЯ” И “ЭНЕРГЕТИКА”

В заключение статьи автор хотел бы заметить, что во второй половине XX-го века быстрое распространение получило толкование понятий «энергия» и «энергетика», далекое от того, как его понимают в физике. Часто этим грешат люди, необоснованно или с корыстными целями причисляющие себя к представителям «альтернативной медицины» и к экстрасенсам, а также представители эзотерики, мистики и оккультизма. Эти люди авторитетно рассуждают о хорошей и плохой энергии, о положительной и отрицательной энергии, об энергетике души и об энергетике космоса. При этом они не утруждают себя тем, чтобы точно определить, что именно понимается ими под словом «энергия», пользуясь неосведомленностью слушателей или читателей.

Говорить об энергии в том смысле, хорошая она или плохая, это значит присваивать энергии свойства, в физике отсутствующие. Энергия в физике – это мера движения, а движение не может быть положительным или отрицательным, оно либо есть, либо его нет. Впрочем, последнее тоже неверно, отсутствие движения означает отсутствие материи, в том числе, и отсутствие тех, кто об этом рассуждает. Короче говоря, всё это – игра с термином, который абсолютно непонятен тем, кто с ним играется. Такое положение оказалось возможным по разным причинам.

*Во-первых*, в прямом переводе с греческого языка энергия – это деятельность, именно в таком смысле это слово хорошо знакомо практически всем людям. И поэтому оно так хорошо воспринимается во всякой псевдонаучной ахинее, изливающейся на людей с помощью средств массовой информации.

*Во-вторых*, в других областях науки (не в физике) понятие «энергия» может трактоваться иначе, чем в физике. Такое явление различного понимания и определения одного и того же слова – явление не такое уж и редкое. Поэтому и следует определять тот или иной термин, прежде чем им пользоваться. В конце концов – это признак вежливости и уважения к читателям или слушателям.

*В-третьих*, жизнь живых существ действительно связана с энергией, но всегда следует уточнять, в каких проявлениях это происходит. Например, жизнь всегда связана с энергий из-

лучения, которое исходит от любых живых существ и в них же извне и входит. И это не только энергия, излучаемая живыми существами, но и энергия, например, магнитного поля Земли, Солнца и других небесных тел, энергия техногенного происхождения и т.д. Воздействие энергии излучения на человека несомненно, но это область биофизики, а не эзотерики, последняя не дает определения понятию «энергия», говоря вместо этого о каких-то неопределенных «силах природы». Кроме того, воздействие внешнего излучения на человека зависит не только от энергии излучения, но и от частоты излучения. Значение частоты излучения может даже оказаться более важным, чем значение энергии, так как восприятие излучения носит, как правило, резонансный характер. Энергия воспринимаемого человеком внешнего излучения обычно настолько мала, что она чаще всего пока не фиксируется современными измерительными средствами из-за их относительно высокого порога чувствительности. По-видимому, такая энергия может быть воспринята живым организмом только при использовании явления резонанса. Но в любом случае энергия излучения остается характеристикой излучения именно в физическом смысле этого слова, а не в каком-нибудь ином.

Конечно, одни излучения влияют на самочувствие человека положительно, другие – отрицательно. И степень этого влияния зависит от энергии излучения, но, как видим, не только от энергии. Более того, одно и то же излучение на разных людей может влиять по-разному. Для этого и существуют научные методы исследования степени этого влияния, ничего общего с магией, колдовством и мистикой не имеющие.

Для борьбы с ненаучным применением понятия «энергия» автору видятся два возможных противодействия.

*Во-первых*, это образование и воспитание. Видимо, необходимо включить в учебные программы всех учебных заведений, готовящих учителей и работников культуры и искусства, особенно, журналистов, и в учебные программы старших классов общеобразовательной школы небольшую тему, разъясняющую ненаучные толкования явлений природы и вред, приносимый такими толкованиями и подчас недобросовестными толкователями.

*Во-вторых*, вокруг нас еще много различных реальных явлений, отрицать которые бесполезно, но и объяснить которые наука пока еще не в состоянии. И тех людей (а их очень много), которые хотят понять эти явления, следует вооружить научной и доступной для понимания терминологией. Физика и, в частности, биофизика не вправе уклоняться от этой задачи, в том числе, и в средствах массовой информации. И уж, во всяком случае, не порицать тех (см. А. Вейник, 1991), кто стремится это сделать.

## Список литературы

1. *Бондаренко О.Я., Кадыров С.К.*, 2000, Сравнительная характеристика некоторых положений традиционной физики и альтернативной физики. *Сб. “Другая физика”, – http://www.newphysics.h1.ru*
2. *Вейник А.И.*, 1991, Термодинамика реальных процессов. 575 с. (см. также http://veinik.narod.ru)
3. *Ермолаев Д.С.*, 2004, Обобщенные законы физики применительно к теплофизике. – *http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7442.html*
4. *Коган И.Ш.*, 2004, “Физические аналогии” – не аналогии, а закон природы. – *http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7438.html*
5. *Коган И.Ш.*, 2006, Обобщение и систематизация физических величин и понятий. – *Хайфа*, 207 с.
6. *Педагогическая энциклопедия,* 1966, т.3. – М.: Советская энциклопедия.
7. *Савельев И.В.*, 2005, Курс общей физики (в 5 книгах). – М.: *АСТ: Астрель*
8. *Суровикина С.А.*, 2004, О систематизации и обобщении знаний в школьных учебниках. – Доклад на Интернет-конференции по теме “Проблемы внедрения психолого-педагогических исследований в систему образования”. *http://psyinfo.ru/ru/conference/internet/doc.php?d=30*
9. *Чертов А.Г.*, 1990,Физические величины. – *М.: Высшая школа*, 336 с.
10. *Эткин В.А.*, 2006, Энергия и анергия. – *http://zhurnal.lib.ru/e/etkin_w_a/energijaianergija.shmtl*.
11. *Яворский Б.М., Детлаф А.А.*, 1990, Справочник по физике. 3-е изд. *М.:Наука,Физматгиз*, 624 с.
12. *Pirnat P.*, 2005, Physical Analogies. – *http://www.ticalc.org/cgi-bin/zipview?89/basic/science/physanal.zip;physanal*

***© Иосиф Шмулевич Коган,*** *профессор.*
*Хайфский Дом Ученых, Израиль*
*jokoil@mail.ru*

# СРЕДА ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ ISAGRAF 5 И НЕКОТОРЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В ЭНЕРГЕТИКЕ

**А.В. КОЛТУНЦЕВ, С.В. ЗОЛОТАРЕВ**
**(компания "ФИОРД")**

Рассматривается система программирования контроллеров ISaGRAF 5 компании ICS Triplex (www.icstriplex.com) и инновационный стандарт IEC61499, предназначенный для унификации правил создания распределенных приложений и применения функциональных блоков в системах управления. Рассмотрена взаимосвязь IEC61499 с новым стандартом в энергетике IEC61850, ориентированном на решение задач автоматизации на уровне подстанций. Приведены примеры ISaGRAF-контроллеров нового поколения на основе стандарта IEC61499 в России и за рубежом.

## НОВЫЕ СТАНДАРТЫ В ОБЛАСТИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ: ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ УНИФИЦИРОВАННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В последнее время в теорию и практику создания систем автоматизации стали внедряться новые стандарты, часть из которых могут применяться в широком диапазоне отраслей, а другая часть ориентирована на определенную отрасль, в частности, энергетику. Примерами первого типа стандартов являются IEC61499 ("Function blocks") и IEC 61804 ("Function blocks (FB) for process control"), примерами второго типа – стандарт IEC61850 ("Communication networks and systems in substations"), ориентированный на применение в энергетике, и его версии, адаптированные к более узким сегментам рынка, такие как IEC 62445-2 ("Use of IEC 61850 for the communication between control centers and substations") и IEC 61400-25-2 ("Wind turbines – Part 25-2: Communications for monitoring and control of wind power plants – Information models").

Стандарт IEC61499 создавался как основа для создания распределенных приложений для контроллеров и развивал давно принятый инженерным сообществом стандарт IEC 61131-3.

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

Стандарт IEC61850 [1, 2] является самой современной разработкой в области коммуникационных технологий для систем управления в энергетике. Он значительно облегчает интеграцию в единую энергетическую систему устройств различных производителей и разных поколений, позволяет сделать это с наименьшими трудовыми и финансовыми затратами. Применяя IEC61850, можно реализовать все функции управления и автоматизации на подстанциях. IEC61850 начал разрабатываться

в 1995 году, и состоит из 10 частей, рассматривающих различные аспекты построения распределенных систем управления подстанциями (общие требования, требования к системе управления, средствам связи и интеллектуальным электронным устройствам, языку конфигурирования подстанций и другие).

Многие ученые находят ряд близких концептуальных идей в IEC61850 и IEC61499 [3] и поэтому предлагают использовать инструментальные средства, поддерживающие IEC61499, для реализации подходов, предлагаемых в IEC61850 [4, 5]. Такой пример приведен, например, в статье [5] (рис. 1). В частности, с помощью IEC61499 достаточно просто можно реализовать поддержку таких механизмов IEC61850, как шина процесса и шина станции.

Стандарт IEC61499 разделен на четыре части, но реализация стандарта IEC61499 в ISaGRAF 5 основывается на первой и второй частях стандарта:

- Часть 1. Архитектура и функциональные блоки.
- Часть 2. Требования к программным средствам.

Среда программирования контроллеров ISaGRAF 5 компании ICS Triplex (www.icstriplex.com) стала первой коммерческой системой в мире, в которой был реализован стандарт IEC61499, о полном соответствии которому независимой компанией TÜV Rheinland 10 июля 2007 года был выдан официальный сертификат. Соответствующий список документов по сертификации ISaGRAF 5 доступен на сайте компании TÜV Rheinland (http://www.tuvdotcom.com).

Стандарт IEC61499 определяет РАСПРЕДЕЛЕННУЮ, УПРАВЛЯЕМУЮ СОБЫТИЯМИ архитектуру и требования к программному инструментарию для инкапсуляции, встраивания, развертывания и интеграции программного обеспечения в интеллектуальных устройствах, машинах и системах. В основу проекта были положены такие стандарты, как IEC61131-3 и IEC61158 (Fieldbus). Весьма полезным документом при знакомстве со стандартом IEC61499 является сборник ответов на наиболее часто задаваемые вопросы по этому стандарту [6].

Стандарт IEC61499 определяет распределенную модель как разбиение различных частей промышленного процесса автоматизации и сложной системы управления на модули, называемые функциональными блоками. Эти

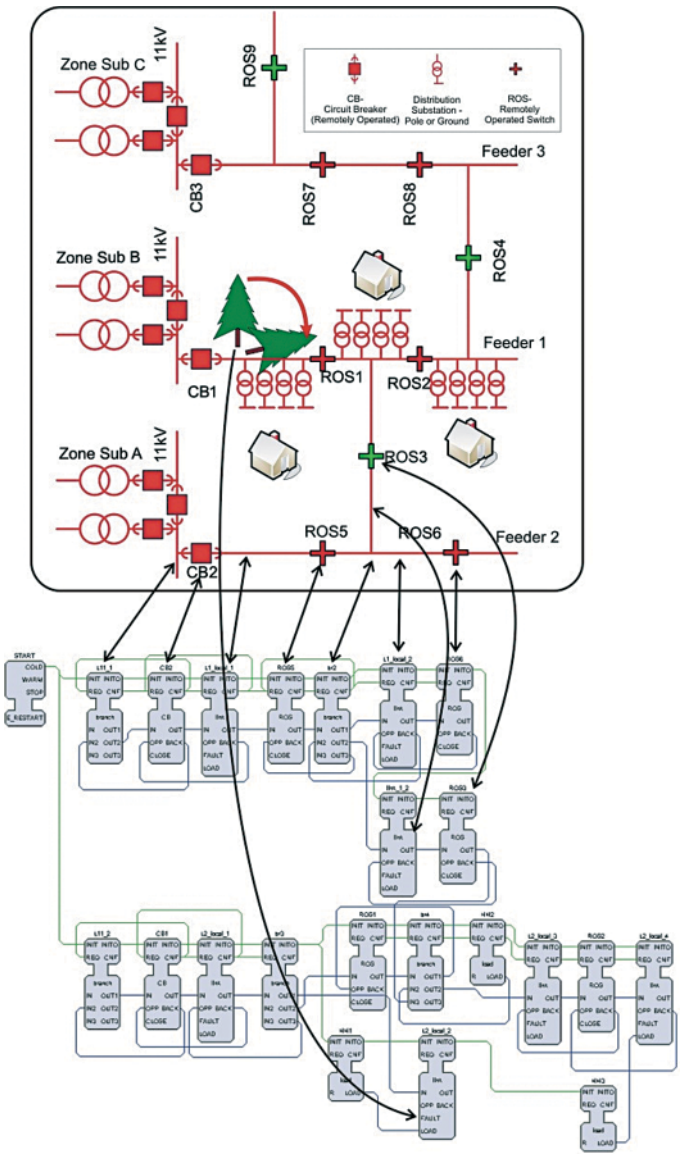



*Рис. 1. Пример реализации некоторых механизмов IEC61850 с помощью функциональных блоков IEC61499*

функциональные блоки могут распределяться и взаимодействовать по коммуникационной сети через множество контроллеров. Приложение становится распределенным путем размещения экземпляров функциональных блоков на различных ресурсах в одном или более устройствах. Функциональные блоки являются атомарными элементами распределения. Приложение со многими функциональными блоками отображается как один элемент, хотя экземпляры функциональных блоков распределяются по ресурсам и устройствам. Ключевой особенностью функциональных блоков IEC61499 является управление ими с помощью внешних событий, а не только с помощью входных данных.

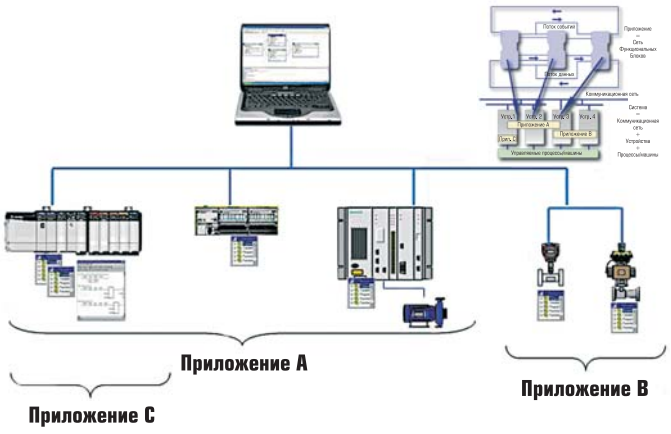



Рис. 2. Пример системы управления с распределенными приложениями

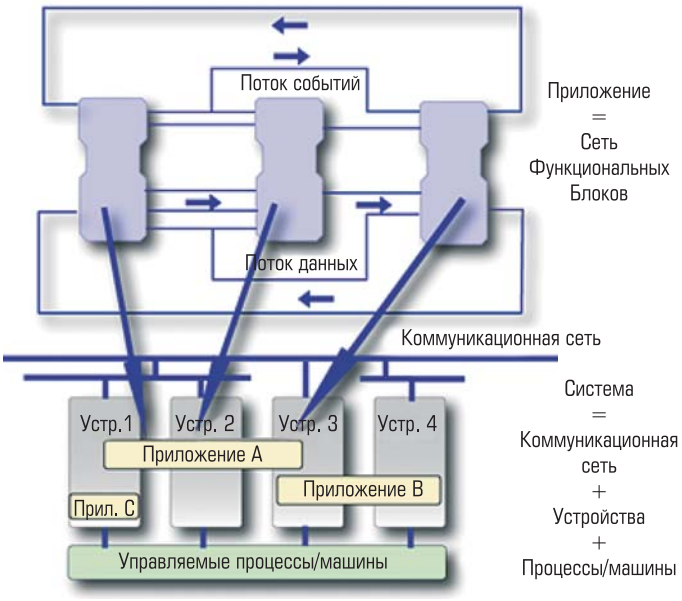



Рис. 3. Общая диаграмма системы в стандарте IEC61499

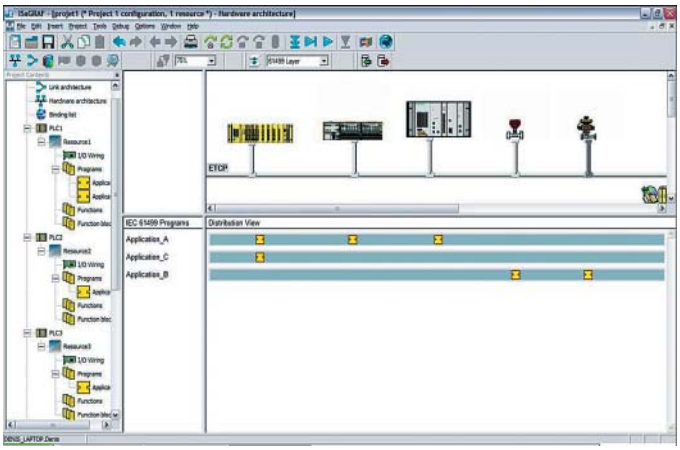


Рис. 4. Представление распределенного приложения ISaGRAF в виде Модели Системы

На рис. 2 показан пример: система управления, имеющая много устройств, соединенных вместе с помощью управляющей коммуникационной сети. Также на рис. 2 представлены приложения, распределенные по нескольким устройствам.

Многие устройства соединяются вместе через коммуникационную сеть. В ISaGRAF устройство – это аппаратное средство (контроллер), способное выполнять цикл управления, имеющее процессор, память и которое также может быть присоединено к коммуникационной сети. Устройства решают задачу управления или измерения и могут быть в составе интеллектуального исполнительного механизма, такого как клапан или расходометр. Любая полевая шина может работать как коммуникационная сеть. Среди часто используемых полевых шин (протоколов) – Profibus, DeviceNet, Industrial Ethernet.

## АРХИТЕКТУРА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С IEC61499

Приложение может содержать один или более циклов управления. Например, ввод данных выполняется на одном устройстве, управление – на втором и преобразование выходных данных – на третьем устройстве. Эти совместные циклы управления разделяют данные предсказуемым и детерминированным образом, описанном в стандарте IEC61499. Стандарт IEC61499 вводит следующие понятия:

*System (Система)*: набор устройств, связанных и взаимодействующих друг с другом посредством коммуникационной сети, состоящей из сегментов и соединений.

*Device (Устройство)*:независимая физическая единица, способная к выполнению одной или более определенных функций в конкретном контексте и ограниченная интерфейсами устройства.

*Resource (Ресурс)*: функциональная единица, имеющая независимое управление его работой, которое обеспечивает различные сервисы для приложений, включая планирование и выполнение алгоритмов.

*Application (Приложение)*: программная функциональная единица, которая является специфичной для решения проблемы в системе управления и измерения. Приложения могут быть распределены между устройствами и могут взаимодействовать с другими приложениями.

*Function block (Функциональный блок, ФБ)*: программная функциональная единица, которая является наименьшим элементом в распределенной системе управления. Функциональный блок использует машину состояний (state machine) с диаграммой управления выполнением (execution control chart – ECC) для задания алгоритма работы ФБ.

На рис. 3 показана распределенная модель системы в соответствии со стандартом IEC61499.

В ISaGRAF каждая система может быть распределенной, и это может быть показано средствами ISaGRAF с различных точек зрения. Например, может быть показана Модель Системы, как на рис. 4.

Все пиктограммы функциональных блоков (желтые символы) справа от имени приложения указывают на распределение по устройствам. Пиктограмма, показанная ниже устройства, означает, что программа имеет часть, выполняющуюся в этом устройстве. Отсутствие пиктограммы ниже устройства означает, что программа не имеет части, выполняющейся на этом устройстве. Коммуникационная сеть соединяет вместе устройства, которые являются частью распределенной системы. Коммуникационная сеть отображается в ISaGRAF, если она сконфигурирована в системе. Причем часть устройств могут использовать одну коммуникационную сеть, в то время как другие устройства – другую сеть. На рис. 4 в качестве коммуникационной сети выступает Ethernet. Элементы ISaGRAF используют коммуникационную сеть в прозрачном режиме. При построении и компиляции приложения генерируются все требуемые для связи параметры. Рис. 4 показывает систему, состоящую из устройств, коммуникационной сети и приложений в виде Модели Системы в ISaGRAF. Приложение Application_A имеет части, работающие на первом, втором и третьем устройствах. Приложение Application_B состоит из частей, выполняемых на двух последних устройствах системы. Приложение Application_C работает только на первом устройстве. Каждая часть Application_A обменивается соответствующей информацией через коммуникационную сеть. Аналогично и для Application_B.

В представлении в виде Модели Системы двойной клик на приложении отображает его схематический вид. Схематический вид – это Модель Приложения (рис. 5). В этом виде нет границ устройств. Это одна общая схема для распределенного приложения.

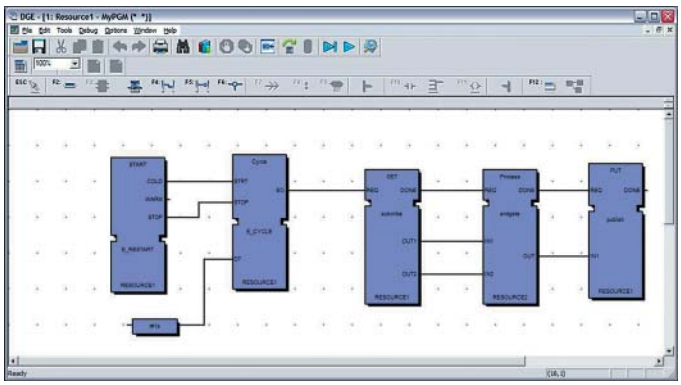


*Рис. 5. Представление Модели Приложения в ISaGRAF в соответствии с IEC61499*

Каждому функциональному блоку в приложении может присваиваться ресурс, который одновременно присваивается и устройству.

Событие и сигналы данных между функциональными блоками очень просто рисовать. Генератор распределения ISaGRAF создает все требуемые связи между этими сигналами. Эти связи обмениваются информацией прозрачно по коммуникационному интерфейсу. Средства ISaGRAF заботятся обо всех аспектах распределения приложения. В частности, в коммуникационный интерфейс и в алгоритм выполнения добавляются задержки, которые должны браться в расчет во время проектирования распределенного приложения.

## НОВЫЙ ТИП ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ БЛОКОВ В СТАНДАРТЕ IEC61499

Прежде всего вспомним, как определяются функциональные блоки в стандарте IEC61131-3 (рис. 6). В IEC61131-3 функциональный блок имеет входные и выходные переменные. Входные переменные отображаются слева от ФБ, выходные – справа. Определен целый ряд стан-

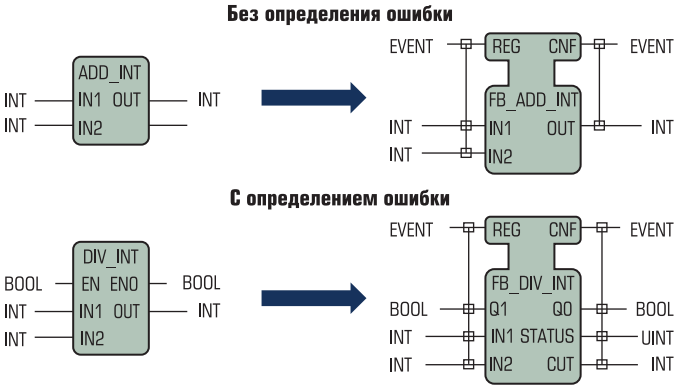



*Рис. 6. Пример функционального блока в IEC61131-3 (слева) и его преобразования в ФБ IEC61499 (справа)*

дартных (элементарных) функциональных блоков для различных типов данных. Алгоритм для стандартных функциональных блоков жестко фиксирован, и сами стандартные ФБ составляют библиотеку стандартных функциональных блоков ISaGRAF. Пользователь может создать свой собственный функциональный блок, определив его входные и выходные переменные, а также написав алгоритм преобразования входных переменных в выходные на определенном языке IEC61131-3 (например, языке структурного текста ST). В Приложении D стандарта IEC61499 описано преобразование функциональных блоков IEC61131-3 в IEC61499. Такой пример преобразования приведен на рис. 6.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ IEC61499

Различают базовые и композиционные функциональные блоки IEC61499. Композиционные функциональные блоки – это набор базовых функциональных блоков IEC61499. Для определения базового функционального блока IEC61499 надо задать следующие элементы: входные и выходные переменные, входные и выходные события, диаграмму управления выполнением (ECC – Execution Control Chart) и собственно алгоритм блока. Диаграмма управления выполнением – это описание реакций на внешние воздействия, в котором задается, что именно нужно сделать, если произошло конкретное событие. Входные события инициируют и управляют выполнением функционального блока IEC61499. Помимо внешних (входных) событий указывается (при необходимости), какие события будут генерироваться при окончании выполнения функций-обработчиков. Наиболее удобным языком для создания диаграмм управления выполнением является SFC (язык последовательных функциональных схем). Для описания алгоритма преобразования входных данных в выходные (алгоритма блока) используются языки стандарта IEC61131-3 (FBD, SFC, LD, ST, IL) и те же типы данных, что в IEC61131-3.

Процесс выполнения функционального блока IEC61499 описывается следующим образом на основе анализа диаграммы управления выполнением:

- Инициализация и вызов экземпляра для проверки входного события.
- Проверка на появление События.
- Выполнение алгоритма функционального блока.
- Генерация выходного события.

В стандарте IEC61499 определены 18 типов функциональных блоков: расщепление события, слияние, рандеву двух событий, разрешающее распространение события, выбор между двумя событиями, переключение событий, задержка событий и другие. ISaGRAF 5 поддерживает все типы функциональных блоков IEC61499.

## РЕАЛИЗАЦИЯ КОНТРОЛЛЕРОВ НА БАЗЕ ISAGRAF 5 С ПОДДЕРЖКОЙ СТАНДАРТА IEC61499

Компания ICS Triplex провела экспериментальную проверку реализации стандарта IEC61499 в ISaGRAF. Для этого использовались 72 низко стоимостных контроллера NetBurner MOD5272-100CR (с микропроцессором Motorola ColdFire 5272), смонтированных в три группы. Каждый микроконтроллер оборудовался двумя кнопками и двумя переключателями в качестве входных сигналов, а также двумя зелеными и желтыми лампочками в качестве выходных сигналов. Эти контроллеры имеют Ethernet вход и выполняются под управлением операционной системы µC/OS. ISaGRAF был портирован на эти контроллеры, и все коммуникации осуществлялись через TCP/IP. Для убедительной демонстрации было разработано три приложения [6]. Все приложения использовали одни и те же аппаратные средства, описанные выше. Это были следующие приложения:

- приложение по распространению сигнала – оно использовалось для измерения распространения сигнала и данных в приложении;
- приложение симуляции поезда – это приложение использовалось для демонстрации использования базовых и композиционных функциональных блоков IEC61499 в симуляторе реальной системы;
- приложение “оркестр” – оно демонстрировало мощь и гибкость IEC61499 в условиях реального мира.

Подробные результаты эксперимента изложены в [7]. Общий вывод по результатам тестирования показал следующее: реализация в ISaGRAF 5 стандарта IEC61499 позволяет использовать его для построения распределенных приложений в системах с большим числом контроллеров, давая в руки разработчиков очень мощное и гибкое программное средство, каким является ISaGRAF. На сегодняшний день в мире не существует другого аналогичного по своей функциональности программного средства программирования распределенных приложений в среде контроллеров.

Стандарт IEC61499 стал долгожданным решением при создании распределенных систем управления и как результат быстро набирает популярность среди производителей контроллеров и в первую очередь – на базе ISaGRAF 5. Первым в мире контроллером на основе ISaGRAF 5, в котором поддерживаются одновременно IEC61131и IEC61499, стал контроллер Kingfisher PLUS+RTU компании RTUnet (Австралия, http://www.rtunet.com/products/kingfisher-plus) (рис. 7).

Другим примером реализации контроллера с поддержкой ISaGRAF 5 и стандарта IEC61499 (http://www.isagraf.com/pages/newsletter/july2007.htm) являются встраиваемые web-контроллеры серии BECK IPC@CHIP SC123/SC143 компании Beck IPC GmbH (http://www.beck-ipc.com ) (рис. 8).

Недавно компания SIXNET (США, http://www.sixnetio.com) объявила о реализации в своих новых контроллерах SixTRAK IPm целевой задачи ISaGRAF 5 SCS (Scalable Control Systems) с поддержкой IEC61499 в среде операционной системы Linux. SixTRAK IPm (рис. 9) построен на базе процессора PowerPC, имеет 64 Мбайт ОЗУ, 128 Мбайт флэш-диск, до 5 портов Ethernet, до 640 локальных каналов ввода/вывода и до 50,000 каналов для распределенного ввода/вывода.

И, наконец, следует более подробно остановиться на Linux-контроллерах нового поколения LinPAC-8000 (рис. 10) тайваньской компании ICP-DAS (выпущенных в третьем квартале 2008 года). Благодаря усилиям специалистов компаний из Санкт-Петербурга “ФИОРД” и “Ниеншанц-Автоматика” для LinPAC-8000 реализована поддержка ISaGRAF

Исполнительная система контроллеров LinPAC, содержащих лицензионное исполнительное ядро ISaGRAF5++ ACE Target (разработка компании “ФИОРД”), поддерживает драйверы для встраиваемых модулей ввода/вывода серий I-8000 и I-87000, драйверы DCON-протокола (для обмена с внешними модулями серии I-7000), драйверы протоколов ModBus RTU\TCP Master\Slave, систему ведения локальных архивов. Одной из самых интересных новинок контроллеров LinPAC-8000 с установленной исполнительной системой ISaGRAF5++ ACE Target является возможность создавать локальные графические приложения. Система ISaGUI предназначена для обеспечения интерактивного графического отображения данных реального времени непосредственно в исполнительной

*Рис. 7. Первый в мире контроллер Kingfisher PLUS+RTU, поддерживающий одновременно IEC61131 и IEC61499 и использующий ISaGRAF 5*

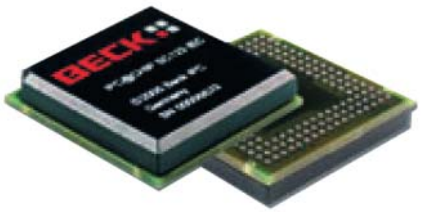



*Рис. 8. Встраиваемый web-контроллер BECK IPC@CHIP SC123 с поддержкой ISaGRAF 5 и IEC61499*

*Рис. 9. Контроллер SixTRAK IPm компании SIXNET с поддержкой ISaGRAF 5 и IEC61499*

*Рис. 10. Контроллер LinPAC-8000 со встроенной целевой системой ISaGRAF 5++ ACE Target*

Рис. 11. ISaGRAF-контроллеры серии UC-7400

системе ISaGRAF 5++ ACE Target. Система реализована в виде виртуального устройства ISaGRAF и пакета специальных функций, встроенных в ISaGRAF 5 Workbench. Для проектирования графического интерфейса используется редактор графического интерфейса GLADE, который может работать как в Linux, так и в Windows.

Еще одним примером контроллера с ISaGRAF 5++ ACE Target является "умный" многофункциональный коммуникационный контроллер серии UC-7400 (рис. 11) компании MOXA, предназначенный для организации взаимодействия оборудования, имеющего различные интерфейсы связи, сбора данных и управления удаленными модулями ввода/вывода, ведения локальных архивов, высокоскоростной обработки информации. Контроллеры серии UC-7400 построены на RISC-процессоре Intel XScale IXP-422 с частотой 266 МГц, имеют 128 Мб RAM и оснащены широким набором интерфейсов: 8xRS-232/422/485, USB 2.0 и USB 1.1, 2xEthernet 10/100 Мбит/с, PCMCIA для подключения карт беспроводного Ethernet (опционально), CompactFlash. В качестве HMI-устройств, предусмотрены ЖКИ дисплей 160x64 точек и 5 клавиш клавиатуры. Контроллеры серии UC-7400 включают в себя предустановленную операционную систему MontaVista Linux, лицензионное исполнительное ядро ISaGRAF5++ ACE Target с драйверами протоколов ModBus RTU\TCP Master\Slave, систему ведения локальных архивов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ: ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА СТАНДАРТА IEC61499

В заключение еще раз хотелось бы в сжатой форме сформулировать основные особенности и преимущества стандарта IEC61499 и ISaGRAF-контроллеров на его основе.

- Контролирует поток решений при управлении распределенной системой.
- Гарантирует целостность распределенного приложения.
- Обеспечивает целостность и непротиворечивость данных.
- Предоставляет средства, гарантирующие надежную синхронную работу устройств.
- Устраняет потребность в отдельных схемах синхронизации алгоритмов.
- Значительно облегчает разработку надежных систем управления.
- Существенно облегчает обслуживание распределенных систем управления.
- Предоставляет механизм для распределения приложения и контроля за его выполнением в системах со многими устройствами.

Без сомнения, использование ISaGRAF-контроллеров дает разработчикам инструмент мирового уровня, методологию нового поколения для создания крупномасштабных распределенных систем управления. Это особенно важно, если учитывать тот факт, что ISaGRAF реально претендует на то, чтобы стать основой для реализации и практического внедрения нового стандарта в энергетике IEC61850.

## Список литературы

1. *Drew Baigent, Mark Adamiak, Ralph Mackiewicz*, IEC 61850 Communication Networ ks and Systems in Substations: An Overview for Users.
2. *J. Curk* "Standard IEC 61850 opens possibility to develop new more efficient architectures of substation automation and protection systems" (Cigre 2006, Paris, August 2006).
3. *Rogerio Dias Paulo* (EFACEC Engenharia, S.A., Portugal), Functional Integration in Substation Automation Systems: System Tools and Interoperability.
4. *Karlheinz Schwarz* , IEC 61850 beyond Substations – The Standard for the whole Energy Supply System.
5. *Neil Higgins, Valeriy Vyatkin, Nirmal-Kumar C Nair and Karlheinz Schwarz*, Distributed Power System Automation with IEC 61850, IEC 61499 and Intelligent Control.
6. *IEC 61499* Frequently Asked Questions. www.isagraf.com/pages/documentation/IEC%20 61499%20FAQs.pdf
7. *Julien Chouinard*, An IEC 61499 configuration with 70 controllers; challenges, benefits and a discussion on technical decisions, http://www.icstriplex.ca/pages/documentation/ETFA07_SS1_Final17Oct2007.pdf

***Алексей Колтунцев** – коммерческий директор,*
***Сергей Золотарев** – канд. техн. наук,*
*ведущий эксперт, компании "ФИОРД".*
*Телефон: (812) 323-62-12.*
*E-mail: alex@fiord.com, zolotarev@fiord.com*

5-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА И КОНФЕРЕНЦИЯ

# АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

5th INTERNATIONAL CONFERENCE & EXHIBITION

# ATOMIC ENERGY & ELECTRICAL ENGINEERING. POWER MACHINERY CONSTRUCTION

3-я СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

## ЭНЕРГЕТИКА. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

3rd SPECIALISED EXHIBITION

## ENERGY. INDUSTRIAL ELECTRONICS & ELECTRICAL ENGINEERING

**11 - 13 ноября/November**

РОССИЯ, МОСКВА, ЭКСПОЦЕНТР

EXPOCENTRE, MOSCOW, RUSSIA

**2009**

www.inconex.ru

ОРГАНИЗАТОР:

INCONEX
International Conferences & Exhibitions

ООО ИНКОНЭКС

Тел.: (495) 739 55 09
Факс: (495) 641 22 38
E-mail: electronica@inconex.ru

# ПОЯВЛЕНИЕ СТАНДАРТОВ НА БЕСПРОВОДНУЮ СВЯЗЬ ТОРМОЗЯТСЯ

**УОЛТ БОЙС**
**(CONTROL magazine)**

Обсуждается ситуация, сложившаяся с выпуском столь ожидаемых стандартов на использование беспроводной связи в системах управления технологическими процессами.

В какой-то момент, ситуация с SP100 была близка к отказу от его издания в качестве истинного стандарта. В настоящее время неприятности происходят также с HART Wireless. Как следует поступить, чтобы не повторить неудачи с SP50?

*Производители средств промышленной автоматики!* От вас ждут успешного решения по принятию стандарта на средства беспроводной связи для промышленной автоматики. Единственный самый важный вопрос технического развития, стоящий перед автоматизацией процессов непосредственно теперь, заключается в том, как будет осуществляться беспроводная связь в условиях промышленного производства. И мы находимся в серьезной опасности провалить это дело.

Все знают, какие неприятности были вызваны войной из-за стандартов на периферийные шины, и она все еще продолжается. После 15 лет мы еще спорим о FDT[1] и EDDL[2], вместо того, чтобы, объединившись, донести преимущества технологии периферийных шин до конечных пользователей, о которых, как вы все говорите, заботитесь. Конечные пользователи отвечают с помощью голосования своими долларами. В мире существует разрешенных устройств Foundation Fieldbus меньше, чем сильно преувеличенное число 500 000, а разрешенных устройств HART – около 21 миллиона. Почему? Потому что было очень просто покупать преобразователи HART, которые работали совершенно таким же способом все годы до того, как комитет SP50 получил совместно приемлемый акт разработчиков и потребителей.

Вникните в современную дискуссию по поводу стандартов на беспроволочную связь на рынке промышленных технологий. Каждый указывает пальцем на другого. Конечных пользователей в действительности не заботит, что говорится в стандарте (за исключением некоторых, которые входят в комитеты по стандартам и представляют на кривой нормального распределения сильно удаленную вправо позицию), им важно, чтобы стандарт был. Любой выполнимый стандарт будет ими принят.

Сопоставьте эту ситуацию с положением на рынке для аппаратов факсимильной связи (факсов). В 1980 г. у меня было факсимильное устройство, передающее бильдтелеграммы. Факс первого поколения. Он использовал разрядник (искровой промежуток), вращающийся барабан и каждые 30 мин посылал одну страницу. К 1985 г. у меня был оптический аппарат факсимильной связи на 300 бод, а к 1990 появился струйный.

В течение 20 лет (с 1985 по 2005 гг.) миллионы и миллионы факсов продавали, продавали, продавали. Почему? Потому что стандарт на них CCITT Fax (ныне ITU, *Международный союз телекоммуникаций*) был согласован заблаговременно и быстро освоен каждым производителем.

Вы понимаете, производители видели в руках конечных пользователей большую сумму денег за эти изделия, и они знали, что единственный способ, которым они смогут когда-

[1] Технология стандартизации интерфейсных коммуникаций между полевым оборудованием и контроллером.

[2] Электронный язык описания приборов.

либо получить их в свои руки, состоит в том, чтобы скооперироваться и стать конкурентоспособными. Другие электронные и телекоммуникационные отрасли разрабатывали стандарты тоже таким способом. Это время, когда все сильно продвигается.

К сожалению, для конечных пользователей автоматизации технологического производства все производители обладают длинной историей конкуренции, существовавшей прежде, чем вы объединяетесь в процессе создания стандартов. Как говорится, никогда не надо слишком внимательно смотреть на то, как производится колбаса или стандарты. Есть обстоятельство, которое объяснил мне недавно один производитель автоматики высокого ранга: “Это сбалансированный акт между тем, кто желает действовать в лучших интересах конечных пользователей, и тем, кто пытается так или иначе выжимать некие маленькие конкурентные преимущества сверх формулировок стандарта”.

Члены ITU имели те же проблемы с развивающейся технологией, что и мы, и они написали стандарт, который мог быть совместим как с передовой, так и с отсталой технологией; они не должны были ждать, пока придет абсолютно лучшая технология, и могли усваивать наилучшую доступную технологию и улучшать стандарт, когда улучшалась технология. Мы не обладаем роскошью ожидания, подобно тому, как не обладал этой роскошью ITU.

Большой игрок в этой азартной игре объяснил, что, по его мнению, еще не существует рынка беспроводной связи. Он, как и я, полагает, что рынок появится после того, как родится стандарт, и размер рынка будет определяться скоростью, с которой усваивается стандарт, и с которой реальное рабочее оборудование поступает на место.

Никто не имеет всех ответов на вопросы, возникающие при использовании беспроводной связи в условиях промышленной автоматизации, и все же мы, скорее всего, принимаем ее, как нечто лучшее. Но, собравшись вместе и обсудив все проблемы между собой, производители средств автоматизации обладают возможностью создать стандарт, который описывает наилучшую доступную технологию и, в то же время, сохраняет некоторое пространство для маневра при развитии будущих технологий.

Сообщество конечных пользователей не следит за господином плохим или за господином хорошим, из которых один – против, другой – за решение проблемы. Они хотят иметь заслуживающий доверия стандарт, который могут специфицировать для использования беспроводной техники на своих производствах. Разве это слишком большое требование?

***Уолт Бойс** – главный редактор журнала “CONTROL magazine”.*
*http://www.controlglobal.com*

*Статья была опубликована в Control magazine и подготовлена к печати В.С. Шерманом по разрешению автора.*

НОВОСТИ

# НОВОСТИ КОМПАНИИ “КРУГ” – ЭНЕРГЕТИКАМ

Готовится к выпуску OPC-сервер теплосчетчиков ТЭМ-104 и ТЭМ-106.

OPC-сервер предназначен для организации информационного обмена с теплосчетчиками “ТЭМ-104” и “ТЭМ-106”. Фирма-производитель теплосчетчиков – НПФ “ТЭМ-прибор”.

OPC-сервер способен получать как текущие, так и архивные данные, что позволяет решать широкий спектр задач по созданию коммерческих или технологических систем учета тепловой энергии. Дальнейшая визуализация поступающей через OPC-сервер информации возможна в любом приложении, поддерживающем спецификацию OPC, например, SCADA КРУГ-2000® или SCADA/HMI DataRate™. Таким образом, пользователь может не только экономить время, требуемое на создание системы учета тепловой энергии, но и выбирать произвольный набор компонентов, оптимальным образом соответствующий именно его потребностям.

OPC-сервер поддерживает возможность дополнительного подключения модуля модемных каналов связи для организации связи через GSM/GPRS-модемы. Модуль модемных каналов связи позволяет организовать информационный обмен с теплосчетчиками через любой модем, имеющий драйвер для ОС Windows.

Сейчас OPC-сервер находится в состоянии тестирования и в ближайшее время станет доступен для заказа.

С полным списком OPC-серверов можно ознакомиться в разделе “Продукты” сайта www.opcserver.ru.

*Телефон: (8412) 49-97-75*
*Факс: (8412) 55-64-96*
*E-mail: krug@krug2000.ru*

# ПУТЬ УЧЕНОГО И ОРГАНИЗАТОРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ НАУКИ

(ОКОНЧАНИЕ*)

**Юрий Николаевич Руденко** – академик Российской академии наук, с 1988 по 1994 гг. академик-секретарь Отделения физико-технических проблем энергетики РАН, до этого 25 лет проработал в Иркутске в Сибирском энергетическом институте (СЭИ) СО АН СССР (сейчас Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН), из них более 15 лет – директором института, выдающийся ученый-энергетик и организатор энергетической науки, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники и премии РАН им. Г.М. Кржижановского, кавалер многих орденов и медалей.

## ПЕРИОД РАБОТЫ Ю.Н. РУДЕНКО В СИБИРСКОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Придя на работу в Сибирский энергетический институт, Ю.Н. Руденко последовательно прошел путь от заведующего лабораторией до директора института и от старшего научного сотрудника до профессора и члена-корреспондента АН СССР.

Под его руководством и при непосредственном участии выполнены разносторонние системные энергетические исследования в области применения математических методов и средств кибернетики для изучения переходных процессов, устойчивости, надежности и управления динамическими системами.

Среди них наибольшее значение имеют: разработка концепций, методических принципов, алгоритмов анализа и синтеза надежности систем энергетики на различных уровнях управления, создание принципов построения и алгоритмического обеспечения автоматизированной системы диспетчерского управления электроэнергетическими системами, разносторонние исследования по созданию научной концепции формирования электроэнергетических систем на перспективу. В этой области опубликовано около 120 научных трудов.

С декабря 1963 года начался почти 25-летний период работы Юрия Николаевича в Сибирском энергетическом институте СО АН СССР в Иркутске, куда он приехал по приглашению Льва Александровича Мелентьева, тогда директора СЭИ и члена-корреспондента АН СССР. Сначала Юрий Николаевич заведовал лабораторией электроэнергетики и электроэнергетических систем, с мая 1965 года был заместителем директора института, а с апреля 1973 года и по август 1988 года (т.е. более 15 лет) – директором института. Именно в СЭИ произошло становление его как выдающегося ученого-энергетика с мировым именем, крупного организатора науки и общественного деятеля.

* *Начало было напечатано в журнале № 1, 2009 г.*

Опыт эксплуатации энергообъединений того времени и специальные исследования, которые проводили диспетчерские управления и институты, позволили в 1964 году подготовить и опубликовать нормативный документ – Временные руководящие указания по устойчивости энергосистем. Несмотря на определение «временные», эти руководящие указания просуществовали почти двадцать лет. Можно вспомнить известную поговорку: «Ничто так не постоянно, как временное», – но если серьезно, то этот факт говорит о глубокой и всесторонней проработке уникального документа, одним из авторов которого был Ю.Н. Руденко.

## Развитие работ по проблемам устойчивости электроэнергетических систем

Как ученый, Юрий Николаевич очень остро чувствовал актуальные проблемы, по его инициативе организовывались «мозговые штурмы» с целью формирования задела, «прорыва» по той или иной проблеме. В конце 1960-х – начале 1970-х одной из таких проблем была концепция создания Автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) Единой электроэнергетической системы (ЕЭЭС) СССР. Это было на самом деле очень актуально в то время: только что (в середине 1960-х) завершилось формирование ЕЭЭС подключением Объединенной ЭЭС Сибири к остальной части ЕЭЭС, активно начало функционировать Центральное диспетчерское управление ЕЭЭС СССР, начали внедряться ЭВМ для решения задач диспетчерского управления. Была организована инициативная бригада из ведущих электроэнергетиков института, работой которой руководил Ю.Н. Руденко. Результатом была логично изложенная концепция иерархической АСДУ ЕЭЭС СССР, опубликованная в серии статей в журнале «Известия АН СССР. Энергетика и транспорт» в 1969 г.

Концепция АСДУ была комплексным трудом, ярким примером системного подхода, в котором СЭИ был уже признанным лидером. Она рассматривала все уровни иерархии диспетчерского управления в территориальном, временном и ситуативном аспектах. Конечно, многие тогдашние представления потом пересматривались – жизнь вносила свои коррективы, но дело было начато. Логический итог – присуждение в 1986 году коллективу под руководством Юрия Николаевича Государственной премии СССР в области науки и техники – за комплекс работ по теоретическим основам и реализации АСДУ ЕЭС.

В 1960-е годы и первой половине 1970-х годов во многом благодаря работам Ю.Н. Руденко произошло существенное развитие и расширение области исследований по проблемам устойчивости и надежности электроэнергетических систем и крупных энергообъединений. В это время Юрий Николаевич (совместно с А.С. Зеккелем и В.П. Кычаковым) вел активные исследования средств: противоаварийного управления, электрического торможения для гашения ускорения роторов генераторов крупных электростанций (главным образом ГЭС) при коротких замыканиях. Развивал новые эффективные методы численного интегрирования систем дифференциальных уравнений, моделирующих поведение электроэнергетических систем в аварийных ситуациях. Юрий Николаевич инициировал исследования в СЭИ по статической устойчивости электроэнергетических систем (Е.И. Ушаков), по эквивалентированию (В.К. Безруков), в том числе для математических моделей динамики электроэнергетических систем (Н.И. Воропай).

В конце 1960-х – начале 1970-х годов в лаборатории управления динамическими процессами в системах, которой руководил Юрий Николаевич, были разработаны первые программные комплексы для исследований электромеханических переходных процессов и устойчивости сложных многомашинных электроэнергетических систем (Н.И. Воропай, С.С. Топорков, Г.И. Рудых, В.Ф. Скрипник, а затем Г.В. Колосок). С помощью этих программных комплексов выполнялись прикладные исследования, для перспективных схем развития Единой электроэнергетической системы СССР, в частности, совместно с институтом «Энергосетьпроект». На основе этих программных комплексов был выявлен ряд новых, интересных свойств крупных протяженных энергообъединений, велись исследования влияния характеристик структуры системы на ее поведение, зоны влияния возмущений и устройств управления в протяженном энергообъединении и ряд других.

Интересным и неожиданным было развитие и применение метода функций Ляпунова

для оценки устойчивости электроэнергетических систем [17]. Метод функций Ляпунова к этому времени уже был известен в электроэнергетике, появились многие публикации, связанные с его использованием для оценки области устойчивости электроэнергетических систем (ЭЭС), был предложен ряд аналогов этого метода, один из них – еще в 1930-е годы А.А. Горевым, так называемый энергетический метод. Область устойчивости с помощью функции Ляпунова определяется в пространстве переменных состояния системы, которыми для ЭЭС являются, прежде всего, положения роторов синхронных генераторов в пространстве и скорости их вращения.

Необходимо заметить, что в классическом математическом методе функций Ляпунова предполагается, что система уже получила некоторое возмущение, а далее происходит так называемое свободное движение системы, переходный процесс при неизменных ее параметрах. Функция Ляпунова как раз и оценивает область, внутри которой возмущения переменных состояний не приводят к нарушению устойчивости, а если возмущения выходят за пределы этой области, то устойчивость системы нарушается.

Эти подробности приводятся здесь для того, чтобы подчеркнуть оригинальность решения, предложенного Ю.Н. Руденко. Дело в том, что специфика процессов в ЭЭС такова, что до момента, когда движение системы можно считать свободным, обычно происходит целый ряд событий, в результате которых изменяются параметры элементов системы. Сначала, например, это короткое замыкание на ЛЭП, затем отключение поврежденной цепи ЛЭП, потом могут быть многократные действия автоматики для обеспечения устойчивости системы, в результате которых происходят отключения генераторов, нагрузок, линий. А с помощью классического метода функций Ляпунова эти многократные изменения параметров системы учесть не удается.

Ю.Н. Руденко строго математически обосновал новый подход, позволяющий решить задачу с помощью серии состыкованных друг с другом функций Ляпунова, где каждая строится для своего конечного интервала времени, в течение которого параметры системы не меняются. Этот подход был новым и оригинальным не только в электроэнергетике, но и в математическом плане.

## Надежность электроэнергетических систем

Проблема надежности электроэнергетических систем (ЭЭС) интересовала Юрия Николаевича еще во время его работы в ОДУ Западной Сибири, она инициировалась реальными, весьма непростыми условиями работы формирующегося энергообъединения. Фактически на основе этого опыта Юрий Николаевич сформулировал первую постановку задачи распределения резервов мощности в электроэнергетических системах со слабыми связями. Эта новая для того времени постановка была проиллюстрирована реальным примером на основе информации по электрообъединению Западной Сибири, в результате чего в 1964 году в журнале «Электрические станции» вышла статья Юрия Николаевича с изложением упомянутой задачи, метода ее решения и иллюстрацией его работы.

Работая над докторской диссертацией по проблемам надежности электроэнергетических систем, Юрий Николаевич уловил те главные свойства, по которым близки системы энергетики различной природы – электроэнергетические, газо- и нефтеснабжающие, тепло- и водоснабжающие. Эта общность, похожесть свойств систем энергетики в рамках топливно-энергетического комплекса (ТЭК) привела Ю.Н. Руденко к выводу о необходимости постановки комплексной проблемы надежности систем энергетики (СЭ).

Во второй половине 1960-х – начале 1970-х годов Ю.Н. Руденко развертывает в СЭИ широкий комплекс исследований по проблемам надежности ЭЭС. Это задачи сбора и обработки статистической информации о показателях надежности оборудования ЭЭС (Г.Р. Кудряшов, Г.А. Федотова). Статистика является основой для решения системных задач: планирования ремонтов оборудования ЭЭС и распределения резервов мощности (М.Б. Чельцов, Г.А. Федотова, Л.М. Лебедева), расчета надежности слож-

**1973 год**

В январе 1973 г. состоялось совещание группы специалистов ВНИИЭ по уточнению программы разработки нормативов надежности электроснабжения.
Председатель – бывший начальник службы режимов ОДУ и будущий академик РАН Руденко Ю.Н.
Введены в промышленную эксплуатацию вычислительная машина М-222 и М-18М, АПД.
ОДУ Сибири переехало в новое здание по адресу улица Кузбасская, 29.

В течение 1973 года события развивались активно и стремительно:

- комплексный постановочный доклад Юрия Николаевича на Научном совете АН СССР по комплексным проблемам энергетики, руководимом тогда Л.А. Мелентьевым;
- рекомендация Научного совета о создании на базе СЭИ под председательством Ю.Н. Руденко Всесоюзного научного семинара «Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики»;
- проведение в Иркутске первых пяти заседаний созданного научного семинара;
- публикация в журнале «Известия АН СССР. Энергетика и транспорт» серии основополагающих постановочных статей по методическим проблемам надежности СЭ.

ных ЭЭС на основе аналитических методов (И.А. Александров, Г.Ф. Ковалев) и статистического моделирования (В.В. Могирев, а затем Г.В. Колосок).

Признанием безусловных заслуг Юрия Николаевича в области надежности ЭЭС была блестящая защита им в 1971 году докторской диссертации в совете Ленинградского политехнического института. Защита была достаточно быстро утверждена ВАК в начале 1972 года. Фактически это была первая докторская диссертация по проблеме надежности в электроэнергетике, она открывала период новых, современных подходов к комплексному решению разнообразных задач исследования и обеспечения надежности ЭЭС.

Важным, рубежным событием в этом направлении была публикация в 1974 году в Сибирском отделении издательства «Наука» книги Ю.Н. Руденко и М.Б. Чельцова «Надежность и резервирование в электроэнергетических системах”.

В книге не только отражены результаты исследований, полученные Юрием Николаевичем и его учениками, но обобщены и структурированы фактически все известные к тому времени подходы и методы исследования надежности ЭЭС, выбора и распределения резервов мощности в сложных электрообъединениях. Эта книга до настоящего времени не утратила своего энциклопедического значения для специалистов, работающих по этой проблеме.

### Автоматизированная система диспетчерского управления единой электроэнергетической системой (ЕЭЭС) СССР

В 1950-1960-е годы в СССР происходило интенсивное развитие электроэнергетики: строились мощные электростанции уже не только в европейской части страны, но и в Сибири, были введены в работу первые ЛЭП напряжением 400 кВ, которые затем были переведены на 500 кВ, развивалась основная электрическая сеть на этом напряжении. Созданные к концу 1950-х годов объединенные ЭЭС европейской части СССР были переведены на параллельную работу, и сформировалась Единая электроэнергетическая система европейской части страны. Последнее вызвало необходимость создания в 1957 году объединенного диспетчерского управления (ОДУ) ЕЭЭС европейской части СССР.

В первой половине 1960-х годов, после присоединения к ЕЭЭС европейской части СССР энергообъединений Урала, Северного Казахстана и Сибири, Северного Кавказа и Закавказья, фактически была сформирована ЕЭЭС СССР (энергообъединения Средней Азии и Востока так и остались работающими изолированно), что послужило основанием для создания в 1969 году Центрального диспетчерского управления (ЦДУ) ЕЭЭС СССР. Тем самым окончательно сложилась иерархическая трехуровневая система диспетчерского управления электроэнергетическими системами страны: ЦДУ ЕЭЭС СССР – ОДУ энергообъединений – районные диспетчерские центры (РДЦ) районных электроэнергетических систем.

Диспетчерское управление таким сложным энергообъединением, как ЕЭЭС СССР, было немыслимо без применения передовых по тому времени алгоритмических разработок на основе ЭВМ, по которым СЭИ был уже признанным лидером. Поэтому в 1967 году в СЭИ начинается активная проработка принципов построения структуры и алгоритмов автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭЭС СССР. Была организована инициативная бригада, работой которой руководил Ю.Н. Руденко, состоявшая из ведущих электроэнергетиков института и работавшая по принципам мозгового штурма. Результатом этой активной деятельности была логично изложенная концепция иерархической АСДУ ЕЭЭС СССР, которая обсуждалась в Москве и обнародована в серии статей в журнале «Известия АН СССР. Энергетика и транспорт» в 1969 году.

Ю.Н. Руденко проявил себя в этой непростой работе как идеолог и блестящий организатор. Конечно, некоторые положения концепции, как видится с позиций сегодняшнего опыта, были немного наивными, но не нужно забывать, что такая концепция создавалась практически впервые в мире (зарубежные, менее масштабные, аналоги АСДУ начали появляться чуть позже), и кроме того, тогда еще бытовало общее представление о безграничных возможностях ЭВМ. Тем не менее, концепция АСДУ ЕЭЭС СССР опиралась на вполне реалистичную методическую и техническую базу, поэтому приказом министра энергетики был назначен главный конструктор АСДУ ЕЭЭС СССР (начальник ЦДУ ЕЭЭС СССР) и началась активная реализация АСДУ, к которой были привлечены лучшие научные силы страны.

По мере развития методических разработок и совершенствования технической базы (средств сбора и обработки информации, ЭВМ) концепция АСДУ корректировалась, но основные ее идеи сохранялись.

Значимым государственным и общественным признанием успехов в разработке АСДУ ЕЭЭС СССР была Государственная премия 1986 года в области науки и техники, присужденная авторскому коллективу из 12 человек, куда вошли пять сотрудников СЭИ: Ю.Н. Руденко (руководитель), Н.И. Воропай, А.З. Гамм, Л.А. Крумм, М.Н. Розанов. Это, без сомнения, подчеркивало ведущую роль института и самого Юрия Николаевича в разработке проблемы.

Под руководством Ю.Н. Руденко разработана (с участием ряда институтов АН СССР и министерств) долгосрочная целевая программа развития Единой электроэнергетической системы СССР. Программа обосновывала принципиальные направления формирования структуры ЕЭЭС, межсистемных электрических связей, направления технического прогресса. Были развернуты крупномасштабные работы по программе <Сибирь> в части определения основных направлений развития энергетического комплекса и объединенной электроэнергетической системы Сибири.

Руководимый Ю.Н. Руденко Всесоюзный семинар по вопросам надежности Научного совета АН СССР по комплексным проблемам энергетики, в котором принимали участие более 40 научно-исследовательских, проектных и учебных организаций, стал хорошей школой подготовки кадров в этой важной области энергетики.

Являясь членом Международного комитета СИГРЭ (г. Париж) и неоднократно выступая с докладами на международных конференциях и совещаниях, Ю.Н. Руденко вносит большой вклад в дело укрепления сотрудничества нашей страны с зарубежными странами.

## Проблемы формирования и развития ЕЭЭС СССР и ЕЭЭС России

Исследования в этом направлении занимали важное место в сфере научных интересов Ю.Н. Руденко. Сотрудничество с институтом «Энергосетьпроект» по рассматриваемым проблемам началось в 1968 году. Юрий Николаевич придавал очень большое значение необходимости глубокого понимания сотрудниками

*Работая вместе с Ю.Н. Руденко в течение многих лет, я могу с полным основанием говорить об его высоких качествах как научного работника и человека, научное творчество в нем сочетается с редкой обязательностью в любом деле, с большой принципиальностью и исключительной порядочностью.*

**Мелентьев Лев Александрович** (1908-1986), академик, основатель и первый директор СЭИ (1960-1973), затем директор Института энергетических исследований; заместитель академика-секретаря ОФТПЭ АН СССР

СЭИ, имеющими дело с данной проблемой, технологии проектирования единой электроэнергетической системы (ЕЭЭС) СССР, к тому времени уже достаточно полно сложившейся в стране. Именно поэтому он в свое время отправил на месячную стажировку в «Энергосетьпроект» Г.Ф. Ковалева и Г.В. Колоска. Первые серьезные публикации Ю. Н. Руденко по вопросам развития ЕЭЭС СССР, комплексно рассматривающие эту проблему, появились в 1974-1976 годах.

В 1978-1982 годах под руководством Л.А. Мелентьева был проведен комплекс работ по созданию концепции и программ развития ТЭК СССР и составляющих его систем энергетики, в том числе ЕЭЭС СССР. Работами по развитию электроэнергетики и ЕЭЭС СССР руководил Ю.Н. Руденко. Работа была организована исключительно “по-руденковски”: в институте «Энергосетьпроект» был выделен специальный кабинет, на двери которого появилась табличка «Чл.-корр. АН СССР Ю.Н. Руденко»; была организована «вахтовая» работа групп сотрудников СЭИ в Москве с обеспечением «рабочих мест» и жилья в четвертом корпусе гостиницы «Академическая» вблизи одноименной станции метро.

В 1980-е годы исследования по этому направлению не ослабевали, многие вопросы обсуждались на регулярных заседаниях секции электроэнергетики научного совета по комплексным проблемам энергетики АН СССР (РАН). Последней работой по этим проблемам была книга «Единая электроэнергетическая система. Концепция развития», изданная Международной топливно-энергетической ассоциацией в 1992 году под редакцией Ю.Н. Руденко.

Юрий Николаевич очень глубоко переживал развал ЕЭЭС СССР, последовавший после распада СССР. Он профессионально гордился действительно эффективной электроэнергетикой страны, которая создавалась десятилетиями. Реально оценивая достоинства и недостатки централизованного государственного управления электроэнергетикой, он осознавал важность внедрения рыночных механизмов управления при сохранении достаточно эффективного государственного регулирования. Юрий Николаевич понимал и правильно оценивал перспективы создания РАО «ЕЭС России» в процессе реструктуризации и разгосударствления электроэнергетического сектора России как возможность сохранения технологической целостности ЕЭЭС во время «парада суверенитетов» регионов России в 1992-1993 годах. Тем не менее, он не воспринимал преобразования, проведенные без серьезных обосновывающих исследований, хотя понимал, конечно, что в условиях дефицита времени такие исследования провести было нереально. Да и возможность этих обосновывающих исследований была в то время не востребована властными структурами.

Юрий Николаевич до последних своих дней сохранил тесные и активные контакты с электроэнергетическими организациями России и СНГ: с РАО «ЕЭС России», Исполнительным комитетом электроэнергетического совета СНГ. Он был инициатором ряда новых работ в области электроэнергетики, в частности, по проблемам живучести ЕЭЭС России и электроэнергетической безопасности страны (для РАО «ЕЭС России»), по восстановлению и модернизации технологии проектирования электроэнергетических систем, в том числе в СНГ.

## Организация работ по энергетике СССР, РОССИИ

Будучи директором СЭИ, а затем – академиком-секретарем Отделения физико-технических проблем энергетики (ОФТПЭ) АН СССР, Ю. Н. Руденко не мог не заниматься серьезно энергетикой в целом на разных уровнях. Еще в начале 1970-х годов он был инициатором создания при Иркутском обкоме КПСС научно-производственного объединения «Энергия», сплотившего энергетиков на решение актуальных практических энергетических задач области. В конце 1970-х – начале 1980-х годов он объективно осознал необходимость активных исследований проблем развития энергетики на уровне регионов. В результате в СЭИ был создан отдел региональной энергетики. Таким образом, окончательно оформилась иерархическая структура исследований института: верхний уровень – ТЭК страны, два нижних равноценных уровня – отраслевой (системы энергетики) и территориальный (региональные ТЭК). Такая структура соответствовала реальному разделению уровней принятия решений на практике и поэтому была жизненной.

Конечно, организация и координация работ по энергетике СССР, а затем России и СНГ стали одним из главных направлений деятельности Ю.Н. Руденко в его московский период жизни, после того как он был избран в 1988 году академиком-секретарем ОФТПЭ. Ю.Н. Руденко выполнял огромный объем работ по совершенствованию деятельности ОФТПЭ в новых условиях, по налаживанию конструктивных контактов с Минтопэнерго РФ, РАО «ЕЭС России», РАО «Газпром», Советом безопасности РФ, Международной топливно-энергетической ассоциацией, по расширению международных связей. Одновременно он продолжал и активную научную работу, а также руководил научными советами, семинарами и т. д.

Большой заслугой Ю.Н. Руденко в этот период его жизни является формирование новых направлений системных исследований в энергетике с учетом изменившихся условий и требований. Это относится, прежде всего к таким проблемам: создание межнациональных и глобальных энергетических систем; энергетическая безопасность России и ее регионов; научно-организационное обеспечение разработок и сопровождение энергетических стратегий и программ различного уровня.

Юрий Николаевич остро переживал потерю позиций российской энергетики в результате перестройки, а затем экономического кризиса после распада СССР. Он отчетливо понимал, что в рыночных условиях западные энергокомпании будут отводить нашей стране роль сырьевого придатка.

Начиная с программы перспективного развития энергетики Иркутской области – в начале 70-х, программы развития топливно-энергетического комплекса Сибири – в начале 80-х и заканчивая соруководством разработкой Энергетической стратегии России – в середине 90-х годов. И это были не «проходные» работы, а фундаментальные, формирующие энергетическое будущее страны и ее регионов, которые и сегодня являются примером комплексного системного (в стиле Ю.Н. Руденко) подхода к решению крупных научно-технических и организационно-политических проблем. Он одним из первых у нас в стране, да и в мире постоянно подчеркивал, что энергетическая система является системой не просто по названию: это действительно наиболее характерный пример большой организационно-технической системы, требующей не модного на словах, а нового по сути системного подхода к анализу и синтезу ее функционирования и развития.

Большой заслугой Ю. Руденко в этот период его жизни является формирование новых направлений системных исследований в энергетике с учетом изменившихся условий и требований. Это относится прежде всего к таким проблемам, как создание межнациональных и глобальных энергетических систем, энергетическая безопасность России и ее регионов, научно-организационное обеспечение разработок и сопровождения энергетических стратегий и программ различного уровня.

Его усилиями был осуществлен мировоззренческий переход от анализа надежности ЕЭЭС как технической системы к оценке общесистемной энергетической безопасности страны. Сегодня этот термин стал уже расхожим, общепринятым, хотя и используется политиками, учеными и практиками зачастую по-разному. Именно Ю.Н. Руденко в спорах и дискуссиях со своими коллегами в Иркутске и Москве трудно вырабатывал определение этого фундаментального для нашей действительности понятия. Надо признать, что спорить Юрий Николаевич не любил, а дискутировать – умел. Он умел слышать и слушать, пропуская все через себя, формировал собственную точку зрения и отстаивал ее непреклонно. Менять свои по-

зиции, если уж они были им обозначены, он не любил и не умел. Он их творчески развивал.

Юрия Николаевича как ученого очень высоко оценивали все зарубежные специалисты, кто с ним общался. Поражала широта и одновременно глубина его научных интересов, системность научного мышления, отсутствием которого страдают многие наши зарубежные и российские коллеги.

Юрию Николаевичу, человеку глубоко порядочному и честному, было невозможно принять те новые для нашего общества «ценности», которые начали развиваться в 90-е годы. Для него было непонятно, как человек может говорить одно, а делать – совершенно противоположное, публично объяснять свое поведение какими-то высокими идеями, в то время как подоплека его действий лежит на поверхности и она кардинально отличается от словесной трактовки, и эти действия явно непорядочны.

Драматизм ситуации для Юрия Николаевича в последние годы его жизни, как раз и заключался в том, что весь его жизненный опыт, сложившееся цельное мировоззрение в широком смысле, жизненная позиция, вошли в противоречие с реальной действительностью начала 90-х годов.

Как специалист-энергетик, он глубоко понимал, что процессы 90-х годов ведут к раздроблению цельно организованной энергетики, к потере ею системных свойств и, в конечном счете – к существенному снижению эффективности и надежности энергоснабжения потребителей. Особенно раздражало и выводило его из себя то, что все эти преобразования делались наскоком, без серьезных и глубоких исследований тех последствий, к которым они могут привести. С этой точки зрения Юрий Николаевич положительно оценивал создание РАО «ЕЭС России» как попытку сохранить в каком-то виде технологически и технически единую энергосистему страны, но в то же время критиковал поспешность и недостаточную продуманность тех шагов хотя, конечно, отчетливо понимал, что спешить нужно было, иначе центробежные тенденции могли бы привести к раздроблению электроэнергетики.

Нельзя сказать, что Юрий Николаевич не знал теневых сторон бывшей партийно-номенклатурной системы или отмахивался от них. Вовсе нет, но тогда он видел, как ему казалось, какие-то возможности, рычаги борьбы с такими теневыми сторонами и, прежде всего, личным примером. В этом, конечно, проявлялся определенный романтизм Юрия Николаевича, его уверенность, что в целом система правильная, и хотя в ней есть отрицательные моменты, но они устранимы.

Юрий Николаевич Руденко – человек своей эпохи, сложной, противоречивой, полной достижений и разочарований, побед и потрясений. Военное детство, тяжелое бремя ответственности не по годам рано сформировали из него взрослого человека, умеющего четко формулировать цели и добиваться результатов в их достижении. Может быть из этих детских по возрасту, но не по окружающей обстановке и жизненным проблемам лет, выросли те четкость и педантичность, самоорганизованность и самодисциплина, которые стали стилем его жизни до самых последних минут.

Тяжелые сороковые и пятидесятые, хрущевская оттепель, успехи и застой семидесятых, перестройка, развал СССР и шоковый период в экономике и жизни России – все это Юрий Николаевич пережил, все воспринимал своим сердцем, заинтересованно и неравнодушно, многое – болезненно. Наверно, поэтому сердце, в конце концов, и не выдержало.

Все, кто работал с Ю.Н. Руденко, попадали под обаяние личности этого человека, его системного мышления, огромной работоспособности, высочайшей ответственности и обязательности и в то же время – мягкости и интеллигентности в общении, сочетавшихся с твердостью в отстаивании принципиальных позиций.

## Список литературы

1. *“Юрий Николаевич Руденко:* Воспоминания о жизни и деятельности” // Новосибирск: Издательство СО РАН, 2002. – 328 с.
2. *Отрывок из статьи* (Мелентьев Л. А., академик РАН), напечатанной в еженедельнике СО АН СССР «За науку в Сибири» 20.08.81.
3. *Из воспоминаний* Воропая Н.И., члена-корреспондента РАН, сотрудника СЭИ с августа 1966 г., с 1990 г. – заместителя директора, с 1997 г. – директора СЭИ; заслуженного деятеля науки РФ.
4. *Из воспоминаний* Бушуева В.В., доктора технических наук, профессора, бывшего заместителя министра топлива и энергетики РФ, директора Института энергетической стратегии, Москва.

*Статью к публикации подготовил **А.А. Егоров** – главный редактор журнала “Автоматизация и IT в энергетике”*

# II ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНЕРГЕТИКЕ”

(ОКОНЧАНИЕ)

**А.А. ЕГОРОВ**

В Москве 4 декабря (отель “Марриот ”) прошла II Всероссийская конференция «Информационные технологии в энергетике», организованная компанией AHConference. В рамках двух сессий обсуждались насущные вопросы создания эффективной ИТ-стратегии в российских энергетических компаниях: ОАО «МРСК Центра», КЭС-Холдинге, ТГК-9 и ряде других.

## КЛЮЧЕВЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Опыт создания автоматизированных систем управления для энергетических компаний. Системы управления активами в энергетической отрасли. Стратегии масштабирования ИТ-систем в энергетике. Автоматизированная система учета сбыта энергии и расчетов с потребителями (АСУСЭ и РП). IT-решения для эффективной работы генерирующих и сбытовых компаний. Аутсорсинг IT-инфраструктуры в энергетической отрасли. ИТ-решения для управления транспортировкой электроэнергии. Практический опыт внедрения EAM-систем. Внедрение единой информационной системы управления сбытовой деятельностью. Системы энергосбытового биллинга и энерготрейдинга. Решения для коммерческого учета электроэнергии. Круглый стол: Перспективы и основные направления развития IT-технологий в энергетической отрасли.

**Таблица 1**

| | |
|---|---|
| РАО «ЕЭС России» | Концепция АСКУЭ конкурентного сектора оптового рынка электроэнергии |
| ФСК ЕЭС | Концепция КИС<br>Генеральный системный интегратор<br>Системы управления инвестиционными проектами, документооборотом, закупками, Реестр активов |
| Холдинг МРСК | Концепция автоматизации МРСК-РСК<br>Разработка Среднесрочной Программы автоматизации |
| РусГидро | Консультант Заказчика по проекту развития КИС |
| ТГК-9 | ИТ-аудит<br>Система Документооборота, Портал |
| Мосэнергосбыт | Комплексная программа модернизации ИТ<br>Личный кабинет клиента (ЛКК) – система сбора и предоставление информации по плановому и фактическому потреблению ЭЭ |

Участниками форума стали специалисты ФСК ЕЭС, TopS BI, «КЭС Холдинг», «АФМ-Серверс». Они поделились своим опытом формирования ИТ-архитектуры и ИТ-стратегии в компаниях: «Мосэнергосбыт», «ТГК-9», «ФСК ЕЭС», «Холдинг МРСК», опытом автоматизации бухгалтерского и налогового учёта многопрофильных предприятий энергетической отрасли.

А. Слюсаренко, директор отдела управленческого консалтинга TopS BI и В. Голубев, ведущий консультант этой компании, сделали доклад на тему “Формирование ИТ-Стратегии и ИТ-Архитектуры современной энергетической компании”. В докладе были отмечены некоторые выполненные и текущие проекты компании в ТЭК (Таблица 1).

Характеристику ситуации на 01.07.2008 года, по мнению, докладчика можно охарактеризовать следующим образом.

- Формальное завершение реформирования энергетической отрасли («Мавр сделал свое дело...»), появление новых игроков.
- Наследство, полученное после реформирования

(территориально-распределенная структура, продолжающаяся перестройка системы управления, старение энергоактивов, историческое различие в уровнях зрелости управления как бизнесом так и ИТ по регионам/компаниям).

- На этом фоне были объявлены амбициозные планы развития генерирующих мощностей и сетей.

Далее докладчик выделил следующие основные приоритеты развития электроэнергетики:

- повышение надежности электроснабжения и решение серьезнейших проблем, связанных со старением и высокой аварийностью существующего оборудования;
- кардинальное повышение эффективности процессов контроля потерь и устранение их источников;
- учет потребности в электроснабжении районов, где в ближайшие годы будет происходить развитие экономики.

Реалии и последствия рынка электроэнергетики докладчик определил следующим образом:

*Во-первых*, возможность равного доступа потребителей к сетевой инфраструктуре (перспектива потери монополии на рынок в данном регионе, необходимость переориентации бизнеса на клиента, борьба за сохранение и расширение доли рынка).

*Во-вторых*, бизнес-обособленность энергокомпаний друг от друга, усиление необходимости в прозрачности и управляемости бизнес-процессов, (как локальных – в рамках одной компании, так и сквозных – между участниками рынка), необходимость в постоянном и скоординированном обмене информацией между всеми участниками рынка энергии.

*В-третьих*, возрастание роли новых или пока «непрофильных» направлений (стратегическое планирование, корпоративное управление и управление рисками и соответствиями, управление совершенствованием деятельности, маркетинг) прежде всего в рамках процесса Управления Перспективным развитием сети.

Основные следствия для ИТ, особенно в условиях кризиса авторы доклада видят в следующем:

- поддержка работы на открытом рынке электроэнергетики;
- обеспечение достоверной, актуальной, консолидированной по Компании информации для принятия решений по всем функциональным направлениям;
- унификация нестандартных средств измерений (НСИ);
- синхронизация планирования ремонтов, капитального строительства и закупок материалов и работ;
- создание ИТ-системы для поддержки реализации крупных инвестиционных проектов и обеспечение связи данной системы с другими информационными системами предприятия;
- ИТ-поддержка стандартизации бизнес-процессов и корпоративного управления.

Вопросы практической реализации программы развития ИТ сводятся к следующим:

- насколько ИТ-системы отвечают требованиям бизнеса сейчас и на перспективу;
- является ли ИТ-архитектура, процессы управления и стоимость владения ИТ оптимальными, в т.ч. по сравнению с лучшими мировыми практиками;
- какая ИТ-система будет нужна в будущем (целевая архитектура, организация процессов управления ИТ, стоимость владения;
- как обеспечить переход к целевому состоянию (стратегия перехода, принципы, последовательность, участники, выбор и обоснование проектов);
- как ИТ может преобразовать наш бизнес (новые технологии, инновации процессов, корпоративная культура).

Архитектуру, Стратегию и Тактику формирования ИТ-технологий для энергетических компаний докладчик проиллюстрировал на рис 1.

Стратегия предполагает наличие видения, цели и определение ограниченного набора опций (путей, способов) достижения цели.

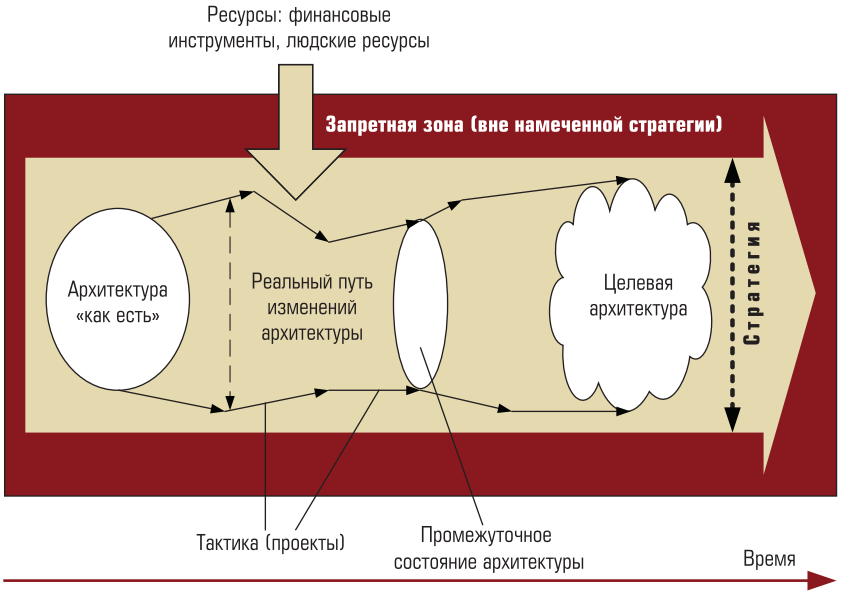



*Рис. 1. Архитектура, Стратегия и Тактика формирования IT-технологий*

Клайтон Спранг отмечал, что «Разница между видением и галлюцинацией состоит в том, что видение предполагает наличие надежного плана миграции, за которым следует отличное исполнение».

Далее докладчик выделил три источника и три составных части «истинного учения»:

ИТ-стратегия + Архитектура ИТ + Управление портфелем проектов (Gartner).

Типичные проблемы ИТ энергетических компаний были сформулированы следующим образом:

*Во-первых*, отсутствие единой архитектуры (множество унаследованных решений, нет единой системы справочников, излишние затраты на поддержку).

*Во-вторых*, нет оценки эффективности ИТ (отсутствие или неполнота оценок эффективности проектов, все ИТ-проекты по определению затратны, модель управления ИТ и позиционирование ИТ-службы как ЦЗ не позволяет демонстрировать соотношение между результативностью и затратами).

*В-третьих*, недостаток координации (нет единой службы поддержки, нет единой политики привлечения и контроля внешних исполнителей, нет системы управления инвестиционными программами и проектами, нет систематического процесса по изучению потребностей пользователей и их оценки качества ИТ).

Далее докладчик рассмотрел различные подходы к управлению ИТ.

«Империя» – Жесткая дисциплина и централизация всего.

«Феодализм» – Полная свобода на местах – «каждый за себя!»

«Просвещенный капитализм» – Локальная реализация типовых, оптимальных, стандартных решений.

Были отмечены возможные сценарии развития ИТ.

1. Максимальное урезание стоимости владения ИТ.
2. Минимально-достаточная ИТ-поддержка бизнеса.
3. ИТ – один из ключевых инструментов повышения бизнес-эффективности (сокращение потерь э/э, оптимизация ремонтов, контроль инвестиционных проектов, повышение качества управления, повышение капитализации).

*Вариант 1.* Максимальное урезание стоимости владения ИТ. Были выделены следующие подходы: сохранение текущих систем, их унификация, отказ от систем с дорогостоящей поддержкой, отказ от обновления техники, мораторий на автоматизацию новых функциональных областей. Достоинства такого подхода – короткие сроки внедрения и низкая стоимость. Недостатки – сохранение существующих ограничений бизнеса.

*Вариант 2.* Минимально-достаточная ИТ-поддержка бизнеса. Были выделены следующие подходы: совершенствование отчетности, внедрение ERP-системы среднего класса (ремонты, закупки, бюджеты, казначейство), сохранение российских ИС для управления финансами и персоналом, интеграция с системами АСТУ, локальные нишевые решения и отказ от дорогостоящих систем. Достоинства такого подхода: умеренные затраты и сроки; охват большинства подсистем, критичных для бизнеса. Недостатки – более высокие затраты и длительные сроки по сравнению с первым вариантом, ограниченные функциональные возможности, решается только часть бизнес-задач.

*Вариант 3.* ИТ – один из ключевых инструментов повышения бизнес-эффективности. Были выделены следующие подходы: внедрение комплексной ERP-системы мирового уровня; промышленные решения – биллинг, управление услугами, трейдинг и т.п.; внедрение систем стратегического управления активами; интеграция с системами АСТУ. Достоинства такого подхода: обеспечение прозрачности и управляемости бизнеса; основа для рыночной конкурентоспособности, клиенториентированности и гибкости к изменяемым внешним условиям; поддержка и развитие решений производителем мирового уровня. Недостатки – высокие затраты и связанные с ними финансовые риски проектов; длительные сроки внедрения; обязательность наличия бизнес-стратегии для правильной ориентации ИТ-программы и координации проектов внутри программы; жесткие требования к проектной культуре – планирование, организация и координация проектов.

Далее докладчик остановился на вопросе: “Как оценить эффект автоматизации” и предложил следующие критерии:

- снижение финансовых потерь при взаиморасчетах с участниками рынка электроэнергии;
- сокращение коммерческих потерь за счет снижения неоплат, незаконных подключений, безучетного потребления и т.п.;
- оптимизация структуры активов/обязательств;
- увеличение объема ввода новых объектов в срок и скорейшего выхода на режим окупаемости;
- сокращение объемов ремонтов, продление срока службы оборудования;
- повышение эффективности закупок;
- снижение рисков возникновения аварий и, соответственно, затрат на их ликвидацию;
- снижение рисков потерь и штрафов.

Статистика высокого процента неудач при реализации ИТ-программ и проектов следующая – 54% по различным индустриям в целом, 72% в госорганизациях, 34% неудач связаны с проблемами

и недостатками проектирования архитектуры систем.

Непроизводительные затраты на закупку и сопровождение систем (Gartner) заключаются в следующем – затраты на ИТ (прямые+скрытые) составляют ~5% от общего оборота компаний. Предварительное планирование архитектуры и следование стандартам может до 30% уменьшить капитальные затраты на ИТ. Так же было отмечено, что отсутствие общей корпоративной архитектуры приводит к увеличению годовых затрат на сопровождение инфраструктуры ИТ от 12% до 18%.

В заключение докладчик отметил, что же можно получить при формировании ИТ-Стратегии и ИТ-Архитектуры современной энергетической компании:

- эффективную поддержку принятия управленческих решений;
- единое информационное пространство в рамках компании;
- вертикальную и горизонтальную интеграцию;
- обеспечение эффективности инвестиций в ИТ;
- обеспечение реального бизнес-эффекта.

Денис Кириенко, генеральный директор СБСистем (КЭС-Холдинг) сделал доклад на тему “От инфраструктуры к бизнесу: трансформация сознания”. ЗАО «Комплексные энергетические системы» (Integrated Energy Systems) – крупнейшая в России частная компания, которая работает в сфере электроэнергетики и газораспределения. Компания создана в декабре 2002 года для реализации стратегических инвестиционных программ в российской электроэнергетике. КЭС владеют стратегическими/контрольными пакетами акций и осуществляют управление в 4-х ТГК (ТГК-5, ТГК-6, ТГК-9, ВоТГК). Компания занимает 5 место по установленной мощности среди электроэнергетических компаний РФ и является крупнейшим в России производителем тепловой энергии. В числе стратегических направлений деятельности КЭС: производство электроэнергии; развитие генерирующих мощностей; энерготрейдинг; розничные продажи электричества, тепла, транспортировка газа (рис. 2).

*Рис. 2. Стратегические направления деятельности КЭС*

Стратегия КЭС-Холдинга направлена на построение вертикально интегрированной компании, объединяющей производство тепловой и электрической энергии и продажу тепла, электричества и газа.

Далее докладчик рассмотрел дивизиональную структуру и бизнес-модель Холдинга (рис. 3).

**«Генерация»** – общая установленная мощность электростанций КЭС-Холдинга около 16 тыс. МВт. В 2008 году ТЭЦ КЭС-Холдинга выработали 68 601 млн кВтч электроэнергии.
**«Тепло»** – холдинг, занимает 12% рынка централизованного теплоснабжения России. Выработка тепла ТЭЦ КЭС-Холдинга в 2008 году составила 120,4 млн Гкал.
**«Газораспределение»** – в сфере газораспределения компания обслуживает более 4 млн абонентов и 20 тыс. 900 предприятий.
**«Ритейл»** – клиентами энергосбытовых компаний КЭС являются более 10 млн физических и около 62 тыс. юридических лиц.

*Рис. 3. Дивизиональная структура и бизнес-модель КЭС-Холдинга*

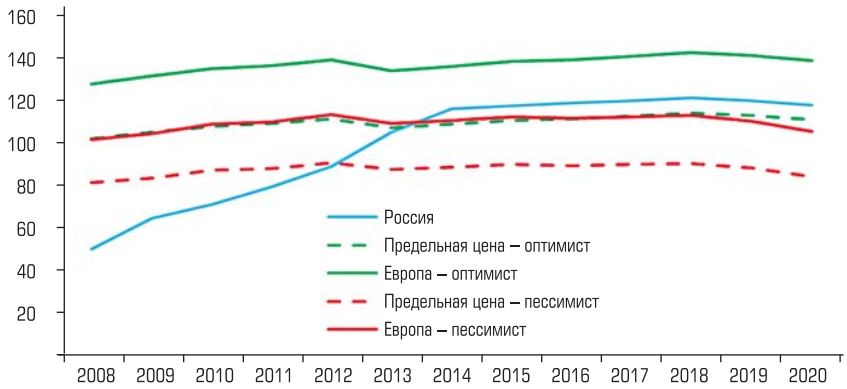



*Рис. 4. Цены на электроэнергию на оптовом рынке*

*Рис. 5. Стратегия объединения информационных технологий различных объектов*

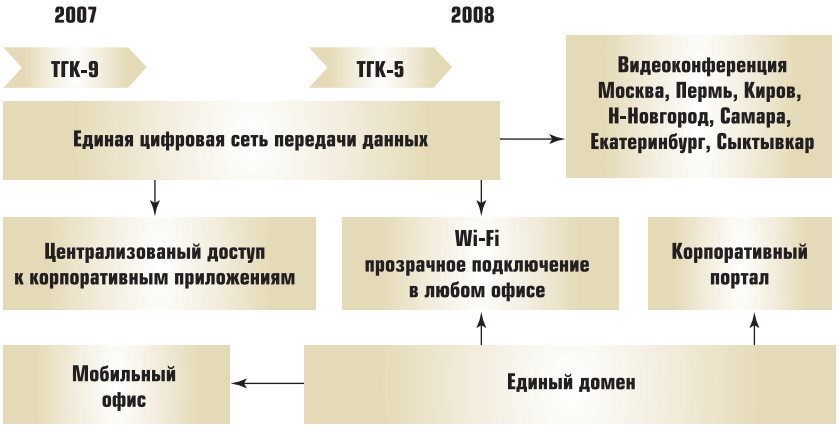



*Рис. 6. Схема коммуникаций*

Цены на электроэнергию на оптовом рынке – российский потребитель должен сохранить конкурентоспособность (рис. 4).

Современная организация отражает глобальные изменения бизнес-среды. Эти изменения связаны с процессами глобализации и, конечно, развивающимся кризисом с одной стороны (влияние мировых рынков) и процессами инноваций с другой (обусловленными клиентами и партнерами). На эти процессы, безусловно, влияют новые ИТ-архитектуры (информационные технологии).

Далее докладчик охарактеризовал новые возможности для внедрения информационных технологий:

- партнерство с производителями и интеграторами;
- гибкость процедур, инвестиции;
- другой уровень зрелости информационных технологий;
- понимание бизнеса;
- центры компетенции;
- корпоративная культура.

Далее А. Петрович (ЗАО «КЭС» дивизион «Генерация Урала») сделал доклад на тему “Корпоративное масштабирование ИТ-функций: от автономий к единому государству”.

В КЭС-холдинг, отметил докладчик, входят 73 объекта генерации: Дивизион “Генерация Центра” – 18, Дивизион “Генерация Волги” – 20, Дивизион “Генерация Урала” – 35. Проблемы разобщенности объектов неразрывно связаны с тем, что корпоративная культура, организационная структура, подходы к управлению и методологии учета для многих объектов сильно отличаются. Соответственно степень зрелости информационных технологий, применяемые информационные системы, техническая политика и ИТ-инфраструктура на объектах генерации существенно различны.

Затем докладчик предложил стратегию объединения информационных технологий различных объектов в виде следующей структурной схемы (рис. 5 )

На рис. 6 представлена схема коммуникаций

Далее докладчик остановился на разработанной единой нормативно-справочной системе “Контрагенты” и “Материалы и оборудование”. Во всех справочниках используется единый подход:

- для формирования пользователем заявки на добавление/изменение объекта справочника, а также для отслеживания статуса заявки – применяется веб-интерфейс (браузер);
- для загрузки объектов справочников в прикладные системы применяются web-сервисы (XML);
- все полученные заявки обрабатываются специально подготовленными специалистами – администраторами справочников.

На рис. 7 представлены структурные схемы Единой нормативно-справочной системы для разделов “Контрагенты” и “Материалы и оборудование”.

Унификацию систем учета в КЭС-холдинге докладчик представил в виде следующей схемы (рис. 8).

Единая методология и каталог ИТ-сервисов включает три раздела: проектный офис, бизнес-процессы ИТ и каталог ИТ-серверов.

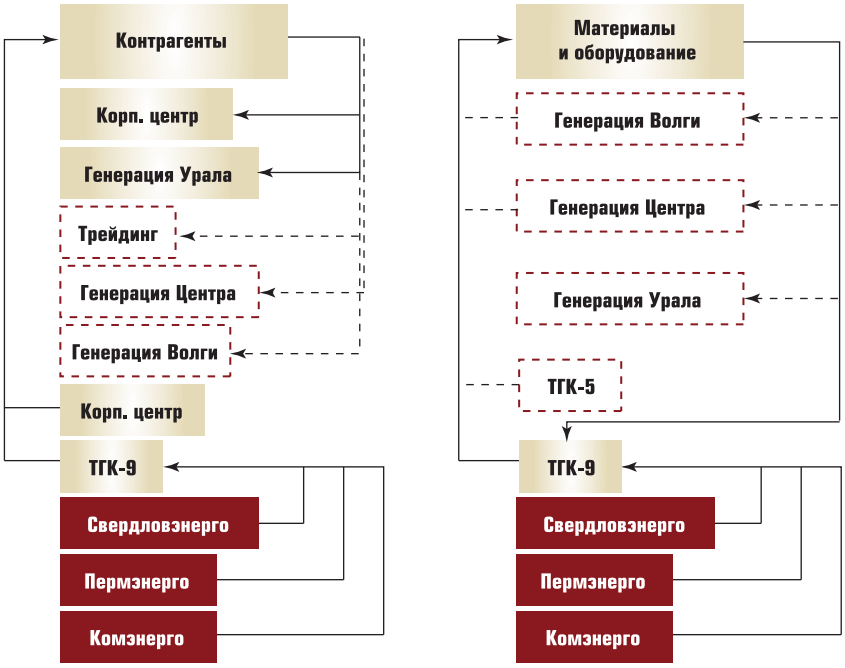



*Рис. 7. Структурные схемы Единой нормативно-справочной системы для разделов “Контрагенты” и “Материалы и оборудование”*

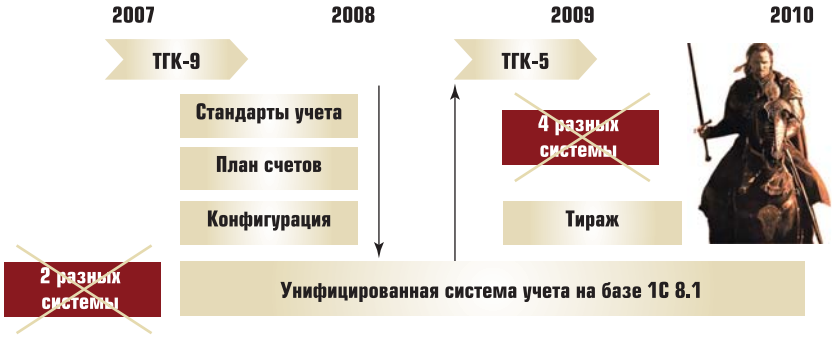



*Рис. 8. Унификация систем учета в КЭС-холдинге*

В состав “Проектного офиса” входят: регламент проектного управления, стандартная документация и отчетность, единая область хранения проектной документации на портале.

В состав “Бизнес-процессы ИТ” входят: описание бизнес-процессов с помощью CASE-инструментов, разработка инструкций (регламентов) и реализация в ERP-системе с использованием технологии **Business Performance Management** (BPM – управление эффективностью бизнеса).

В состав каталога ИТ-серверов входят: Методология формирования каталога, формирование каталога и подробное описание ИТ-сервисов и Планирование, управление и контроль ИТ-сервисов, функционально-стоимостная модель.

Все это вместе взятое формирует общекорпоративные стандарты предприятия.

Реализация такой схемы неразрывно связана с решением проблем обучения и сертификации.

Отдельно докладчик остановился на проблемах организации и функционирования корпоративных центров.

Эти центры обеспечивают следующие возможности:

- участие коллег из любого дивизиона или корпоративного ИТ-провайдера;
- инициатива приветствуется и поддерживается;
- рабочие материалы в открытом доступе;
- распространение компетенций на другие бизнес-единицы.

Ответственность участников центра связана с тем, что каждый понимает, что его деятельность распространяется на всю корпорацию и что любой участник может быть привлечен к работам корпоративного уровня или для другой бизнес-единицы.

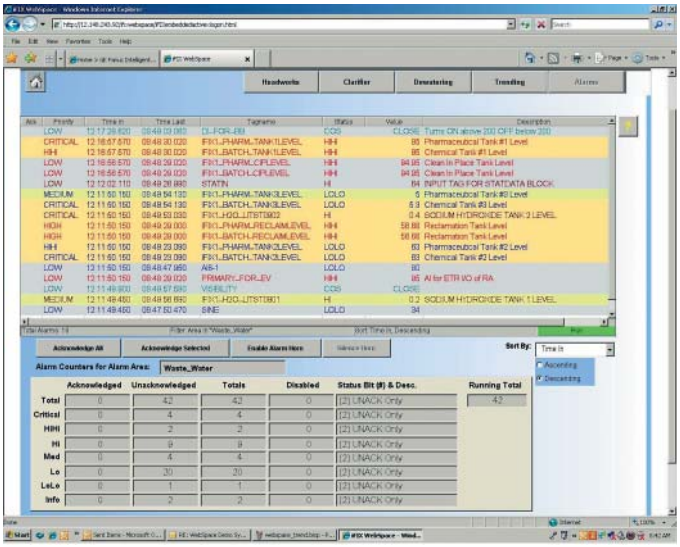
*__А.А. Егоров__ – главный редактор журнала “Автоматизация и IT в энергетике”*

# GE FANUC INTELLIGENT PLATFORMS АНОНСИРУЕТ PROFICY® HMI/SCAD-FIX WEBSPACE, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЙ ДОСТУП К ДАННЫМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Веб-интерфейс и простота установки дают специалистам возможность дистанционного мониторинга в режиме реального времени всех процессов на производстве.

**Москва 14 апреля 2009 г.** GE Fanuc Intelligent Platforms, подразделение GE Enterprise Solutions, анонсирует Proficy® HMI/SCADA-iFIX WebSpace – новый полнофункциональный веб-клиент визуализации iFIX, обеспечивающий специалистов информацией для принятия решений в любое время и в любом месте по принципу “данные в реальном времени – для каждого”. Веб-клиент iFIX WebSpace предоставляет все возможности контроля и визуализации через корпоративную сеть или Интернет без необходимости изменения iFIX-приложения. Операторские экраны и функции iFIX легко встраиваются в веб-браузер, не требуют дополнительной доработки и могут быть установлены в считанные минуты. Подобно остальным программным продуктам GE Fanuc, iFIX WebSpace имеет открытую многоуровневую архитектуру и может использоваться в существующей инфраструктуре.

“Порой необходимо, чтобы информация о ваших действиях была доступна коллегам в реальном времени, – говорит К. Серрато, главный менеджер по разработке систем интеллектуального управления производством компании GE Fanuc Intelligent Platforms. – И желательно, чтобы для этого не пришлось долго возиться с настройкой или создавать новую инфраструктуру, требующую постоянной поддержки, то есть избежать всего, что удорожает и затрудняет использование информации. Заложенный в iFIX WebSpace принцип “подключи и работай” защищает инвестиции, вложенные в iFIX, и обеспечивает обмен корпоративной информацией в реальном времени. А самое главное заключается в том, что iFIX WebSpace расширяет присущую iFIX способность интеграции с другими программными продуктами Proficy и расширяет возможности пользователя по принятию решений”.



iFIX WebSpace дает возможность выполнять простую работу с удаленных автоматизированных рабочих мест. В современных рыночных условиях это становится важным, поскольку производительность часто зависит от информированности персонала. Специальная опция позволяет компаниям расширить предоставление основным акционерам оперативной информации, необходимой им для решения повседневных задач по планированию, анализу и решению проблем, а также других действий по повышению эффективности организации.

“Веб-интерфейс и простота установки нового ПО позволяют получить немедленную помощь квалифицированного специалиста, не присутствующего на объекте, – продолжает Серрато. – К тому же крайне низкие требования к аппаратному обеспечению дают возможность использовать iFIX WebSpace с компактными приложениями, такими как системы автоматики и безопасности зданий”.

iFIX WebSpace расширяет возможности пользователей по управлению, позволяя им с одного рабочего места запускать нескольких клиентов iFIX WebSpace и просматривать большое количество систем, а для проверки различных аспектов работы одного приложения запускать несколько сессий из одной iFIX-системы.

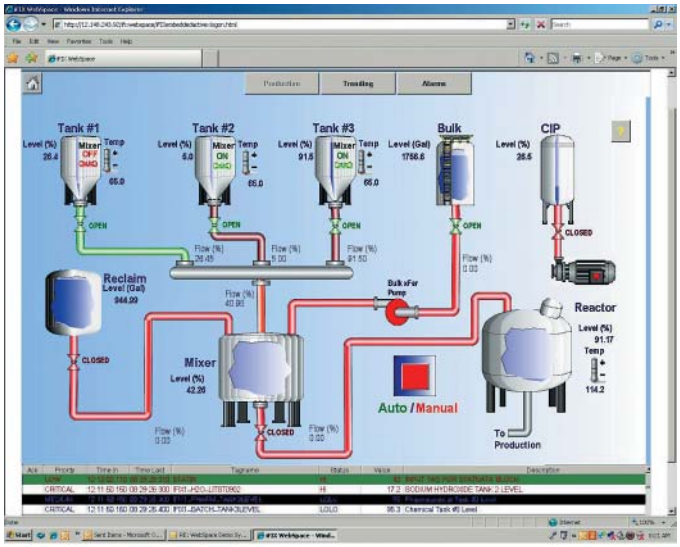
iFIX WebSpace может работать в различных конфигурациях. Он устанавливается на выделенный независимый сервер или на основной

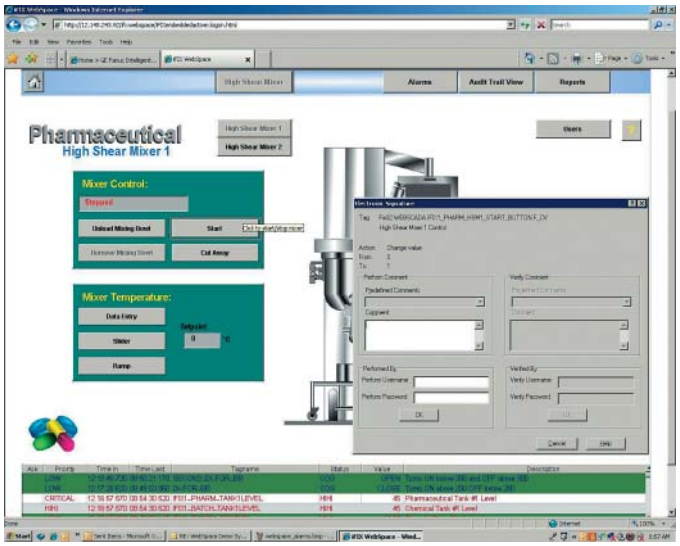
iFIX-сервер. Выделенный сервер используется, если ожидается большое число клиентов, для обслуживания которых iFIX WebSpace будет использовать всю свою вычислительную мощность. Кроме того, установив несколько серверов WebSpace, можно распространить приложение на крупную распределенную систему и обслуживать акционеров заказчика в глобальном масштабе. iFIX WebSpace мгновенно, без всякой настройки, изменения и дополнительного преобразования переносит экраны из iFIX-приложения как новой, так и предыдущих версий iFIX/FIX32. Ниже перечислены основные функции продукта, которые превращают iFIX WebSpace в полнофункциональный HMI/SCADA-клиент:

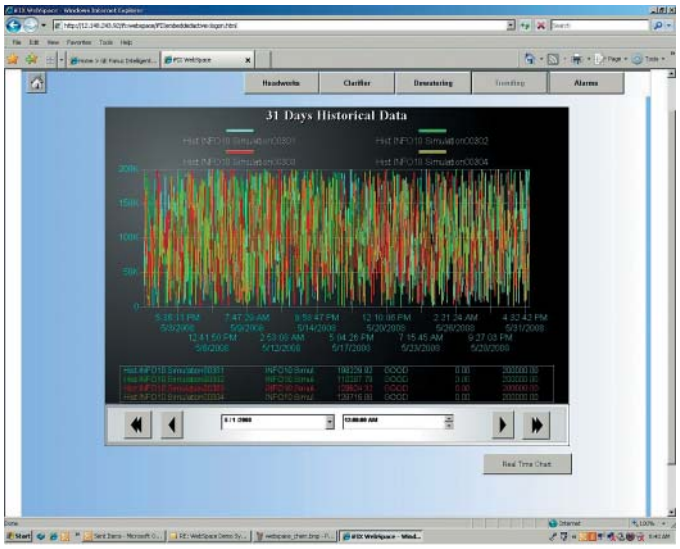
- *обновление данных в реальном времени* – данные клиента обновляются мгновенно, поэтому пользователи могут оперативно реагировать на события;
- *многосессионность* – поддержка многозакладочных браузеров;
- *безопасное внедрение (Secure Containment)* – ActiveX компоненты сторонних производителей внедряются аналогично тому, как это делается в iFIX Workspace;
- *электронная подпись* – обеспечивает повышенную безопасность и контроль выполнения операций через Интернет;
- *анимации* – поддержка экранов iFIX, содержащих анимации и скрипты;
- *элементы управления* – действуют все унаследованные от iFIX элементы управления и настройки безопасности;
- *тревоги и предупреждения* – отображение, распознавание и обработка сигналов, как для “толстого” клиента;
- *сторонние приложения* – запуск сторонних приложений, активированных внутри iFIX.

“iFIX WebSpace – это полнофункциональный SCADA-клиент, доступный через Интернет, – заключает Серрато. – Для доступа к нему пользователям не требуется переписывать свои приложения или поступаться их функциональностью. GE Fanuc постоянно ищет способы повышения оперативности управления для своих клиентов. iFIX WebSpace – средство, позволяющее нашим заказчикам добиться большей согласованности и эффективности своих действий”.

*Телефон: +7 (495) 739-68-60.*
*Факс: +7 (495) 739-68-63.*
*http://info.ru@gefanuc.com*



# УДАЛЕННЫЙ ТЕРМИНАЛЬНЫЙ БЛОК ОПЕРАТОРСКОЙ ПАНЕЛИ QUICKPANEL GE FANUC INTELLIGENT PLATFORMS

Широкие возможности по визуализации и контролю в совокупности с гибкостью коммуникационных решений обеспечивают простоту мониторинга, диагностики и обслуживания оборудования систем водоснабжения

GE Fanuc Intelligent Platforms, подразделение GE Enterprise Solutions, анонсирует удаленный терминальный блок (RTU) QuickPanel® для управления, диагностики и обслуживания оборудования для водоснабжения и водоочистки. По сравнению с продукцией конкурентов, данное решение уменьшает ежегодные расходы на обслуживание примерно на $50 000, общее снижение эксплуатационных расходов за 10 лет может достигать $1 млн.

Современный мир характеризуется быстрыми сменами обстановки, возрастанием конкуренции и нарастающим давлением законодательных норм. Возможность получения своевременной и точной информации о химическом составе и расходе воды позволяет компаниям, занимающимся водоснабжением и водоочисткой, не только обеспечить ее качество, но и уменьшить количество обслуживающего персонала. Воплощая в себе богатейший опыт в области промышленной автоматизации, QuickPanel RTU обеспечивает значительные преимущества, благодаря уникальному сочетанию программных и аппаратных средств. QuickPanel RTU является ярким примером успешной реализации функций управления и визуализации данных, объединенных в одном устройстве в полном соответствии требованиям современных сетевых приложений. Сочетание яркого сенсорного дисплея и передового программного обеспечения Proficy® Machine Edition превращает QuickPanel RTU в гибкое масштабируемое решение на надежной аппаратной платформе.

GE Fanuc Intelligent Platforms тесно сотрудничает с водоснабженческими компаниями, различных стран, помогая им контролировать расход и качество воды. Используя последние технологии дистанционного мониторинга, QuickPanel RTU может не только вести учет поставляемой воды, но и предоставлять данные, позволяющие резко сократить ее потери.

QuickPanel RTU – это высокоинтеллектуальный терминал оператора, который может быть локально подключен к имеющемуся ПЛК, а также легко соединен с другими терминалами через коммуникационную сеть. Благодаря широкой оперативной совместимости он идеально подходит для использования в смешанных системах. Он расширяет возможности устаревших ПЛК и терминалов, обеспечивая им соединение через Ethernet с использованием функции «коммутация с запоминанием». Если при нарушении сетевого соединения дистанционное управление станет невозможным, то возможно управление напрямую с графического интерфейса. Встроенный контроллер автоматически поддержит работу оборудования в автономном режиме. После восстановления соединения функции «коммутация с запоминанием» и «проставление местных отметок времени» не отключаются.

QuickPanel RTU может использоваться как в простых приложениях с небольшим количеством каналов ввода-вывода, так и в сложных решениях по автоматизации, поддерживающих большое число таких каналов. Графический интерфейс обладает широкими возможностями по отображению информации. Несомненными преимуществами терминала являются компактность, централизованная синхронизация, сопровождение аварийных сообщений собственными отметками о дате и времени, поддержка языков в полном соот-

ветствии с МЭК 61131-3, а также возможность дистанционной диагностики и обслуживания через веб-клиент. К особенностям QuickPanel RTU относятся:

- *эффективная доставка информации* – встроенная ОС Microsoft® Windows® CE дает терминалу оператора QuickPanel RTU расширенные возможности по буферизации данных и их публикации в Интернете, обеспечивающие эффективную связь удаленного технологического оборудования с бизнес-системами. Специалисты, от операторов до менеджеров, получают доступ к точной и полной информации в любое время и из любого места;
- *широкий модельный ряд* – терминалы QuickPanel RTU выпускаются с монохромными или цветными TFT дисплеями диагональю от 6" до 15"; сменной памятью и различными коммуникационными опциями. Терминалы различных типоразмеров и моделей легко конфигурируются для выполнения одних и тех же программ;
- *широкая оперативная совместимость* – терминалы QuickPanel RTU могут применяться в существующих и вновь разрабатываемых системах автоматизации различной архитектуры, реализованных на программно-аппаратных средствах разных производителей. Большое количество встроенных драйверов позволяет организовывать связь с централизованной системой SCADA с помощью проводных и сотовых телефонных каналов, радио- и спутниковых линий.

Открытость реализованного в QuickPanel RTU коммуникационного подхода позволяет строить гибкие конфигурации, удовлетворяющие любым требованиям водоснабжения и водоочистки. Данный подход дает возможность в реальном времени получать доступ к данным всей системы.

*Телефон: +7 (495) 739-68-60.*
*Факс: +7 (495) 739-68-63.*
*http://info.ru@gefanuc.com*

## ООО "ТРЭИ ГмбХ"

### ОАО "Иркутскэнерго" – перевод системы управления котлоагрегата № 3 ТЭЦ–11 с традиционных на микропроцессорную технику

До конца 2009 г. ООО "ТРЭИ ГмбХ" выполнит комплекс работ "под ключ": проектно-изыскательские, строительно-монтажные и пусконаладочные работы, поставит оборудование автоматизации на базе контроллеров TREI-5B-02. Экспертизу и технический надзор за исполнением данного проекта осуществит ООО "Инженерный центр "Иркутскэнерго".

### ООО "ТРЭИ ГмбХ" получило сертификат об утверждении типа комплексов программно–технических «TREI»

Программно-технические комплексы "TREI" (ПТК "TREI") предназначены для измерений электрического тока, напряжения, температуры, частоты, периода, длительности и количества импульсов, давления, перепада давления, плотности, уровня, объемного и массового расхода и других физических, величин, а также для воспроизведения электрического тока и напряжения. Область применения – автоматизированные измерительные и управляющие системы, функционирующие в сфере осуществления торговых операций (в том числе во взрывоопасных производствах) и взаимных расчетов между покупателем и продавцом и обеспечивающие измерение, учет (в том числе коммерческий) и/или регулирование (в том числе с целью энергосбережения) топливно-энергетических ресурсов – тепловой энергии и теплоносителя (перегретого и насыщенного пара, горячей и холодной воды), а также оперативный контроль и архивирование текущих и усредненных значений измеряемых физических величин. ПТК "TREI" могут быть использованы в системах с резервированием и дублированием, в том числе в системах противоаварийных блокировок и защит.

*Телефоны:/факсы: +7 (8412) 55-58-90, 49-95-39. Факс: +7 (8412) 49-85-13.*
*E-mail: trei@trei-gmbh.ru*

# ЗАО «МЕТРОСТАНДАРТ» ВЫБИРАЕТ МОБИЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ MOTOROLA MC70

Мобильные компьютеры Motorola MC70 обеспечат автоматизированную систему сбора данных со счетчиков и контроллеров в «Федеральной сетевой компании»

**Москва, Россия – 24 марта, 2009 г.** – Подразделение «Мобильных решений для предприятий» компании Motorola (NYSE: MOT) объявляет о том, что, выполняя действующее требование «Федеральной сетевой компании», ЗАО «Метростандарт» будет использовать мобильные компьютеры Motorola MC70 для построения резервного канала сбора и передачи данных со счетчиков и контроллеров.

Мобильные компьютеры Motorola MC70 будут использоваться при сборе и передаче данных в единый центр с подстанций, расположенных по всей территории страны. Основное преимущество беспроводного решения – обеспечение передачи данных даже в случае отказа проводных каналов «Федеральной сетевой компании». При использовании мобильных компьютеров Motorola MC70 сбор данных может осуществляться автоматически, когда мобильный компьютер попадает в зону действия беспроводной сети или путем считывания штих-кода, нанесенного на счетчик, после чего данные будут переданы в центр обработки данных.

«Применение мобильных компьютеров Motorola MC70 позволило нам создать эффективный резервный канал сбора данных без значительных капиталовложений в линейные сооружения связи. Это решение позволяет организовать дистанционный съем параметров со счетчиков и контроллеров и передачу этой информации в сервер сбора данных, – говорит Леонид Борисович Александров, технический директор ЗАО «Метростандарт».

Для осуществления мобильного сбора данных был выбран мобильный компьютер Motorola MC70, поскольку он полностью соответствовал требованиям, которые предъявлялись как к функциональности устройства, так и к его конструктивному исполнению. Поддерживая многомодовые беспроводные сети и выборочный сбор данных, Motorola MC70 поддерживают широкий спектр функций и могут быть использованы как для считывания штих-кодов, так и в качестве мобильных телефонов. Важным критерием, повлиявшим на выбор мобильных компьютеров Motorola MC70, стали технические параметры, благодаря которым компьютеры способны работать в суровых климатических условиях, присущих северным регионам России.

«Проведя детальный анализ возможных решений для организации резервных каналов связи, остановились на решении от Motorola. Анализ проводился по критериям цена/качество и качество системного программного обеспечения. Опыт работы с оборудованием Motorola подтвердил, что выбор был сделан правильно», – говорит Мартынов А.И., генеральный директор ЗАО «НПФ Прорыв».

Функционирование подсистемы сбора информации на базе мобильных технологий Motorola не требует высокой квалификации персонала. Съем данных выполняется «одной кнопкой». Программное обеспечение мобильного компьютера комплектуется разработанными ЗАО «НПФ Прорыв» специализированными утилитами, позволяющими не только осуществлять автономный сбор данных со счетчиков электроэнергии, но и проводить диагностику работы узла учета.

«Глобальные лидеры мировой энергетической промышленности используют мобильные решения Motorola, и нас переполняет гордость за то, что «Федеральная сетевая компания» дала нам возможность продемонстрировать наши технологические решения в России. Мы уверены, что этот проект позволит сформировать репутацию эффективных и соответствующих критерию цена/качество решений для бизнеса от Motorola», – заявил Бхаскар Багчи, менеджер подразделения «Мобильных решений для предприятий» компании Motorola в России.

## О КОМПАНИИ MOTOROLA

Компания Motorola известна во всем мире своими инновациями в области связи. Компания создает технические решения, продукцию и услуги, обеспечивающие подлинную мобильность. Ассортимент продукции Motorola включает системы широкополосной связи, мобильные решения для предприятий и правоохранительных организаций, видео высокого разрешения и мобильные устройства. Компания Motorola является лидером следующей волны инноваций, позволяющих людям, предприятиям и государственным организациям получить большую

### О ЗАО «МЕТРОСТАНДАРТ»

ЗАО «Метростандарт» учреждено для метрологического обеспечения ОАО «Федеральная сетевая компания» (ФСК) РАО ЕС в августе 2004 года. ЗАО «Метростандарт» – это сплав высококвалифицированных кадров и современного оборудования. В соответствии с результатами, проведенного в 2006 году, Открытого одноэтапного конкурса на право заключения Договоров с ОАО «ФСК ЕЭС» и его филиалами на создание АИИС КУЭ ЕНЭС по титулу: «Создание Автоматизированной информационно измерительной системы Коммерческого учета электроэнергии Единой национальной электрической сети (АИИС КУЭ ЕНЭС) и замена измерительных трансформаторов с модернизацией измерительных каналов» Закрытое акционерное общество «Метростандарт» признано победителем.

### О КОМПАНИИ ЗАО НПФ «ПРОРЫВ»

ЗАО НПФ «Прорыв» более пятнадцати лет занимается разработкой, производством, внедрением и сопровождением автоматизированных систем учета энергоресурсов, контроля и управления объектами в нефтяной промышленности и энергетике. Ключевые компетенции компании лежат в областях разработки и производства комплексных систем, включая контроллеры и модули расширения, специализированное ПО и средства организации каналов связи. Среди клиентов ЗАО НПФ «Прорыв» такие компании как Роснефть, ТНК-ВР, Лукойл, Сибнефть, ФСК и многие другие».

***Tatiana Soloviova.*** *Office: +74957850143. E-mail: tatiana.soloviova@motorola.com*

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЪЕДИНИЛИ ЭНЕРГЕТИКОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Компания “Микротест” завершила модернизацию средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) филиала ОАО “РусГидро” – “Новосибирская ГЭС”. Результатом работ стало создание современных СДТУ, позволивших заказчику организовать высокотехнологичную связь внутри филиала “Новосибирская ГЭС”.

ОАО “РусГидро”, бывшая ОАО “ГидроОГК” – одна из крупнейших гидрогенерирующих компаний в мире. Она объединяет около 50 ГЭС по всей России. Новосибирская ГЭС – единственная гидроэлектростанция в Западной Сибири – играет важную роль в создании устойчивой энергетической базы, обеспечивая надежное и бесперебойное энергоснабжение региона. При дефиците энергоресурсов она служит аварийным резервом мощностей для новосибирской энергосистемы.

В условиях реформирования российского энергетического комплекса и активного продвижения антикризисных программ в филиале “Новосибирская ГЭС” возникла необходимость обновления средств диспетчерского и технологического управления филиала. С целью сокращения административных расходов и повышения эффективности взаимодействия подразделения с головной компанией в Москве и региональными офисами ОАО “РусГидро” руководство предприятия приняло решение модернизировать СДТУ. Задачами проекта стали: построение структурированной кабельной системы (СКС), развитие телефонии, поставка оборудования для системы видеоконференцсвязи.

В качестве системного интегратора была выбрана компания “Микротест”. Для построения системы ВКС использовались видеотерминалы Sony. Для развития телефонной связи Новосибирской ГЭС была проведена модернизация станции АТС SI2000 компании “ИскраТел”, функционирующей у заказчика, а также внедрена и запущена в эксплуатацию современная АТС Avaya. В ходе проекта специалисты Микротест выполнили поставку, монтаж и пусконаладку оборудования с проведением приемо-сдаточных испытаний.

В результате выполнения работ была полностью смонтирована СКС на 200 рабочих мест и расширены возможности системы корпоративной телефонии. За счет модернизации СДТУ Новосибирская ГЭС получила экономический эффект:

- сокращение расходов на командировки сотрудников до 70 %;
- увеличение производительности труда до 50 %;
- двукратное повышение оперативности принятия решений.

Новосибирская ГЭС – объект особой важности, от бесперебойного функционирования которого зависит жизнеобеспечение предприятий и населения всего региона Западной Сибири. Оперативность принятия управленческих решений трудно переоценить.

*Компания Микротест. Телефон: +7(495) 787-20-58. Факс: +7(495) 787-20-56.*
*E-mail:ekuplichenko@microtest.ru http://www.microtest.ru*

# Р.В.С. И НПП "ЭЛЕМЕР" ПОДПИСАЛИ ПАРТНЕРСКОЕ СОГЛАШЕНИЕ

НПП "ЭЛЕМЕР" является одним из крупнейших российских разработчиков и производителей измерительных преобразователей и вторичных электронных цифровых приборов, предназначенных для измерения контроля и регулирования температуры, давления, влажности и других технологических параметров.

Разработки НПП "ЭЛЕМЕР" будут использованы в проекте компании "Р.В.С." по внедрению системы в одной из генерирующих компаний. Система будет создана на базе многоканальных технологических регистраторов РМТ 49, преобразователей давления измерительных АИР-20 и термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом ТСМУ. Данное оборудование обеспечит качество, надежность и сравнительно невысокую цену, кроме того, оно в полной мере соответствует требованиям заказчика.

Руководитель направления учета энергоресурсов компании "Р.В.С." Д. Двойных отметил: "Данное партнерство позволит нам создавать наиболее эффективные и гибкие решения, удовлетворяющие наилучшим образом потребностям конкретного заказчика. Оборудование нового вендора позволит нам значительно расширить линейку решений в области учёта энергоресурсов и АСУ ТП и усилить данные направления компании".

## О КОМПАНИИ "Р.В.С."

Инжиниринговая компания, внедряющая решения для учета энергоресурсов, управления технологическими процессами, комплексной модернизации энергообъектов для компаний энергетической отрасли и энергоемких производств.

Среди партнеров Р.В.С. ведущие российские и мировые производители оборудования и специализированного программного обеспечения: General Electric, Schneider Electric, Cisco, Elster Metronika, OSI Software, MRO Software, РТСофт. Р.В.С. имеет региональные представительства в г. Тамбов и г. Тула.

*Телефон: 7(495) 797-96-92*
*E-mail: pr@rvsco.ru*
*www.rvsco.ru*

## НПП "ЭЛЕМЕР"

Основано в 1992 г. и специализируется на производстве измерительных преобразователей и вторичных электронных цифровых приборов. Изделия предприятия находят широкое применение во всех отраслях промышленности и энергетики, в центрах сертификации и стандартизации Госстандарта РФ, Российском космическом агентстве, на предприятиях РАО "Газпром". Высокое качество изделий определяется многолетним опытом персонала предприятия по разработке и производству Государственных эталонов, образцовых установок и средств измерений, в том числе в области вооружений и военной техники. Надежность продукции гарантируется существующей на предприятии системой контроля качества и 100 % ресурсными испытаниями приборов. В 2002 г. система качества предприятия сертифицирована на соответствие требованиям ISO 9001.

# НОВОСТИ КОМПАНИИ "КРУГ" – ЭНЕРГЕТИКАМ

## Разработан OPC-сервер счетчиков электроэнергии "Лейне Электро-01М"

OPC-сервер предназначен для организации информационного обмена со счетчиками электрической энергии "Лейне Электро-01М".

Электросчетчик "Лейне Электро-01М" производится ОАО "Саранский приборостроительный завод" и предназначен для учета электроэнергии в двухпроводных сетях переменного тока.

OPC-сервер обеспечивает взаимодействие "Лейне Электро-01М" со SCADA- и HMI-системами согласно спецификации OPC DA (Data Access) версии 2.05. Использование OPC-сервера позволяет уменьшить риски и облегчить процесс интеграции электросчетчика в любую систему учета электроэнергии, поддерживающую спецификацию

ОРС. Системы, построенные на базе ОРС-технологий, отличает возможность легкого расширения и гибкость, недостижимая для цельнотянутых систем.

ОРС-сервер отличается простотой настройки. Поддерживается автоматический поиск приборов, что позволяет создавать системы любой сложности в максимально сжатые сроки. При большой удаленности приборов можно использовать радиоканал или модуль модемных каналов связи.

*Подробнее о возможностях ОРС-сервера:*

ОРС-сервер имеет демонстрационную версию, рассчитанную на полнофункциональную работу в течение 30 дней.

*Телефон: (8412) 49-97-75*
*Факс: (8412) 55-64-96*
*E-mail: krug@krug2000.ru*

## ТЕКОН В ЭНЕРГЕТИКЕ

### Автоматизированная система управления Центральным тепловым пунктом

ЦТП микрорайона обеспечивает жителей горячей и холодной водой круглогодично и теплом – в отопительный сезон. Модернизация действующих ЦТП, проводимая в последнее время многими эксплуатирующими организациями, по оценкам экспертов дает энергосберегающий эффект порядка 20-50 %. Обычно работы проводятся как своими силами, так и с привлечением подрядных организаций, предлагающих различные (по техническим решениям и объёму энергосберегающих мероприятий) конкретные реализации общей концепции энергосбережения. Компания “ТЕКОН” представляет свою оригинальную реализацию двухуровневой АСУ ТП теплового пункта.

### УСПД РОБ и ТЕКОНИК – диспетчеризация и учет энергоресурсов

Устройство сбора и передачи данных (УСПД) предназначено для учета энергоресурсов, создания систем диспетчеризации и ориентировано на применение на центральных тепловых пунктах (ЦТП), индивидуальных тепловых пунктах (ИТП), мини-котельных и других объектах ЖКХ. В различных вариантах исполнения УСПД также применяется на промышленных предприятиях в целях технологического и коммерческого учета энергоресурсов.

### АСУ ФПО и СШО очистка цирководных трубопроводов тепловых станций

АСУ ФПО и СШО – комплексное решение, позволяющее автоматизировать систему предварительной очистки воды из открытых водоемов и систему очистки трубопровода.

### ПТК “ЭНТЕК” автоматизация объектов электроэнергетики

ПТК “ЭНТЕК” представляет собой информационно-измерительную систему для автоматизации распределенных объектов электроэнергетики.

### Автоматизированная система оперативно-диспетчерского контроля за состоянием и нагрузкой основного оборудования Р, ТП линий 10 (6) кВ, технического учета и контроля электрической энергии и мощности

Объект автоматизации состоит из распределительно-трансформаторных подстанций РТП, являющихся одним из ключевых элементов при передаче электроэнергии конечным потребителям.

### АСУ ТП котлоагрегата на базе ПТК “ТЕКРОН”

Пылеугольный газомазутный котел ТП-230-2 ст. № 7 предназначен для сжигания угольного топлива, мазута и природного газа и рассчитан на номинальную паропроизводительность 230 т/ч.

### АСУ ТП котлоагрегата ТЭС

АСУ ТП каждого из котлов ТГМ-84А(Б) представляет собой многоуровневую иерархическую систему, состоящую из нижнего (полевого) уровня, среднего уровня (контроллеры, местные щиты управления) и верхнего уровня (операторские станции, станции обслуживания, аварийный пульт управления).

### Модернизация системы автоматического регулирования котлоагрегата ТП-81

На ТЭЦ-9 ОАО “Иркутскэнерго” специалистами Иркутской компании ПИК “Астрон” была разработана и успешно запущена в эксплуатацию САР котлоагрегатом ТП-81 на базе многофункционального контроллера МФК3000 с резервированной процессорной частью и модулями УСО с использованием российского SCADA-пакета TRACE MODE 6.

*Телефоны: (495) 730-41-12, 665-46-94 (многоканальные). Факс: (495) 730-41-13. E-mail: info@tecon.ru*

# ЗАО "РТСофт"

## ЗАО "РТСофт" – надежный партнер филиала ОАО "ФСК ЕЭС" МЭС Востока

Компания "РТСофт" успешно выполнила ряд работ по поставке, разработке и внедрению Системы сбора и передачи информации противоаварийной автоматики (ССПИ ПА) Приморской ГРЭС филиала ОАО "ФСК ЕЭС" МЭС Востока. Особенность и сложность этого проекта заключалась в необходимости создания комплексного решения автоматизации с системами подстанций, примыкающих к Приморской ГРЭС.

Реализация проекта проходила в сжатые сроки. Это потребовало нестандартных оперативных решений и действий для выполнения графика работ. Компания "РТСофт" произвела поставку оборудования по утвержденному графику точно в срок. При выполнении работ сотрудники РТСофт продемонстрировали слаженность и дисциплинированность и строго выполняли правила технической эксплуатации и техники безопасности. Благодаря участию хабаровского представительства "Восток-РТСофт" на высоком уровне была организованна координация работ субподрядчика.

О.В. Гринько, заместитель генерального директора, главный инженер МЭС Востока отметил: "В настоящее время система сдана в промышленную эксплуатацию и работает в номинальном режиме без сбоев и отказов. От лица МЭС Востока благодарим ЗАО "РТСофт", которое за время работы зарекомендовало себя как надежный партнер, своевременно и качественно выполняющий взятые на себя обязательства".

## РТСофт сдал ССПИ Барнаульских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3

В январе 2008 года компания "РТСофт" успешно сдала в промышленную эксплуатацию системы сбора и передачи технологической информации (ССПИ) Барнаульских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3.

ССПИ обеспечивает сбор, обработку и передачу необходимой информации в филиал ОАО "СО ЕЭС" – Алтайское РДУ в соответствии с требованиями приказа ОАО "РАО "ЕЭС России" № 603 от 9 сентября 2005 года. Обмен технологической информацией с автоматизированной системой Алтайского РДУ осуществляется с помощью протокола МЭК 60870-5-104.

Система реализована на базе многофункциональных цифровых измерительных преобразователей МИП-02-40 и сервера телемеханики SMART-SERVER разработки ЗАО "РТСофт", которые широко используются для построения ССПИ и систем телемеханики на объектах электроэнергетики.

Преобразователи МИП-02-40 без применения каких-либо дополнительных устройств осуществляют сбор всего объема информации – телеизмерений и телесигнализации. В качестве технологической сети сбора информации в пределах объекта использована сеть Ethernet 10/100 Мбит и протокол МЭК 60870-5-104.

Проведенные испытания ССПИ Барнаульских ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 с участием представителей Алтайского РДУ показали, что система полностью удовлетворяет требованиям ОАО "СО ЕЭС" в части сбора и передачи технологической информации. Кроме того, благодаря использованию преобразователя МИП-02-40 система обладает хорошими метрологическими характеристиками (класс точности преобразователей 0,2S), малым временем сбора данных (около 200 мс), а также высокой точностью привязки измерений и всех событий к астрономическому времени (±1 мс).

ТЭЦ-2

ТЭЦ-3

## CP308 – пятое поколение CompactPCI-компьютеров формата 3U на основе 45-нм процессоров Intel Core 2 Duo

ЗАО "РТСофт" и холдинг Kontron объявляют о начале поставок пятого поколения высокопроизводительных одноплатных компьютеров в стандарте 3U CompactPCI – машин серии CP308.

Компьютеры предназначены для ускорения разработки и производства конкурентоспособных отечественных встраиваемых систем экстра-класса с длительным жизненным циклом промышленного, телекоммуникационного, оборонного и транспортного назначения высокой надежности.

Новинка отличается уникальной вычислительной мощностью при очень низком уровне энергопотребления за счет применения процессора Intel Core 2 Duo и чипсета (GS45 + ICH9M), изготовленных на основе современного 45-нанометрового технологического процесса. По сравнению с предыдущим поколением процессоров (Intel Core 2 Duo на основе 65 нм) у новых 45-нанометровых процессоров кеш L2 увеличен вдвое (6 Мбайт), системная шина работает на 60 % быстрее (1066 МГц) и обеспечены современные средства управления энергопотреблением. Помимо этого, CP308 обеспечивает совершенный набор мультимедийных возможностей: мощная графика, DisplayPort/HDMI, DVI, High Definition Audio.

Ключевые особенности серии CP308:

- 45-нм процессоры Intel Core 2 Duo 9x00 (Penryn) с частотой от 1,2 до 2,26 ГГц в микрокорпусах SFF;
- чипсет: Intel GS45 и Intel ICH9M;
- системная шина – от 800 МГц до 1066 МГц;
- память: до 8 Гбайт памяти DDR3 с пропускной способностью до 17 Гбайт/с;
- интерфейсы: VGA, 7 USB 2.0, 2 COM, 2 Gigabit Ethernet и 4 Serial ATA, а также DVI и PS/2;
- расширение: 2 DisplayPort (DP), 1 High Definition Audio (HDA), 1 SATA, 1 CompactFlash (CF) слот, 1 SDHC-слот, 1 Mini-PCI Express и др.;
- возможность установки 2,5-дюймового жесткого или флеш-диска Serial ATA, накопителя USB NAND Flash и накопителя Compact Flash;
- фронтальный и тыльный ввод/вывод;
- исполнение: от 0 °C до 60 °C и от – 40 °C до +85 °C (E2);
- отсутствие вентиляторов – только пассивный радиатор;
- опция: конформное покрытие для работы в агрессивных средах;
- MTBF: от 210 000 часов;
- энергопотребление (SL9400 LV 1,86 ГГц/1Гбайт DDR3): 24 Вт;
- удар: 30 g/9 мс;
- вибрация: от 10 Гц до 300 Гц, 5 g;
- поддержка ОС: Windows XP/Vista/XP Embedded, Linux, LynxOS, VxWorks и других ОС.

По заявлению технического директора "РТСофт" А. Н. Рыбакова, "CP308 – это самая совершенная cPCI-машина формата 3U в мире. Уникальные вычислительные, сетевые и мультимедийные свойства CP308 позволят отечественным инженерам обеспечить самый высокий мировой уровень собственных разработок".

Дополнительную информацию о CP308 можно получить на сайтах www.rtsoft.ru, www.kontron-emea.com и в офисах компании "РТСофт", стратегического партнера холдинга Kontron в России и странах СНГ.

*Телефоны: (495) 967-15-05, 742-68-28. E-mail:pr@rtsoft.ru http://www.rtsoft.ru*

# ПРОЕКТ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ

ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ, ДЛЯ РАЗВИТИЯ ПРОДАЖ,
ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ И РЕШЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ
ПРЕДСТАВЛЯЕМ:

В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ФОРУМА
**«РАДИОЭЛЕКТРОНИКА. ПРИБОРОСТРОЕНИЕ. АВТОМАТИЗАЦИЯ»**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ**
X Международная специализированная выставка

**РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ПРИБОРОСТРОЕНИЕ**
IX Международная специализированная выставка

**ЭЛЕКТРОНИКА СИСТЕМ СВЯЗИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**
Специализированная выставка

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**
II Специализированная выставка

- **ВОЗМОЖНОСТЬ ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ В 12 РЕГИОНАХ РОССИИ И СНГ**
  Единственный выставочный проект федерального масштаба, использующий технологию **Profit Vizitor** © для привлечения руководителей и ведущих специалистов ключевых промышленных регионов России и СНГ.

- **КОМПЛЕКС РЕШЕНИЙ ДЛЯ 38 ОТРАСЛЕЙ БИЗНЕСА**
  Уникальная возможность для поиска решений, получения консультаций и продаж в сфере электроники, автоматизации, электротехники и связи.

FarEXPO
Техно&Ком

**2 - 4 декабря 2009**
Санкт-Петербург, СКК

www.farexpo.ru/forum-rpa
e-mail: ais@orticon.com
тел./факс : (812) 777 04 07

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПТА
ВЫСТАВКА

# 22-24 сентября 2009

**Москва, Экспоцентр, павильон 3**

IX Международная специализированная выставка

# Передовые Технологии Автоматизации ПТА-2009

WORLD FAIRS
INSTRUMENTATION MEASUREMENT AUTOMATION

## Тематика выставки:

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Бортовые и встраиваемые системы
- Системная интеграция и консалтинг
- Автоматизация зданий

«**ПТА**» — единственная российская выставка, входящая в состав Всемирной Ассоциации Выставок по Приборостроению, Измерениям и Автоматизации **World F.I.M.A.**

## В рамках выставки:

Конференция
Встраиваемые системы

**Международная конференция** по промышленной автоматизации, встраиваемым системам, автоматизации зданий.

**Спонсор конференции:** SWD SOFTWARE

## Организатор:

Экспоэлектроника

**Москва:**

**Тел.:** (495) 234-22-10

**E-mail:** info@pta-expo.ru

**Web:** www.pta-expo.ru

# ВНИИЭ – ФИЛИАЛ ОАО «НТЦ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»

Создан в 1944 г. как Центральная научно-исследовательская электротехническая лаборатория (ЦНИЭЛ) на правах всесоюзного научно-исследовательского института. В 1958 г. лаборатория реорганизована во Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергетики (ВНИИЭ). В 1987 г. к ВНИИЭ присоединено Московское отделение НИИ постоянного тока. В 1995 г. институт преобразован в открытое акционерное общество «Научно-исследовательский институт Электроэнергетики» (ОАО «ВНИИЭ»).

С 2006 г. является Филиалом открытого акционерного общества «Научно-технический центр электроэнергетики» (Филиал ОАО «НТЦ электроэнергетики» – ВНИИЭ). ОАО «ВНИИЭ» выполняет работы для электроэнергетического рынка: генерация (электрические станции), электрические сети, диспетчерское управление, потребители.

**Перечень и структура научных отделов ВНИИЭ:**

- синхронных генераторов и технической диагностики электрических машин;
- высоковольтных линий и электрооборудования подстанций;
- машинно-вентильных систем, энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- режимов энергосистем;
- средств регулирования напряжения и реактивной мощности в электрических сетях;
- автоматизированных систем диспетчерского управления;
- релейной защиты, противоаварийной автоматики и связи;
- информационно-диагностических систем;
- автоматизации планирования режимов энергообъединений;
- турбогенераторов;
- открытых информационных технологий;
- АИИС КУЭ, метрологии и оптимизации потерь в сетях.

**Работы, выполняемые институтом, подразделяются по следующим основным направлениям:**

- новые (прорывные) технологии;
- основное электрооборудование электрических станций и электрических сетей;
- режимы работы, надежность и устойчивость ЕЭС;
- энергосбережение на электростанциях;
- потери электроэнергии в электрических сетях;
- системы и средства релейной защиты, автоматики, связи, информационные технологии;
- автоматизированные системы диспетчерского управления;
- нормативно-техническая документация в области электроэнергетики.

## Основные результаты выполненных работ

### Новые (прорывные) технологии

- Совместно с работниками ТЭЦ-27 ОАО «Мосэнерго» налажен и пущен в промышленную эксплуатацию головной образец АС-турбогенератора ТЗФАУ-160 в составе ПГУ-450.
- Разработаны рекомендации по ведению эксплуатационных режимов работы АС-турбогенератора ТЗФАУ-320-2У3 энергоблока ст. № 3 Каширской ГРЭС.
- Создан универсальный компьютерный стенд, позволяющий в режиме реального времени налаживать и испытывать системы регулирования возбуждения АС-турбогенераторов и АС-компенсаторов.
- Проведена комплексная отладка работы оборудования системы частотного пуска обратимых агрегатов Загорской ГАЭС от ПТУ-2.
- Проведены исследования по определению мест установки и эффективности применения устройств управляемой продольной компенсации в ЕНЭС, разработаны предложения по выбору объектов с УПК на период 2008-2015 гг., выбран пилотный объект для установки УПК на ВЛ 500 кВ Саяно-Шушенская ГЭС – ПС «Новокузнецкая».
- Проведены испытания оборудования СТАТКОМ мощностью 50 МВар для ПС «Выборгская» на стендах ВНИИЭ, подготовлена эксплуатационная документация.
- Разработаны технические требования к пилотному образцу сверхпроводящего токоограничителя на напряжение до 20 кВ.

### Оборудование электростанций

- Проведены тепловые испытания и разработаны рекомендации по дальнейшей эксплуатации турбогенератора ТГВ-200 Череповецкой ГРЭС, 3-х турбогенераторов ТГВ-300 Ставропольской ГРЭС, турбогенератора ТВВ-165-2 Невинномысской ГРЭС.
- Проведены комплексные диагностические обследования турбо- и гидрогенераторов с длительным сроком эксплуатации и разработаны рекомендации по необходимости и целесообразности проведения их модернизации, замены отдельных узлов или генераторов в целом. В частности, проведены обследования двадцати турбогенераторов на шести ТЭЦ ОАО «Мосэнерго», Костромской, Каширской, Киришской, Ириклинской, Новочеркасской, Нижневартовской, Рефтинской, Экибастузской и других ГРЭС, а также сорока гидрогенераторов Жигулевской, Камской, Саратовской, Чиркейской, Зеленчугской ГЭС, Загорской ГАЭС и других ГЭС.

### Оборудование электрических сетей

- Проведена систематизация информации о повреждаемости основного электрооборудования подстанций 110-750 кВ (силовых трансформаторов, измерительных трансформаторов тока и напряжения, шунтирующих реакторов, ОПН, выключателей, разъединителей), а также о повреждениях элементов ВЛ (опор, проводов, грозотросов, изоляторов, арматуры) за период 2005-2006 гг.
- Разработаны карты районирования по климатическим факторам, грозоактивности и уровням загрязнений Сочинского энергорайона с целью повы-

шения надежности функционирования объектов ЕНЭС. Карты разработаны по данным 23-х метеостанций, расположенных на территории Сочинского энерго-района и примыкающих к нему территориях.

- Проведена экспертиза и составлены экспертные заключения по следующему зарубежному электрооборудованию:
  - автотрансформаторы АТДЦТН 200000/330/110-У1 и АТДЦТН 195000/330/110-У1 для работы в сетях с номинальным напряжением 330 и 110 кВ, изготавливаемых ОАО «Запорожтрансформатор» (Украина);
  - автотрансформатор типа АТДЦТН 500000/500/220/20 производства ОАО «Запорожтрансформатор» (Украина);
  - трансформатор HYDRAN M2 производства GE ENERGY;
  - провода марок GTACSR/GZTACSR и арматура;
  - оптические кабели типа ОКГТ, ОКСН и арматура производства Ribe, Bertolotti;
  - оптические кабели связи типа ОКГТ (OPGW), встроенные в грозотрос, и типа ОКСН (ADSS), изготовленные компанией NSW Norddeutsche Seekabelwerke (Германия) и предназначенные для подвески на опорах ВЛ электропередачи.
- Проведена работа по определению климатических нагрузок в соответствии с требованиями ПУЭ-7, учет которых необходим при проектировании следующих объектов:
  - ВЛ 500 кВ ПС «Камала-1» — ПС «Ангара» — Богучанская ГЭС протяженностью 515 км;
  - ВЛ 220 кВ ПС «Раздолинск» — ПС «Приангарская» — Богучанская ГЭС протяженностью 434 км;
  - площадки подстанций (ПС 500 кв «Камала-1», ПС 500 кВ «Ангара», ПС 220 кВ «Раздолинск» и ПС 220 кВ «Приангарская»).

### Режимы работы ЕЭС

- Проведены исследования анормальных и аварийных режимов работы газотурбинных ТЭЦ с преобразователями частоты (ГТТЭЦ) в электрических сетях ЕНЭС и разработаны методические указания по согласованию вопросов управления работой ГТТЭЦ и электрических сетей.
- Выполнена разработка основных положений и технических требований к автоматизированной системе регулирования напряжения и реактивной мощности в ЕНЭС.
- Разработана методика планирования электропотребления и составляющих баланса электроэнергии.

### Потери в электрических сетях

- Разработаны требования к составу исходных данных, методике расчета и анализа потерь электроэнергии в сетях ЕНЭС на основе информации АСДТУ, АИИС КУЭ и КСУПР.
- Разработаны Методические указания по формированию и анализу уровня и структуры потерь электроэнергии в электрических сетях всех напряжений в границах ЕНЭС, а также Методические указания по формированию базы данных для постоянного мониторинга уровня и ди-намики фактических потерь электроэнергии в электрических сетях всех напряжений в границах ЕНЭС.
- Разработаны «Правил коммерческого учета на розничных рынках электроэнергии». Проект согласован ОАО РАО «ЕЭС России».

### Автоматизированные системы диспетчерского управления

- Завершена разработка и проведено внедрение в Ленинградском РДУ новой технологии отображения оперативно-диспетчерской информации.
- Разработан комплекс экспертных систем для оперативного управления в филиале ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» – ОДУ Средней Волги.
- Разработан программный комплекс «Советчик по топологии электросети» для диспетчера Диспетчерской службы ОАО «ФСК ЕЭС».

### Системы и средства релейной защиты и автоматики

- Разработаны Методические указания по выбору уставок и параметров высокочастотных микропроцессорных защит ООО НПП «Экра» и дифференциально-фазной защиты L60 GE Multilin и алгоритмы расчета уставок.
- Разработаны Методические указания по выбору уставок и параметров срабатывания устройства однофазного и трехфазного АПВ сетей 330 кВ и выше ООО НПП «Экра» и алгоритмы расчета уставок.

### Нормативно–технические документы

Для публикации и утверждения в Госстандарте подготовлены национальные стандарты:

- Трансформаторы силовые. Общие технические условия.
- Ограничители перенапряжений нелинейные для электроустановок переменного тока напряжением от 3 до 750 кВ. Общие технические условия.
- Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.
- Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением свыше 1 кВ.
- Разъединители и заземлители переменного тока на напряжение свыше 1 кВ и приводы к ним. Общие технические условия.

### По заказу РАО «ЕЭС России» разработаны 5 проектов национальных стандартов:

- Распределительные устройства электрических станций и подстанций напряжением 35 кВ и выше. Требования безопасности и методы испытаний.
- Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Требования безопасности и методы испытаний.
- Силовые трансформаторы (автотрансформаторы) и реакторы. Требования безопасности и методы испытаний.
- Коммутационное оборудование электрических станций и сетей. Требования безопасности и методы испытаний.
- Воздушные линии электропередачи напряжением 35-750 кВ. Требования безопасности и методы испытаний.

### Разработан 21 стандарт организации РАО «ЕЭС России» в соответствии с тремя лотами:

- Единая национальная электрическая сеть. Условия создания. Нормы и требования.
- Единая национальная электрическая сеть. Условия поставки электроэнергии для передачи. Нормы и требования.

- Единая национальная электрическая сеть. Условия предоставления продукции. Нормы и требования.
- Распределительные устройства электрических станций и подстанций напряжением 35 кВ и выше. Условия создания. Нормы и требования.
- Распределительные устройства электрических станций и подстанций напряжением 35 кВ и выше. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Условия создания. Нормы и требования.
- Подстанции напряжением 35 кВ и выше. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Устройства защиты от перенапряжений электрических станций и сетей. Условия создания. Нормы и требования.
- Устройства защиты от перенапряжений электрических станций и сетей. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Коммутационное оборудование электрических станций и сетей. Условия создания. Нормы и требования.
- Коммутационное оборудование электрических станций и сетей. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Силовые трансформаторы (автотрансформаторы) и реакторы. Условия создания. Нормы и требования.
- Силовые трансформаторы (автотрансформаторы) и реакторы. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Измерительные трансформаторы. Условия создания. Нормы и требования.
- Измерительные трансформаторы. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Системы и устройства диагностики состояния оборудования подстанций и ЛЭП. Условия создания. Нормы и требования.
- Системы и устройства диагностики состояния оборудования подстанций и ЛЭП. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Воздушные линии напряжением 35-750 кВ. Условия создания. Нормы и требования.
- Воздушные линии напряжением 35-750 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.
- Воздушные линии напряжением 1150 кВ. Условия создания. Нормы и требования.
- Воздушные линии напряжением 1150 кВ. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования.

**По заказу ОАО «ФСК ЕЭС» разработаны первые редакции 6–ти проектов стандартов организации:**

- Методические указания по определению региональных коэффициентов при расчете климатических нагрузок.
- Линейная полимерная изоляция. Общие технические требования.
- Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при проектировании.
- Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при сооружении.
- Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при техническом обслуживании и ремонте.
- Экологическая безопасность электросетевых объектов. Требования при реконструкции и ликвидации.

**Выполнены этапы разработки стандартов ОАО «ФСК ЕЭС» по:**

- методическим указаниям по предотвращению феррорезонансных напряжений при неполнофазных режимах в сетях 110-220 кВ при проектировании, эксплуатации и техническом обслуживании;
- методическим указаниям по оценке интенсивности грозовой деятельности вдоль трассы ВЛ по данным автоматизированных систем;
- указаниям по выбору климатических параметров по ветру, гололеду и ветровой нагрузке при гололеде для проблемных регионов Европейской территории РФ проведен анализ технологических нарушений на ВЛ для проблемных регионов Европейской территории РФ;
- методическим указаниям по повышению грозоупорности действующих ВЛ 110-750 кВ, в т. ч. проходящих по районам с экстремальными гололедно-ветровыми нагрузками и грунтами с высоким удельным сопротивлением» проведен анализ информации по повышению грозоупорности ВЛ 110 кВ и выше, в том числе проходящих в районах с высоким сопротивлением грунтов и анализ грозовых отключений;
- требованиям к электрооборудованию подстанций по климатическим воздействиям в части сочетаний температуры воздуха ниже минус 25°С и соответствующих им скоростей ветра для различных регионов РФ получены сочетания температуры воздуха ниже минус 25°С и соответствующих им скоростей ветра для регионов Европейской территории РФ.

Подготовлен стандарт «Турбогенераторы и синхронные компенсаторы. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

Разработан стандарт организации: «Автоматизированные информационно-измерительные системы учета электроэнергии (АИИС УЭ). Условия создания. Нормы и требования» и «Автоматизированные информационно-измерительные системы учета электроэнергии (АИИС УЭ). Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

Разработана и согласована с ОАО «ФСК ЕЭС» редакция «Регламента по нормам качества электрической энергии» и «Методических указаний по контролю и анализу качества электрической энергии в электрических сетях ЕНЭС».

Разработаны стандарт организации «Системы телемеханики подстанций ЕНЭС. Общие технические требования» и «Релейная защита и автоматика. Условия создания»

**Нормы и требования**

- Разработан проект стандарта организации «Релейная защита и автоматика. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».
- Разработан стандарт организации «Инструкция по эксплуатации устройств РЗА и ПА объектов ЕНЭС. Руководство по составлению. Типовые решения».
- Разработан проект стандарта организации «Автоматизированная система управления электрических сетей. Условия создания. Нормы и требования».
- Разработан стандарт организации «Системы связи, сбора и передачи информации в энергосистемах. Условия создания. Нормы и требования».
- Разработан стандарт «Системы связи, сбора и передачи информации в энергосистемах. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования».

*Россия, 115201, Москва, Каширское шоссе, дом 22, корп. 3, стр. 2.*
*Телефоны: +7 (499) 613-2455, 613-9936. Факс +7 (499) 613-4388.*
*vniie@vniie.ru*

# АДВАНТЕК ИНЖИНИРИНГ

Компания *Адвантек Инжиниринг с 1996 г.* является официальным дистрибьютором компании *GE Fanuc* и успешно работает на рынке России и ближнего зарубежья в области промышленной автоматизации как разработчик и поставщик современных систем автоматического управления технологических процессов и оборудования с жесткими условиями эксплуатации и повышенными требованиями безопасности.

*12-летний* **опыт работы** позволяет нам предлагать действительно надежные решения по автоматизации технологических процессов в химической и нефтегазовой промышленности, выполняя для этого *полный комплекс инженерных работ*, в том числе:

- *обследование* объектов автоматизации и анализ технологических процессов;
- *разработка* решений, оптимальных для данных процессов и объектов;
- *проектирование* низовых систем автоматизации и центральных систем управления;
- *поставка* оборудования и программного обеспечения;
- *монтаж и шефмонтаж* оборудования;
- *программирование* контроллеров;
- *пуско-наладка* систем;
- *обучение персонала Заказчика*;
- *гарантийное и сервисное техническое обслуживание* и сопровождение поставленных систем и приборов.

**Комплектная база**

Мы используем в качестве основы для создания систем управления унифицированную компонентную базу GE Fanuc (совместное предприятие концерна General Electric и японской фирмы Fanuc), которая, по нашему опыту, лучше других подходит для создания быстродействующих систем автоматического управления, регулирования и защиты. GE Fanuc производит широкий спектр оборудования и программного обеспечения для решения задач промышленной автоматизации: программируемые логические контроллеры (ПЛК), станции В/В, интерфейсы оператора, MES, HMI SCADA-система Cimplicity и др.

Широкий диапазон контроллеров GE Fanuc для любых задач автоматизации: от ПЛК Nano до систем с тройным резервированием с успехом обеспечит потребности предприятий разных масштабов как в настоящем, так и в будущем. Данные ПЛК имеют модульную конструкцию с открытой и масштабируемой архитектурой, предоставляют мощные возможности модернизации и непревзойденную широту вариантов наращивания ресурсов.

Благодаря высокой надежности, продукция GE Fanuc нашла самое широкое применение в химической и нефтегазовой промышленности по всему миру, в том числе, в России и СНГ.

ПО Proficy HMI/SCADA – CIMPLICITY является наиболее эффективным и надежным решением на основе клиент-серверной архитектуры, которое предоставляет все необходимые средства для организации постоянного мониторинга, точного контроля и оперативного управления технологическими процессами, оборудованием и ресурсами. Таким образом, на основе объективных данных своевременно решаются проблемы эксплуатации оборудования, улучшается качество управление, а с ней и качество продукции, повышается рентабельность, сокращается период ввода изделия в массовое производство.

**Внедрения**

За годы работы в России сформировался коллектив высококвалифицированных специалистов, прошедших обучение на предприятиях фирмы-поставщика и постоянно повышающих квалификацию. Этот коллектив разработал уникальные и универсальные быстродействующие регуляторы, в т.ч. топливные и антипомпажные, и обеспечил успешное выполнение этапов многих проектов, наиболее значительными из которых являются:

- системы автоматического регулирования и управления газоперекачивающими агрегатами мощностью 10 и 16 МВт линейных и дожимных компрессорных станций на газопроводах ОАО «Газпром», Украины и Туркмении, построенные на базе контроллеров GE Fanuc и отличающиеся высоким качеством регулирования подачи топлива в камеру сгорания и антипомпажного регулирования центробежных нагнетателей;
- современные системы управления газо-измерительными станциями ОАО «Газпром»;
- распределенные системы управления установками комплексной подготовки газа на газовых промыслах ОАО «Газпром» и ОАО «Роснефть»;
- современные системы управления химическими производствами. В частности, АСУ технологическими процессами выпарки и грануляции производства карбамида Новомосковского азотного комбината;
- системы автоматического управления электростанцией на базе совместно работающих паровых и газовых турбин Сумского завода им. М.В. Фрунзе.

**Основные направления деятельности «Адвантек Инжиниринг»**

1. Разработка, производство и внедрение регуляторов для турбин и компрессоров, в частности, быстродействующих топливных и антипомпажных регуляторов, а также систем автоматического управления и регулирования (САУиР) турбин и компрессоров, применяемых на: компрессорных станциях газопроводов; электростанциях с газотурбинным приводом генераторов; компрессорах с газотурбинным и паротурбинным приводом металлургических и химических производств.
2. Регулирование подачи топлива в системах автоматического управления газотурбинными агрегатами различных типов.
3. Антипомпажное регулирование центробежных нагнетателей и компрессоров.
4. Разработка, производство и внедрение АСУТП для предприятий газовой и нефтяной промышленности, в частности: промыслов, компрессорных и насосных станций, нефтебаз.
5. Автоматизированные системы управления технологическими процессами.
6. Разработка, производство и внедрение систем ПАЗ с резервированной архитектурой для особо опасных производственных процессов на объектах: химической промышленности, нефтехимической промышленности, газовой промышленности.

**Проверенные временем, партнеры по внедрениям**

**Россия:** Вега-Газ, Газприборавтоматика, Химавтоматика, Коелга-Мрамор, Новомосковский, Азот, Совтигаз, Салют, Advantek системы связи.

**Украина:** Вега, Сумское машиностроительное НПО им. М.В. Фрунзе, Новая техника.

**Грузия:** Semper, Америка, Bechtel.

*Мы с уверенностью можем сказать: наши знания и опыт, наши системы, приборы и решения гарантируют успех в автоматизации промышленных предприятий любого уровня. С нами надежно!*

*ООО «Адвантек Инжиниринг».*
*105120, Россия, г. Москва, ул Нижняя Сыромятническая, 5/7.*
*Тел.: +7 (495) 980-7380, 916-7780.*
*Факс +7 (495) 916-7782*
*http://www.advantekengineering.ru*
*e-mail: zapros@advantekengineering.ru*

# И–В. Гете: ОБ ИСТИНЕ И МУДРОСТИ

*Гипотезы – это леса, которые возводят перед зданием и сносят, когда здание готово.*

*Гораздо легче отыскать ошибку, нежели истину. Ошибка лежит на поверхности, а истина скрыта в глубине.*

*Всякая разумная мысль уже приходила кому-то в голову, нужно только постараться еще раз к ней прийти.*

*Человек должен верить, что непонятное можно понять.*

*Обдумывай «ЧТО», но еще больше думай «КАК».*

*Кто ищет, тому назначено блуждать.*

*В одной только истине мудрость.*

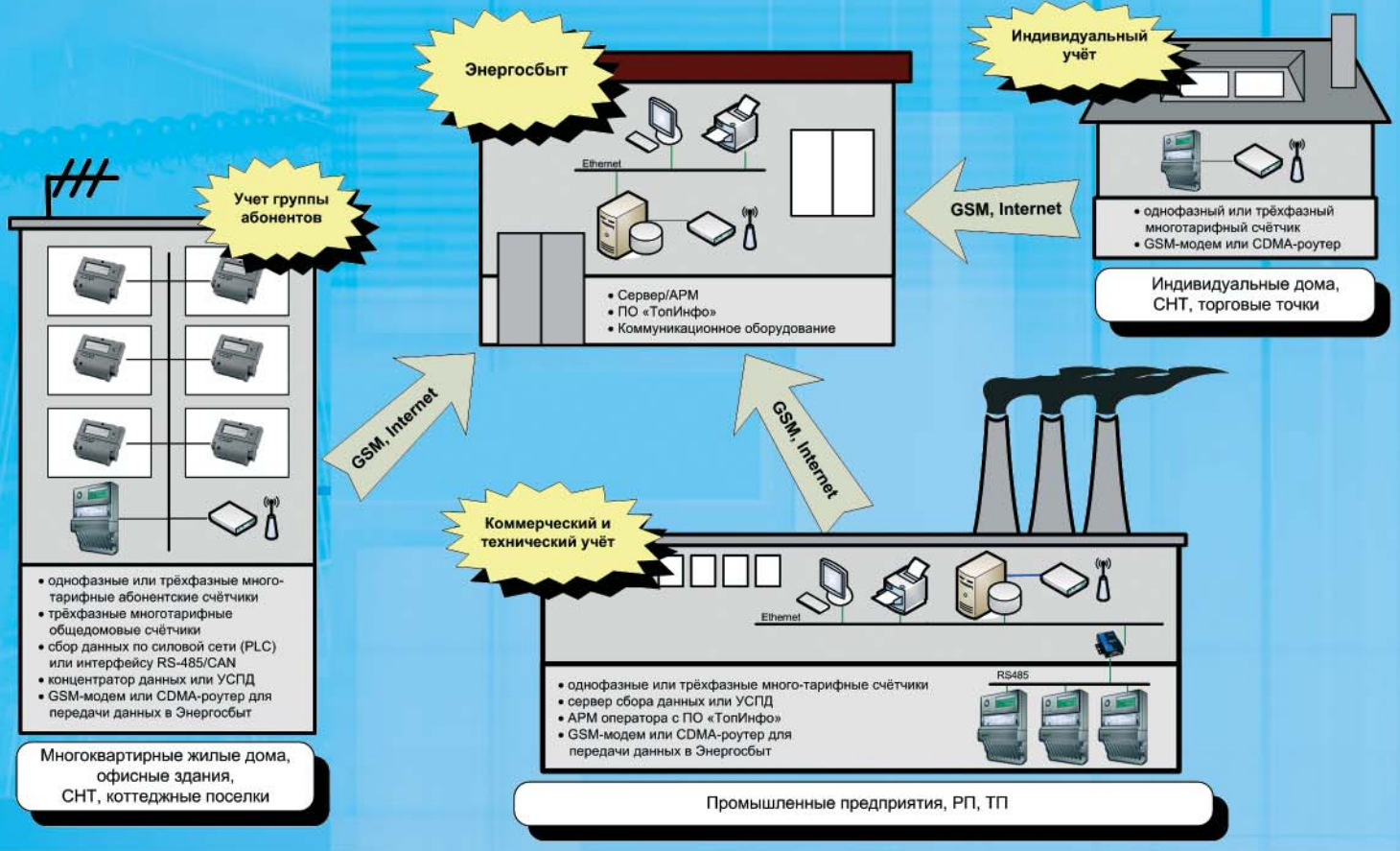
**Подборка Б.В. ВОЛЬТЕРА**

**ПОДПИСКА – 2009**
на июль – декабрь по Объединенному каталогу «Пресса России»
На почте с апреля 2009 г. проводится подписная кампания на журнал
**«Автоматизация и IT в энергетике»**
по Объединенному каталогу **Пресса России**
**«ПОДПИСКА–2009, второе полугодие»**
по индексу **81568**
Условия оформления подписки
(аннотация, индекс(ы), стоимость)
вы найдете в I томе каталога, на страницах, указанных
в Тематическом и Алфавитном указателях каталога.
**ТРЕБУЙТЕ ОБЪЕДИНЕННЫЙ КАТАЛОГ НА ПОЧТЕ!**

**18 лет**
на рынке
промышленной
автоматизации

**АВИАТЭКС**
*Новые технологии автоматизации*

# РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЫТОВЫХ И СЕТЕВЫХ КОМПАНИЙ




- учет энергоресурсов
- оперативное диспетчерское управление
- автоматизация технологических процессов
- интеграция информационных систем

Адрес: 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д. 4, Тел./факс: (499) 195 94 92
Web: www.aviatex.ru E-mail: info@aviatex.ru

# ПЕРЕДОВАЯ РОССИЙСКАЯ РАЗРАБОТКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

# МИП-02

## МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

### ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
- системы АСУТП, ССПИ, СОТИ;
- системы телемеханики и АСДТУ;
- системы контроля качества электроэнергии.

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
- точность измерения основных параметров 0,2S;
- период измерения до 80 мс;
- передача данных по протоколу МЭК 60870-5-104;
- синхронизация от GPS/ГЛОНАСС;
- привязка к астрономическому времени с точностью 1 мс.

### ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА
- гибкая ценовая политика;
- наличие сертификатов;
- собственное производство.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ
- адаптация к требованиям потребителя;
- обучение в специализированном Учебном центре.

RTSoft
СРЕДСТВА и СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ

105037, Москва, Никитинская ул., д.3
тел.: +7 (495) 742-68-28, 967-15-05
факс: +7 (495) 742-68-29
e-mail: rtsoft@rtsoft.ru
http://www.rtsoft.ru

Компания сертифицирована на соответствие ISO 9001-2000