АВТОМАТИЗАЦИЯ & IT в энергетике

ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал

№ 12 (53)

декабрь 2013

«НВТ Автоматика» на предприятиях теплоэнергетики – 20 лет в строю! 5

Принцип построения нечеткой экспертной системы для обработки результатов диагностики высоковольтного оборудования посредством метода регистрации частичных разрядов 17

Основные эффекты реализации технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России» 24

Smart Grid – больше чем smart grid 31

Автоматизация подстанции с использованием модернизированных устройств РЗА серии БМРЗ–100 38

Современные цифровые средства измерений: проблемы и перспективы 42

Решения автоматизации «Ракурс» применены на Гусиноозерской ГРЭС, Филиала ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация», Республика Бурятия 47

Идеи и эксперименты бизнес–инжиниринга нормативных актов и стандартов по организации деятельности сетевых энергокомпаний 53

Компания AspenTech открывает новые пути в моделировании и управлении, базирующемся на моделях 60

Интервью Генерального директора «НВТ–Автоматика» Владимира Анатольевича Менделевича 70

®

ракурс

ясность цели

ГРУППА КОМПАНИЙ “РАКУРС” - Ваш партнер в области промышленной автоматизации.

Инновационная компания.
Резидент технико-внедренческой особой экономической зоны Санкт-Петербурга
отделение «Нойдорф».

ПРОДАЖА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
Тел./факс: (812) 252-43-90

ПОСТАВКА КОМПОНЕНТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ
Тел./факс: (812) 252-48-83

ДЕПАРТАМЕНТ ЭЛЕКТРОПРИВОДА
Тел./факс: (812) 702-47-50

УЧЕБНО-КОНСУЛЬТАЦИОННЫЙ ЦЕНТР
Тел./факс: (812) 252-78-45

198095, Санкт-Петербург, Химический пер., д.1, к.2, e-mail: info@rakurs.com, rakurs.com

Премия Правительства Российской Федерации в области качества 2005

Сделано в С.-Петербурге 2009

Берегите энергию
Премия 2010 в области энергосбережения

100 лучших товаров России 2010

100 лучших товаров России 2011

Серт бюро ISO 9001:2008

Отраслевой научно-производственный журнал
Свидетельство Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзора) ПИ №ФС77-44434 от 31 марта 2011 г.

Учредитель-издатель
ООО "ИД "АВИТ-ТЭК" г. Москва
Генеральный директор
Егоров А.А.

Председатель редакционной коллегии
Оклей Павел Иванович

Редакционная коллегия:
Аблин И.Е., Генеральный директор ИнСАТ г. Москва
Егоров А.А., к.т.н., профессор АВН РФ, Главный редактор журнала
Гордиенко В.М., к.т.н., Зам. начальника управления энергетического и строительного надзора Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
Ицкович Э.Л., д.т.н., профессор ИПУ РАН
Корнеева А.И., к.т.н.
Кучеренко В.И., к.т.н., 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
Непомнящий Ю.В., Зам. Главного инженера "МОЭСК"
Очков В.Ф., д.т.н., профессор Национального исследовательского университета "МЭИ", заслуженный работник ЕЭС России
Панков Д.Л., Директор по стратегиям, развитию и инновациям ОАО "Холдинг МРСК"
Сердюков О.В., к.т.н., ст.научный сотрудник ИАиЭ СО РАН
Сеу С.И., генеральный директор ООО "ИЦ "Энергоаудитконтроль", член совета директоров ОАО "НИИАС", член совета некоммерческого партнерства "Энергострой"
Силин В.И., Техничесий директор ЗАО "ЭФЭСк"
Синенко О.В., д.т.н., действительный член АИН РФ, Генеральный директор "РТСофт"
Соколов Н.Н., академик РАЕН, д.ф.м.н., профессор, Ректор Международной Геологоразведочной Академии
Султанов Г.А., д.т.н., Генеральный директор ОАО "Кубаньэнерго"
Тодирка С.Н., Главный инженер МКС
Черемисин В.В., д.т.н., Директор "Таврида Электрик Омск"
Шерман В.С., к.т.н.

Главный редактор
к.т.н., профессор АВН РФ 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:
119002, г. Москва, Калошин переулок, д. 2/24, офис 19 (м. Смоленская)
Тел. (495) 221-09-38
E-mail: info@avite.ru
http://www.avite.ru

Тираж: 6000 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.

Энергия скрывается во всем,
И только с ней на свете мы живем.
Мы поздравляем, и слова чисты,
Людей, которые с энергией на ты.
Мы благодарны будем им за то,
Что в нашем доме сухо и светло,
Что не боимся мы морозных зим,
Суровых бурь и ледяных лавин.

© Народ

Уважаемые читатели!

Важным событием для энергетики конца осени 2013 года было проведение парламентских слушаний в Государственной Думе РФ, посвященных анализу итогов реформирования РАО "ЕЭС России" и эффективности деятельности созданных на его базе структур.

Министр энергетики РФ Александр Новак выступил с докладом, в котором были отражены ключевые изменения, произошедшие в электроэнергетической отрасли за последние 10 лет. Одной из главных целей реформирования отрасли было повышение эффективности функционирования электроэнергетики, а также обеспечение бесперебойного снабжения отраслей экономики и населения электрической энергией. Министр остановился на разделении вертикально-интегрированной монополии РАО "ЕЭС России" по видам деятельности – генерации, передаче и распределению электроэнергии, сбыту, оперативно-диспетчерскому управлению. "Такое разделение позволило сделать более прозрачной работу каждого сектора электроэнергетики, а регулирование отрасли более эффективным", – пояснил Министр. Еще одним достижением реформы Александр Новак назвал формирование оптового и розничного рынков электроэнергии. "В целом, с точки зрения мировой практики, модель российского рынка является одной из наиболее развитых, – подчеркнул он, – хотя опыт работы последних лет показывает, что необходима ее корректировка". В заключение доклада Александр Новак отметил важность продолжения реформирования отрасли. "Мы внимательно относимся к советам и критике экспертов и специалистов, вносим корректировки и изменения в стратегические и нормативные документы, регулирующие деятельность отрасли. Работа по совершенствованию отношений в электроэнергетике не закончена, она будет продолжаться, в том числе и с помощью присутствующих здесь специалистов", – заключил Александр Новак.

Генеральный директор ОАО "Россети" Олег Бударгин так же принял участие в парламентских слушаниях и в своем выступлении подчеркнул, что коллективом группы компаний ОАО "Россети" за последние несколько лет проделана огромная работа по обеспечению надежности и доступности российского электросетевого комплекса. "Наша главная цель – это надежность. И за последнее время мы снизили аварийность в электросетевом комплексе страны на 38 %. В два раза снизилась средняя длительность перерывов электроснабжения потребителей: с 4,8 часов на технологическое нарушение в 2009 году до 2,15 часов в 2013 году", – сказал Олег Бударгин. Для дальнейшей работы по развитию электроэнергетического сектора важным этапом реформы, стал Указ президента о консолидации распределительных и магистральных сетей. В числе важных шагов для дальнейшего развития электроэнергетики страны в ближайшей перспективе Олег Бударгин отметил предложения ОАО "Россети", Министерства энергетики и представителей Комитета по энергетике Госдумы РФ по созданию единой политики развития электросетевого комплекса России.

В декабре нас ждет особо значимое и традиционное событие для всех энергетиков – 16-я международная специализированная выставка "Электрические сети России – 2013". В рамках этой выставки журнал "Автоматизация и IT в энергетике" при поддержке АВН РФ (Научное отделение "Проблемы безопасности ТЭК") проводит Международную научно-практическую конференцию **"Интеллектуальная энергетика – магистральный путь России в энергоэффективное будущее"**. Энергоэффективное будущее России – вполне достижимая цель! Но как это сделать и сколько понадобится средств и времени? Приглашаю специалистов посетить наше мероприятие и обсудить эти вопросы, надеюсь, что всем будет интересно.

В этом году 22 декабря мы празднуем свой профессиональный праздник энергетиков. Профессиональный праздник энергетиков имеет давние и славные традиции, которые хорошо закрепились как в чисто профессиональной среде, так и в отраслях, не связанных напрямую с поддержкой и развитием генерирующих мощностей. Это не удивительно, ведь от слаженной работы наших энергетиков зависит не только всё производство и вся промышленность, но и наша экономика в целом.

Это также праздник тех, кто и сегодня остается на ответственном посту – работников энергетической отрасли. В энергетическом комплексе работают высокопрофессиональные специалисты, которые, несмотря на все сложности, сохраняют высочайший уровень социальной ответственности, обеспечивают стабильное и безопасное энергоснабжение. В современном мире энергетика – основа процветания общества!

Уважаемые энергетики, сердечно поздравляем Вас с профессиональным праздником! От вас зависит бесперебойная работа предприятий и учреждений, комфорт и уют в наших домах, в конечном итоге, качество жизни каждого человека. Активно внедряя современные технологии, развивая и используя альтернативные способы получения электроэнергии, вы открываете новые возможности для развития страны. Спасибо вам за неустанный труд, за ответственность и профессионализм. Желаем вам здоровья, веры и оптимизма, счастья и благополучия и, конечно, безаварийной работы! Пусть в ваших семьях царит мир, любовь и согласие!

С уважением, главный редактор журнала – канд. техн. наук, профессор АВН РФ Александр Егоров

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ (проблемы и практический опыт)

5 Е.К. СПИРИНА, М.Ф. КОНОВАЛОВА (ЗАО «НВТ-Автоматика»)
«НВТ Автоматика» на предприятиях теплоэнергетики – 20 лет в строю!

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

Применение методов искусственного интеллекта в энергетике

17 Я.В. МИРОНЕНКО, В.А. ШАХНИН (Владимирский Государственный Университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых)
Принцип построения нечеткой экспертной системы для обработки результатов диагностики высоковольтного оборудования посредством метода регистрации частичных разрядов

Интеллектуальная энергетика

24 А.В. ЗАДОРОЖНИЙ, Р.В. ОКОРОКОВ (ФГБОУВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет»)
Основные эффекты реализации технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России»

31 В.В. ВЯТКИН (Технический университет Лулео, Швеция)
Smart Grid – больше чем smart grid

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Релейная защита

38 М.Г. ПИРОГОВ, С.В. МИХАЛЕВ, Е.В. ИЛЮХИН (НТЦ «Механотроника»)
Автоматизация подстанции с использованием модернизированных устройств РЗА серии БМРЗ-100

Измерители и регуляторы

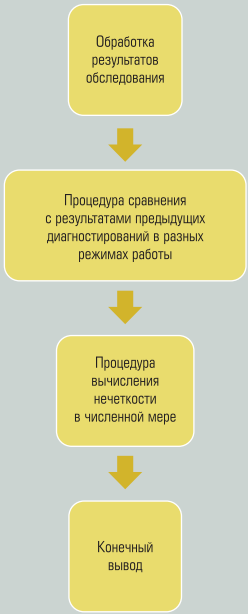
42 Е.В. РОМАНОВА, А.В. ДЕНИСОВА (ОАО «Электроприбор»)
Современные цифровые средства измерений: проблемы и перспективы

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

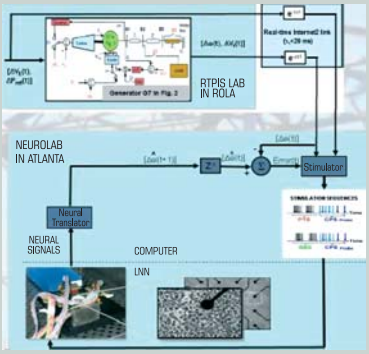
Опыт

47 Н. АХМЕДОВ (ООО «НПФ «Ракурс»)
Решения автоматизации «Ракурс» применены на Гусиноозерской ГРЭС, Филиала ОАО «ИНТЕР РАО – Электрогенерация», Республика Бурятия

5 *Интеллектуальная соединительная коробка "СКИД"*



17 *Алгоритм работы экспертной системы*



31 *Экспериментальная установка проекта EFRI-COPN*

ЭКОНОМИКА ЭНЕРГЕТИКИ

53 И.В. ЛЮБИМЦЕВ
(R&D-центр «SMART MANAGEMENT» МФТИ),
В.В. КОНДРАТЬЕВ («Ленэнерго»)
Идеи и эксперименты бизнес-инжиниринга нормативных актов и стандартов по организации деятельности сетевых энергокомпаний

ОПЫТ ЗАРУБЕЖНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

США

60 Кейт ЛАРСОН (Keith LARSON)
(Control magazine)
Компания AspenTech открывает новые пути в моделировании и управлении, базирующемся на моделях

ХРОНИКА И НОВОСТИ

62 XIII РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ
IXX Международная специализированная выставка «Энергетика Урала. Энергосбережение».
VIII Специализированная выставка «Кабель. Провода. Арматура».
V Специализированная выставка «Электро- и светотехника».

65 IV Обнинский инновационный форум: «Технологии энергосбережения и энергоэффективности»

67 Форум UPGRID-2013: все инновации на одной площадке

68 «РТСофт» и Kontron объявляют о поддержке новейшей микроархитектуры Intel® Silvermont на своих платформах

69 Компания ОВЕН объявила о начале продаж модуля ввода параметров электрической сети МЭ110-220.3М (трехфазное исполнение)

РАЗНОЕ

Профессионалы отвечают

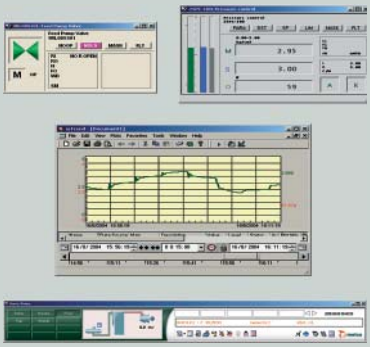
70 Интервью Генерального директора «НВТ-Автоматика» Владимира Анатольевича Менделевича главному редактору журнала «Автоматизация и IT в энергетике» Егорову Александру Александровичу

Изодром мудрости

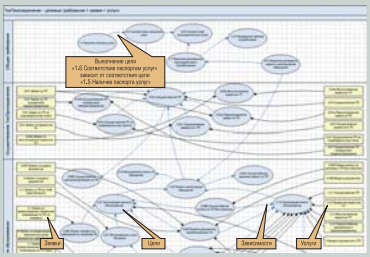
72 Наука и факты
Подборка Б. ВОЛЬТЕРА

38 *Внешний вид модернизированного БМРЗ-100*

42 *Коммуникационные возможности многофункциональных приборов*



47 *Интерфейс оператора – пакет Метсо DNAuse*



53 *Модель стратегической карты деятельности по технологическим присоединениям*

НВТ-Автоматика – 20 лет!

САРГОН®
www.nvtav.ru

Редакция и редколлегия журнала сердечно поздравляют замечательный коллектив компании НВТ-Автоматика с 20-летним юбилеем.

В ноябре этого года компании НВТ-Автоматика исполнилось 20 лет! Сколько трудностей и преград прошли сотрудники этой компании, чтобы добиться таких успехов и высот в области автоматизации теплоэнергетических объектов. 20 лет – это серьезный срок, который позволяет сказать, что компания состоялась, что компания – серьезный, уважаемый игрок на рынке систем автоматизации в теплоэнергетике.

Коллектив компании накопил огромный опыт создания систем автоматизации энергетического оборудования основных типов: паровых и газовых турбин, компрессоров, котлов (в том числе, многотопливных), энергоблоков, ПГУ и др.

АСУ ТП, разработанные компанией, внедрены и внедряются на десятках теплоэнергетических бъектах.

Компания «НВТ-Автоматика» создала уникальные технологии разработки и проектирования АСУ ТП энергетических объектов различной информационной мощности. Основные направления деятельности компании – создание полнофункциональных АСУ ТП энергетических объектов и разработка ПТК «САРГОН» на основе собственного программного обеспечения и современных контроллеров российских производителей. Символичен выбор названия ПТК, САРГОН Древний (Великий, Аккадский), что в переводе «Царь истинный» (вождь, предводитель, сильный), полководец, который ввел единый календарь, единую систему мер и весов, создал сеть дорог (правил 2316 – 2261 до нашей эры).

По числу проектов и внедрений на электростанциях РАО ЕЭС России на базе ПТК «САРГОН» занимает третье место. АСУ ТП, разработанные компанией и ее постоянными партнерами, функционируют на электростанциях России, Украины, Китая и Индии.

Желаем вашей компании дальнейших побед, успехов в решении научных задач, новых свершений, стабильности в самоотверженной работе на благо отечественной теплоэнергетике.

Сердечно поздравляем с Днем рождения вашу компанию. Желаем, чтобы приобретенный ценный опыт и высокие результаты работы с каждым годом были все больше и лучше, появились новые заказы и новые друзья, которые поддержат в трудную минуту. Успехов и процветания Вашему бизнесу, а сотрудникам – крепкого здоровья, благополучия и счастья!

Мы благодарны вашей компании за плодотворное и разностороннее сотрудничество с журналом и поддержку во всех наших новых начинаниях и всегда готовы размещать информацию о ваших достижениях на страницах нашего журнала!

Редколлегия и редакция журнала “Автоматизация и IT в энергетике” .

«НВТ–АВТОМАТИКА» НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ – 20 ЛЕТ В СТРОЮ!

Е.К. СПИРИНА, М.Ф. КОНОВАЛОВА (ЗАО "НВТ–Автоматика")

Излагается краткая история разработок и внедрений распределенных систем управления на предприятиях теплоэнергетики России и за ее пределами за период с 1994 г. до настоящего времени, выполненных специалистами ЗАО "НВТ-Автоматика", рассматриваются структуры распределенных АСУ ТП на примерах отдельных объектов автоматизации.

Приводятся описания технических средств и типовых решений, разработанных ЗАО "НВТ-Автоматика" с учетом накопленного опыта создания АСУ ТП. Использование данных типовых решений является важным фактором, влияющим на повышение типизации проектов, сокращение сроков создания систем и снижение стоимости систем в целом.

1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ (1994–2007 ГОДЫ)

Первый опыт проектирования и внедрения распределенной системы управления был реализован ЗАО "НВТ-Автоматика" в 1994 г. для создания АСУ ТП доменного компрессора К-7000 на металлургическом заводе в г. Баотоу (Китай) [1]. Функции управления, регулирования и защит были распределены по трем резервированным парам контроллеров ТКМ. Начиная с 2001г. в ПТК "САРГОН" используются интеллектуальные удаленные модули УСО (устройство связи с объектом) серий I-7000 (производства фирмы ISP DAS) и Теконик (производства компании "ТЕКОН"), связь с которыми осуществляется по протоколу ADAM. В основном они применяются в системах химконтроля и температурного контроля генераторов. В 2005 г. ЗАО "НВТ-Автоматика" разрабатывает и запускает в производство собственный промышленный контроллер Армконт-300 для использования в распределенных системах. Первое внедрение контроллеров Армконт-300 в составе существующих шкафов РТЗО в 2006 году происходит в процессе создания АСУ ТП автоматической загрузки бункеров (АЗБ) сырого угля блоков 300 МВт Рефтинской ГРЭС. Оборудование системы топливоподачи шести блоков состоит из двадцати четырех бункеров сырого угля (по два бункера на каждом корпусе котла) и двух параллельных транспортеров подачи угля, проходящих над бункерами. Разработанная система является распределенной как по функциям управления, так и по сбору информации и выдачи управляющих воздействий.

Структура АСУ ТП бункеров сырого угля представлена на рис. 1.

Система включает в себя шестнадцать контроллеров Армконт-300:

- двенадцать контроллеров, управляющих загрузкой бункеров и расположенных в существующих сборках РТЗО АЗБ-1;
- два контроллера, управляющих магнитными уловителями и расположенных в новом шкафу в помещении центрального щита управления (ЦЩУ);
- два контроллера, управляющих транспортерами 4А, Б и расположенных в новом шкафу в помещении АЗБ-1.

Реализация проекта на базе распределенной системы управления позволила плавно и постепенно, в течение 3-х месяцев, перевести ручное управление топливоподачей на автоматизированное, без остановки технологического процесса и прекращения работы линии топливоподачи.

В 2006 г. для системы автоматизированного управления горелками котла № 8 ТЭЦ-9 ОАО "Мосэнерго" впервые разрабатываются и внедряются интеллектуальные шкафы распределительного токового задвижного оборудования (ИРТЗО), объединяющие в одном шкафу контроллер Р06, клеммные модули-преобразователи компании "ТЕКОН" и ячейки присоединения. В следующем году для АСУ ТП котла № 1 Волжской ТЭЦ, кроме шкафов ИРТЗО для управления горелками,

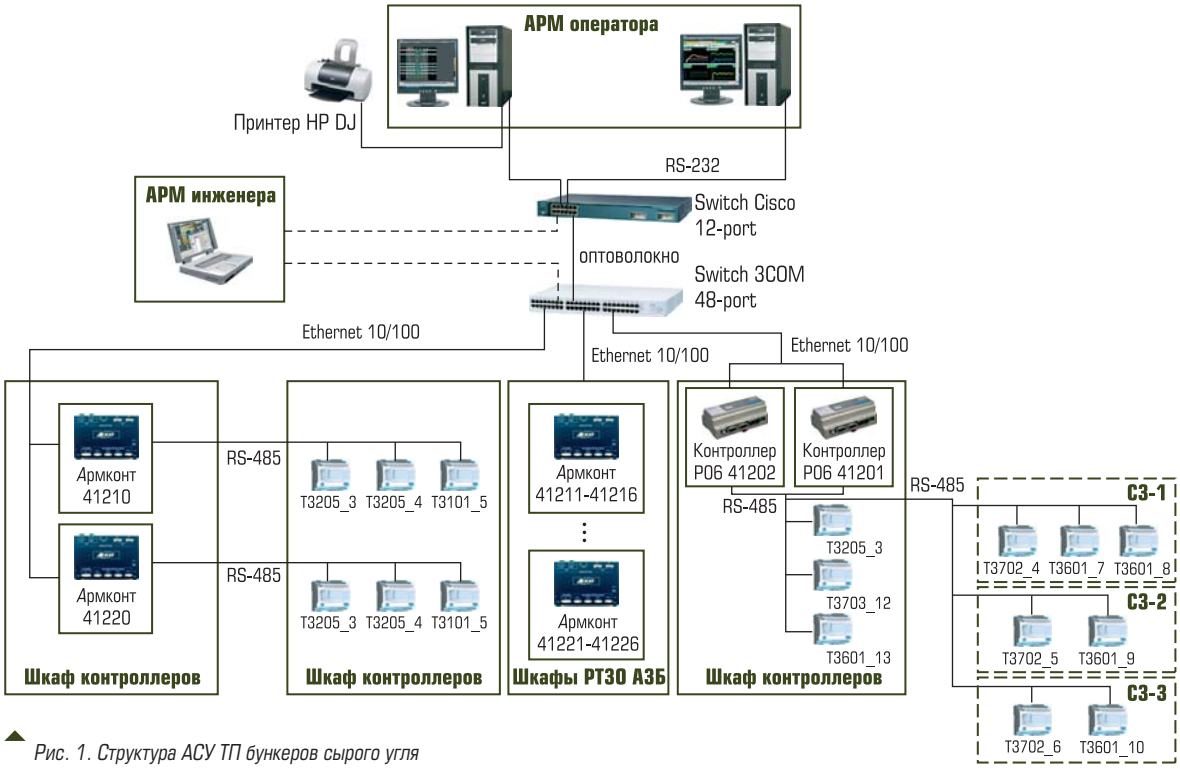


Рис. 1. Структура АСУ ТП бункеров сырого угля

используются шкафы температурного контроля с удаленными модулями УСО, вынесенные на площадку 16-ой строительной отметки и соединенные с контроллерами по каналам цифровой связи. Комбинированный вариант АСУ ТП был применен в 2007 г. при создании АСУ ТП водоподготовительной установки (ВПУ) ТЭЦ-21 ОАО “Мосэнерго”. Эта система имеет распределенный сбор информации и выдачу управляющих воздействий при централизованной обработке информации.

В состав ВПУ входят девять технологических систем:

- механические фильтры котлов 1-6 химводоочистки (ХВО-2);
- установка доочистки пермеата;
- установки ультрафильтрации и обратного осмоса;
- установка 3-й ступени обессоливания воды;
- общее оборудование установки приготовления обессоленной воды;
- механические фильтры теплосети 1-7 ХВО-2;
- узел сырой воды, насосы осветленной и химочищенной воды;
- система приготовления Na-катионированной воды (десять фильтров) ХВО-2;
- регенерационный узел Na-катионитовых фильтров.

Управление всем оборудованием ВПУ осуществляется с двух контроллеров TREI-5B-05 (производства TREI Gmbh, г. Пенза), включенных по схеме активного резервирования, через удаленные модули УСО TREI-5B-05. Сами контроллеры размещаются на щите управления в контроллерном шкафу.

Сеть модулей TREI-5B-05, построенная на интерфейсе RS-485 с протоколом Modbus, имеет объектно-ориентированную структуру: 87 удаленных модулей УСО размещены в семнадцати шкафах УСО (ШУСО) и ИРТЗО, рассредоточенных по всей территории химцеха и объединенных тремя цифровыми линиями. Внедрение АСУ ТП ВПУ происходило поэтапно, по группам оборудования, в течение полугода, без прерывания технологического цикла. Применение удаленных модулей УСО позволило снизить общее число прокладываемых кабелей в три раза.

Созданная структура АСУ ТП ВПУ позволила в дальнейшем (в 2013 г), при реконструкции схемы ВПУ подпитки теплосети и обессоливания, нарастить систему, дополнив ее двумя шкафами ШУСО, десятью шкафами ИРТЗО и десятью интеллектуальными соединительными коробками “СКИД” (СК “СКИД”). Позже к АСУ ТП ВПУ были присоединены шкаф ШУСО и три СК “СКИД”, заложенные в проекте оснащения емкостей химически-

опасных веществ средствами автоматического отключения их подачи при достижении заданного предельного уровня.

Таким образом, в процессе создания систем ЗАО "НВТ-Автоматика" с 1994 г. по 2007 г. разработало следующие технические средства:

- промышленный контроллер *А*рмконт-300, предназначенный для использования в распределенных системах;
- интеллектуальные шкафы ИРТЗО и ШУСО.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СОБСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ, РАЗРАБОТАННЫЕ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ (2007–2010 ГОДЫ)

Обобщив опыт проектирования систем и использования различных технических средств, накопленный за предыдущие годы, ЗАО "НВТ-Автоматика" разрабатывает и с 2008 г. начинает использовать:

- новое поколение модулей ввода-вывода сигналов *А*рмконт *А*4;
- типовые ШУСО и типовые ИРТЗО, исполняемые на базе модулей *А*рмконт *А*4;
- схему бесперебойного питания устройств ПТК и датчиков КИПиА.

Кроме того, ЗАО "НВТ-Автоматика" разворачивает широкую модернизацию существующего Фирменного ПО (ФПО) ПТК [5]:

- разработана система проектирования Tk*A*conf (вместо существующей на тот момент), выполненная на базе СУБД Firebird, которая является компактной, кроссплатформенной, свободной СУБД;
- завершено создание графического редактора Tk*A*prog непроцедурного языка технологического программирования IVL+.

Запланированы и в дальнейшем осуществлены разработки:

- нового интерфейса мониторинга технологического процесса для исполнительной системы реального времени Tk*A*;
- событийной базы данных с использованием СУБД PostgreSQL.

2.1. Модули семейства *А*рмконт *А*4

Семейство модулей *А*рмконт *А*4 специально создавалось для реализации распределенных систем управления с выполнением всех технических требований, предъявляемых к данным системам [2].

Модули имеют:

- процессорный блок с малым энергопотреблением, обеспечивающий обработку сигналов и прием/выдачу данных по запросам менее чем за 1 мс;
- два гальванически изолированных цифровых канала, по которым производится обмен данными на скорости до 4,5 Мбит/с, что позволяет реализовать различные схемы резервирования;
- компактную конструкцию, состоящую из двух блоков (клеммного, установленного на DIN-рейку, и электронного-съемного), обеспечивающую простоту "горячей замены" модуля без отключения сигнальных и сетевых кабелей.

При этом удалось найти технические решения, не приводящие к увеличению цены модулей семейства *А*рмконт *А*4 по сравнению с модулями предыдущих поколений, ранее применяемых ЗАО "НВТ-Автоматика" при создании АСУ ТП. Двухрядный клеммник WAGO обеспечивает подключение сигнальных кабелей без промежуточных клемм, резервирование модулей реализуется также через этот клеммник, без использования внешних клемм. Модули рассчитаны на длительную работу в условиях жестких температур (от –40 °С до +60 °С) и мощных электромагнитных помех (ЭМС по классу 3А), что обеспечивает возможность размещения этих модулей в полевых условиях.

Универсальность модулей позволила сократить их номенклатуру до трех основных типов:

- температурного ввода (8 сигналов в любых сочетаниях);
- аналогового ввода-вывода унифицированных сигналов с индивидуальной гальванической развязкой;
- дискретного ввода-вывода с контролем правильности вывода.

2.2. Типовые шкафы удаленных модулей (ШУСО) и интеллектуальные шкафы (ИРТЗО)

В 2008 г. были также разработаны типовые варианты применения модулей *А*рмконт *А*4 в удаленных ШУСО и интеллектуальных шкафах ИРТЗО. Шкафы оснащаются устройствами бесперебойного питания с горячим резервом мгновенного действия, рассчитанными на постоянную работу в таких же условиях, как и модули. В 2009-2010 годах на базе ШУСО и ИРТЗО ЗАО "НВТ-Автоматика" реализовало несколько крупных проектов: СКУ блока

Рис. 2.
Шкаф ШУСО

Рис. 3.
Шкаф ИРТЗО

№ 7 Новочеркасской ГРЭС, АСУ ТП общестанционного оборудования части высокого давления Улан-Удэнской ТЭЦ-1, АСУ ТП ТГ-7 Улан-Удэнской ТЭЦ-1, АСУТП ЭК-5 Улан-Удэнской ТЭЦ-1, АСУ ТП ЭК-7 Улан-Удэнской ТЭЦ-1, подтвердивших преимущества применения разработанных решений. От проекта к проекту оттачиваются типовые конструктивы шкафов ШУСО и ИРТЗО (рис. 2, 3). Унификация размеров модулей, компактность и другие конструктивные достоинства позволили разработать типовые шкафы с высокой плотностью компоновки оборудования, удобные в монтаже и обслуживании.

2.3. ШУСО (типовой вариант)

Типовой шкаф удаленных модулей УСО (ШУСО) предназначен для размещения в промышленном помещении в непосредственной близости от датчиков. Высокая помехоустойчивость и широкий температурный диапазон работы модулей ввода-вывода семейства *А*рмконт *А*4 позволяют устанавливать ШУСО рядом с датчиками, что значительно сокращает длину сигнального кабеля и объем монтажных работ. Все компоненты шкафа (модули УСО, блоки питания, коммутационная аппаратура) выбираются для длительной работы при температуре до +60 °С без принудительной вентиляции, что обеспечивает возможность размещения шкафов в сильно загрязненных помещениях, в том числе, в котельном отделении угольной электростанции. Компактность конструкции модулей позволяет разместить на задней панели шкафа – четыре ряда восьмиканальных клеммных модулей (до 32-х модулей в шкафу, до 256 сигналов). На рис. 2 представлен компактный шкаф (800×400×2000) одностороннего обслуживания защищенного исполнения (IP54-IP65).

Передача информации между модулями УСО и контроллерами осуществляется по резервированным высокоскоростным каналам RS-485. Максимальная скорость передачи данных зависит от удаления ШУСО от контроллера. При стандартной скорости обмена 115,2 кбит/с расстояние может быть до 1200 м. При этом время опроса 31 модуля по протоколу Modbus RTU не будет превышать 160 мс, что обеспечивает реализацию технологических защит в соответствии с требованиями РД 153–34.1–35.127 2002 и РД 153–34.1–35.137 00. При увеличении скорости обмена до 1,2 Мбит/с время опроса сокращается до 35 мс, а допустимое удаление – до 100 м. Особенно эффективно использование ШУСО для ввода сигналов термопар, так как встроенная программно-аппаратная технология компенсации температуры удаленного холодного спая позволяет полностью исключить из системы компенсационный кабель (остаются только короткие участки компенсационного провода от термопары до ближайшей клеммной коробки).

2.4. ИРТЗО (типовой вариант)

Интеллектуальный шкаф РТЗО предназначен для управления арматурой, функциональными узлами и группами технологического оборудования [4]. На рис. 3 представлен компактный шкаф (800×400×2000) одностороннего обслуживания защищенного исполнения (IP54-IP65). Модули УСО (в том числе – резервированные) помещаются непосредственно в шкаф РТЗО на место верхнего блока управ-

ления. Команды управления передаются по вычислительной сети, которая, как правило, резервируется. Допустимое число присоединений увеличивается до 12-16 (в зависимости от типа ИУ и высоты шкафа). Высокая помехоустойчивость и широкий температурный диапазон работы модулей позволяют размещать шкафы ИРТЗО в тех же местах, где устанавливаются стандартные РТЗО.

2.5. Схема бесперебойного питания устройств ПТК и датчиков КИПиА

К типовым решениям, разработанным для распределенных систем, относится и схема бесперебойного питания устройств ПТК и датчиков КИПиА. В каждый шкаф (УСО, ИРТЗО) вводятся 2 линии питания: от источников ~220В и =220В. На каждую линию питания устанавливается универсальный блок питания 220/=24В типа MDR-100-24 или DR4524. Диодная развязка и настройка выходного напряжения у каждого блока питания обеспечивают работу блока питания ~220/=24В в основном режиме, а блока =220/=24В – на холостом ходу в режиме "горячего" резерва. При исчезновении питания на вводе ~220В второй блок =220/=24В мгновенно безударно включается в работу, а при восстановлении – автоматически переходит в резерв.

СК "СКИД" запитываются от дополнительных щитов питания на которые также подаются две линии питания ~220В и =220В. Питание подключается по принципу звезды: к каждой СК "СКИД" подведены по два кабеля питания 24В, каждый в индивидуальной защитной металлической оболочке, от щита питания. Питание аналоговых датчиков осуществляется от источников питания =24В с гальванически изолированными каналами K4DC24, запитанными от схемы бесперебойного питания шкафа УСО или СК "СКИД", в который вводятся сигналы этих датчиков. При резервировании модулей УСО в шкафу схема бесперебойного питания также резервируется.

2.6. Примеры реализации технических разработок и типовых решений на объектах энергетики

Таким образом, в период до 2010 г. ЗАО "НВТ-Автоматика" разработала и успешно применяет ряд своих разработок и типовых решений:

- собственные промышленные контроллеры семейства *А*рмконт-300 и семейство модулей *А*рмконт *А*4;
- типовые ШУСО и ИРТЗО на базе модулей *А*4;
- гибкая система резервирования. В ПТК "С*А*РГОН" резервирование предусмотрено для всех компонентов системы: модулей, контроллеров, компьютеров АРМ оператора, сетевых устройств, кабелей Ethernet и RS-485, устройств питания, при этом возможно выборочное резервирование для всех перечисленных компонентов ПТК;
- применение схемы бесперебойного питания.

В наиболее полном объеме вся номенклатура изделий и разработанные фирмой типовые решения были применены при создании АСУ ТП паровой турбины ТП-100 ст. № 7 Улан-Удэнской ТЭЦ-1 в 2010 г.

Структура АСУ ТП паровой турбины

Структура АСУ ТП ТГ-7 Улан-Удэнской ТЭЦ-1 представлена на рис. 4. Верхний уровень образуют два компьютера АРМ машиниста ТГ-7.

Для контроля за работой генератора № 7 и удаленной синхронизации генератора № 7 на ГЩУ устанавливается АРМ электрика.

Средний уровень образуют микропроцессорные контроллеры и интеллектуальные модули:

- пара контроллеров TREI-04, объединенная схемой активного резервирования для управления основными элементами ТГ-7;
- две пары промышленных контроллеров *А*рмконт-300 для сбора сигналов ТГ-7, управления арматурой и функциональными группами технологического оборудования.

При разработке АСУ ТП ТГ-7 использовались следующие принципы:

- Арматура в шкафы ИРТЗО и датчики в шкафы ШУСО собраны по территориальному признаку, сигналы от них распределены на разные модули УСО по принадлежности к функциональной группе управления. Таким образом, модули УСО из одного шкафа по цифровым интерфейсам присоединяются к разным контролерам.
- Для арматуры и сигналов, участвующих в алгоритмах защит, защитных блокировок и наиболее важных регуляторов, используется полное резервирование: резервируются модули УСО и клеммные модули. Для остальной арматуры применяется частичное резервирование: резервируются модули УСО, клеммные модули не резервируются.

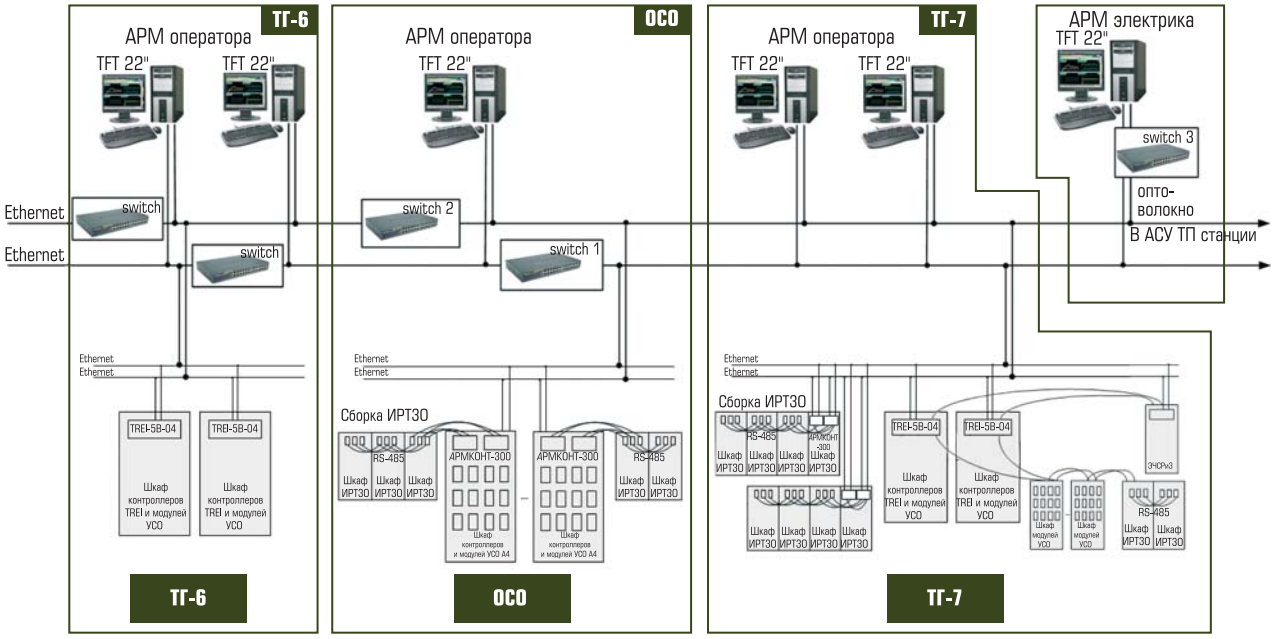


Рис. 4. Структура АСУ ТП Улан-Удэнской ТЭЦ-1

3. РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ (2010–2012 годы)

Проведенный анализ реализованных проектов показал путь дальнейшего развития технологии построения распределенной системы. Несмотря на компактность ШУСО, их размещение на площадках в непосредственной близости от объектов контроля иногда вызывает проблемы. Главными препятствиями являются теснота, сильная загрязненность площадок. Возникает необходимость в обработке сигналов “на местах” с использованием компактных конструктивов с соответствующей степенью защиты и удаленными модулями УСО с техническими характеристиками, позволяющими эксплуатацию в полевых условиях.

Рис. 5. Интеллектуальная соединительная коробка “СКИД”

Температурная и электромагнитная устойчивость модулей семейства *А*рмконт *А*4 не уступает аналогичным характеристикам современных датчиков-преобразователей стандартного исполнения, что позволяет реализовать концепцию интеллектуальной соединительной коробки.

Разработанная в ЗАО “НВТ-Автоматика” СК “СКИД” представляет собой компактную коробку защищенного исполнения IP-65, в которой располагаются 1-2 модуля ввода-вывода унифицированных аналоговых сигналов A4 9AIO с блоками питания датчиков K4DC24 или 1-2 модуля ввода температурных сигналов A4 8LI [3]. СК “СКИД” устанавливается вместо стандартных соединительных коробок в непосредственной близости от места установки датчиков (рис. 5).

Впервые СК “СКИД” были использованы при создании АСУ ТП пылеугольного котлоагрегата Е-75 ст. № 5 (ЭК 5) Улан Удэнской ТЭЦ-1 в 2010 году. СК “СКИД” расположены на разных отметках по всему периметру котла. На них принимаются как сигналы с датчиков с унифицированным выходом, так и сигналы с датчиков температур. С одобрения эксплуатационного персонала ТЭЦ, СК “СКИД” были применены далее при создании АСУ ТП остальных котлов Улан-Удэнской ТЭЦ-1 – ЭК-7, ЭК-8. Таким образом, к типовым решениям, разработанным ЗАО “НВТ-Автоматика” и перечисленным выше, добавляется еще одно решение: обработка сигналов “на местах” с использованием СК “СКИД”.

В сентябре 2011 г. были завершены наладочные работы по реконструкции СКУ энергоблока № 8 мощностью 160 МВт на Красноярской ГРЭС-2, включающего паровую турбину К-160-130-2 ХТЗ (далее реконструируемую до модели К-160-130-2ПР2 НПО “Турбоатом”) и двухкорпусной прямоточный котел ПК-38. Наработанные к этому времени типовые решения позволили сократить срок создания системы (от начала проектирования до сдачи в опытную эксплуатацию) до пяти месяцев.

Структура СКУ энергоблока

Оперативное управление энергоблоком осуществляется с АРМ операторов, состоящих из трех типовых секций оперативного управления, распределенных по одной на каждую энергетическую установку – турбину и два котла.

Каждая секция состоит из двух АРМ с TFT-мониторами 23,5", устанавливаемых на пульте управления соответствующей установкой, и обзорного экрана 46", закрепленного на оперативной панели щита (рис. 6). АРМ машиниста блока реализуют функции представления информации, регистрации событий и архивирования, дистанционного управления. Все АРМ по объему выполняемых функций СКУ полнофункциональны.

Средний уровень образуют микропроцессорные контроллеры и интеллектуальные модули, выполняющие сбор и обработку информации, формирование условий срабатывания защит, блокировок и сигнализации:

- три резервированные пары контроллеров TREI-5B-5B (1-й котел, 2-й котел, турбоустановка), подключенные по схеме активного резервирования; каждая пара размещается в соответствующем контроллерном шкафу 2200×800×600;

Рис. 6. Типовая секция оперативного управления СКУ блока ст. №8 Красноярской ГРЭС-2

- пара контроллеров Армконт-310 и интеллектуальные модули ввода-вывода для реализации функций температурного контроля турбогенератора.

Аналоговая информация от унифицированных датчиков котла и термопар котла и турбины вводится в систему через модули УСО, установленные в ШУСО размещенных в неоперативных панелях БЩУ 4. Унифицированные датчики турбины сосредоточены на восьмой отметке вокруг турбины и на нулевой отметке, поэтому сигналы с них собраны в СК “СКИД”, расположенные в местах сосредоточения датчиков на этих отметках. Для принятия сигналов от термосопротивлений, требовалась замена кабеля, поэтому эти сигналы также собраны в СК “СКИД” по месту расположения датчиков. Аналоговая информация от унифицированных датчиков котла и термопар котла и турбины вводится в систему через модули УСО, установленные в ШУСО размещенных в неоперативных панелях БЩУ 4.

Унифицированные датчики котла расположены на площадке рядом с БЩУ. Кабели от термопар не требовали замены и приходили в те же панели не оперативного контура, в которые при реконструкции были установлены шкафы ШУСО. Для связи между всеми вычислительными узлами ПТК используется резервированная локальная вычислительная сеть Ethernet. Для контроля за технологическим процессом со стороны ДИС, руководства цехов и станции в состав ПТК включается сетевая лицензия на программное обеспечение

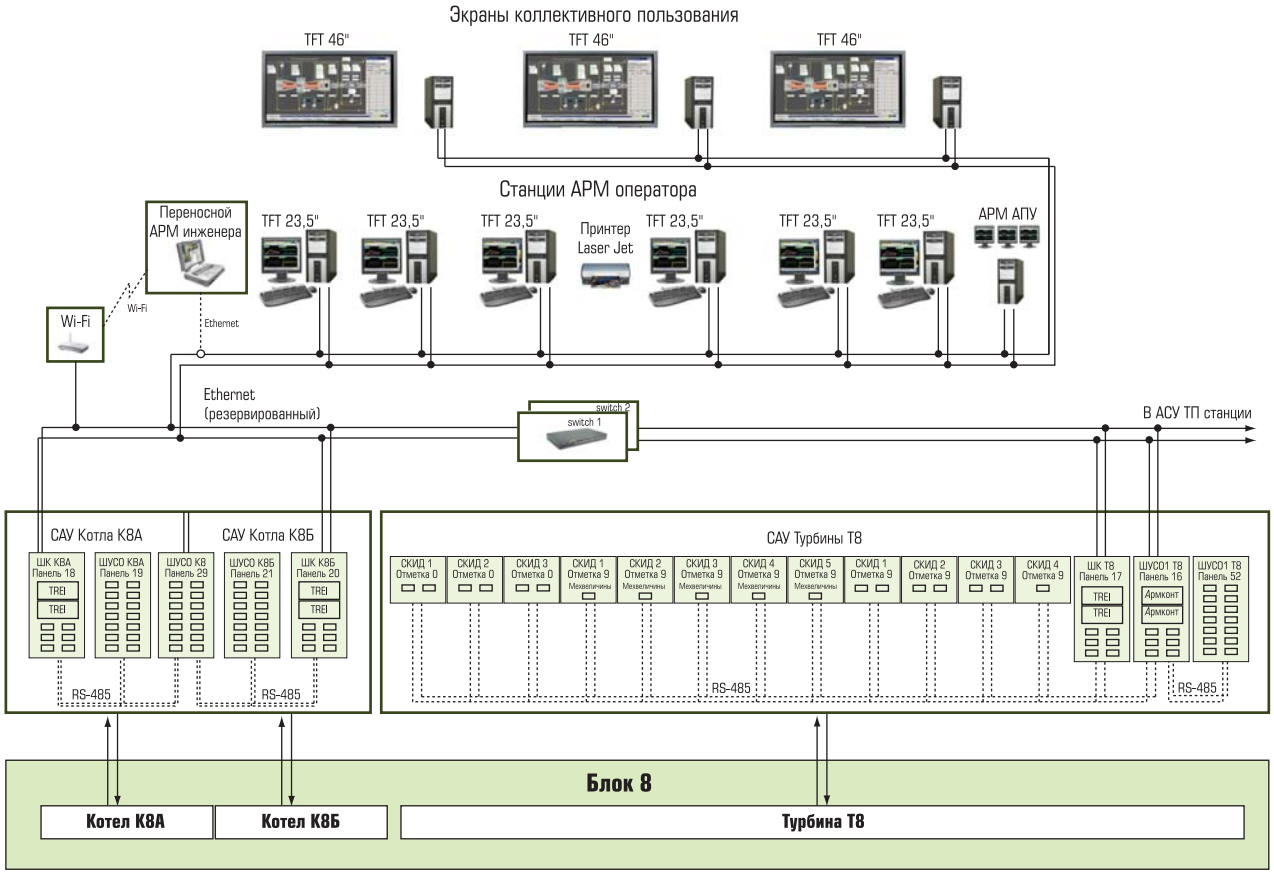


Рис. 7. Структура АСУ ТП энергоблока

"САРГОН" на требуемое количество рабочих мест (от 5 до безлимитного), обеспечивающая возможность просмотра оперативной и архивной информации.

Структура АСУ ТП энергоблока представлена на рис. 7.

Разработанная структура СКУ позволяет осуществить дальнейшее наращивание системы до полнофункциональной АСУ ТП, дополнив ее шкафами ШУСО, ИРТЗО и СК "СКИД", подсоединяя их на свободные COM-порты контроллеров или на концы уже проложенных цифровых линий.

4. ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ И ПОВЫШЕНИЯ ТИПИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПРИ СОЗДАНИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ

Снижение себестоимости при создании распределенных систем, выполненных по технологиям ЗАО "НВТ-Автоматика", достигается за счет следующих факторов:

- Сокращение длины кабельных линий за счет приближения устройств управления к объекту.

При традиционном размещении шкафов контроллеров и НКУ в отдельных залах типовая длина кабельной линии для сигнала составляет на крупном энергоблоке от 100 до 200 м. При числе сигналов в несколько тысяч это приводит к прокладке в АСУ ТП нескольких сотен километров кабеля и соответствующего количества кабельных материалов (коробов, защитных труб и т.п.). "НВТ-Автоматика" использует в своих проектах комплекс технических средств и решений, которые позволяют разместить эти шкафы на площадках в непосредственной близости от объекта и уменьшить среднюю длину кабеля более чем в три раза. Наибольший эффект достигается при использовании ШУСО и СК "СКИД" для ввода сигналов термопар, т.к. встроенная программно-аппаратная технология компенсации температуры удаленного холодного спая позволяет почти полностью ис-

ключить из системы компенсационный кабель (остаются только короткие участки компенсационного провода от термопары до ближайшей клеммной коробки).

- Устранение внутрисистемных связей по сигнальным кабелям (сокращение расхода сигнальных кабелей) вследствие перехода на цифровую передачу данных. В традиционных проектах АСУ ТП силовые блоки управления арматурой и двигателями устанавливаются в шкафах НКУ, контроллерные модули – в контроллерных шкафах, а передача сигналов между ними производится по сигнальным кабелям. Даже при размещении шкафов НКУ и контроллерных шкафов в одном помещении это приводит к большому расходу кабеля и монтажных материалов. В проектах ЗАО "НВТ-Автоматика" используются интеллектуальные шкафы ИРТЗО, в которых силовые блоки управления электроприводами и электронные модули размещаются совместно, а подключение к АСУ ТП производится по резервированной цифровой сети. На крупном блоке экономия кабеля составляет несколько десятков километров.
- ЗАО "НВТ-Автоматика" применяет контроллерные блоки на уровне шкафа, объединяющего сигналы нескольких исполнительных устройств (шкаф ИРТЗО) или нескольких десятков датчиков (ШУСО), располагаемых рядом с объектами контроля и управления.
- Сокращение площади занимаемых помещений и объема строительных работ.

  Компактность технических средств ПТК "САРГОН" и совмещение шкафов НКУ с контроллерными позволяет существенно (до двух раз) снизить площадь, занимаемую оборудованием АСУ ТП. При строительстве новых энергоблоков это позволяет значительно сократить стоимость строительства, а при модернизации существующих – вписать возросшее количество средств контроля и управления в существующие помещения (учитывая то, что нормативные требования по объему оснащения технологического оборудования средствами автоматизации постоянно растут).
- Упрощение проведения обслуживания, ремонта и модернизации технологического оборудования и системы управления без остановки производства за счет снижения взаимозависимости частей системы. Это общее преимущество всех распределенных систем, но в ПТК "САРГОН" оно проявляется особенно четко за счет высокой автономности типовых шкафов и эффективной организации сетевого обмена (в частности, по наиболее распространенным типам сетей: Ethernet и RS-485). Распределенная структура системы увеличивает ее зависимость от работы сетевых каналов, что усиливает требования к надежности и производительности работы сети. В ПТК "САРГОН" повышение эффективности сетевого обмена является предметом постоянного внимания – при появлении новых технических средств их поддержка оперативно включается в новые версии программного обеспечения.
- Использование типовых конструктивов – ШУСО, ИРТЗО, СК "СКИД".
- Независимость технологических программ от распределения по контроллерам (что позволяет создавать типовые программы для широкого класса объектов управления) и независимость мнемосхем от размещения программных объектов по контроллерам.

5. ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ, ВЫПОЛНЕННЫХ НА БАЗЕ ПТК "САРГОН" С СИСТЕМАМИ ПРОЧИХ РАЗРАБОТЧИКОВ (2012–2013 ГОДЫ)

Наработанный опыт и производство собственных современных технических средств позволили ЗАО "НВТ-Автоматика" в 2012 году, став системным интегратором, принять участие в создании АСУ ТП ГТУ-ТЭЦ-1 в г. Обнинске.

Апробированные типовые технические решения помогли успешно переработать существующий проект, найдя такую декомпозицию объекта автоматизации, при которой были минимизированы пересылки информации по физическим каналам между шкафами ПТК и по цифровым каналам между вычислительными узлами ПТК, сокращено количество шкафов ПТК и общая длина проложенных кабелей (структура ПТК), а соответственно снизилась стоимость закупки необходимого кабеля, объем и стоимость выполнения монтажных работ. Также были внесены существенные изменения в схемы управления исполнительными устройствами (ИУ). Принципиальное отличие новых схем от схем, предлагаемых в существующем проекте, – уход от многоуровневой устаревшей релейной схемы управления и сигнализации.

Переход на интеллектуальные схемы управления и сигнализации устраняет следующие недостатки релейных схем:

- отсутствие гибкости – невозможно в период пуско-наладочных работ оперативно внести изменения;
- сложность обслуживания – необходимо иметь отдельный персонал для обслуживания и возможной наладки в процессе эксплуатации. Такой персонал достаточной квалификации найти проблематично.

Решения, позволяющие обеспечить надежность управления ИУ с ПТК:

- пуск/останов двигателей от ПТК предлагается осуществлять по двум независимым каналам;
- удаленные модули УСО типа A4 64DIO и клеммные модули для сигналов управления резервируются для всех ИУ ТМО;
- модули УСО типа A4 64DIO имеют возможность “горячей” замены без отключения питания.

ГТУ-ТЭЦ представляет собой комплексное промышленное предприятие, обеспечивающее покрытие дефицита тепловой и электрической энергии. В состав ГТУ-ТЭЦ входит один блок газотурбинной установки (ГТУ) единичной мощностью 20,8 МВт на напряжение 10,5 кВ.

В состав ГТУ входят:

- дожимная компрессорная станция;
- воздушная компрессорная установка;
- блок запорной арматуры;
- система технологического подогрева циклового воздуха;
- система охлаждения.

Для обеспечения штатного функционирования ГТУ-ТЭЦ предусматриваются:

- котел-утилизатор с тепловой мощностью не менее 27 МВт;
- резервный водогрейный котел (2 шт., номинальной мощностью 12,5 МВт);
- тепловой пункт;
- системы вентиляции;
- системы газоснабжения;
- системы химической водоподготовки.

Основной режим работы ГТУ-ТЭЦ – параллельная работа с энергосистемой, выдача мощности в энергосистему на напряжении 110 кВ и питание потребителей на напряжении 10 кВ. В качестве основного оборудования по выработке электроэнергии применяется газотурбинная установка LM2500 PJE DLE, производства General Electric (GE).

Структура АСУ ТП ГТУ

Комплекс технических средств (КТС) АСУ ТП представляет собой многоуровневую сетевую структуру. Верхний уровень образуют рабочие места оперативного персонала – АРМ ТМО (3шт.) и АРМ ЭТО (1 шт.). АРМ реализуют функции представления информации, регистрации событий и архивирования, дистанционного управления. Все АРМ по объему выполняемых функций АСУ ТП полнофункциональны. С каждого из компьютеров оператор имеет доступ ко всей информации, необходимой для контроля и управления. АРМ функционирует в режиме постоянного и полного резервирования выполняемых функций управления между компьютерами. В качестве рабочего места инженера АСУ ТП (АРМ инженера АСУ ТП) используется ноутбук, а также может быть использован любой из АРМ оперативного персонала при переводе его на соответствующий уровень доступа.

АРМ инженера обеспечивает:

- контроль работы технических и программных средств;
- администрирование ЛВС в части обработки информации;
- определение причин сбоев в работе оборудования;
- внесение изменений в конфигурации программного обеспечения АРМ и контроллеров;
- архивирование и документирование.

Для отображения информации об объекте в целом устанавливается широкоформатный экран 46". В системе для долговременного хранения информации и предоставления возможности доступа к информации о функционировании АСУ ТП в режиме просмотра предусмотрен сервер.

Средний уровень образуют:

- микропроцессорные контроллеры и интеллектуальные модули УСО в составе локальных САУ, выполняющие сбор и обработку информации об объектах управления и состоянии оборудования, работающего под управлением локальных САУ, формирование и выдачу управляющих воздействий (как по командам оператора, так и в автоматическом режиме);
- микропроцессорные контроллеры и интеллектуальные модули УСО, выполняющие сбор и обработку информации об объектах управления и состоянии остального оборудования ТЭЦ, формирование и выдачу управляющих воздействий (как по командам оператора, так и в автоматическом ре-

жиме) на оборудование, не входящее в состав локальных САУ, а также согласование функционирования локальных САУ.

В состав последней группы входят:

1. Пара контроллеров TREI-5B в шкафу ШК-Т, объединенная схемой активного резервирования, и интеллектуальные модули ввода-вывода для реализации функций контроля и управления оборудованием следующих технологических установок:
   - газотурбинного модуля единичной электрической мощностью 20,8 МВт на напряжение 10,5 кВ – 1 шт., в составе:
   - дожимной компрессорной станции (ДКС);
   - пункта подготовки топливного газа;
   - воздушной компрессорной установки (ВКУ);
   - блока запорной арматуры (БЗА);
   - системы технологического подогрева циклового воздуха ГТУ;
   - системы охлаждения ГТУ;
   - бакового хозяйства ГТУ, включающего в себя бак сбора конденсата БЗА, бак сбора конденсата ДКС, бак сбора масла, дренажную емкость;
   - котла-утилизатора тепловой мощностью не менее 27 МВт – 1 шт.;
   - оборудования системы газоснабжения (внутреннего и наружного);
   - оборудования системы внутреннего топливоснабжения;
   - оборудования системы наружного топливоснабжения;
   - оборудования системы вентиляции основного корпуса.

   К данной паре контроллеров по резервированным цифровым каналам RS-485 подключаются интеллектуальные модули ввода-вывода в шкафах СВВ1, СВВ5, СВВ8, ШСОиЦВ, ШУКУ, ШУН1.1, ШУН2.1, ШУН2.2 и локальные САУ ГТУ, САУ ДКС.
2. Пара контроллеров *А*рмконт-310 в шкафу ШК-Т, объединенная схемой активного резервирования, для подключения по резервированным цифровым каналам RS-485 локальных САУ БЗА и САУ ВКУ, информации от шкафов вентиляции насосной дизельного топлива.
3. Пара контроллеров *А*рмконт-310 в шкафу ШК-ВС, объединенная схемой активного резервирования, и интеллектуальные модули ввода-вывода для реализации функций контроля и управления оборудованием следующих технологических установок:
   - пары резервных водогрейных котлов мощностью 12,5 МВт, в комплекте с 2-х топливными горелками (газ – дизельное топливо);
   - оборудования системы водоподготовки;
   - теплового пункта.

   К данной паре контроллеров по резервированным цифровым каналам RS-485 подключаются интеллектуальные модули ввода-вывода в шкафах ШУН1.2, ШТП, локальная САУ водогрейных котлов (СУК), информация от шкафов вентиляции отделения ГТУ и котельного отделения.
4. Пара контроллеров *А*рмконт-310 в шкафу ШК-Э, объединенная схемой активного резервирования, и интеллектуальные модули ввода-вывода для реализации контроля и управления электротехнического оборудования ГРУ-10 кВ, ЗРУ-10 кВ, ОРУ-110 кВ.

   К данной паре контроллеров по резервированным цифровым каналам RS-485 подключаются интеллектуальные модули ввода-вывода в шкафах СВВ7, СВВ13 и одиннадцати СК “СКИД”.
5. Одиннадцать интеллектуальных соединительных коробок типа *А*4 СКИД предназначены для сбора аналоговых сигналов электротехнического оборудования. Для связи между всеми вычислительными узлами ПТК АСУ ТП используется резервированная локальная вычислительная сеть (ЛВС) Ethernet, включающая кабели и коммутаторы 10/100 Мбит/с.

   При наладке АСУ ТП были осуществлены стыковки с локальными системами и отельным оборудованием по протоколам Ethernet и Modbus RTU:
   - САУ ГТУ;
   - САУ ДКС;
   - САУ БЗА;
   - САУ ВКУ;
   - САУ водогрейных котлов;
   - системой вентиляции насосной дизельного топлива;
   - системой вентиляции отделения ГТУ и котельного отделения;
   - насосами с ЧРП.

6. “НВТ–АВТОМАТИКА” – НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

В настоящее время ЗАО “НВТ-Автоматика” принимает участие в проектах по реализации Федерального закона от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ “Об энергосбережении и о повыше-

нии энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".

В этом году осуществлена работа сразу над двумя проектами данного направления.

Первый проект – Автоматизированная система технического учета энергетических ресурсов (АСТУЭР) на одном из крупнейших в стране предприятий нефтехимической промышленности ОАО Уралоргсинтез в г. Чайковский Пермского края, входящем в комплекс ОАО "АК "СИБУР".

АСТУЭР предназначена для задач автоматизированного учета, регистрации и мониторинга фактического использования энергоресурсов и энергии. Измерения производятся с частотой не реже одного раза в три минуты, отображаются на мониторах АРМ и передаются в базу данных программно-аналитического комплекса управления производством (MES-систему). АСТУЭР, как система комплексного технического учета энергоресурсов предприятия создается в соответствии с требованиями СТП СР 52-ПЛ01.

На первом этапе внедрение АСТУЭР должно обеспечить:

- автоматизированный контроль потоков энергоресурсов и технологических параметров;
- мониторинг распределения и потребления энергоресурсов в ходе технологических процессов выработки продукции;
- хранение архивов данных о распределении и потреблении энергоресурсов;
- возможность интеграции с программно-аналитическим комплексом управления производством (MES-система).

Второй проект – установка комплектных общедомовых узлов учета тепловой энергии жилых домов в г. Чита и г. Улан-Удэ.

ЗАО "НВТ-Автоматика" предлагает готовые комплексные решения теплового учета, в виде "комплектных" теплосчетчиков (производства ЗАО "ТЕСС-инжиниринг").

Особенностью комплектных теплосчетчиков является то, что они комплектуются на заводе или допускают самостоятельную комплектацию на месте производства работ определенным перечнем средств измерений (СИ), указанным в руководстве по эксплуатации на счетчик. Комплектные теплосчетчики защищены общим паспортом на комплект приборов учета в его составе и являются сертифицированным СИ. Узел учета является полностью законченным комплектным устройством, обеспечивающим учет тепловой энергии, массы (или объема) теплоносителя, а также контроль и регистрацию его параметров в соответствии с требованиями "Правил учета тепловой энергии и теплоносителя" (ПУТЭиТ-95). Узел учета может функционировать как полностью автономно, так и в составе автоматизированной информационной системы.

Комплексный подход к организации внедрения узла учета позволяет заметно снизить общую стоимость работ за счет сокращения метрологической составляющей цены строительства.

ВЫВОДЫ

Опыт работы в области создания АСУ ТП в течение 20 лет позволяет ЗАО "НВТ-Автоматика" продолжать свою деятельность не только на объектах теплоэнергетики, но и в других отраслях.

ЗАО "НВТ-Автоматика" всегда открыто для новых идей и тенденций в области автоматизации!

Список литературы

1. *Менделевич В.А.* Рождение ПТК "САРГОН" //Москва, Промышленные АСУ и Контроллеры, №12, 2006 – № 4, 2007 (4 статьи).
2. *Техническая* дирекция ЗАО "НВТ-Автоматика". Модули семейства Армконт // Москва, Автоматизация и IT в энергетике, № 12, 2011.
3. *Менделевич В.А.* Интеллектуальные СК и стенды датчиков – значительный шаг в создании распределенных систем ответственного управления //Москва, Автоматизация и IT в энергетике, № 12, 2010.
4. *Менделевич В.А.* Интеллектуальное управление арматурой //Москва, Автоматизация и IT в энергетике, № 6, 2011.
5. *Менделевич В.А.* Программное обеспечение САРГОН 6.5 //Москва, Автоматизация и IT в энергетике, № 6, 2010.

***Спирина Екатерина Константиновна** – руководитель отдела АСУ ЗАО "НВТ-Автоматика",*
***Коновалова Маргарита Филипповна** – главный специалист по защитам и алгоритмизации отдела АСУ ЗАО "НВТ-Автоматика". Телефон (495) 361-23-34. E-mail: mail@nvtav.ru*

Решения для систем автоматизации электрических подстанций

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Решения для систем автоматизации электрических подстанций от Advantech

Компания Advantech, осуществляющая разработку новых перспективных решений в области энергетической промышленности, представляет защищенные и высоконадежные системы, к которым относятся промышленные компьютеры и контроллеры для электрических подстанций, программируемые контроллеры автоматизации и модули ввода/вывода. Эти системы, разработанные в соответствии с принципами заботы о состоянии окружающей среды, также оснащены интеллектуальной системой управления энергопотреблением на базе специального программного обеспечения.

TPC-1570H
Панельный компьютер с 15" XGA TFT ЖК-дисплеем и сенсорным экраном на базе процессора Pentium® M/ Celeron® M

APAX-5522PE
Программируемый контроллер на базе процессора Marvel Xscale®, поддержка стандарта IEC 61850-3

ECU-1801A
Контроллер для электроподстанций на базе процессора Intel® Atom™ D510, а также поддержкой 2 x LAN, 3 x COM, IRIG-B, и расширения системы ввода/вывода

UNO-4673A
Промышленный компьютер стандарта IEC 61850-3/IEEE 1613

Advantech Россия.
Ул. Профсоюзная 108, оф.648
Москва 117437, Россия
Тел: +7 (495) 232 16 92
Email: info@advantech.ru

www.advantech.ru

НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ

СЕРИЯ EDS-E

Easy to Use

ПРОСТОТА

- USB консоль
  - Удобная работа через USB, не требуется переходник RS-232/USB
- Порт на передней панели коммутатора
  - Простота администрирования и отладки (обновление прошивки и снятие логов) при помощи USB-накопителя ABC-02-USB-T

Extra-Rugged

ЗАЩИЩЕННОСТЬ

- Стандарты:
  - IEEE 1613 class 2 - энергетика
  - МЭК-50155 - вибростойкость
- Защита от электромагнитных помех: EFT/Surge/ESD Level 4
- Система пассивного охлаждения

Energy Saving

ЭКОНОМИЧНОСТЬ

- Энергопотребление: на 30% ниже, чем у младшего поколения
- Мониторинг потребляемой мощности

MOXA®

www.moxa-net.ru

ipc2U

www.ipc2U.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-0327, E-mail: sales@ipc2u.ru

г. **Санкт-Петербург**, Телефон/Факс: (812) 600-7197, E-mail: spb@ipc2u.ru

Официальный дистрибутор MOXA Inc., LTD в России и странах СНГ - компания IPC2U

ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ НЕЧЕТКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

Я.В. МИРОНЕНКО, В.А. ШАХНИН
(Владимирский Государственный Университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых)

Рассматривается механизм создания экспертной системы для нужд диагностики высоковольтного оборудования. Экспертная система обрабатывает данные измерения параметров частичных разрядов в изоляции высоковольтного оборудования. Экспертная система строится на алгоритмах нечеткой логики. Используются понятия нечеткого логического вывода, нечеткой базы знаний, критерия нечеткости. Форма составления экспертной системы удовлетворяет требованиям стандартных программных средств.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нечеткая логика, экспертная система, диагностика высоковольтного оборудования, частичные разряды, нечеткая база знаний.

Работа электротехнического оборудования во многом зависит от состояния его изоляции. Современная диагностика позволяет определить оставшийся ресурс электрической изоляции и, тем самым, рассчитать надежность работы трансформаторов, двигателей и генераторов.

Интродиагностика методом регистрации частичных разрядов зарекомендовала себя как современный метод on-line обследования электротехнического состояния электротехнических аппаратов и машин. Начиная с 20-х годов XX века, диагностика ЧР получила свое распространение как на стендовых, так и на полевых испытаниях. Регистрация частичных разрядов на заводских испытаниях проходит для выявления возможного брака (пустот в высоковольтной изоляции) и определения уровня ЧР в условиях нормальной эксплуатации оборудования. В процессе эксплуатации такая диагностика – это оценка состояния изоляции, которая регулярно подвергается термическим и механическим воздействиям. Однако, если метод широко применяется при заводских и лабораторных испытаниях в России и многих зарубежных странах, то при контроле действующего оборудования измерение ЧР пока применяется сравнительно редко. Это связано, прежде всего, с наличием разного рода помех, уровень которых на действующих объектах значительно выше, чем при стендовых испытаниях, а интенсивность помех зачастую превышает интенсивность измеряемых ЧР [1]. Сейчас этот вопрос эффективно решается, в том числе и методом Вейвлет преобразования. Подробно способ описан в [2].

Помимо проблемы отделения сигналов ЧР от различного рода помех при регистрации, вопросы возникают и при обработке конечного сигнала. Практически в любом высоковольтном оборудовании в эксплуатационных условиях существуют ЧР. Однако разрушающая способность может быть различной [1]. Поэтому в качестве базы диагностики ЧР принята процедура сравнения. Рост интенсивности ЧР и мощности зарядов – это признак ухудшения состояния изоляции. Чаще всего происходит сравнение с предыдущим обследованием в том же режиме работы оборудования или сравнение уровня ЧР в разных режимах работы. В [1] приведено 15 характеристик ЧР, которые используются для определения состояния изоляции. После измерения различными методами (акустическим, электромагнитным, тепловизионным и пр.) на выходе получается массив, содержащий от двух до четырех характеристик разрядов. Таким образом, даже на начальном этапе обработки диагностики приходится работать с большими числовыми рядами, характер распределения в которых носит случайный характер. Введение новых расчетных характеристик только “утяжеляет” процесс и требует больших вычислительных мощностей.

Для более быстрой и эффективной работы с большими массивами данных может быть использован кластерный анализ, на основе нечеткой логики. Впервые был предложен в [4]. В [5] подробно рассматриваются основные достоинства и недостатки метода. Введение автоматической системы обработки данных (использующей кластерный анализ как один из приоритетных способов структурирования информации) позволило бы перейти на новый уровень в формировании вывода о надежности работы высоковольтного оборудования.

Реальное решение в такой ситуации – это создание экспертной системы. С исторической точки зрения, экспертные системы – это неожиданное применение искусственного интеллекта. По своей сути они стали реализацией машины с интеллектом человека, работающей исходя из специфической структуры какой-то конкретной головоломки. Как правило, экспертная система позволяет решить только одну конкретную задачу. Причем делает она это математическими методами и не совсем так, как сделал бы человек. Идея появилась в 70-х годах в области инженерии зданий.

Заде Л. предложил раскрыть сущность экспертных систем путем описания алгоритмов данных. Также в экспертных системах используются понятия нечеткого вероятностного вывода и метода обработки недостоверностей. Нечеткая логика уже доказала свою состоятельность при построении таких систем. Сейчас главное применение алгоритмов нечеткой логики – это построение систем управления технологическими процессами. Число экспертных систем нечеткой логики также превысило число традиционных. Человек-эксперт, как правило, оперирует не совсем определенными терминами и словами. В идеале эффективно построенная экспертная система выступает не только как репродукция способов представления и использования знаний, но и копирует образ действия эксперта. Под образом действия, в общем смысле, принимаются способы извлечения знаний эксперта и способа решения, а в перспективе – и методы мышления [6]. Для реализации этой задачи необходимо решить три основные проблемы экспертных систем: 1) представление знаний; 2) использование знаний; 3) приобретение знаний. В [6] так описывается решение этих проблем:

1. Для первой проблемы гарантировано, что наиболее высоким будет уровень представления посредством языка. Более того, используемые в этом случае правила и оценки могут содержать неопределенности, которые потом будут использованы при работе системы.
2. Решение второй проблемы – это использование нечеткого логического вывода. Особенность процедуры – в получении выводов из нечеткой информации с помощью нечетких правил. В качестве модели экспертной оценки также могут быть использованы различные функции доверия, основанные на нечетком интегрировании (например, функция Демпстера-Шафера).
3. Приобретение системой знаний заключается в извлечении эмпирических знаний. Большая их часть, так или иначе, описывается с помощью нечетких слов и проходит нечеткую интерпретацию.

Построенные на таких принципах экспертные системы уже нашли свое применение в поиске неисправностей строительных конструкций и медицинской диагностике.

Электротехнический парк Российской Федерации в настоящий момент в значительной своей части состоит из отработавшего свой ресурс оборудования. Отсюда возникает проблема эксплуатации и надежности существующего оборудования. Полностью заменить весь парк не представляется возможным с экономической точки зрения. Поэтому для каждой единицы оборудования должно быть принято обоснованное решение: либо оборудование продолжает работать, либо выводится в ремонт, либо списывается и утилизируется. Проблема заключается в том, что внешние повреждения аппаратов и машин видны невооруженным взглядом, как правило, на самой последней стадии службы, когда никаких вопросов уже не возникает. Для дальнейшей оценки должны применяться методы интродиагностики. Окончательное заключение о пригодности силового оборудования связывает воедино данные, полученные от интродиагностики, внешнего осмотра, проектные сведения, важность оборудования и пр. Если объема данных недостаточно, то полученные нечеткие данные необходимо изучить со всех позиций и сделать вывод о дальнейшей работе оборудования. Без применения автоматизированных систем груз ответственности ложится на специалистов с богатым опытом и интуицией. Естественно, что число таких специалистов невелико. Создание же экспертных систем оценки надежности электрооборудования позволит даже обычному инженеру принимать решения такого же уровня, как и специалисту.

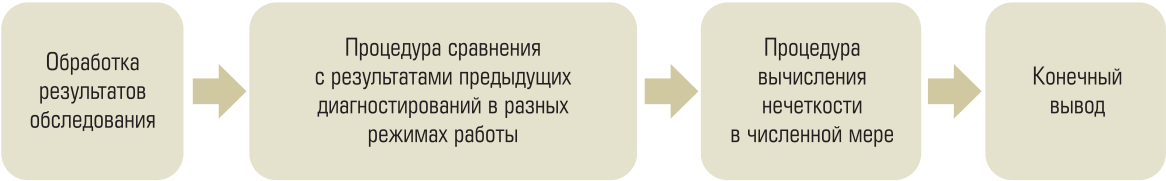


Рис. 1. Алгоритм работы экспертной системы

Экспертная система на базе нечеткой логики должна решать целый ряд задач, направленный на повышение точности результата диагностики. Схематично последовательность действий системы представлена на рис. 1.

Шаг *"Обработка результатов обследования"* подразумевает кластерный анализ измеренных характеристик ЧР и операции по определению расчетных характеристик. В качестве результатов измерения акустическим, электрическим или электромагнитным способом чаще всего выводятся следующие:

- распределение кажущегося заряда ЧР по времени;
- распределение фазы ЧР по времени;
- интенсивность ЧР по времени.

Для более точной оценки уровня ЧР в изоляции необходимо ввести дополнительные характеристики.

Из характеристик, предложенных в [1], выберем наиболее ценные для диагностики (при этом учтем, что часть параметров может быть получена косвенно из входных распределений):

- частота повторения импульсов;
- частота следования импульсов;
- средний ток ЧР – может быть вычислен системой по формуле (1):

$$I = \frac{\left(|q_0| + |q_1| + |q_2| + \ldots + |q_{\max}|\right)}{t_{1ц}}, \qquad (1)$$

где q – значение кажущегося заряда;
$t_{1ц}$ – временной интервал цикла одного измерения.

- мощность ЧР – может быть рассчитана по формуле (2):

$$P = \frac{\left(q_0 \cdot U_0 + q_1 \cdot U_1 + \ldots + q_{\max} \cdot U_{\max}\right)}{t_{1ц}}, \qquad (2)$$

где U – мгновенные значения воздействующего напряжения;

- наибольшее неоднократно встречающееся значение кажущегося заряда.

В качестве дополнительных характеристик можно принять значение квадратичного параметра ЧР (рассчитывается по формуле 3) и распределения 10-12 из [1].

$$D = \frac{\left(q_0^{\,2} + q_1^{\,2} + \ldots + q_{\max}^{\,2}\right)}{t_{1ц}}. \qquad (3)$$

Помимо характеристик, приведенных в [1], целесообразен учет характеристик, указанных в нормативных государственных и ведомственных актах (часть из них уже вошла в [1]).

Для обработки больших массивов данных в экспертной системе используется метод горной кластеризации. Сущность метода подробно расписана в [4, 5]. В конечном итоге мы будем оперировать теперь уже количеством кластеров, а не громоздкими существующими распределениями. Для проведения кластерного анализа целесообразно применение уже существующих механизмов в программной среде Fuzzy Logic Toolbox MATLAB компании MathWorks. Подробно основные функции и операторы расписаны в [7]. Для анализа математических рядов в символьном виде применяется функция *subclust*. Но операторы Fuzzy Logic Toolbox позволяют также реализовать и обработку графической входной информации. Для этого может использоваться окно *findcluster*. Структура и функции обоих модулей рассматриваются в [8].

Шаг *"Процедура сравнения с результатами предыдущих диагностирований в разных режимах работы"* – это основа составления элементов базы знаний. Как уже отмечалось выше, сравнение выступает базой диагностики ЧР. На этом этапе происходит сравнение полученных в последнем измерении характеристик с имеющимися в базе, но относящимися к другим регистрациям.

Процедура сравнения происходит, как правило, между результатами следующих измерений:

4. Результаты последней регистрации в нормальном режиме работы (НРР) оборудо-

вания с результатами предыдущей регистрации в НРР.

5. Результаты последней регистрации в НРР с результатами предыдущей регистрации в переходном режиме работы (ПРР) оборудования.
6. Результаты последней регистрации в ПРР с результатами предыдущей регистрации в ПРР оборудования.

Сравнение результатов последней регистрации в ПРР с результатами предыдущей регистрации в НРР представляется лишним и вносящим сомнительность в получаемые результаты.

В результате сравнения формируется база для последующего логического нечеткого вывода на шаге *“Процедура вычисления нечеткости в численной мере”*. На этом уровне происходит взаимодействие полученных в результате сравнения данных с информацией в базе знания системы. Нечеткой базой знаний называется совокупность нечетких правил <Если-то>, задающих взаимосвязь между входами и выходами исследуемого объекта. Формат нечетких правил такой:

ЕСЛИ <посылка правила>, ТО <заключение правила> [7].

Для экспертных систем, построенных на традиционной логике, отсутствует такое понятие как нечеткая продукционная система. Ниже приведено краткое описание нечеткой продукционной системы.

Рассмотрим правило “если *X* есть *A*, тогда *У* есть *B*”. В случае выводов в существующих продукционных системах, используя это правило, для данных “*X* есть *A*” можно получить вывод “*У* есть *B*”, но для данных “*X* есть *A*'”, в которых *A*' немного отличается от *A*, только с помощью указанного правила получить вывод невозможно. Тем не менее, человек даже из данных “*X* есть *A*'” способен сделать вывод “*У* есть *B*'”. Механизм выводов, подобный тому, который работает в мозгу человека, можно реализовать с помощью понятия нечеткого множества. Т.е. *A*' можно переписать в виде нечеткого множества @*A*, данные в виде “*X* есть @*A*”, *A* и *B* в правиле представить в виде нечетких множеств @*A* и @*B* и делать выводы с помощью правила “если *X* есть @*A*, тогда *У* есть @*B*”. В результате можно сделать вывод “*У* есть @*B*'” (@*B*' – нечеткое множество) [6].

Нечеткая продукционная система оперирует с числовыми значениями истинности. Числовое значение истинности (ЧЗИ) – это функция принадлежности для показателя каждой характеристики регистрации ЧР. Используем 7 уровней нечеткости с лингвистическим обозначением каждого – лингвистическим значением истинности (ЛЗИ). Все уровни ЛЗИ представлены в табл. 1.

Таблица 1. Лингвистические значения истинности

VT	Очень правдивое
RT	Довольно правдивое
PT	Возможно правдивое
PF	Возможно ложное
RF	Довольно ложное
VF	Очень ложное
UN	Неизвестное

При этом необходимо установить, каким образом выбирать по функции принадлежности каждого ЛЗИ значения принадлежности. Такие значения назовем α–сечением, а значение, выбранное для *A*, обозначим A^{α}. Обычно A^{α} имеет одно значение, но в целях сохранения нечеткости в словах более естественно использовать интервал значений, например для ЛЗИ, “UN” (неизвестное) введем интервал [0, 1]. Таким образом, будем задавать интервал значений принадлежности для всех ЛЗИ, т.е. [6].

$$A^{\alpha} = \left\{ x \middle| \mu_A(x) > \alpha \right\}. \quad (4)$$

Для каждого параметра, полученного на втором шаге работы системы, из посылки правила в нечеткой базе знаний будет использовано значение ЛЗИ, переведенное для удобства следующего шага в ЧЗИ.

Одним из основных, отмеченных выше, преимуществ экспертной системы на нечеткой логике является возможность представления базы знаний посредством лингвистического языка. Таким образом, дополнять, расширять и редактировать базу может человек-эксперт без соответствующей подготовки в области программирования. Введение дополнительных характеристик, разумеется, потребует наличия специальных знаний в этой области, но работа с уже существующими характеристиками возможна и на более простом уровне.

Таблица 2. Фрагмент лингвистического представления нечеткой базы знаний

1	Рост максимального кажущегося заряда по сравнению с предыдущим обследованием в нормальном режиме работы		Требуется дополнительная диагностика	PT
			Оборудование нуждается в ремонте	PT
2	Рост числа новых кластеров	Рост максимального кажущегося заряда	Оборудование нуждается в ремонте	VT
3	Рост числа кластеров при диагностике в переходном режиме работы		Требуется дополнительная диагностика	VF
4	Уменьшение числа кластеров при диагностике в переходном режиме работы		Требуется дополнительная диагностика	UN
5	Рост числа новых кластеров	Увеличение энергии единичного ЧР	Оборудование нуждается в ремонте	RT
			Требуется дополнительная диагностика	VT
6	Рост среднего тока ЧР		Требуется дополнительная диагностика	PT
7	Уменьшение среднего тока ЧР		Требуется дополнительная диагностика	PF

Часть лингвистического описания нечеткой базы знаний представлена в табл. 2. Здесь второй столбец – это анализ характеристик ЧР в разных режимах работы, третий столбец – это вывод, четвертый столбец – это ЛЗИ для данного вывода. На данный момент разработано более 80 анализируемых ситуаций, имеющих ценность для диагностики. Совершенствование технической базы диагностики методом регистрации ЧР позволит расширить этот список.

Дальнейший шаг работы экспертной системы, после вычисления нечеткости каждой посылки, это процедура *“Конечный вывод”*. Предыдущая работа системы позволила подвести все имеющиеся предпосылки под стандартную функцию нечеткого логического вывода. Система анализирует посылки и значения нечеткости для каждого вывода. Для конечного вывода может эффективно применяться как система правил Мамдани, так и Сугэно. Последующий выбор нелинейной зависимости может быть скорректирован с учетом используемого программного обеспечения.

На последнем шаге работы экспертной системы пользователь получает таблицу результата обработки диагностических данных. Экспертная система отвечает на два вопроса: “Нуждается ли оборудование в ремонте?” и “Требуется ли проведение дополнительной диагностики?”. Ответ выходит в виде таблицы с отдельным столбцом “Степень достоверности” (табл. 3). Естественно, что логический ответ системы (Да – Нет) выбирается, исходя из наибольшего значения степени достоверности в численном виде. По результатам работы системы формируется отчет, в котором расписывается каждая анализируемая ситуация из нечеткой базы знаний, фигурируют результаты математической обработки данных диагностики и указываются численные значения степени достоверности для каждого ответа на вопросы, заданные системе.

ВЫВОД

Экспертная система оценки состояния электрооборудования по результатам диагностики методом регистрации ЧР позволяет максимально эффективно совместить автоматизированную процедуру логического вывода и комплексный анализ характеристик ЧР. Громоздкая процедура вывода, существующая на сегодняшний день, не позволяет эффективно использовать метод регистрации ЧР и требует специальной подготовки оператора. Применение экспертной системы позволяет максимально упростить процедуру обработки данных и принятия решения. Экспертная система позволяет работать с различными методами регистрации и измерения параметров ЧР. Существующие нечеткие контроллеры позво-

Таблица 3. Ответы экспертной системы

Результат оценки состояния оборудования

№ обследуемого объекта: ###			
№	**Дальнейшая процедура**	**Логическая формулировка ответа системы**	**Степень достоверности**
1	Оборудование нуждается в ремонте	(Да – Нет)	(низкая ... высокая)
2	Требуется дополнительная диагностика	(Да – Нет)	(низкая ... высокая)

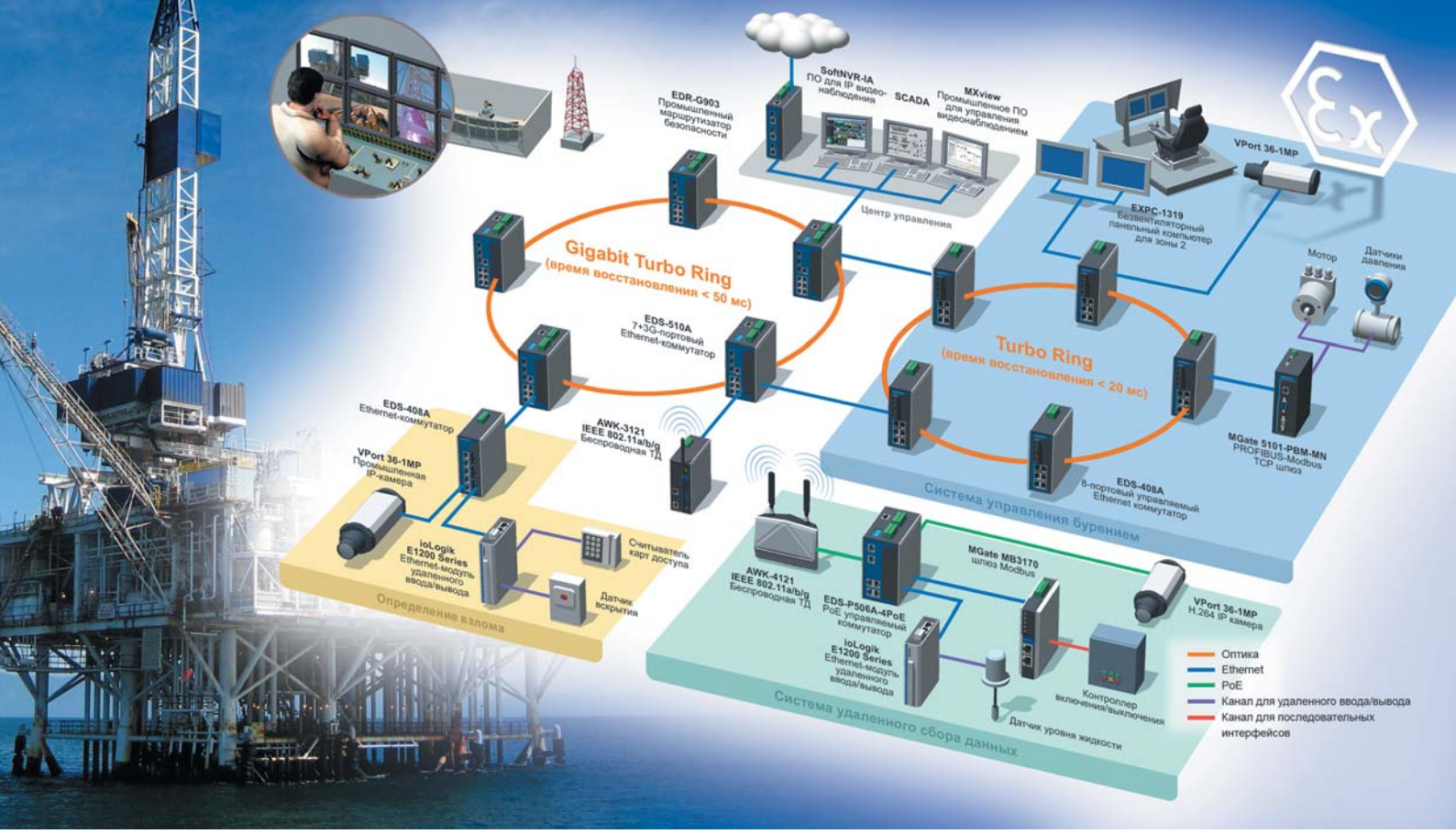
ляют вводить в систему экспериментальные данные, совместимые с языками изложения нечеткой логики. Применение такой экспертной системы позволит работать с on-line диагностикой специалистам, не владеющими специальными программными навыками и не имеющими достаточно опыта для принятия решения.

Список литературы

1. *Вдовико В.П.* Частичные разряды в диагностировании высоковольтного оборудования. // Новосибирск: Наука, 2007.
2. *Максудов Д.В., Федосов Е.М.* Методы селекции сигналов частичных разрядов в изоляции силовых трансформаторов. // Вестник УГАТУ, Т.12, № 2(31), 2009.
3. *Шахнин В.А., Моногаров О.И., Чебрякова Ю.С.* Анализ динамических погрешностей датчиков для электрошумовой интродиагностики высоковольтного оборудования. // Контроль. Диагностика, № 8, 2002.
4. *Агамалов О.Н.* Кластерный анализ частичных разрядов. // EXPONENTA PRO, № 3-4 (7-8), 2004.
5. *Мироненко Я.В.* Перспективы применения алгоритмов нечеткой логики в обработке результатов диагностического обследования электрооборудования. // Материалы VIII Международной научно-практической конференции (25.02.2013) “Техника и технология: новые перспективы развития” // Издательство “Спутник +” – М.: 2013.
6. *Асаи К., Ватада Д., Иваи С.* Прикладные нечеткие системы, под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993.
7. *Штовба С.Д.* Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007.
8. *Шахнин В.А., Мироненко Я.В.* Применение методов нечеткой логики для электрошумовой диагностики высоковольтного оборудования. // Сборник докладов X-ой Юбилейной Международной научной конференции “Актуальные вопросы современной техники и технологии” // Издательский центр “Гравис” – Липецк, 2013.
9. *Wubbenhorst M.* Spontaneous Polarization and Orientational Dynamics in Host/Guest Materials. // IEEE Transactions on Dielectrics and Insulation. 2000.

***Мироненко Ярослав Владимирович** – аспирант кафедры ЭтЭн Владимирского Государственного Университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых,*
***Шахнин Вадим Анатольевич** – д-р техн. наук, профессор кафедры ЭтЭн Владимирского Государственного Университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.*

ПОЛНЫЙ СПЕКТР РЕШЕНИЙ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ в соответствии с Class I Division 2



Промышленный Ethernet

EDS-510A
EDS-408A
EDS-P506A-4PoE

7+3G-port Gigabit Managed Ethernet Switch
8-port Managed Ethernet Switch
6-port PoE+ Managed Ethernet Switch

- Turbo Ring и Turbo Chain, RSTP/STP для резервирования сети
- IPv6, Modbus/TCP, LLDP, DHCP Option 82, SNMP, IGMP, QoS и VLAN
- Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C
- Дополнительная функция управления PoE (для EDS-P506A-4PoE)
- Соответствие стандартам Class 1, Div. 2, ATEX Zone 2, и DNV/GL EDR-810/G902/G903

EDR-810/G902/G903

Промышленный VPN-шлюз/Firewall

- Гигабитные медные/оптические комбо-порты
- Пропускная способность до 500 Мбит/сек
- Встроенная технология PacketGuard™ for Modbus TCP packets
- Многопортовый Secure router с функцией коммутации 2 уровня (EDR-810)

MxView

Промышленное ПО для управления сетью

- Автоматическая визуализация топологии, VLAN и IGMP
- Запись и проигрывание событий
- OPC-агент для SCADA и стороннего ПО
- Поддержка MIB сторонних устройств

MxConfig

Промышленная утилита для группового конфигурирования

- Групповое конфигурирование и дублирование настроек для уменьшения затрат на отладку сети
- Простое отслеживание конфигурации и управления
- Автоопределение линий связи
- Безопасное массовое обновление устройств

Mgate 5101-PBM-MN

1-портовый шлюз PROFIBUS-Modbus TCP

- Технология автоматического сканирования
- Web-интерфейс для визуализации ввода/вывода
- Резервированное питание и наличие реле
- Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C

Mgate MB3170/MB3270

1/2-портовый шлюз Modbus Serial-Ethernet

- Режим Slave поддерживает 16 TCP master и до 62 последовательных slave-устройств одновременно
- Режим Master поддерживает 32 TCP slave-устройства одновременно
- Приоритезация потоков для управления QoS
- Дублированное питание DC

Промышленные беспроводные сети

AWK-6222

Уличная IEEE 802.11a/b/g беспроводная точка доступа с двумя ПП

- Нулевая потеря пакетов при помощи технологии резервирования по двум приемо-передатчикам
- Миллисекундный Turbo Roaming
- Обмен данными на расстоянии до 10 км
- Дублированное питание DC и PoE для простоты установки

AWK-3121/4121

Точка доступа IEEE 802.11a/b/g для улицы/помещений

- Миллисекундный Turbo Roaming
- Обмен данными на расстоянии до 10 км
- Дублированное питание DC и PoE
- Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C
- Металический корпус со степенью защиты IP68 (для AWK-4121)

OnCell G3150-HSPA

Промышленный высокоскоростной сотовый IP шлюз с VPN, HSPA и поддержкой 5 групп частот

- 5 групп частот: UMTS/HSPA 800/850/ AWS/1900/ 2100 MHz
- 4 группы частот GSM/GPRS/EDGE 850/900/1800/ 1900 MHz
- Централизованное управление посредством ПО с частным IP-адресом: OnCell Central Manager

Последовательные интерфейсы

NPort IA5000A

1/2/4-портовый промышленный сервер последовательных интерфейсов

- Тройная электрозащита (питание/последовательные/Ethernet-порты)
- Изоляция 2 кВ для передачи по последовательным портам
- Резервируемое питание и Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C
- Соответствие стандартам ATEX и IECEx (ожидается)

ICF-1150

Промышленный медиаконвертер Serial-Fiber

- 3 интерфейса RS-232, RS-422/485, оптика
- Промышленные сертификаты: UL 508, Class I Div. 2/ ATEX Zone 2
- Резервируемое питание и Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C

ICF-1280I

Конвертер PROFIBUS-Оптика

- Автоматическое определение скорости передачи данных для простоты настройки
- Проверка оптического кабеля для простоты обслуживания
- Кольцевое резервирование для надежной передачи данных
- Соответствие стандартам ATEX и IECEx (ожидается)

Промышленные компьютеры

EXPC-1319

Безвентиляторный промышленный панельный компьютер для Зоны 2

- Видимость при солнечном свете с яркостью 1000NIT
- Безвентиляторное исполнение с расширенным рабочим температурным диапазоном от -20 до 60˚C или от -40 до 60˚C (с нагревателем)
- ПО для самодиагностики
- Соответствие стандартам ATEX и IECEx (ожидается)

IP-видеонаблюдение

VPort 36-1MP

Rugged HD Box-Type H.264 IP Camera

- Расширенный температурный диапазон работы от -40 до 75˚C без нагревателей и вентиляторов
- Разрешение 1280 x 720 с технологиями DNR/BLC/WDR
- До 3 независимых видеопотоков (2 x H.264, 1 x MJPEG)

Промышленная автоматизация

ioPAC 5542*

Контроллер удаленного доступа с 8 DI, 8 DIO, 8 AIs

- Поддержка C/C++ или МЭК 61131-3
- Поддержка протокола DNP3 (для удаленных станций)
- Промышленное компактное исполнение для жестких условий

*Доступен в Q3, 2013

ioLogik E1242

Ethernet-модуль ввода-вывода с 4 AI, 4 DI, DIO

- Встроенный 2-портовый Ethernet-коммутатор для организации топологии Daisy Chain
- Бесплатная поддержка Moxa's Active OPC Server для интеграции со SCADA
- Назначаемые оператором Modbus/TCP-адреса
- Сертификация UL/cUL Class I Div. 2, ATEX Zone 2 (ожидается)

MOXA®
www.moxa-net.ru

ipc2U

www.ipc2U.ru

г. **Москва**, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-0327, E-mail: sales@ipc2u.ru
г. **Санкт-Петербург**, Телефон/Факс: (812) 600-7197, E-mail: spb@ipc2u.ru

Официальный дистрибутор MOXA Inc., LTD в России и странах СНГ - компания IPC2U

ОСНОВНЫЕ ЭФФЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РОССИИ»

А.В. ЗАДОРОЖНИЙ, Р.В. ОКОРОКОВ
(ФГБОУВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет")

В настоящее время в большинстве стран мира, а также в России активно разрабатываются интеллектуальные технологии и выпускаются отдельные компоненты, необходимые для создания надежных и эффективных интеллектуальных энергетических систем. В связи с этим реализация технологической платформы "Интеллектуальная энергетическая система России" в новых условиях инновационной экономики становится ключевым фактором повышения конкурентоспособности страны и гарантией устойчивого экономического роста. Представлены данные пилотных проектов и комплексных программ развития интеллектуальной энергетики разных стран и результаты проведенных исследований, базировавшихся на системном подходе, методах анализа и синтеза, статистических и экспертных оценках. Выявлена экономическая целесообразность и эффективность привлечения инвестиций в "интеллектуализацию" российской электроэнергетики и обоснована необходимость ускоренного перехода к практической реализации технологической платформы "Интеллектуальная энергетическая система России".

Интеллектуальная энергетика и интеллектуальные энергетические системы (ИЭС, в зарубежной терминологии – Smart Grid) становятся сегодня неотъемлемой частью современного информационного общества, в котором основными факторами производства являются интеллектуальный капитал, знания и информация. В настоящее время в большинстве развитых стран мира, а также в РФ активно разрабатываются интеллектуальные технологии и промышленно выпускаются отдельные компоненты и решения, необходимые для создания надежных, безопасных и эффективных ИЭС [1, 2]. В рамках развиваемой концепции ИЭС разнообразие будущих требований общества и всех заинтересованных сторон (государства, потребителей, регуляторов, электроэнергетических компаний, сбытовых и коммунальных организаций, производителей оборудования и др.) сводится к следующей группе ключевых ценностей новой электроэнергетики [3]:

- *доступность* – обеспечение всех потребителей электроэнергией без ограничений, в зависимости от того, когда и где она им необходима, и в зависимости от требуемого качества;
- *надежность* – способность интеллектуальных энергосистем противостоять физическим и информационным негативным воздействиям без длительных отключений или высоких затрат на восстановительные работы; максимально быстрое восстановление (самовосстановление);
- *экономичность* – оптимизация тарифов на электрическую энергию для потребителей и снижение общесистемных затрат;
- *эффективность* – максимизация эффективности использования всех видов ресурсов и технологий при производстве, передаче, распределении и потреблении электроэнергии;
- *органичность* взаимодействия с окружающей средой – максимально возможное снижение негативных воздействий энергетических объектов на природную экосистему;
- *безопасность* – недопущение ситуаций в электроэнергетике, опасных для людей и окружающей среды.

Основываясь на опыте внедрения ИЭС в индустриально-развитых странах мира, можно говорить о том, что развитие интеллектуальных энергосистем в РФ необходимо рассма-

тривать как целый комплекс взаимосвязанных задач: научно-технологических, бизнес-задач (определяющих стратегии развития компаний и регионов), экономических (обеспечивающих повышение экономической эффективности как энергетического комплекса, так и других отраслей), социальных (связанных с созданием новых рабочих мест, удовлетворением потребностей населения в электроэнергии) и др. Одним из направлений мобилизации усилий государства, бизнеса и науки в целях выработки общих подходов к инновационному развитию экономики РФ является создание инструментария технологических платформ (ТП). Правительственной комиссией по высоким технологиям и инновациям в 2011 г. был дан старт процессу формирования ТП как механизму частно-государственного партнерства в области научно-технического развития и утвержден перечень ТП. В настоящее время перечень содержит 30 платформ, из них четыре в сфере энергетики: "Интеллектуальная энергетическая система России" ("ИЭС России"), "Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности", "Перспективные технологии возобновляемой энергетики" и "Малая распределенная энергетика"[1]. Стратегической целью реализации ТП "ИЭС России" должно стать решение задачи развития интеллектуально-технологического потенциала российской электроэнергетики в соответствии со стандартами XXI столетия для обеспечения экономической, энергетической и экологической безопасности страны и вывода РФ в число мировых экономических лидеров. При этом создание ИЭС в РФ необходимо рассматривать не как совокупность программ технического перевооружения энергетических компаний с набором отдельных инвестиционных проектов, а как целостный стратегический план модернизации всей российской электроэнергетики на новой технологической базе, принципах управления и коммерческих отношениях, что обеспечивает системный подход к технико-экономическому обоснованию создания ИЭС в масштабе единой национальной энергосистемы (ЕЭС России), учитывая наиболее значимые экономические, социальные и экологические аспекты такой модернизации. Основой для оценки всех видов эффектов от реализации ТП "ИЭС России" является детальная проработка изменений функциональности (технических свойств) структурных подсистем электроэнергетики (генерации, передачи, распределения и потребления энергии). Переход к ИЭС приведет к изменению существующих или появлению новых технических свойств в отдельных подсистемах отрасли. Примерами таких изменений, полная характеристика которых приведена в [1], являются:

- усиление контроля за состоянием технических устройств генерации, сетевого комплекса, потребителей;
- автоматизация и удаленное управление техническими устройствами при передаче, распределении и учете потребления электроэнергии;
- возможности двустороннего активного взаимодействия с энергосистемой потребителей, имеющих распределенную генерацию и/или технологии хранения электроэнергии.

На основе оценки изменений функциональности определяется перечень и характеристики технологических эффектов от реализации ТП "ИЭС России", которые отражают изменения производственных параметров энергосистемы в целом и ее структурных подсистем. При этом одна часть эффектов имеет локальный характер, т.е. изменение технических свойств в одной подсистеме за счет внедрения элементов ИЭС приводит к изменению производственных параметров только данной подсистемы. Другая часть технологических эффектов носит общесистемный характер, т.е. имеет значительное влияние на балансовую ситуацию в ЕЭС России. Основные их виды связаны с переходом на новое качество управления энергосистемами, в том числе [1]:

- эффекты управления спросом обеспечивают изменение режимов электропотребления, снижение максимума и уплотнение графика нагрузки в энергосистеме, а в ряде случаев сопровождаются и общим снижением уровня электропотребления;
- эффекты управления потерями при передаче и распределении электроэнергии формируются за счет сокращения ненагрузочных потерь при внедрении новых типов проводов и силового оборудования и уменьшения нагрузочных потерь при переходе к интеллектуальному управлению режимами сети, а также вследствие изменения режимов электропотребления при реализации эффектов управления спросом;

[1] Программа инновационного развития ОАО "ФСК ЕЭС" до 2016 г. с перспективой до 2020 г. – М.: ФСК ЕЭС, 2011. – 305 с. – *www.fsk-ees.ru*

Таблица 1. Параметры изменения балансовых условий, принятые для оценки возможных системных эффектов развития ИЭС в России, %

Условие	Пилотные проекты Smart Grid	Целевые показатели ТП "ИЭС России"	
		2020 г.	2030 г.
Снижение прогнозируемого максимума нагрузки	10-20	2,5	10
Снижение конечного электропотребления	5-15	2	8
Снижение потерь в сетях (относительно отчетного уровня)	20-50	7,5	30
Снижение необходимых резервов мощности в генерации (относительно отчетного уровня)	20-30	5	20
Увеличение пропускных способностей межсистемных связей	5-10	2,5	10

- эффекты управления пропускными способностями линий в магистральных и распределительных сетях обеспечивают увеличение допустимых перетоков мощности за счет внедрения технологий гибких передач и новых систем автоматизированного мониторинга статической устойчивости сетей;
- эффекты управления генерацией позволяют добиться рационального использования крупной и малой распределенной генерации. Одним из важных эффектов в этой сфере является интеграция в энергосистему больших объемов распределенной генерации и повышение управляемости потоками электроэнергии, производимой на электростанциях с нерегулярными режимами выработки энергии (ветровых, солнечных и др.);
- эффекты управления надежностью и качеством энергоснабжения обеспечивают снижение частоты и продолжительности аварийных ситуаций, являющихся причиной прямого недоотпуска электроэнергии потребителям или ненадлежащего качества поставки.

При этом, как следствие, снижаются прямые экономические потери потребителей из-за упущенной финансовой выгоды, порчи сырья, оборудования, расходных материалов и пр. Для предварительной оценки возможных системных эффектов в ЕЭС России при создании ИЭС[2] были использованы данные по результатам пилотных проектов и комплексным программам развития Smart Grid, реализация которых начата во многих странах. Итоговые параметры изменения балансовых условий приведены в табл. 1.

Совместное влияние технологических эффектов на балансовые условия приводит к их взаимному усилению (синергетическому эффекту). В результате изменения потребности в электроэнергии и установленной мощности электростанций оказываются значительнее, чем рассчитанные в виде простой суммы эффектов. Оценки, сделанные для исходных балансовых условий базового варианта Генеральной схемы размещения объектов электроэнергетики[3], показывают, что реализация к 2030 г. основных мероприятий по созданию интеллектуальной энергетики в России позволит снизить потребность в установленной мощности более, чем на 10 % (на 34 ГВт), и электропотребление почти на 9 % (140 млрд кВт·ч). При этом относительный уровень потерь в сетях последовательно снизится на 30 % (с 12 до 10 % в 2020 г. и до 8 % в 2030 г.)[4].

Важным свойством ИЭС является более эффективное использование существующего производственного потенциала электроэнергетики и снижение потребности в его наращивании для обеспечения целевых требований и критериев системной надежности и надежности электроснабжения конечных потребителей. Поэтому экономические эффекты, сопровождающие реализацию ТП "ИЭС России", проявляются в виде снижения (экономии) затрат на функционирование и развитие ЕЭС страны. Часть экономических эффектов также имеет локальный характер и определяется, в основном, локальными технологическими эффектами, проявляющимися в отдельных подсистемах. Другая часть экономических эффектов имеет системный характер и является результатом совместного влияния системных технологических эффектов, в том числе [1]:

[2] Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы "Интеллектуальная энергетическая система России". – Москва: РЭА, 2012. – 53 с. – *www.smartgrid.ru*

[3] Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы "Интеллектуальная энергетическая система России". – Москва: РЭА, 2012. – 53 с. – *www.smartgrid.ru*

[4] Там же.

Таблица 2. Оценка эффектов от реализации функциональных свойств ИЭС

Условие	Энергосистема сегодня, %	Энергосистема на базе концепции Smart Grid, %
Доля используемых возобновляемых источников энергии	Менее 13	Более 30
Уровень использования генерации потребителей	Менее 1,0	Более 10
Уровень использования активов магистральных сетей	50	80
Уровень использования активов распределительных сетей	30	80
Уровень участия потребителей	47	90

- снижение капиталовложений в дополнительные генерирующие мощности “общесистемных” электростанций с учетом снижения максимума нагрузки, общего электропотребления, развития распределенной генерации, требований к резервам и увеличению допустимых объемов балансовых потоков мощности;
- снижение капиталовложений в дополнительное увеличение пропускных способностей межсистемных связей в ЕЭС России, а также в развитие распределительной сети с учетом более эффективного мониторинга и активного управления существующими линиями, а также эффектов от управления спросом и развития распределенной генерации у потребителей, снижающих требования к объему резервирования сетевыми мощностями;
- снижение топливных затрат за счет улучшенной оптимизации режимов загрузки электростанций, вовлечения распределенной возобновляемой генерации и сокращения общего электропотребления (включая потери в сетях);
- снижение эксплуатационных затрат в результате перехода на новые типы оборудования и управления с более высокой автоматизацией и наблюдаемостью.

Практическая реализация ТП “ИЭС России” предусматривает революционное по своей сути изменение технологического базиса, являющегося системой новых инновационных технологий и компонентов, отвечающих энергетическим нуждам современного постиндустриального общества и требованиям устойчивого инновационного развития. Поэтому большую актуальность приобретает анализ и оценка ожидаемых социальных эффектов от создания ИЭС, дополняющих основные технологические и экономические эффекты. В качестве наиболее значимых социальных эффектов можно отметить [1]:

1. Повышение надежности энергоснабжения. Интеграция и оперативность управления генерацией, сетями и конечным спросом позволяют значительно снизить вероятность нарушений энергоснабжения, частоту и продолжительность отключений. Наличие источников распределенной генерации, максимально приближенных к потребителю, различные формы аккумулирования электроэнергии, развитие микросетей повышают уровень локальной энергообеспеченности, создавая возможности для оперативного перехода к автономному энергоснабжению в случае системных аварий, а также увеличивают доступ потребителей к электроснабжению в регионах, не охваченных централизованным энергоснабжением. Кроме этого, интенсивное вовлечение локальных (прежде всего, возобновляемых) энергоресурсов при создании ИЭС позволяет снизить зависимость от внешних поставок органического топлива или электроэнергии на уровне отдельных регионов. В результате исследований, проведенных за рубежом, получена укрупненная оценка подобных эффектов (табл. 2) [3].

2. Создание инновационного импульса для экономики. Развитие ИЭС формирует массовый спрос на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, результатом которых станут действительно инновационные продукты энергомашиностроения и электротехнической промышленности. Не менее важным является влияние интеллектуальной энергетики на развитие информационно-коммуникационных технологий, без которых невозможно достичь качественно нового уровня в автоматизации, наблюдаемости и управляемости ЕЭС.

3. Снижение экологической нагрузки. Масштабное внедрение нетрадиционных источников энергии, повышение энергоэффективности при передаче, распределении и конечном потреблении электроэнергии может обеспечить заметное снижение использования органического топлива в электроэнергетике и, следовательно, снижение выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Приме-

нение новых технологий в сетевом комплексе позволяет также снизить уровни электромагнитного излучения при передаче и распределении электроэнергии, а более компактные решения по оборудованию линий электропередач и подстанций обеспечивают значительное сокращение объемов отчуждаемой земли.

4. Повышение производительности и безопасности труда. Активное внедрение автоматизированных систем удаленного контроля и управления (цифровые подстанции, датчики, интеллектуальные счетчики и др.), новые типы технических устройств с пониженными показателями аварийности и увеличенным эксплуатационным ресурсом позволяют заметно сократить численность обслуживающего персонала, необходимого для обеспечения нормального функционирования всех технологических подсистем. Одновременно с этим создается более безопасная и комфортная среда для производственного персонала как в электроэнергетике, так и для обслуживания устройств у конечных потребителей.

5. Улучшение условий для экономической интеграции и конкуренции. Повышение гибкости режимов функционирования сетевой инфраструктуры, новые средства управления пропускными способностями и потоками мощности позволяют преодолеть существующие ограничения для более тесного коммерческого взаимодействия на рынках электроэнергии и мощности и перейти к новому этапу экономической интеграции в электроэнергетике, формированию более крупных, объединенных рынков в национальном и международном масштабах.

Внедрение интеллектуальных систем учета электроэнергии, развитие возможностей двусторонней коммуникации и автоматизация совместного управления режимами передачи, распределения и потребления электроэнергии, а также распределенной генерацией делают реальным качественно новое, динамическое ценообразование для конечных потребителей и обеспечивают возможности их активного включения в формирование кривой спроса на рынке для оптимизации финансовых расходов. Как и экономические эффекты, социальные эффекты определяются изменениями функциональности структурных подсистем электроэнергетики и порождаемыми ими технологическими эффектами. Практически все социальные эффекты могут быть оценены количественно, однако их последующая корректная стоимостная оценка далеко не всегда возможна из-за неадекватности информации, ее неопределенности и отсутствия систематического мониторинга социальных последствий аварий или нарушений работы энергетического оборудования. В связи с отсутствием строгих и адекватных методов оценки социальных эффектов от реализации ИЭС она может осуществляться на основе общих экспертных заключений или посредством установления так называемого уровня общественного признания, определяемого долей представителей общества, поддерживающих ту или иную технологию, выраженного в процентах [2].

На основе отмеченных выше ожидаемых изменений балансовых условий в ЕЭС России могут быть получены интегральные экономические оценки эффектов от реализации ТП “ИЭС России”. Результаты моделирования изменений параметров, характеризующих развитие ЕЭС России на период до 2030 г., выполненные в ИНЭИ РАН, показывают, что переход к инновационному развитию электроэнергетики РФ на базе ИЭС будет сопровождаться существенным снижением вводов новых электростанций и связанных с ними сетевых объектов для выдачи мощности[5].

Снижение (экономия) капиталовложений является наиболее значимым системным экономическим эффектом (табл. 3), и до 2030 г. их объем может снизиться почти на 2 трлн руб. (в ценах 2010 г.) [1]. Вторым наиболее крупным эффектом является снижение топливных затрат электростанций на 750 млрд руб. Снижение условно-постоянных затрат в электроэнергетике при меньших объемах вводов мощностей оценивается в период до 2030 г. на уровне 560 млрд руб. Дополнительный эффект может быть достигнут с учетом экономической стоимости выбросов парниковых газов: даже при сравнительно невысокой цене (около 600 руб/т CO_2 (20 долл/т)) экономия за счет снижения платы за эмиссию составит до 2030 г. примерно 180 млрд руб., но при оценке стоимости выбросов, прогнозируемых в этот же период в ЕС (до 100 долл/т CO_2), вырастет уже почти до 1 трлн руб. [1].

Получаемый в итоге суммарный экономический эффект при реализации ТП “ИЭС России” в российской электроэнергетике до 2030 г. может составить около 3,2 трлн руб. (в ценах 2010 г.) [1]. Однако его величину следует сопоставить с инвестициями, которые необходимо затратить на массовое внедрение новых техно-

[5] Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы “Интеллектуальная энергетическая система России”. – М.: РЭА, 2012. – 53 с. – *www.smartgrid.ru*

Таблица 3. Итоговые экономические эффекты при реализации ТП "ИЭС России"

Экономические эффекты	До 2020 г.	2021–2025 гг.	2026–2030 гг.	За период 2015–2030 гг.
Снижение потребности в необходимой генерирующей мощности, ГВт	7,8	15,3	11,0	34,1
Снижение капиталовложений в отрасль, млрд руб. (2010 г.), в том числе, за счет: • генерирующих мощностей; • сетевой инфраструктуры для выдачи мощности электростанций.	682 612 70	744 671 73	527 451 76	1953 1734 219
Снижение ежегодных условно-постоянных эксплуатационных затрат, млрд руб. (2010 г.), в том числе, за счет снижения расхода топлива на ТЭС за счет снижения необходимой выработки и оптимизации режимов, млн т у.т.	17 4,7	190 44,1	353 124,8	560 173,6
Снижение ежегодных топливных затрат, млрд руб. (2010 г.)	12	192	552	756
ИТОГО снижение капитальных и текущих затрат, млрд руб. (2010 г.)	711	1126	1432	3269
Снижение эмиссии парниковых газов, млн т CO_2	8,4	75,6	213,6	297,6
Снижение платы за эмиссию парниковых газов, млрд руб. (2010 г.)	5	46	128	179

логических средств и систем управления у потребителей, в сетевом комплексе, генерации, в контурах технологической и коммерческой диспетчеризации. С учетом масштаба и технологических особенностей ЕЭС России предварительная потребность в инвестициях на развитие интеллектуальной энергетики может составить 2,4 – 3,2 трлн руб. в период до 2030 г.[6]

Сопоставление недисконтированных значений экономических эффектов и необходимых затрат на реализацию ТП "ИЭС России" показывает, что уже к 2030 г. выгоды от ИЭС в масштабе ЕЭС России окажутся сопоставимыми с необходимыми инвестициями. Даже при пессимистической оценке сценария развития ИЭС капиталовложения на интеллектуализацию ЕЭС России будут полностью компенсированы полученными эффектами, а при более низкой оценке стоимости реализации ТП "ИЭС России" эффекты превысят затраты на 800 млрд руб.

После 2030 г. значение чистого эффекта будет дополнительно прирастать примерно на 1 трлн руб. за пятилетие с учетом эффекта последействия. С учетом этого дисконтированный прямой экономический эффект от создания ИЭС России составит 1,5–2 трлн руб. [1].

Изложенные в [2, 3, 4] многочисленные зарубежные стоимостные оценки эффектов от развития электроэнергетики на базе Smart Grid также свидетельствуют о том, что инвестиции в интеллектуальную энергетику, подобно инвестициям в повышение качества жизни, являются крайне эффективными, в частности, соотношение результаты/затраты оценивается как 4 к 1.

При этом в исследованиях отмечается, что это достаточно консервативная оценка, и при учете всех возникающих при этом макроэкономических, социальных, экологических и других эффектов, включая обеспечение национальной и экономической безопасности страны, это соотношение может возрасти.

Приведенные экономические оценки показывают потенциальную привлекательность и эффективность вложений в "интеллектуализацию" ЕЭС России и обусловливают необходимость перехода от стадии поисковых исследований к интенсивной концептуальной проработке и практическому проектированию новой структуры электроэнергетики России, выбору рациональных технических решений, обоснованию оптимальных подходов к системе интеллектуального управления энергосистемой. Внедрение ТП "ИЭС России" может стать и основной "движущей силой" развития всей национальной экономики, ее промышленных отраслей, прежде всего таких сфер как отечественная металлургия, машиностроение, приборостроение. В связи с потребностью в новом энергетическом оборудовании, а следовательно, в новых металлах и материалах возникнет необходимость разработки новых технологий и технологических процессов их создания и производства, потребуются новые фундаментальные и прикладные научные исследования и подготовка соответствующих научных и профессиональных кадров, выполняемые организациями РАН и национальными исследовательскими университетами [5].

[6] Отчет о разработке стратегической программы исследований технологической платформы "Интеллектуальная энергетическая система России". – М.: РЭА, 2012. – 53 с. – *www.smartgrid.ru*

Таким образом, практическая реализация ТП “ИЭС России”, как механизма частно-государственного партнерства в области научно-технического развития при ведущей роли государства в финансировании инвестиций, становится ключевым фактором повышения конкурентоспособности экономики РФ и гарантией устойчивого социально-экономического роста на основе инновационной модернизации.

Список литературы

1. *Концепция* интеллектуальной электроэнергетической системы России с активно-адаптивной сетью /Р.Н. Бердников, В.В. Бушуев, С.Н. Васильев и др.; под ред. акад. РАН В.Е. Фортова и А.А. Макарова. – М.: ФСК ЕЭС, 2012. – 236 с.
2. *Федоров М.П., Окороков В.Р., Окороков Р.В.* Энергетические технологии и мировое экономическое развитие: прошлое, настоящее, будущее. – СПб.: Наука, 2010. – 412 с.
3. *Концепция* интеллектуальных энергосистем и возможности ее реализации в российской электроэнергетике / И.О. Волкова, В.Р. Окороков, Р.В. Окороков, Б.Б. Кобец. – М.: Изд-во ИНПРАН, 2011. – 65 с.
4. *Кобец Б.Б., Волкова И.О.* Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. – М.: ИАЦ Энергия, 2010. – 208 с.
5. *Задорожний А.В., Окороков Р.В.* Актуальные проблемы развития электроэнергетики России // Экономические реформы в России: сб. науч. тр. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С. 92–98.

Задорожний Андрей Владимирович *– аспирант кафедры экономики и менеджмента в энергетике и природопользовании ФГБОУВПО “Санкт-Петербургский государственный политехнический университет”,*
Окороков Роман Васильевич *– д-р экономических наук, канд. техн. наук, профессор кафедры экономики и менеджмента в энергетике и природопользовании ФГБОУВПО “Санкт-Петербургский государственный политехнический университет”.*

17–20 июня 2014

XXI международная
специализированная выставка

ЭНЕРГЕТИКА и ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Санкт-Петербург

ВК Ленэкспо, павильоны №7, 8, 8а

В.О., Большой пр., 103

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

Энергетика
- электроэнергетика,
- тепловая энергетика,
- гидроэнергетика,
- атомная энергетика,
- малая, нетрадиционная и возобновляемая энергетика

Энергетическое машиностроение
- турбины и турбовспомогательное оборудование,
- котельные установки и котловспомогательное оборудование о дизели и дизельгенераторы
- теплообменные аппараты
- компрессоры

Электротехническое оборудование
- электродвигатели, электрогенераторы, электроприводы
- преобразователи, трансформаторы,
- силовая электроника,
- электроустановочные изделия,
- кабели, провода, соединительная арматура
- электроизоляционные изделия,
- светотехника

Системы газоснабжения
- газовые трубопроводы
- полимерные материалы для газоснабжения
- соединительная, запорная арматура, регуляторы, газовые редуктры
- газогорелочные устройства

Системы и средства измерения, контроля, управления и автоматического регулирования, программное обеспечение

Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудование

Исследования и разработки

Безопасность энергообъектов и экологическая безопасность

Организаторы:

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ РЕСТЭК®

ВО "РЕСТЭК®"
Тел.: (812) 3038868
energo@restec.ru
www.restec.ru/power

EXPOFORUM

Тел. +7 (812) 321-2630
energetika@expoforum.ru
www.energetika.lenexpo.ru

Генеральные информационные спонсоры в сети Интернет:

elec.ru Электротехнический Рынок России и СНГ
RusCable.Ru

Генеральные информационные спонсоры:

ЭНЕРГЕТИКА И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ РОССИИ
ЭЛЕКТРО ЭЛЕКТРОТЕХНИКА ЭНЕРГИЯ

Информационные спонсоры:

ЭНЕРГОНАДЗОР информ
КАБЕЛЬ

Интернет партнеры:

iNFOLine
ELEKTROPORTAL.RU ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ПОРТАЛ

15–я международная выставка

НЕФТЕГАЗ

26—29 мая 2014

Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса

Организаторы:

ЗАО «Экспоцентр» (Россия),
фирма «Мессе Дюссельдорф ГмбХ» (Германия)

ufi Approved Event

ТПП РФ

ЭКСПОЦЕНТР
МЕЖДУНАРОДНЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНГРЕССЫ
МОСКВА

Messe Düsseldorf

Expo Rating

Самая крупная выставка России 2011–2012 гг. по тематике «Нефть и газ» в номинациях: «Выставочная площадь», «Международное признание», «Охват рынка». Рейтинг составлен ТПП РФ и РСВЯ. Все выставки – участники рейтинга прошли независимый аудит статистических показателей в соответствии с международными правилами

www.neftegaz-expo.ru

ДО ВСТРЕЧИ В МАЕ В «ЭКСПОЦЕНТРЕ»!

Реклама

5-Й МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭНЕРКОН

ОТ СОВРЕМЕННЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ К СТАБИЛЬНОМУ ОТРАСЛЕВОМУ РАЗВИТИЮ

26–28 мая

www.enercon-ng.ru

12+

SMART GRID – БОЛЬШЕ, ЧЕМ SMART GRID

В.В. ВЯТКИН (Технический университет Лулео, Швеция[1])

В статье представлен обзор работ, относящихся к созданию информационно-управляющих систем (ИУС) для энергетики, как нацеленных на немедленное практическое применение, так и более перспективных разработок.

ВВЕДЕНИЕ

Зачастую, спросив 2-х экспертов, “Что такое Smart Grid?”, можно получить, как минимум, пять разных ответов. Исторически, термин Smart Grid относился к системам распределения электроэнергии, однако, в последнее время он всё чаще употребляется как своего рода “торговая марка” любых разработок, относящихся к “умному” производству, передаче и потреблению энергии, достигаемому за счёт использования современных встроенных микропроцессорных систем управления и компьютерных систем обработки информации. Таким образом, компьютерная и Интернет-революция, которую мы переживаем в последние десятилетия, призвана качественно улучшить эффективность энергопотребления. Именно с ней связаны основные ожидания общества в отношении устойчивого и эффективного энергопроизводства и энергопотребления.

Интересно также отметить и противоположную тенденцию. Новые компьютерные технологии вызывают рост потребления энергии, например, в огромных серверных фермах (Facebook, Google, Yandex и др.), особенно когда они расположены в регионах, где ситуация с дополнительными энергомощностями и без того проблематична (например, в Калифорнии). Широкое распространение жидкокристаллических и плазменных панелей увеличило потребление электричества до такой степени, что, например, в масштабе Великобритании требует строительства новой электростанции.

В последнее время появилось несколько стратегических документов, касающихся Smart Grid, например [1-4]. Поскольку промышленность в таких документах предлагает решения, уже воплощённые в разработках, то мне хотелось бы остановиться лишь на некоторых, но характерных направлениях перспективных исследований, проводимых в исследовательских лабораториях, в первую очередь, в секторе ICT (информационных и сетевых технологий).

Smart Grid является “горячей темой” в плане исследований и разработок. Крупные энергетические компании (генерирующие электроэнергию и доставляющие её конечным потребителям) имеют собственные “дорожные карты” научно-исследовательских работ, нацеленные на достижение характеристик, заявленных в программных документах по Smart Grid. То же относится и к крупным компаниям, поставщикам оборудования, таким как ABB, General Electric, SIEMENS, Alstom. На государственном уровне исследовательские проекты финансируются такими национальными и международными организациями как NSF (США), Департамент Энергетики (DOE, USA), EU FP7 (Европейская рамочная программа 7) и др. Общий объём средств, выделяемых в мире на соответствующие исследования, составляет сотни миллионов долларов в год.

Я попытаюсь представить небольшой обзор интересных, с моей точки зрения, работ, существенно влияющих на эффективность создания информационно-управляющих систем (ИУС) для энергетики, как имеющих немедленное практическое применение, так и более перспективных исследований. Данный материал, однако, ни в коей мере не претендует на полноту охвата темы.

ЧТО ТАКОЕ SMART GRID?

В качестве примеров характеристик, ожидаемых от Smart Grid (в широком смысле), можно привести следующие.

[1] Приглашенный доклад, представленный на Международной Энергетической Конференции “Технологическая основа формирования новой энергетики России”, Сколково, 26 ноября, 2010 г. http://www.csr-nw.ru/content/announce/default.asp?shmode=2&ids=21&ida=2578

Повышение эффективности энергопотребления

Некоторыми ключевыми словами в этой сфере являются: динамический баланс потребления и предложения (demand/response), плавающие цены (floating prices), умные счетчики (smart metering), сглаживание пиковых нагрузок (peak shaving)).

Определённое повышение эффективности энергопотребления может быть достигнуто за счет снижения пиковых нагрузок. Это достигается введением спотового рынка электроэнергии с возможностью динамического установления цены на онлайн-рынке вплоть до конечного потребителя. При наличии информации о текущей цене, система приобретает элементы саморегулирования, стимулируя потребителей отказаться от некоторых услуг или перенести их на другое время. Компьютерные технологии предоставляют большой набор соответствующих сервисов, например: сбор детальных результатов измерений энергопотребления, вплоть до каждого электроприбора, и представление их потребителю в реальном времени (умные счетчики), возможность автоматического снижения потребления при росте цены путем отключения неприоритетных нагрузок и т.д. Наряду с этим, исследуются возможности резервирования энергии в периоды низких цен, с использованием в периоды пикового спроса. Соответствующие технологии включают аккумуляторные батареи, конденсаторы, а также механические системы, например, сжатие воздуха. Однако исследования показывают, что большая часть из этих технологий экономически нерентабельна в настоящее время из-за низкой цены электроэнергии.

Возобновляемые источники энергии

Существующие технологии пока не позволяют достичь устойчивых систем, построенных на 100 % использовании возобновляемых источников энергии таких как ветровая или солнечная. Интеграция таких источников с традиционными сопряжена со многими проблемами. Задача динамического баланса потребления и генерации может решаться как на макро-, так и на микроуровне. Концепция MicroGrid состоит в том, чтобы достичь оптимального соотношения между генерацией и потреблением на уровне микрорайона или поселка, предполагая, что во многих домохозяйствах присутствуют собственные генерирующие мощности, и система распределения позволяет продавать энергию соседям или покупать ее по мере необходимости.

Электромобили

Автомобили, заряжаемые из розетки, являются практически реальностью сегодняшнего дня. Практически нет разногласий среди экспертов и в том, что эта технология станет доминирующей в ближайшие годы и десятилетия. Насколько системы электроснабжения готовы к этой радикальной перемене?

В настоящее время ведутся широкие исследования в направлении V2G (vehicle to grid). В связи с этим огромны перспективы информационных технологий. “Умные” автомобили, подключенные к Интернету и обладающие информацией о своём местоположении, будут способны планировать наиболее оптимальное место и время подзарядки. Что для этого необходимо? В первую очередь, стандарты обмена информацией, стандарты физического подключения к электросети.

В этой связи, интерес представляют и технологии беспроводной передачи электроэнергии (например, индуктивной или ёмкостной). Соответствующие технологии имеются и достигли высокой эффективности передачи. Беспроводная передача энергии может существенно облегчить создание инфраструктуры подзарядки вплоть до того, что подзарядка будет осуществляться на каждом светофоре, а расчеты за энергию будут проводиться в электронной форме.

Надёжность, стабильность и безопасность

Электросети являются критической инфраструктурой общества. Обеспечение стабильности, надёжности и безопасности их функционирования является одним из абсолютных приоритетов в исследованиях.

Одной из характеристик, отмеченных во всех “программных” документах, является “самовылечивание” (self-healing), что включает в себя автоматическую диагностику и ликвидацию аварий, недопущение каскадных отключений, быстрое восстановление подачи энергии на отключенные участки. Традиционный способ решения этих задач состоит в использовании иерархической структуры при-

нятия решений. Однако в последнее время активно ведутся работы в области реализации стратегий распределенного принятия решений автономными локальными контроллерами, взаимодействующими друг с другом.

Следует отметить, что Smart Grid связывает энергетическую инфраструктуру с коммуникационными инфраструктурами (Интернет, сотовая связь), что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для надежности обоих.

ТЕХНОЛОГИИ

Реализация Smart Grid требует отказа от традиционных иерархических архитектур систем автоматизации и перехода к архитектурам, в которых интеллектуальные устройства управления взаимодействуют как горизонтально, так и вертикально, и обладают определённой автономностью при принятии решений с элементами искусственного интеллекта (рис. 1).

В этом разделе конспективно перечислены некоторые технологии, делающие возможным воплощение идей Smart Grid в жизнь.

Силовая электроника

Новое поколение силовой электроники существенно опирается на использование встроенных контроллеров. Соответственно, они легче интегрируются в компьютерные сети. К таким устройствам относятся:

- Полупроводниковые трансформаторы (Solid State Transformer – SST), которые улучшают качество энергии, позволяют индивидуализировать параметры и достичь “цифрового” качества поставляемой энергии.
- Приводы (Variable Speed Drives) для эффективной интеграции ветровых генераторов в сеть.
- Полупроводниковые изолирующие устройства (SS FID – Solid state fault isolation device).
- Устройства измерения векторов токов и напряжений (PMU – phasor measurement units), интегрируемые в системы релейной защиты.

Программное обеспечение

- Мультиагентные и распределенные архитектуры.
- Сервис-ориентированные архитектуры.
- Семантические веб-сервисы.
- Мета-модели представления знаний и онтологии.

Компьютерное оборудование автоматизации

- Встроенные контроллеры, следующие поколения удалённых терминальных устройств (RTU), интеллектуальные устройства управления (IED).
- Беспроводные сети датчиков.

Теории и технологии управления

- Нелинейное управление, искусственный интеллект, нейронные сети, модели интеллектуального управления (model-predictive control).
- Мультиагентные системы, системы распределённого принятия решений, основанные на консенсусе и механизмах голосования.

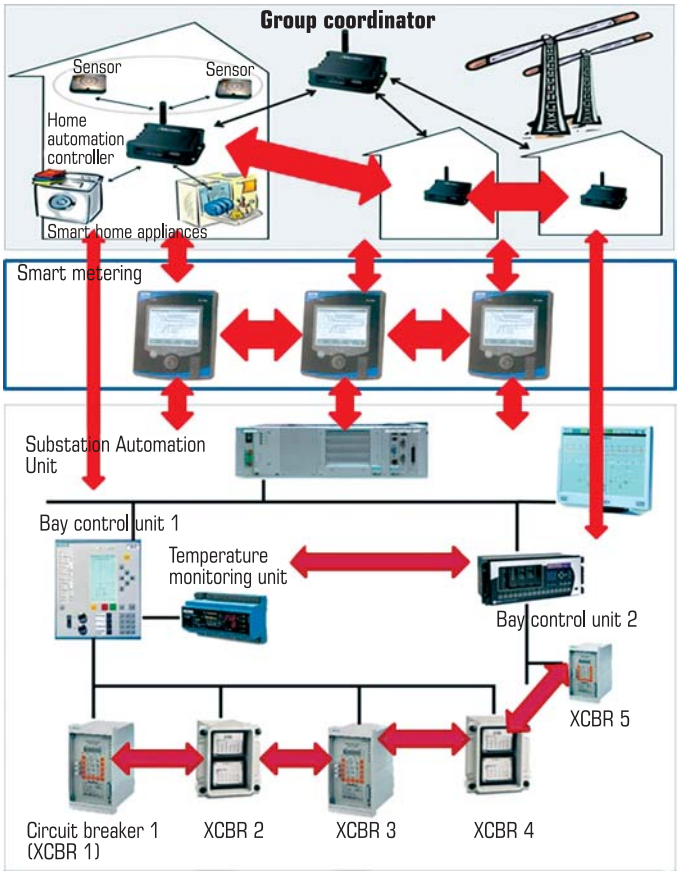


Рис. 1. Взаимодействие устройств в Smart Grid: связь между автоматизацией подстанций и потребителями

- Новые технологии распределённой автоматизации (например, стандарт IEC 61499).

Сетевые технологии

- Протоколы высокого уровня (IEC 61850, GOOSE, DNP3).
- Широкополосные проводные и беспроводные сети.
- Коммуникации через силовые линии (PLC – Power line communication).

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ

Системы распределения электроэнергии уровня подстанций характеризуются большой неоднородностью оборудования. Это вызвано рядом причин. Так, паспортный срок службы многих устройств таких, например, как трансформаторы, составляет 50-100 лет. В рамках одной подстанции процесс обновления базовых устройств протекает практически непрерывно. Таким образом, разработчикам и эксплуатантам ИУС приходится иметь дело с базовым оборудованием разных поколений, выпущенным различными производителями.

Развернутые в настоящее время ИУС подстанций характеризуются централизованной сетевой архитектурой, в которой на верхнем уровне располагается центр сбора и отображения информации, а на нижнем – удалённые терминальные устройства (RTU – remote terminal unit). Связь между уровнями обычно реализована при помощи различных сетевых протоколов, как правило, с низкой пропускной способностью.

Современной тенденцией является появление так называемых интеллектуальных управляющих устройств, способных собирать данные о функционировании базового оборудования и передавать их в “центр” по запросу. С целью унификации форматов организации, представления и передачи таких данных был разработан стандарт МЭК 61850 (IEC 61850). Данный стандарт в настоящее время испытывает “взрывной” интерес со стороны разработчиков и эксплуатирующих организаций. Это мотивирует заинтересованные организации к разработке всё новых и новых разделов стандарта. Как показано в таблице 1, стандарт включает в себя множество разделов и подразделов. Большая часть из уже принятых частей стандарта находится в переработке для 2-го издания.

Таблица 1. Стандарт МЭК 61850: Сети и системы автоматизации электросетей [5]

Part	Title	Publication	Edition 2
1	Introduction and overview	TR Ed1:2003-04	CD 2010-06
2	Glossary	TS Ed1:2003-08	
3	General requirements	IS Ed1:2002-02	CD 2010-04
4	System and project management	IS Ed1:2002-01	CDV 2009-12
5	Communication requirements for functions and device models	IS Ed1:2003-07	CDV 2008
6	Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs	IS Ed1:2004-03	IS Ed2: 2010-02
7-1	Basic communication structure – Principles and models	IS Ed1:2003-07	FDIS 2010-05
7-2	Basic communication structure-Abstract communication service interface (ACSI)	IS Ed1:2003-05	FDIS 2010-03
7-3	Basic communication structure – Common data classes	IS Ed1:2003-05	FDIS 2010-06
7-4	Basic communication structure – Compatible logical node classes and data classes	IS Ed1:2003-05	FDIS 2010-02
7-410	Hydroelectric power plants-Communication for monitoring and control	IS Ed1:2007-08	CD 20xx
7-420	Communications systems for distributed energy resources (DER) – Logical nodes	IS Ed1:2009-03	CD 20xx
7-430	Communication system for distribution feeder and network equipment	57/954/NP	
7-5	Basic communication structure – Usage of information models for substation automation applications	DC 2010-08	
7-500	Use of logical nodes to model functions of a substation automation system	DC 2010-08	
7-510	Use of logical nodes to model functions of a hydro power plant	DC 2009-12	

Продолжение таблицы 1. Стандарт МЭК 61850: Сети и системы автоматизации электросетей [5]

Part	Title	Publication	Edition 2
7-520	Use of logical nodes to model functions of distributed energy resources	Draft 2010	
7-10	Web-based and structured access to the IEC 61850 information models DC 2009-12	DC 2009-12	
8-1	Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO/IEC 9506-1 and ISO/IEC 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3	IS Ed1:2004-05	FDIS 2010-06
9-1	Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over serial unidirectional multidrop point to point link	IS Ed1:2003-05	withdraw
9-2	Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/I EC 8802-3	IS Ed1:2004-04	FDIS 2010-06
10	Conformance testing	IS Ed1:2005-05	FDIS 2010-04
80-1	Guideline to exchanging information from a CDC-based data model using IEC 60870-5-101 or IEC 80-1 60870-5-104	TSEd1:2008-12	
90-1	Using IEC 61850 for the communication between substations	TS Ed1:2009-08	
90-2	Using IEC 61850 for the communication between substations and control centres	Draft 2010-01	
90-3	Using IEC 61850 for Condition Monitoring	Draft 2010-06	
90-4	Network Engineering Guidelines	Draft 2010-04	
90-5	Using IEC 61850 to transmit synchrophasor information according to IEEE C37.118	Draft 2010-06	
		current work in 2009/2010	current work in 2009/2010

Из списка разделов стандарта видно, что область его действия существенно расширилась и покрывает не только непосредственно электросети, но и системы генерации (7-510, 7-520).

Стандарт включает в себя коммуникационный протокол высокого уровня GOOSE – своего рода общий язык для обмена информацией. Также стандарт определяет семантику данных, генерируемых и хранимых в логических узлах (Logical Node). Следует отметить, что существует альтернативный коммуникационный протокол DNP3, широко распространенный в Северной Америке, однако автору неизвестны другие подобные стандарты представления информации.

СДЕЛАТЬ МОДЕЛЬ МЭК 61850 ВЫПОЛНИМОЙ

Одним из недостатков стандарта МЭК 61850 является статичность модели данных. В [11] и ряде последующих работ мы предложили метод устранения этого недостатка за счет реализации логических узлов средствами исполняемых спецификаций стандарта МЭК (IEC 61499). Это позволяет создавать исполняемые модели Smart Grid системного уровня и производить их комплексную верификацию.

ИНТЕГРАЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ И ГЕНЕРАЦИИ, MicroGrid

Широкий интерес к возобновляемым источникам энергии представляет новые вызовы. Размещение генерирующих мощностей (солнечных, ветровых, основанных на теплообмене или совмещении электрогенерации и отопления) в непосредственной близости от потребителя требует совершенно нового подхода к управлению электросетью. Одним из новых подходов является концепция MicroGrid. Рассмотрим, в качестве примера, два соответствующих проекта: FREEDM, финансируемый NSF, и COPN, финансируемый EFRI.

Проект FREEDM объединяет несколько американских университетов и их партнеров в Европе и Новой Зеландии. Целью проекта является разработка действующей модели MicroGrid, обладающей характеристиками Smart Grid (рис. 2) и позволяющей легко интегрировать системы предыдущих поколений. Архитектура FREEDM основана на концепции универсального устройства Energy Router, которое будет осуществлять динамическое распределение энергии между локальными потребителями и генераторами.

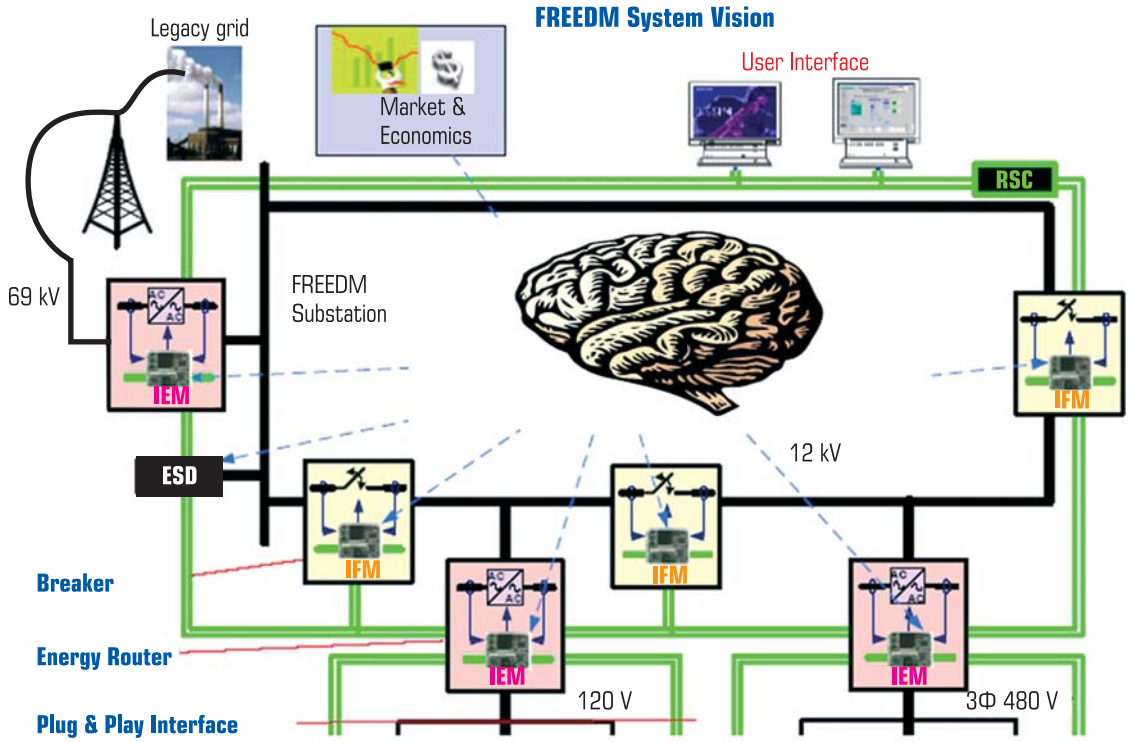


Рис. 2. Кольцевая структура сети FREEDM [9]

Сочетание взаимно-противоречивых задач управления приводит к задаче нелинейного управления большой размерности. Прямое вычислительное решение таких задач является нереальным, и на помощь должны прийти методы интеллектуального управления. Целью амбициозного проекта COPN [8, 10] является отработка интеллектуального управления MicroGrid – системой с использованием нейронных сетей. С этой целью построена экспериментальная установка, в которой модель MicroGrid подключена к живому мозгу крысы (рис. 3). Таким образом MicroGrid управляется при помощи живой нейронной сети, которая наблюдается в реальном масштабе времени при помощи томографа. Полученные данные будут использованы для настройки и обучения искусственной нейронной сети.

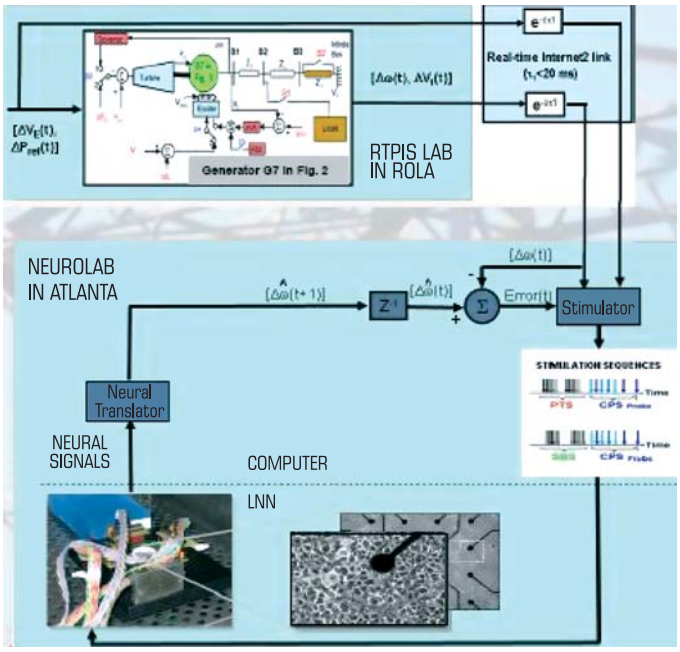


Рис. 3. Экспериментальная установка проекта EFRI-COPN [8]

СОЦИО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Становится понятно, что электросети не могут рассматриваться (проектироваться) не только в отрыве от систем генерации и передачи, но и в отрыве от потребителя в широком смысле этого слова, включая рынок электроэнергии на макро-уровне и умные дома на микро-уровне.

Концепция Smart Grid не является в достаточной мере всеохватывающей для того, чтобы включить в себя все эти аспекты. В результате, появились новые архитектуры, например EnergyWeb [6] и eNetworks [7]. Например, архитектура EnergyWeb

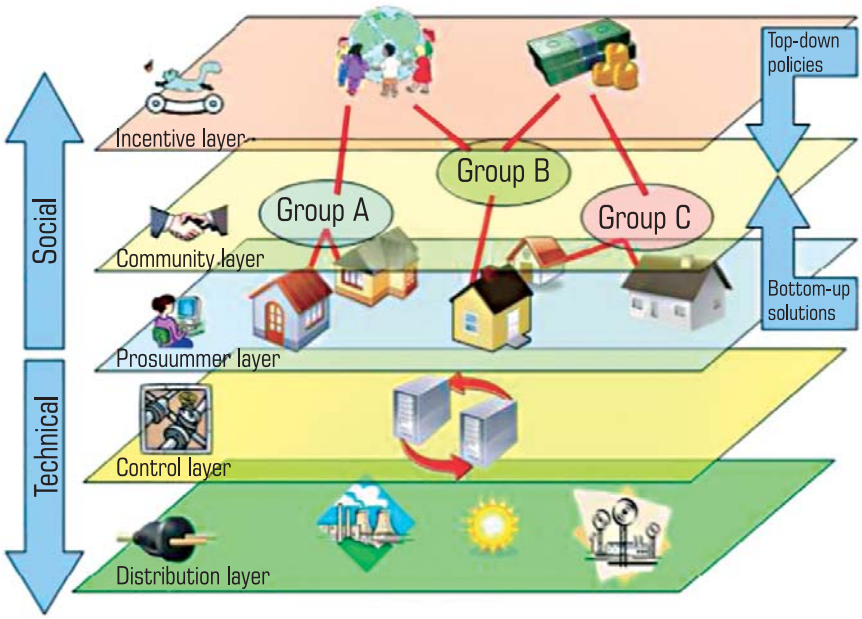


Рис. 4. Многоуровневая архитектура EnergyWeb [4]

(рис. 4) включает в себя пять уровней, от чисто технических (распределение энергии) до социально-экономических, включающих моделирование стимулов индивидов. Разумеется, невозможно напрямую управлять социальными структурами, но можно попытаться их промоделировать.

Задача комплексного моделирования таких сложных социотехнических систем решается при помощи таких методов как мультиагентное моделирование.

Список литературы

1. *The German* Roadmap E-Energy / Smart Grid, DKE German Commission for Electrical, Electronic & Informationб Technologies of DIN and VDE, VDE Association for electrical, Electronic & information technologies.
2. *The European* Electricity Grid Initiative (EEGI), Roadmap 2010-18 and Detailed Implementation Plan 2010-12.
3. *IEC Standardization* Management Board (SMB), Smart Grid Strategic Group (SG3), IEC Smart Grid Standardization Roadmap// June 2010.
4. *Report* to NIST on the Smart Grid Interoperability Standards Roadmap," Electric Power Research Institute (EPRI) August 10 2009.
5. *K.H. Schwarz*, IEC 61850 – Communication networks and systems for power utility automation// private communication, 2010.
6. *I. Carreras*, et al., Bottom–Up Design Patterns and the Energy Web//IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans, Vol: 40 , Issue: 4, 2010, Page(s): 815 – 824.
7. *M. Ulieru*, Networks in an Increasingly Volatile World: Design for Resilience of Networked Critical Infrastructures//Proc. IEEE Conference on Digital Ecosystems, 2009.
8. *Venayagamoorthy GK*, EFRI-CORN Neuroscience and Neural Networks for Engineering the Future Intelligent Electric Power Grid// RESIN NSF Workshop, Alexandria, 2009.
9. *Huang A.Q., Crow M.L., Heydt G.T., Zheng J.P., Dale S.J.,* "The Future Renewable Electric Energy Delivery and Management (FREEDM) System: The Energy Internet", Proceedings of the IEEE , vol.99, no.1, pp.133,148, Jan. 2011.
10. *Venayagamoorthy GK, Welch R*, Energy Dispatch Controllers for a Photovoltaic System// Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2010.
11. *N. Higgins*, et al., "Intelligent Decentralised Power Distribution Automation with IEC 61850, IEC 61499 and Holonic Control," IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics – Part C: Applications and Reviews, vol. 40, 2010.

***Вяткин Валерий Владимирович** – профессор, заведующий кафедрой Ответственных коммуникационных и вычислительных систем в техническом университете Лулео, Швеция.*
E-mail: Valeriy.Vyatkin@ltu.se

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДСТАНЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ РЗА СЕРИИ БМРЗ–100

М.Г. ПИРОГОВ, С.В. МИХАЛЕВ, Е.В. ИЛЮХИН
(НТЦ “Механотроника”)

МЕХАНОТРОНИКА
ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ
АВТОМАТИЗАЦИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

Описаны новые возможности устройств серии БМРЗ-100 по включению их в автоматизированную систему управления. Предложены типовые схемы организации АСУ подстанции с использованием БМРЗ-100.

Ключевые слова: *автоматизированная система управления, релейная защита и автоматика, микропроцессорное устройство РЗА.*

Релейная защита электроустановок – область науки и техники, развивающаяся уже более ста лет [1]. За это время устройства РЗА прошли путь от простейших электромеханических реле до современных микропроцессорных устройств РЗА, выполняющих, помимо функций релейной защиты и автоматики, множество дополнительных функций: регистрацию аварийных процессов, индикацию текущего значения электрических величин, связь с АСУ технологического объекта.

С точки зрения АСУ, устройства РЗА являются подсистемой нижнего уровня, обеспечивающей получение измерительной информации и выполнение команд подсистем верхних уровней. Для выполнения этих функций в микропроцессорном устройстве РЗА предусмотрена возможность организации связи с системами верхнего уровня посредством промышленных сетевых интерфейсов. На объектах электроэнергетики в основном используются два типа интерфейсов: RS-485 и Ethernet. Оба интерфейса присутствуют в обновленном устройстве РЗА БМРЗ-100, внешний вид которого представлен на рис. 1.

При модернизации устройств серии БМРЗ-100, в целях унификации и создания единого решения, было решено предусмотреть четыре интерфейса для связи с АСУ: два интерфейса RS-485 и два интерфейса Ethernet (электрический или оптический на выбор). Таким образом, при выполнении проекта РЗА подстанции с применением блоков БМРЗ-100 используется комплексный подход с нали-

Рис. 1. Внешний вид модернизированного БМРЗ-100

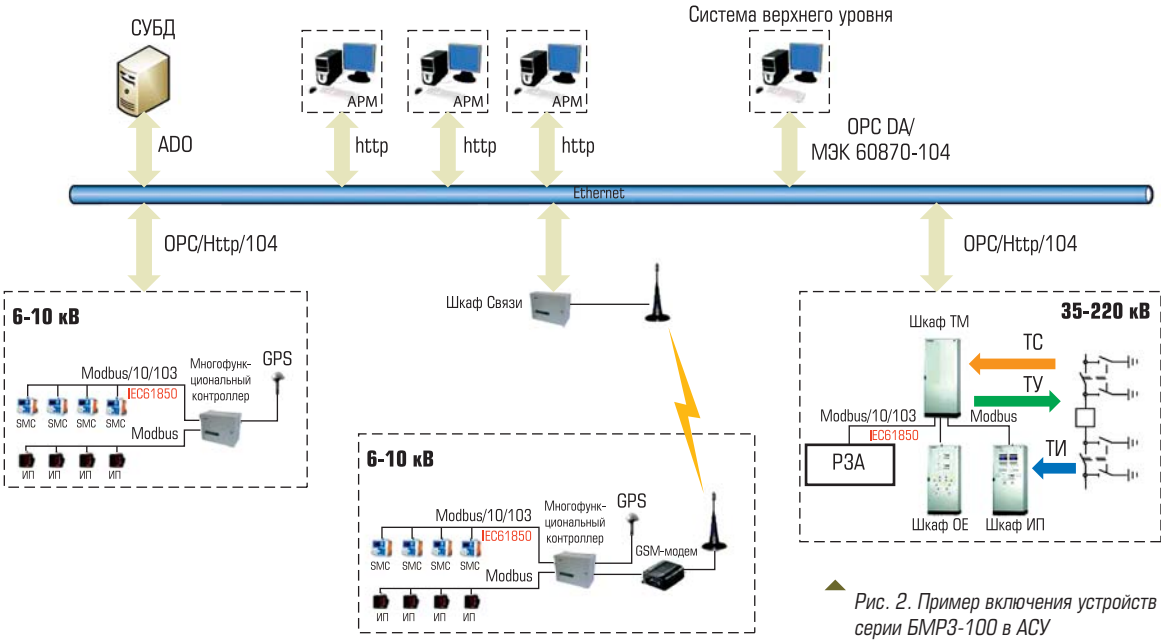


Рис. 2. Пример включения устройств серии БМРЗ-100 в АСУ

чием сразу всех необходимых интерфейсов в устройствах РЗА. При применении дополнительного преобразователя ПЭО (крепится непосредственно на выходном разъёме блока) возможна реализация сети Modbus на базе оптического интерфейса.

В модернизированных блоках реализована поддержка протоколов Modbus RTU, Modbus TCP/IP, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101, ГОСТ Р МЭК 60870-5-103, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104. Дополнительно следует отметить возможность синхронизации времени по интерфейсу RS-485 посредством протоколов NMEA и TSIP, по интерфейсу Ethernet посредством протоколов SNTP и PTP [2]. Предусмотрена также коррекция хода часов реального времени по сигналам PPS.

Такие возможности позволяют интегрировать модернизированные устройства в любую существующую систему АСУ, а также построить новую систему на базе БМРЗ-100.

В соответствии со схемой автоматизации, предлагаемой в [3] и [4], структура автоматизированной подстанции включает в себя три уровня: верхний или контролирующий (панель оператора, рабочие станции, системы синхронизации времени), средний, обеспечивающий управление оборудованием, установленным рядом с коммутационным оборудованием, и нижний, обеспечивающий сбор данных и передачу управляющих воздействий к коммутационному оборудованию.

В той же статье предлагается использование на всех трех уровнях стандарта МЭК 61850. Можно долго спорить о преимуществах того или иного решения, однако не хочется делать это в рамках данной статьи. В любом случае, в настоящее время 61850 широкого распространения не получил не только на подстанциях в России, но и в зарубежных странах. В отличие от 61850, поддержка Modbus и МЭК 60870 протоколов предусмотрена практически в каждом микропроцессорном устройстве РЗА, присутствующем на российском рынке.

Пример включения устройств серии БМРЗ-100 в АСУ приведен на рис. 2. В соответствии с предлагаемой схемой на нижнем уровне используется Modbus либо протоколы МЭК 60870, на среднем и верхнем связь осуществляется по Ethernet.

При организации связи с БМРЗ-100 по Ethernet предусматривается топология “звезда”. Поддерживаются автонастройка и автопереключение скорости передачи от 10 до 100 Мбит/с и дуплексного – полудуплексного режимов.

Поскольку коммуникационные возможности устройств БМРЗ-100 обеспечиваются с использованием стандартных протоколов связи, службам АСУ заказчика не составит сложности внедрить устройства в коммуникационные сети предприятия. Аналогичными сетевыми возможностями обладают новые устройства релейной защиты серии БМРЗ-200, устройства центральной сигнализации БМЦС-40.

НТЦ “Механотроника” в процессе разработки эксплуатационной документации на

устройства БМРЗ-100 значительное внимание уделил описанию возможностей для интеграции устройства в АСУ. В руководствах по эксплуатации приведены все параметры и сигналы, которые можно передать в АСУ, а также возможности адресации для всех используемых протоколов связи. Для настройки протоколов связи используется та же программа Конфигуратор-МТ, что и для ввода уставок в блок, интерфейс программы нагляден и прост в освоении.

Были проведены испытания сопряжения устройства БМРЗ-100 с центральной приемопередающей станцией ЦППС “SMART-FEP” производства ЗАО “РТСофт” по протоколам МЭК 60870-5-101 и МЭК 60870-5-104. Испытания показали, что БМРЗ-100 обеспечивает поддержку профиля ОАО “СО ЕЭС” для протоколов МЭК 60870-5-101 и МЭК 60870-5-104.

Список литературы

1. *Шабад М.А.* Сто лет релейной защите: сборник материалов. 2-е изд., доп. – СПб.: ПЭИПК, 2007. – 60 с.
2. *ДИВГ.648228.029 РЭ.* Цифровой блок релейной защиты типа БМРЗ-100. Руководство по эксплуатации. – 2013.
3. *Этапы* создания эффективной системы автоматизации подстанции/ пер. И. Гурова и И. Лопухова// Современные технологии автоматизации. – 2013. – № 1. – С. 12 – 24.
4. *Горелик Т.Г.* Автоматизация энергообъектов с использованием технологии цифровая подстанция/ Т.Г. Горелик, О.В. Кириенко// Энергоэксперт. – 2011. – № 4. – С. 16 – 18.

***Пирогов Михаил Геннадьевич** – начальник отдела РЗА,*
***Михалев Сергей Владимирович** – ведущий инженер-системотехник,*
***Илюхин Евгений Владимирович** – ведущий инженер-системотехник,*
НТЦ “Механотроника”.

ВЫСТАВКА

11–14 ФЕВРАЛЯ САМАРА • 2014

ПРИСУЖДЕН • МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ВЫСТАВОК И ЯРМАРОК • В 2004 ГОДУ

20-я юбилейная
Международная специализированная выставка

ЭНЕРГЕТИКА

- ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ
- ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ, ПРИБОРЫ И АППАРАТЫ
- УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ТЕПЛОСНАБЖАЮЩИХ СИСТЕМ
- СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ, ГАЗООБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ
- ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ

АУДИТ РСВЯ 2008

www.energysamara.ru

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
ПРАВИТЕЛЬСТВА САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

ПОД ПАТРОНАЖЕМ:
ТПП РФ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:
ЭНЕРГО INFO

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ МЕДИА - ПАРТНЕР:
РЫНОК Электротехники

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:
ЭНЕРГОЭКСПЕРТ

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПАРТНЕР:
ЭНЕРГОПОЛИС ДЕЛОВОЙ ЖУРНАЛ

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ СПОНСОР:
RusCable.Ru

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ИНТЕРНЕТ - ПАРТНЕР:
elec.ru

EXPO-VOLGA
ЭКСПО-ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

ул. Мичурина, 23А
тел.: (846) 207-11-50

www.expo-volga.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ЦИФРОВЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Е.В. РОМАНОВА, А.В. ДЕНИСОВА (ОАО “Электроприбор”)

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОПРИБОР

В настоящее время контрольно-измерительные приборы являются необходимой и неотъемлемой частью практически любого производства. С их помощью осуществляют контроль всевозможных технологических процессов, оценивают параметры качества и свойства продукции. Нет такой области техники, в которой не использовались бы измерительные устройства. В данной статье мы рассмотрим нишу электрических измерений. В современном мире происходит постоянное их развитие и усовершенствование.

В своем развитии электроизмерительные приборы прошли эволюцию от простых амперметров и вольтметров до сложных многофункциональных приборов, контролирующих все параметры сети и нагрузки. На сегодняшний день в эксплуатации на отечественном рынке находятся два основных класса исполнения приборов – аналоговые (стрелочные) и цифровые.

У стрелочных приборов довольно долгая и давняя история. Самый первый такой прибор был изобретен еще во второй половине XIX века. Дойдя до наших дней, такие приборы получили широкое распространение в первую очередь благодаря удобству, простоте эксплуатации и устойчивости к внешним воздействиям.

В период политических и экономических преобразований 1985 – 2000 гг. в России приборостроение претерпело качественные изменения. Многие приборостроительные предприятия бывшего СССР были реорганизованы, некоторые из них прекратили выпуск данных приборов (завод “Амурэлектроприбор”, г. Благовещенск), а некоторые из предприятий, наоборот, существенно нарастили выпуск электроизмерительных приборов и расширили их номенклатуру (завод “Электроприбор” г. Чебоксары). Сейчас классические стрелочные приборы стали заменять цифровыми электроизмерительными приборами, которые могут измерять до нескольких десятков электрических параметров и передавать их по линии связи по стандартным протоколам на различные серверы, контроллеры и диспетчерские пункты. В отличие от аналоговых приборов, цифровые модели имеют ряд существенных преимуществ. Например, показания цифрового прибора характеризуются высоким уровнем точности и чувствительностью, широким диапазоном измерений, автоматическим установлением полярности и пределов, цифровым представлением отсчета.

Стремительное развитие современной микропроцессорной техники предоставило возможность конструкторам объединить функции контроля и измерения в едином приборе. В результате чего даже самый простой цифровой прибор был наделен функциями ввода/вывода дополнительных сигналов для сбора всей информации с электрической ячейки. Но и это еще не все. За последние несколько лет появились приборы, которые стали фундаментом “умной” сети – Smart Grid (*Smart Grid – это электрические сети, оснащенные в необходимой степени современными средствами телекоммуникаций, обеспечивающими двусторонние обмены в цифровом формате всех участников производства, распределения и потребления электроэнергии*). Таким образом, многофункциональность цифровых контрольно-измерительных приборов вышла на новый уровень. А в связи с необходимостью замены устаревших стрелочных приборов на первое место встал вопрос об их замене на цифровые приборы.

Параметры цифровых приборов для энергетики

Габаритные размеры:
120 x 120 мм, 96 x 96 мм

Рабочий диапазон температур:
от – 40 °С до + 55 °С

Питание:
от 85 до 242 В переменного тока
или от 100 до 265 В постоянного тока

Интерфейс:
RS-485 (протокол ModBus RTU)

Цвет индикатора:
красный, зеленый, желтый

Рис. 1.
Постепенная замена приборного парка

ЗАМЕНА ПРИБОРОВ: ПРОБЛЕМЫ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Как же выглядит ситуация сегодня? Наибольшее количество аналоговых приборов используются в процессе генерации, преобразования и передачи электрической энергии. Подавляющее же большинство подстанций энергетического комплекса РФ построены в 70–80-х годах прошлого века. Измерительная часть их оборудования укомплектована преимущественно стрелочными измерительными приборами и измерительными преобразователями миллиамперной идеологии. Модернизация измерительного оснащения и перевод основной массы измеряемых параметров в цифровой формат на таких подстанциях сопряжены с заметными затратами.

По нашим данным, сейчас в эксплуатации находится более 300 млн старых стрелочных приборов с износом, превышающим 80 – 85 %. Эта ситуация порождает ряд проблем:

- затраты на обслуживание с каждым годом возрастают (ремонт, ежегодная поверка, калибровка, содержание обменного фонда и т. д.);
- показания приборов не дают реальной картины оперативному персоналу.

К сожалению, последние десятилетия основные усилия были направлены не на внедрение новых технологий, а на поддержание работоспособности действующего оборудования. Кардинальным образом повысить надежность электроснабжения за счет ремонта уже невозможно, необходимы техническое перевооружение и реконструкция.

Существует много подходов к повышению наглядности состояния электросетей и изменению описанной ситуации, которые условно можно разбить на две большие группы, каждая из которых имеет свои преимущества.

Первый вариант: постепенная замена приборного парка, проводимая в рамках плановых ремонтных работ. Это вариант, когда снимается старый стрелочный прибор (вышедший из строя или отработавший свой срок), и на его место устанавливается цифровой прибор со стандартным интерфейсом. Такой способ имеет право на жизнь в тех случаях, где всем очевидно далеко неполное соответствие оснащенности подстанций современным требованиям к наглядности состояния электросетей, и, в то же время, не выделяется значимых средств на их переоснащение (рис. 1).

Второй вариант: чаще приемлем в условиях проектирования новых объектов или кардинальной реконструкции старых. Его суть заключается в установке одного многофункционального прибора и подключения к нему ряда индикаторных панелей, которые в удобном для заказчика виде будут отображать необходимые величины.

Преимущества таких вариантов модернизации налицо:

1. Повышается точность измерений. Стрелочные щитовые приборы имеют класс 1,5 и не предназначены для измерения переменного тока в начале шкалы (20–30 %

и менее). Цифровые приборы имеют класс точности 0,5, в том числе и в начале диапазона измерения.

2. В цифровых приборах полностью сохранено посадочное место и способы крепежа стрелочных приборов, что исключает необходимость слесарной доработки щитов.
3. Новые многофункциональные преобразователи и приборы имеют высокое быстродействие – 100 мс, а различные каналы коммуникации RS, Ethernet, USB, CAN делают прибор универсальным для применения в области телемеханики.
4. В случае с использованием многофункционального прибора периодической поверке или калибровке подлежит лишь одно изделие и раз в 6 лет (!), индикаторные панели не являются СРЕДСТВАМИ ИЗМЕРЕНИЙ.

Даже просто проводя замену аналоговых устройств на цифровые в рамках планово-ремонтных работ, на объекте появится возможность объединять приборы в цифровую сеть, связывать с установленной SCADA-системой и организовывать автоматический съем и обработку полученной измерительной информации. Комплекс вопросов, связанных с подобной модернизацией, достаточно широк, но в видимой зоне проблемы находится лишь актуальность замены стрелочных приборов, а все остальные вопросы уходят на задний план при закупке, хотя их весомость при оценке результативности проведенной модернизации выходит на первый план. Для действительного результата мало просто заменить стрелочные приборы на цифровые, необходимо убедиться, что выбранные СИ будут без затрат интегрироваться в существующую систему, а оснащение метрологической службы позволит проводить регулярные калибровки.

Необходимо задать вопросы:

- в случае спорных юридических вопросов, одобрена ли такая модернизация проектными организациями ?
- в настоящее время техника развивается семимильными шагами, а способен ли производитель или поставщик обеспечить в будущем возможность роста и решения “нестандартных задач”?
- используются ли выбранные Вами СИ в распределительных устройствах и РЗА, которые будут устанавливаться на эти же объекты? Или более сложное оборудование будет идти с другими СИ?

В большинстве случаев, к сожалению, во главу угла ставится закупка цифровых приборов, и невидимая часть этих ВАЖНЫХ вопросов так и остается без внимания. И что же получается в результате:

1. Ежегодно происходят несистемные закупки цифровых приборов, разного происхождения с разными характеристиками. Китайские, чебоксарские, белорусские, краснодарские и т.п. – объект превращается в полный зоопарк разных СИ.
2. Большое количество разных приборов в разы увеличивает затраты на их обслуживание. Многофункциональные приборы просто невозможно откалибровать или перепроверить в ручном режиме, аналогично стрелочным. Может возникнуть ситуация, что на каждый СИ необходимо будет иметь свой комплекс.
3. Различные протоколы и средства коммуникации требуют больших затрат на адаптацию разных приборов в существующую систему сбора данных, а в некоторых случаях это может приводить к нестыковке показаний оборудования и неадекватным действиям персонала.
4. Невозможность согласовать каждое изменение СИ с проектантами; в спорных случаях может возникнуть вопрос законности модернизации подстанций.
5. В случае необходимости апгрейда договориться с десятками производителей будет невозможно.

Решение этих вопросов одно – подготовка системной программы по обновлению приборного парка, в котором предусмотрены все “невидимые” вопросы. Наиболее подходящим вариантом в этом случае будет выбор универсального многофункционального устройства для измерения всех основных параметров трехфазной трех- или четырехпроводной электрической сети.

В подобных многофункциональных устройствах (рис. 2), кроме метрологических функций по точному измерению данных параметров, должен быть реализован целый ряд коммуникационных функций. Это:

1) Дискретные входы – для осуществления функций телесигнализации.
2) Дискретные выходы – для решения задач по телеуправлению через внешний блок, например, по CAN.
3) Релейные выходы – для осуществления задач “включить”, “отключить”, “блокировка”.

Рис. 2. Коммуникационные возможности многофункциональных приборов

4) Стандартные типы интерфейсов:
   - RS-485 протокол ГОСТ Р МЭК 870-5-1-95 ModBus RTU, – до 3 каналов;
   - Ethernet, пр. 10Base-T ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004;
   - CAN;
   - USB 2.0;
   - протокол передачи данных МЭК 61850.
5) Журнал регистрации событий.
6) Возможность изменения коэффициентов трансформации.
7) Часы реального времени (RTC) – учёт хронометрических данных (текущее время, дата) и т.д.

ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

За несколько лет многофункциональные средства измерения получили широкое распространение как на объектах ОАО Холдинга МРСК, ОАО ФСК, так и у ведущих производителей энергооборудования.

В качестве примеров можно привести несколько предприятий – представителей энергетической отрасли, которые проводят работы по модернизации сетей системно и ставят перед собой цель не просто закупить цифровые приборы, а именно модернизировать средства измерения и оптимизировать затраты на их обслуживание. К ним относятся:

1. Сетевая компания Татарстана имеет 5-летнюю программу модернизации подстанций, основными целями которой является перевод в цифровой формат всех измерений и объединение в единую сеть более 400 подстанций на территории республики, а также оптимизация затрат на обслуживание установленных СИ.

> «Оперативный персонал подстанций отмечает следующие основные эксплуатационные преимущества приборов ЩМ120 по сравнению со стрелочными:
> - наглядность представляемой информации и удобство ее считывания;
> - высокая точность отображения информации;
> - хорошее быстродействие, удобный и понятный интерфейс;
> - большое количество измеряемых параметров электрической сети.
>
> Установка приборов ЩМ120 позволила на ряде объектов отказаться от закупки дорогостоящих цифровых измерительных преобразователей для систем телеизмерений за счет использования встроенной функции измерительного преобразователя.
>
> **Из отзыва ОАО «Сетевая Компания», г. Казань**

Результатом реализации этой программы в 2010–2013 годах стало объединение в сеть 118 подстанций, вывод из эксплуатации более 10 000 аналоговых устройств и, как следствие, сокращение затрат на обслуживание в 20 раз.

По техническому заданию энергетиков Татарстана, кроме измерений параметров электроэнергии, в прибор были введены

Ethernet и телеуправление, и ведутся работы по разработке мобильного устройства для автоматической калибровки прибора.

В итоге, Сетевой компанией, по завершению программы модернизации, будут установлены однотипные приборы, что существенно сократит обменный фонд, сделает процесс обслуживания приборов легче, позволит без проблем адаптировать приборы в существующую систему телемеханики, автоматизировать обслуживающие процессы, а также даст возможность решать другие "нестандартные" задачи.

2. По аналогичному пути пошло подразделение МРСК Урала – ОАО "Пермэнерго", после изучения опыта коллег из Татарстана, на сегодняшний день оцифровано уже около тридцати подстанций. Анализируя положительный опыт системных программ по обновлению приборного парка, становятся очевидными следующие преимущества:
   - Существенно сокращается количество измерительного оборудования, что приводит к повышению надежности и качества системы в целом, и ,как следствие, к сокращению обменного фонда.
   - Такая модернизация подкреплена типовым проектным решением.
   - Использование однотипного оборудования позволит облегчить его метрологическое обслуживание за счет оснащения им лабораторий.
   - Наличие тесных многолетних связей с заводами-производителями энергетического оборудования, многие из которых уже используют в типовых ячейках данное решение.

«Дежурный персонал подстанции и специалисты-метрологи отмечают удобство в работе, высокую точность, положительно отзываются о надежности и функциональности данных приборов. Один многофункциональный прибор ЩМ120 заменяет собой шесть устройств – амперметр, вольтметр, ваттметр, варметр, частотомер и измерительный преобразователь системы телеизмерений. Большой межповерочный интервал и высокая надежность приборов позволяют уменьшить затраты на их техническое обслуживание и эксплуатацию.

Из отзыва филиала ОАО «МРСК Центра и Приволжья» «Маризнерго», г. Йошкар-Ола

ЧТО ДАЛЬШЕ?

В последнее десятилетие в нашей стране вводятся новые стандарты качества электроэнергии, а значит, к современным средствам измерений предъявляются все новые и новые требования.

Продолжением уже существующих простых цифровых и многофункциональных приборов становятся приборы, позволяющие автоматически контролировать основные показатели качества электроэнергии и сопоставлять их с нормативными значениями – анализаторы показателей качества электроэнергии (ПКЭ).

Внедрение системы непрерывного мониторинга ПКЭ — важное условие обеспечения безопасности не только для электроэнергетики России, но и для личных нужд предприятий и организаций, заинтересованных в выявлении источников электромагнитных помех и других факторов, приводящих к нестабильной работе электроустановок и к повышению расхода электроэнергии. В виду этого, актуальным становится вопрос выбора качественного и удобного в эксплуатации прибора, позволяющего контролировать данные показатели.

Необходимо отметить, что при поиске и выборе типового многофункционального устройства для модернизации подстанций следует обращать внимание не только на уже производимые приборы, позволяющие контролировать параметры качества сети, но и на производителей, гарантирующих увеличение функционала такой линейки приборов. Отдавая предпочтение заводам-разработчикам и производителям средств измерений как поставщикам электроизмерительного оборудования, потребители снижают риски получения приборов ненадлежащего качества, кроме того, такие прямые связи "производитель – конечный потребитель" необходимы обеим сторонам. И в первую очередь, в результате совместной работы конечный потребитель, наряду с экономической выгодой, получает именно то изделие, которое действительно решает его проблемы, и может использовать завод в качестве площадки для обмена опытом.

***Романова Елена Владимировна** – канд. техн. наук, директор по основному производству, маркетингу и продажам ОАО "Электроприбор",*
***Денисова Анастасия Валерьевна** – специалист по маркетингу ОАО "Электроприбор".*
E-mail: marketing@elpribor.ru http://www.elpribor.ru

www.power.ite-uzbekistan.uz

13-15 мая 2014

Узэкспоцентр,
Ташкент,
Узбекистан

POWER UZBEKISTAN

9-я узбекская международная выставка

ЭНЕРГЕТИКА

ОРГАНИЗАТОР ITE ГРУППА КОМПАНИЙ

ITE Uzbekistan
проспект Мустакиллик, 59а, Узбекистан, 100000, Ташкент,
Тел.: +(998 71) 113 01 80, Факс: +(998 71) 237 22 72
E-mail: power@ite-uzbekistan.uz, Web: www.ite-uzbekistan.uz

ЭЛЕКТРО - 2014 ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА

17 -ая ЕЖЕГОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРО 2014

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ЭНЕРГЕТИКА

19 - 21 МАРТА 2014

РОСТОВ-НА-ДОНУ, ДВОРЕЦ СПОРТА

Тематика выставки

Электродвигатели, электрическое оборудование, машины и аппараты
Трансформаторы и трансформаторное оборудование
Источники энергии, электростанции, аккумуляторы, блоки питания
Электроэнергетические и энергосберегающие технологии
Конденсаторы и конденсаторные установки,
Высоковольтное оборудование, низковольтная аппаратура
Электроустановочные изделия, оборудование связи
системы безопасности, пожарная автоматика
Контрольно-измерительные приборы и средства автоматизации
Электромонтажное оборудование и инструмент
Электроизоляционные материалы, изоляторы, системы защиты
Электротермическое, отопительное оборудование
Электрощитовое оборудование, метрология
Новые технологии в электротехнике и энергетике

Дополнительные разделы выставки

СВЕТОТЕХНИКА - светильники, светотехническая продукция
КАБЕЛЬНО-проводниковая продукция, изделия, материалы, линии связи
Электроника и приборостроение-электронные приборы и оборудование

Поддержка:
ТПП РФ, ТПП Ростовской области

Генеральный интернет спонсор: elec.ru Электротехнический Рынок России и СНГ
Генеральный информ. спонсор: ЭНЕРГО INFO
Генеральный интернет партнер: RusCable.Ru

Электротехнический рынок · Энергетика России · Кабель · Рынок электротехники · Автоматизация и IT в энергетике

Новости Электротехники · Электрические станции · PRO ELECTRO.ru · Вираж-центр · ieport.ru Интерэнерго · Бизнес&Класс · Электрик · Энергетик · e.s. · electro · Энергоаудит · Промышленный Вестник · Энергосбережение и Водоподготовка · WEB-ENERGO.BY · Электро · СтройПром Эксперт · Компоненты и технологии · TRANSFORM.RU · Датчики и системы · Энергетика · Коммунальный комплекс России · Машиностроитель · Энергобезопасность и энергосбережение · Светотехника · Силовая электроника · Энерготех Экспо · Специальная техника · ТехСовет · Союз предпринимателей · Электрообогрев и электроотопление · EnergyLand.info · B2B MARKET.INFO · ELEKTROPORTAL.RU

ExpoDon

ООО «Экспо-Дон»
т/ф: (863) 267-04-33, 267-91-06, 269-51-82
E-mail: expo-don@aaanet.ru, http:// www.expo-don.ru

РЕШЕНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ «РАКУРС» ПРИМЕНЕНЫ НА ГУСИНООЗЕРСКОЙ ГРЭС, ФИЛИАЛА ОАО «ИНТЕР РАО – ЭЛЕКТРОГЕНЕРАЦИЯ», РЕСПУБЛИКА БУРЯТИЯ

Н. АХМЕДОВ (ООО "НПФ "Ракурс")

ракурс
ясность цели

Управление и мониторинг за производственными процессами предприятия более эффективны с использованием современных решений автоматизации.

Группа "Интер РАО" ввела в эксплуатацию пылеугольный энергоблок № 4 установленной мощностью 210 МВт Гусиноозерской ГРЭС в Забайкалье, Республика Бурятия. Оснащение пылеугольного энергоблока № 4 новым оборудованием и современной системой автоматизации, разработанной российской инжиниринговой компанией "Ракурс" на элементной базе мирового концерна Metso, направлено на повышение технико-экономических показателей станции. В рамках комплексной реализации проекта была поставка современной системы автоматизации ПТК АСУ ТП, выполненной компанией "Ракурс" на базе технических средств комплексной автоматизации MetsoDNA CR. В результате установленная мощность станции увеличилась до 1130 МВт.

Гусиноозёрская ГРЭС является крупнейшей в Забайкалье электростанцией конденсационного типа и одним из крупнейших предприятий Республики Бурятия. Станция обеспечивает электроэнергией потребителей Бурятии и соседних регионов, а также тепловой энергией город Гусиноозёрск с населением более 24 тыс. чел. Выработка электроэнергии на станции составляет около 4,3 млн кВт·ч в год. Отпуск тепла – около 320 тыс. Гкал.

Объем работ, выполненных "Ракурс" для пылеугольного энергоблока № 4, включает разработку верхнего и нижнего уровней ПТК АСУ ТП, поставку шкафов управления, программного обеспечения, проведение пусконаладочных работ и шеф-монтаж системы. Центральным компонентом структуры ПТК АСУ ТП является проектно-компонуемый базовый программно-технический комплекс (ПТК) "Апогей" на базе технических средств комплексной автоматизации MetsoDNA CR (Метсо Автоматизация), которые служат надежной основой для построения других систем контроля и управления на станции.

Гусиноозерская ГРЭС в Забайкалье, Республика Бурятия

"Заказчику предлагаются высокотехнологичные решения разработки "Ракурс", построенные на качественной элементной базе мирового производителя. Выступая официальным инжиниринговым партнером компании Metso, мы считаем, что оборудование финского производителя отвечает решению задач крупных высокотехнологичных проектов, – комментирует Сергей Филиппов, заместитель генерального директора по развитию и маркетингу. – В сочетании с комплексными инжиниринговыми решениями промышленной автоматизации, выпускаемыми "Ракурс", заказчик получает надежную и безопасную эксплуатацию станции".

О СИСТЕМЕ ПТК "АСУ ТП" ПРОИЗВОДСТВА РАКУРС

За основу построения ПТК АСУ ТП принята многопользовательская распределенная система управления с двумя уровнями управ-

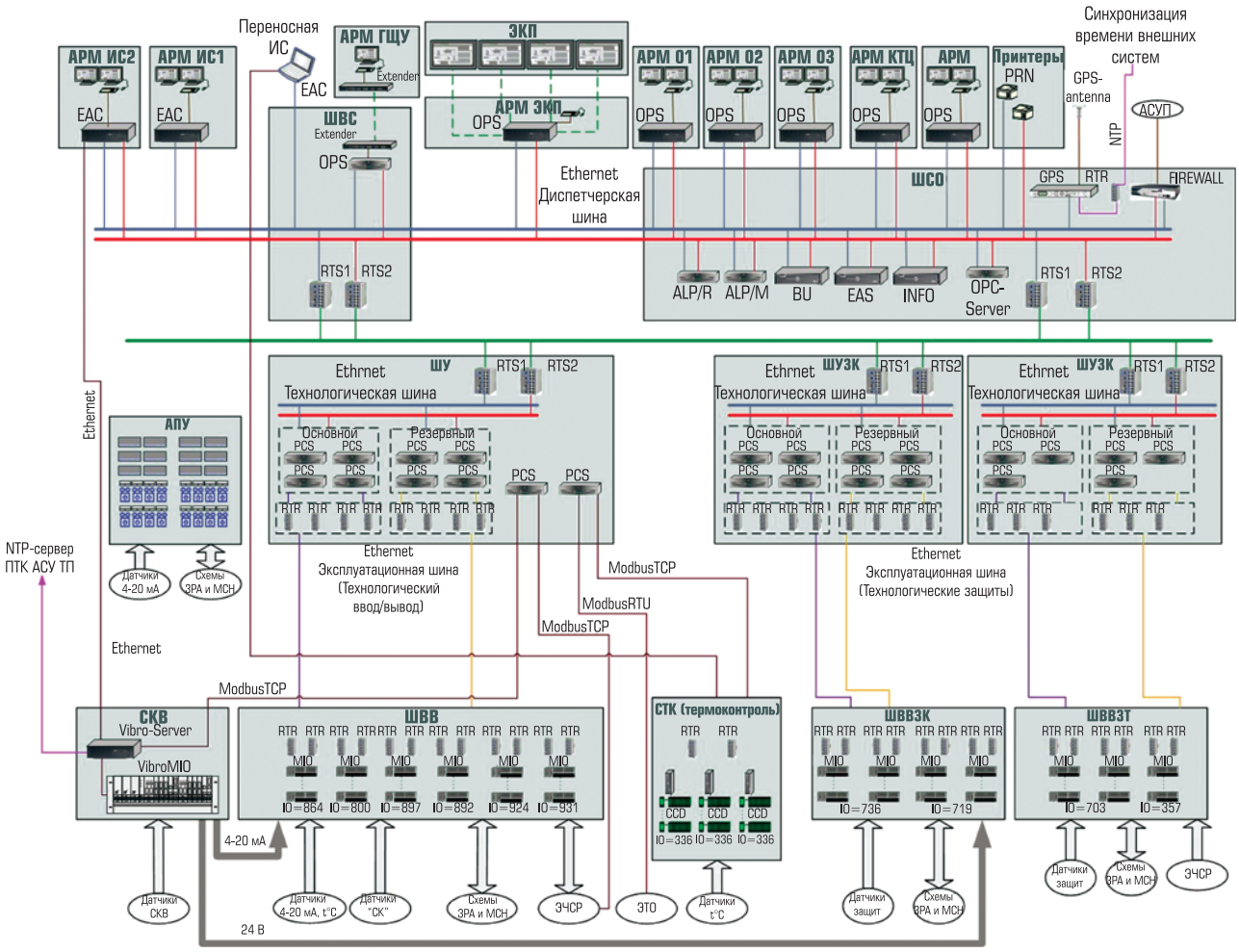


Рис. 1. Структурная схема ПТК АСУ ТП Б4 ГО ГРЭС

ления. Структурная схема ПТК АСУ ТП представлена на рис. 1.

Верхний уровень ПТК АСУ ТП реализуется с использованием диспетчерской шины сети Ethernet со скоростью передачи данных 100 Мбит/с, по которой осуществляется связь всех устройств верхнего уровня между собой и связь с технологической шиной – шиной связи контроллеров нижнего уровня. Диспетчерская и технологическая шины являются двумя частями единой сети верхнего уровня. Подключение устройств ПТК АСУ ТП к сети верхнего уровня осуществляется по двум линиям: основной и резервной. Для этого в каждом устройстве предусмотрено по два сетевых адаптера объединенных с помощью функции объединения сетевых адаптеров “teaming”: в этом случае устройство имеет один IP-адрес, распространяющийся на два порта подключения к сети. Устройства, не имеющие возможности подключения двумя линиями связи (принтеры, сервер синхронизации времени и др.), подключаются одной линией к одному из сетевых коммутаторов.

К сети верхнего уровня подключаются:

- Автоматизированные рабочие места (АРМ), состоящие из рабочей станции (OPS) и мониторов, клавиатуры, манипулятора типа “мышь”. Рабочие станции размещаются в столах АРМ; часть рабочих мест организованы с использованием KBM-удлинителей.
- Сервер загрузки (BU), архивный сервер (INFO) и инженерный сервер (EAS).
- Станции технологической сигнализации (ALP/M – основная; ALP/R – резервная).
- Станция связи с внешними системами (OPC-Server).
- Станция синхронизации времени (GPS), сетевой экран (FIREWALL), принтеры цветной и черно-белый (PRN).
- Контроллеры нижнего уровня (PCS).

Сетевой экран (FIREWALL) фирмы CISCO обеспечивает связь ПТК АСУ ТП с сетью предприятия и системой АСУП. Станция GPS осуществляет синхронизацию времени по протоколу NTP, получая сигнал со спутников систем GPS.

В объем поставки ПТК АСУ ТП нижний уровень, отвечающий за сбор информации и управление исполнительными механизмами, входили четыре подсистемы:

- подсистема технологического ввода-вывода (ТО);
- подсистема технологических защит (ТЗ);
- подсистема термоконтроля (СТК);
- подсистема контроля вибрации и механических величин (СКВ).

Кроме перечисленных четырех подсистем нижний уровень включает внешние по отношению к ПТК АСУ ТП системы:

- электрическая часть системы регулирования турбоагрегата (ЭЧСР);
- системы пневмо-импульсной и пароводяной очистки;
- система мониторинга трансформатора;
- электротехническое оборудование.

Структурно подсистемы ТО и ТЗ построены идентично: дублированные контроллеры, размещаемые в шкафах управления (ШУ и ШУЗ) подсистем, связаны с устройствами ввода вывода, размещаемыми в шкафах ввода-вывода (ШВВ), по дублированной эксплуатационной шине сети Ethernet со скоростью передачи 100 Мбит/с с лучевой топологией.

В шкафах ввода-вывода размещаются удаленные станции ввода-вывода (MIO), в которых установлены модули ввода-вывода. Модули ввода-вывода подключаются к датчикам технологических параметров, сборкам со схемами управления запорно-регулирующей арматурой (ЗРА) и механизмами собственных нужд (МСН).

Сигналы с датчиков температуры, участвующих в технологической сигнализации, вводятся в ПТК АСУ ТП через подсистему СТК. Подсистема СТК представляет собой удаленную периферию ввода-вывода контроллеров подсистемы ТО.

Сигналы с датчиков температуры, участвующих в регулировании и технологических защитах, вводятся через преобразователи сигналов температуры в токовый сигнал 4-20 мА в шкафах ШВВ подсистем ТО и ТЗ соответственно.

Подсистема контроля вибрации и механических величин (СКВ) принимает сигналы с датчиков вибрации и механических величин через устройства связи с объектом (VibroMIO). Передача данных от СКВ выполнена физическими сигналами от преобразователей СКВ. Просмотр диагностической информации СКВ реализовано на АРМ ИС2 с помощью. специализированного прикладного программного обеспечения СКВ; АРМ ИС2 подключен отдельной линией связи Ethernet к серверу СКВ.

Взаимодействие с ЭЧСР реализовано с помощью физических сигналов. Часть данных передается по цифровому каналу связи по согласованному протоколу.

Для связи с системами очитски котла и микропроцессорными устройствами релейно-защитной аппаратуры (МПУ РЗА), системой защит генератора (СЗГ) и системой возбуждения генератора (СВГ) электротехнического оборудования энергоблока ст. № 4 (ЭТО) используется отдельный нерезервируемый контроллер, обеспечивающий связь с системами ЭТО по согласованному протоколу для ввода контролируемых параметров.

В подсистеме ТО дополнительно предусмотрено средство резервного управления на аппаратном уровне – аварийный пульт управления (АПУ). АПУ подключается к отдельным датчикам технологических параметров и к части схем управления ЗРА и МСН. Управление и контроль с АПУ осуществляется независимо от вычислительных средств ПТК АСУ ТП.

СТРУКТУРА ВЕРХНЕГО УРОВНЯ

Рабочие места оперативного и обслуживающего персонала энергоблока ст. № 4 реализованы в виде автоматизированных рабочих мест (АРМ):

- АРМ оператора 1, 2, 3 – АРМ О1, АРМ О2, АРМ О3. Включает в свой состав рабочую станцию, два монитора, клавиатуру, “мышь” и звуковые колонки.
- АРМ экрана коллективного пользования – АРМ ЭКП. Включает в свой состав рабочую станцию, клавиатуру, “мышь” и видеоудлинители. АРМ подключается к четырем мониторам экрана коллективного пользования.
- Экран коллективного пользования – ЭКП. Включает в свой состав четыре панельных монитора, которые подключаются к четырем видеовыходам рабочей станции АРМ ЭКП через видео-удлинители по оптическому кабелю.

- АРМ начальника смены котлотурбинного цеха – АРМ КТЦ. Включает в свой состав рабочую станцию, два монитора, клавиатуру, “мышь”.
- АРМ персонала КТЦ – АРМ Служб. Включает в свой состав рабочую станцию, два монитора, клавиатуру, “мышь”.
- АРМ вспомогательных средств – АРМ ВС. Включает в свой состав рабочую станцию АРМ ГЩУ, KBM-удлинитель, сетевые коммутаторы. Используется для размещения переносной инжереной станции (ПИС).
- АРМ инженера АСУ ТП – АРМ ИС1, АРМ ИС2. Включает в свой состав два монитора, клавиатуру, “мышь” и звуковые колонки.
- АРМ дежурного персонала электроцеха – АРМ ГЩУ. Включает в свой состав рабочую станцию, один монитор, клавиатуру, “мышь” и KBM-удлинитель.
- Переносная инженерная станция – ПИС. Выполнена в виде ноутбука.

АРМ оперативного персонала (АРМ О1, АРМ О2, АРМ О3, АРМ ЭКП, АРМ КТЦ, АРМ ЭЦ, АРМ ГЩУ) представляют собой одинаковые по функциональному наполнению средства мониторинга и управления с верхнего уровня ПТК АСУ ТП. Различия в управлении задаются различными уровнями прав доступа. АРМ дежурного персонала электроцеха (АРМ ГЩУ), размещаемое в помещении рядом с главным щитом управления станции, реализован в виде рабочей станции, размещаемой в АРМ ВС, и одного монитора, клавиатуры, “мыши”, размещаемых удаленно и соединяемых с рабочей станцией через KBM-удлинитель (видео, клавиатура и “мышь”) по оптическому кабелю.

АРМ инженерного (обслуживающего) персонала (АРМ ИС1, АРМ ИС2) содержат инженерные приложения: инженерный пакет разработчика, просмотрщик трендов и архивов, просмотрщик сообщений технологической сигнализации, диагностическое приложение и другие. Дополнительно АРМ ИС2 содержит специализированное программное обеспечение СКВ и используется в качестве рабочего места специалиста в области вибрационного контроля турбоагрегата. АРМ ИС2 подключается отдельной линией связи Etnernet к серверу СКВ, установленному в шкафу СКВ.

АРМ соединяются с сетевыми коммутаторами (RTS) по Ethernet “витая пара”. От каждого АРМ идут две линии, резервирующие друг друга.

Сетевые коммутаторы размещаются в шкафу ШСО и столе АРМ ВС. Всего используются четыре коммутатора. Все четыре коммутатора образуют диспетчерскую шину сети.

Сетевые коммутаторы используются попарно: к паре подключается одно устройство двумя линиями связи.

Подключение нижнего уровня ПТК АСУ ТП выполнено с помощью технологической шины сети верхнего уровня. Подключение устройств нижнего уровня выполнено оптическим кабелем через встроенные оптические порты сетевых коммутаторов. В ШУ каждый из пары коммутаторов соединен с одним из пары коммутаторов в ШУЗК и одним в ШУЗТ. Коммутаторы, размещаемые в шкафах ШУ, ШУЗК и ШУЗТ, образуют технологическую шину сети.

К коммутаторам подключаются контроллеры нижнего уровня (PCS). От каждого PCS идут две линии, резервирующие друг друга.

Назначение основного оборудования, подключаемого к сети верхнего уровня ПТК АСУ ТП:

- OPS – станция оператора.
- ALP – станция технологической сигнализации. Станция выполнена в виде двух устройств, резервирующих друг друга.
- EAS – инженерный сервер. Станция содержит хранилище программ (репозиторий) всех компонентов АСУ ТП.
- EAC – станция инженерного клиента. Станция содержит инженерное программное обеспечение, позволяющее редактировать содержимое репозитория на инженерном сервере EAS.
- BU – сервер загрузки. Станция содержит данные, необходимые для загрузки компонентов системы при их включении.
- INFO – сервер информационной системы. Сервер осуществляет сбор и долговременное архивное хранение процессовых данных. Данные из архива предоставляются через клиентские приложения (IAC), используемые на операторских (OPS) и инженерных рабочих станциях (EAC).
- IAC – станция информационного клиента. Приложение станции предназначено для работы с архивом системы через клиентское приложение (IAC). Клиентское приложение используется на операторских (OPS) и инженерных рабочих станциях (EAC) в качестве дополнительного компонента.

- GPS – устройство синхронизации времени (GPS) по связи со спутниковой системой GPS. Осуществляет синхронизацию времени через диспетчерскую шину сети Ethernet ПТК АСУ ТП по протоколу NTP. Связь со спутниками GPS организована через выносную GPS-антенну, устанавливаемую на крыше здания.
- FIREWALL – межсетевой экран, обеспечивающий связь с АСУП и ограничивающий доступ в сеть ПТК из внешней сети.
- RTS, RTR – сетевые управляемые коммутаторы Ethernet. Подключение всех устройств верхнего уровня ПТК АСУ ТП осуществляется витой парой; устройства нижнего уровня подключаются оптоволоконным кабелем.
- Vibro-Server – сервер СКВ. Обеспечивает расчет параметров вибрации (“скачек вибрации”, “рост вибрации”, составляющая низкочастотной вибрации и т.д.), реализует функции вибродиагностики, осуществляет передачу данных в контроллер связи ПТК АСУ ТП и синхронизацию времени оборудования СКВ.
- PCS – станция управления технологическим процессом (контроллер) metsoACN RT.

СТРУКТУРА ПОДСИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ВВОДА–ВЫВОДА НИЖНЕГО УРОВНЯ

Основным устройством нижнего уровня является контроллер (PCS). В подсистеме ТО используются несколько типов контроллеров: для управления и для связи.

Контроллер управления – дублированный, состоящий из пары контроллеров (PCS/M и PCS/R), которые резервируют друг друга. Оба контроллера пары размещаются в одном шкафу управления (ШУ). Связь контроллеров пары между собой осуществляется через параллельный порт идентификационного модуля контроллера PMM. Контролеры управления реализуют ввод-вывод физических сигналов через удаленные станции ввода-вывода, расположенные в шкафах ШВВ. Удаленная станция включает в свой состав два коммуникационных модуля (IBC/M и IBC/R), резервирующие друг друга. Коммуникационные модули удаленных станций ввода вывода подключаются к дублированному контроллеру двумя линиями связи по эксплуатационной шине сети нижнего уровня через сетевые коммутаторы (RTR/M и RTR/R), установленные в шкафу ШВВ. К эксплуатационной шине подключаются все станции ввода-вывода. Каждая группа станций имеет свой IP-адрес с доступом через отдельный порт коммутатора. К контроллеру можно подключить не более 16 станций удаленного ввода-вывода. В каждом шкафу ШВВ размещается не более 8 станций удаленного ввода вывода. В одном шкафу ШВВ предусмотрен ввод-вывод в объеме не более 1024 входов-выходов.

Дублированные контроллеры обеспечивают ввод-вывод сигналов:

- аналоговых входных сигналов 4-20 мА с питанием от ПТК АСУ ТП (при необходимости);
- аналоговых выходных сигналов 4-20 мА;
- натуральных входных сигналов с датчиков температуры (термометра сопротивления и термопары), являющихся регулируемыми параметрами в системах автоматического регулирования, через преобразователи в сигнал 4-20 мА;
- дискретных входных сигналов 24 В с питанием от ПТК АСУ ТП;
- дискретных выходных сигналов 24 В с питанием от ПТК АСУ ТП.

Второй тип контроллеров – ***контроллер связи***, который не резервируется. В подсистеме ТО используются два контроллера связи PCS15 и PCS16. Контроллер PCS15 используется для связи с подсистемой СТК, подсистемой СКВ и внешней системой – электрической частью системы регулирования (ЭЧСР). Контроллер PCS16 используется для связи с микропроцессорными системами электротехнического оборудования.

Контроллеры связи обеспечивают прием данных от:

- преобразователей термоконтроля – преобразователей для ввода натуральных входных сигналов с датчиков температуры (термометра сопротивления и термопары), участвующих в технологической сигнализации;
- устройств электротехнического оборудования (МПУ РЗА, СВГ, СЗГ);
- электрической части системы регулирования турбоагрегата (ЭЧСР).

В удаленных станциях ввода-вывода используются четыре типа модулей ввода-вывода.

В подсистеме ТО используются четыре пары дублированных контроллеров и два контроллера связи.

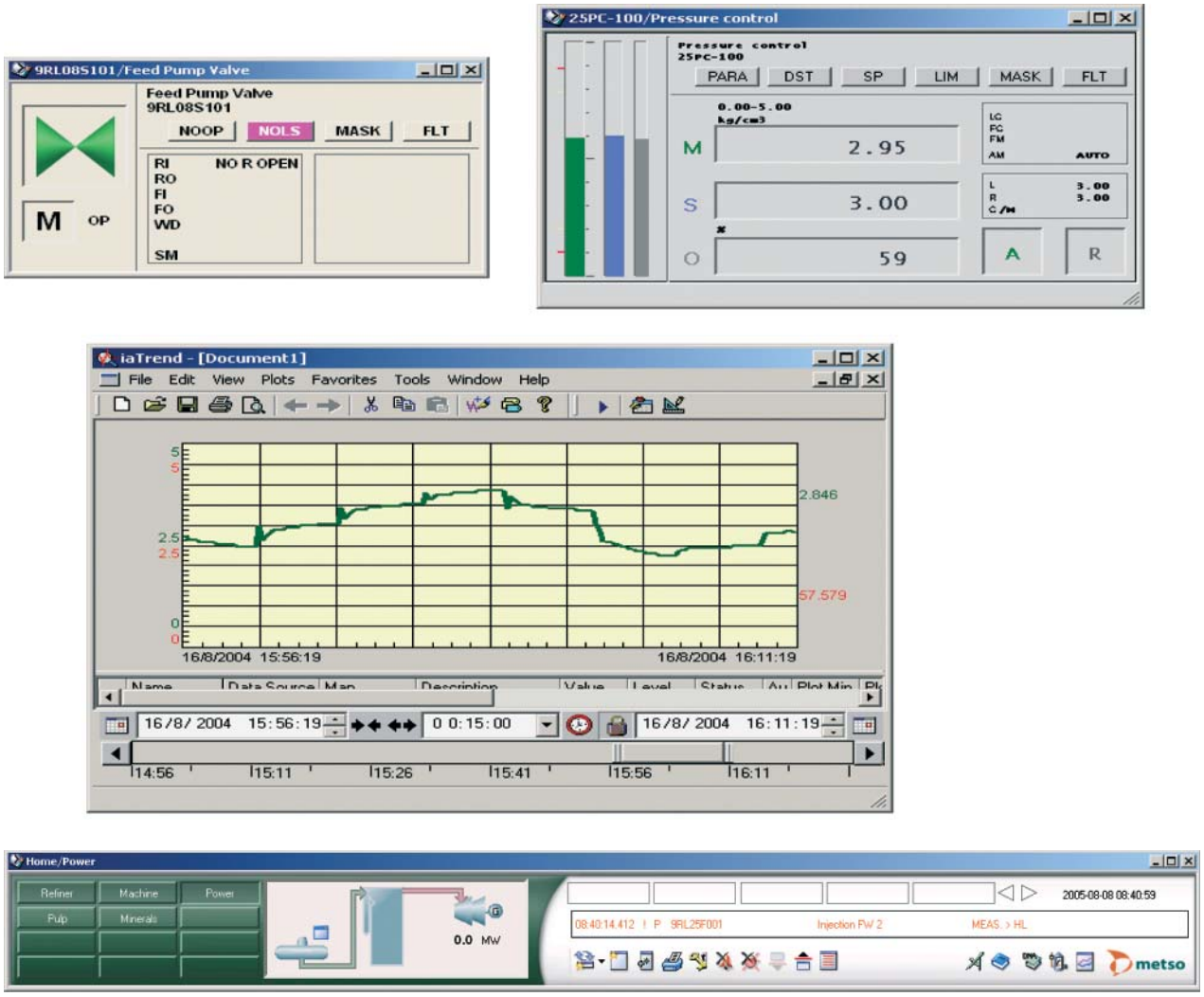


Рис. 2. Интерфейс оператора – пакет Метсо DNAuse

В качестве программного обеспечения операторского интерфейса используется пакет Метсо ***DNAuse*** (рис. 2).

Основные функции системы:

- Ввод дискретных сигналов с датчиков технологических параметров.
- Ввод аналоговых сигналов с датчиков технологических параметров.
- Отображение информации пользователю системы.
- Дистанционное управление.
- Технологические защиты и защитные блокировки.
- Технологическая сигнализация.
- Автоматическое управление.
- Автоматическое регулирование.
- Архивация.
- Регистрация аварийных ситуаций.
- Синхронизация времени.
- Функционально-групповое управление.
- Расчет технико-экономических показателей.
- Оперативная диагностика состояния оборудования и экологических показателей энергоблока.

В ПТК АСУ ТП для Гусиноозерской ГРЭС реализована обработка около 9000 сигналов ввода-вывода по всем каналам. Это был первый проект такого масштаба, выполненный на комплексных средствах автоматизации Metso DNA. И специалисты “Ракурс” с ним успешно справились.

Натик Ахмедов *– заместитель начальника отдела проектирования ООО “НПФ “Ракурс”.*

Russia POWER
A POWER-GEN EVENT

Выставка и конференция
4 – 6 марта 2014 года | Экспоцентр, Москва, Россия

Поддерживая модернизацию
эффективность и инновации

НЕ ПРОПУСТИТЕ **12-я выставка и коференция Russia Power возвращается в Экспоцентр, Москва, 4 - 6 марта 2014 года.**

RUSSIA POWER, проходящая совместно с HydroVision Russia, предоставляет идеальные условия для исследования возможностей ведения бизнеса и встреч с новыми партнерами и наиболее влиятельными руководителями отрасли в динамичной обстановке.

Трехдневное мероприятие включает в себя конференцию, состоящую из двух направлений и вызывающую оживленные дискуссии, а также активную выставку, представляющую ведущие компании российского и международного энергетического сектора.

Три ключевых направления Russia Power:

- Модернизация - Определение решений, которые помогут удовлетворить потребность в модернизации и увеличении существующей мощности генерации.
- Рентабельность - Пропаганда идей и возможностей, повышающих энергоэффективность и ускоряющих процесс декарбонизации энергетического сектора России
- Инновации - Освещение последних технических новшеств и решений, обеспечивающих безопасную и эффективную инфраструктуру энергетики.

Присоединяйтесь к элите мирового сообщества в России и станьте частью мероприятия, которое влияет на отрасль.

По вопросам выставочных площадей и спонсорства Russia Power 2014, пожалуйста, посетите www.russia-power.org или свяжитесь с:

Россия и СНГ:
Наталия Гайсенок
Т: +7 495 258 31 36
Ф:+7 495 258 31 36
E: nataliag@pennwell.com

Светлана Струкова
Т: +7 495 258 31 36
Ф:+7 495 258 31 36
E: svetlanas@pennwell.com

Собственник и устроитель: PennWell

Представлено: PEi Power Engineering International; Renewable Energy World Magazine; cospp; PennEnergy

В партнерстве: СПЭ Совет производителей энергии

При поддержке: MAKO

www.russia-power.org

Совместно с: HydroVision Russia

HydroVision® RUSSIA

Выставка и конференция

4 – 6 марта 2014 года | Экспоцентр, Москва

Поддерживаямодернизацию
эффективность и инновации

НЕ ПРОПУСТИТЕ

4-я выставка и конференция HydroVision Russia возвращается в Экспоцентр, Москва, 4 - 6 марта 2014 года.

HydroVision Russia, проходящая совместно с Russia Power, предоставляет идеальные условия для исследования возможностей ведения бизнеса и встреч с новыми партнерами и наиболее влиятельными руководителями отрасли в динамичной обстановке.

Трехдневное мероприятие включает в себя конференцию, программа которой составлена профессионалами отрасли для отрасли и всегда вызывает живые дискуссии, а также активную выставку, представляющую ведущие компании российского и международного гидроэнергетического сектора..

Три ключевых направления HydroVision Russia:

- **Модернизация** - Определение решений, которые помогут удовлетворить потребность в модернизации и увеличении существующей мощности генерации.
- **Эффективность** - Пропаганда идей и возможностей, повышающих энергоэффективность и безопасность работы гидроэлектростанций и связанных с ними плотин и гражданских сооружений.
- **Инновации** - Освещение последних технических новшеств и решений, обеспечивающих безопасную и надежную энергетическую инфраструктуру.

Присоединяйтесь к ведущим специалистам России и всего мира в гидроэнергетической отрасли на выставке-конференции HydroVision Russia и примите участие в завоевавшем прочную репутацию мероприятии, которое продолжает активное влияние на гидроэнергетическую отрасль.

По вопросам выставочных площадей и спонсорства HydroVision Russia 2014, пожалуйста, посетите
www.hydrovision-russia.com

или свяжитесь с:

Наталия Гайсенок
Т: +7 495 258 31 36
Ф: +7 495 258 31 36
nataliag@pennwell.com

Собственник и устроитель: PennWell®

Представлено: HRW Hydro Review Worldwide, HYDRO REVIEW, RENEWABLE ENERGY WORLD MAGAZINE

При поддержке: НП Гидроэнергетика России, РусГидро

www.hydrovision-russia.com

Совместно с: Russia POWER A POWER-GEN EVENT

ИДЕИ И ЭКСПЕРИМЕНТЫ БИЗНЕС-ИНЖИНИРИНГА НОРМАТИВНЫХ АКТОВ И СТАНДАРТОВ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕТЕВЫХ ЭНЕРГОКОМПАНИЙ

И.В. ЛЮБИМЦЕВ (R&D–центр “SMART MANAGEMENT” МФТИ),
В.В. КОНДРАТЬЕВ (“Ленэнерго”)

Государство влияет на деятельность сетевых энергокомпаний через прямые и косвенные рычаги. Косвенное регулирование управления деятельностью формирует систему мотивации, создает стимулирующие условия для деятельности и выступает в таких формах как финансово-кредитная система, налогообложение, государственные заказы. В рамках прямого государственного воздействия основными инструментами регулирования деятельности является правовое регулирование, издание нормативных актов, стандартов и положений. Таким образом, задаются ориентиры развития компании в целях соблюдения общественных интересов.

В последние годы наблюдается усиление внимания к государственному регулированию в приоритетных направлениях модернизации российской экономики, в том числе и в сфере энергетики. В этом русле публикуются новые нормативные акты, стандарты и методические документы. Для сетевых энергокомпаний соответствие этим стандартам является не просто конкурентным преимуществом, а необходимым условием их деятельности.

Справедливо известное правило: чем более точно, системно, понятно определены цели и требования, тем выше вероятность достижения желаемого результата. Таким образом, в индустрии должен быть развит структурированный и эффективный подход для определения и управления целевыми требованиями, задаваемыми государством, а также контроля соответствия им. При правильном определении и управлении требованиями перерасходы на деятельность, направленную на повышение уровня соответствия, можно снизить, благодаря сокращению числа неполных, неточных и упущенных требований.

ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ

Возможности системного анализа, восприятия и исполнения сложных целевых требований к построению инжиниринговых систем деятельности растут при использовании методологий и платформ моделирования бизнес-процессов. Предлагается подход, заключающийся в применении типологии регулярного менеджмента и систем моделирования для построения целевой бизнес-архитектуры предприятия и аудита соответствий целевым требованиям. Опорной информацией для моделирования может выступать тот или иной системный стандарт или нормативный документ.

Справочно: в Московском физико–техническом институте работает R&D – центр ФРТК “SMARTMANAGEMENT”, http://labsm.ru/.

С учетом национальных приоритетов одно из направлений работы центра SMART- платформы и решения для сетевой энергетики. Пилотные решения разрабатываются и применяются при активном сотрудничестве с компанией “Ленэнерго”.

В представляемой разработке продемонстрирован подход к использованию современных систем моделирования при разработке и проверке исполнения целевых требований к деятельности сетевых компаний.

Подход позволяет результативно использовать современные средства моделирования бизнес-процессов при решении сложных многофакторных задач построения технически сложных сфер деятельности, инновационен, отвечает требованиям “умной экономики”. Вполне доступен и не затратен при реализации, обладает хорошим потенциалом тиражирования и масштабирования на сетевые энергокомпании.

Интересная и полезная методология, причем не очень сложная. Её целесообразно также использовать и в ходе определения и подготовки внутренних документов общества, как хороший инструмент выявления несоответствий целевым требованиям.

Сорочинский А.В., Генеральный директор ОАО “Ленэнерго”

Справочно: типология регулярного менеджмента системно объединяет современные методики целеполагания, структурирования, организации и управления деятельностью экономико-организационных систем и позволяет представлять стандарты деятельности и нормативные акты в виде типовых архитектурных моделей.

Для дистанционной поддержки работ и хостинга систем моделирования может использоваться платформа SmartDistantSupport, *www.labsm.ru*. Задачей моделирования может быть поддержка проведения оценки того, насколько существующие бизнес-процессы компании соответствуют нормативным требованиям и отраслевым стандартам.

ПОДХОД К БИЗНЕС-МОДЕЛИРОВАНИЮ И СТРУКТУРИРОВАНИЮ ТРЕБОВАНИЙ

Рассмотрим существующие подходы к структурированию целевых требований:

1) Документ Microsoft Word

Преимущества: текстовый процессор предоставляет широкие выразительные возможности по оформлению текста, вставке графических объектов и т.д., что, однако, выдвигает достаточно высокие требования к дизайнерским способностям аналитиков.

Недостатки: ведение требований в рамках одного/нескольких документов Word, ограничивает возможности управления отдельными требованиями как самостоятельными информационными единицами; также нет возможности установить наглядные отношения между требованиями.

2) Базы данных

Преимущества: требования являются отдельными информационными единицами со всевозможными атрибутами; поддерживается хранение истории изменения требований, есть возможность устанавливать отношения между требованиями.

Недостатки: отсутствует возможность использовать графические объекты, что усложняет наглядность и визуализацию; большая сложность получения документа для дальнейшего утверждения.

3) Моделирование бизнес-процессов, например, в нотации IDEF0

В описании стандарта IDEF0, в качестве одной из основных областей применения методологии моделирования приводится спецификация требований (цитата из описания стандарта): “For new systems, IDEF0 may be used first to define the requirements and specify the functions, and then to design an implementation that meets the requirements and performs the functions.”

Стандарт IDEF0, его применимость для проектирования целевых бизнес-архитектур хорошо известны, поэтому можно не рассматривать детально его плюсы и минусы.

Опишем возможности ведения требований на примере одного из известных продуктов, поддерживающих моделирование в стандарте IDEF0, Business Studio (*http://www.businessstudio.ru*). Система моделирования позволяет в соответствии со стандартом создавать связные графические бизнес-модели, в дополнение к стандарту, для каждого графического элемента имеется возможность задавать значения множества полезных атрибутов. За счет этого, в рамках единой структурированной модели, имеется возможность совместить и графическое, и текстовое (в виде классификаторов элементов модели) представление целевой архитектуры.

Остаётся проблема получения единого документа, содержащего все структурированные и категорированные требования с визуализированными отношениями между ними. Система бизнес-моделирования Business Studio позволяет решить данную проблему инструментарием иерархических справочников целей и показателей и их отображения на стратегической карте.

Предлагаемый подход к структурированию требований и демонстрации соответствий подразумевает выполнение следующих действий:

1) На этапе анализа целевых требований производится структурирование, уточнение и описание требований. Результатом являются два документа Microsoft Word:
   - Профайл для бизнес-моделирования, который содержит соответствия первоначальных требований классификаторам бизнес-модели, которая создается на следующем этапе.
   - Профайл для внесений результатов аудита-соответствий, который является

отчетным документом, утверждающим соответствие процессов компании выдвигаемым целевым требованиям.

2) На следующем этапе производится бизнес-моделирование:
   - Занесение целевых требований в справочники целей и показателей.
   - Визуализация целевых требований на стратегических картах.
   - Графическое представление отношений между требованиями.
   - Построение процессной модели IDEF0 “как есть”.
   - Построение процессной модели IDEF0 “как надо”.
   - Размещение на платформе Smart Distant Support (поддомен портала labsm.ru) HTML-публикации Business Studio разработанной модели.

   Демонстрация соответствия может проводиться с разной степенью достоверности и убедительности в зависимости от потребности и возможностей. При наличии моделей бизнес-процессов “как есть” и “как надо” достоверность идентификации несоответствий значительно повышается. Использование предлагаемого подхода позволяет получить систему требований, неразрывно связанную с процессной моделью компании в рассматриваемой области деятельности. Стоит отметить, что процессная модель “как надо” инвариантна по отношению к сетевым энергокомпаниям.

3) Дальнейшие действия по аудиту соответствий и внесений результатов в профайл соответствий выполняются на основе анализа процессных моделей “как есть” и “как надо”. В итоге на выходе получаем заполненный профайл соответствия целевым требованиям и бизнес-модель, отражающую текущее состояние. Определение аудита дано в стандарте ISO 19011 как систематический, независимый и документированный процесс получения доказательств соответствий, что выполняется при описанном подходе бизнес-инжиниринга нормативных актов.

Выявленные, позиционированные и визуализированные несоответствия позволяют перейти к формированию идей и инициатив по их устранению.

Ограничения подхода: изменение какого-либо требования влечет за собой изменения документов профайлов и изменения бизнес-модели (стратегической карты и модели процессов “как надо”). С учетом этого подход целесообразно применять к долго действующим целевым требованиям.

Процесс разработки модели состоит из следующих основных этапов:

1) Анализ целевых требований:
   - Идентификация требований.
     – Использование официального документа, описывающего выдвигаемые целевые требования.
   - Структурирование требований:
     – Приоритезация требований.
     – Классификация требований по следующим параметрам:
       - Тип.
       - Область деятельности.
       - Обязательность.
     – Определение иерархии требований.
   - Уточнение требований:
     – Действия для уточнения требований.
     – Опрос экспертов.
   - Спецификация требований:
     – Создание профайлов для внесения классификаторов бизнес-модели.
     – Создание профайлов для отслеживания соответствий и отклонений.
     – Кодировка требований в соответствии с нормативным документом.

2) Бизнес-моделирование:
   - Выбор системы бизнес-моделирования.
   - Визуализация целевых требований на стратегических картах (концептуальный инжиниринг).
   - Графическое представление отношений между требованиями.
   - Описание модели бизнес-процессов “как надо”.
   - Описание модели бизнес-процессов “как есть”.
   - Публикация бизнес-модели на платформе SDS.
   - Уточнение и утверждение бизнес-модели.
   - Утверждение компанией бизнес-модели процессов “как есть”.
   - Выявление противоречий требований.
   - Уточнение бизнес-модели целевых требований.
   - Утверждение бизнес-модели целевых требований организацией, выдвигающей целевые требования.

3) Аудит соответствий:
   - Проверка и подтверждение соответствий:

  - Внесение в бизнес-модель подтверждающих документов и регламентов.
- Идентификация несоответствий:
  - Анализ моделей “как есть” и “как надо”.
  - Категоризация выявленных несоответствий.
  - Визуализация несоответствий в бизнес-модели.
  - Занесение несоответствий в профайл.
- Планирование перехода в состояние “как надо”:
  - Планирование корректирующих мероприятий по переходу из текущего состояния в целевое состояние “как надо”.
- Управление изменениями требований:
  - Актуализация бизнес-модели.
  - Использование журнала изменений для контроля.
  - Планирование мероприятий по реализации изменений.

Решение обеспечивает:

- Информационную поддержку анализа целевых требований.
- Механизм контроля, помогающий компании обеспечить готовность к изменениям законодательства и наглядно продемонстрировать соответствие своих процессов нормативным требованиям.
- Снижение рисков нарушения/несоответствий нормативным документам и стандартам.
- Повышение прозрачности устройства деятельности.
- Возможность дистанционной поддержки деятельности компаний.
- Упрощение процедуры для последующих проверок за счет проведения предварительного анализа.
- Представление модели “как надо” при разработке локальных организационно-распорядительных документов компании, устанавливающих стандарты обслуживания потребителей и паспорта услуг (процессов).

ПРИМЕР. БИЗНЕС-ИНЖИНИРИНГ ПРОЕКТА ПРИКАЗА МИНИСТРА ЭНЕРГЕТИКИ

Основой для данной разработки является проект приказа Министра энергетики о введении Единых стандартов обслуживания потребителей сетевыми организациями. Единые стандарты обслуживания вступают в силу с 1 января 2014 г., за исключением некоторых частей, которые вступают в силу с 1 июля 2014 г. Также приказ обязует территориальные сетевые организации и организации по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью на основе Единых стандартов обслуживания потребителей сетевыми организациями до 1 декабря 2013 г. разработать и принять локальный организационно-распорядительный документ, устанавливающий стандарты обслуживания потребителей и паспорта услуг (процессов) сетевых организаций. Документ состоит из 39 страниц, 5 частей и 6 приложений, содержит 66 требований, которые делятся примерно на 270 пунктов. Предприятиям необходимо провести оценку состояния своих бизнес-процессов с внесением соответствующих изменений.

Порядок моделирования:

1) Анализ целевых требований:
   - Структурирование требований:
     - Выявление требований, относящихся к процессу технологических присоединений.
     - Классификация требований по типу:
       - Цели.
       - Заявки.
       - Услуги.
     - Классификация требований по группам:
       - Общие требования.
       - Осуществление технологического присоединения.
       - Организация обслуживания.
       - Информирование.
   - Спецификация требований:
     - Создание профайла для внесения классификаторов бизнес-модели.
     - Создание профайла для отслеживания соответствий и отклонений.
     - Нумерация всех требований в соответствии с их расположением в начальном документе.

2) Бизнес-моделирование:
   - Структурирование целевых требований и отношений между ними, визуализация на модели стратегической карты

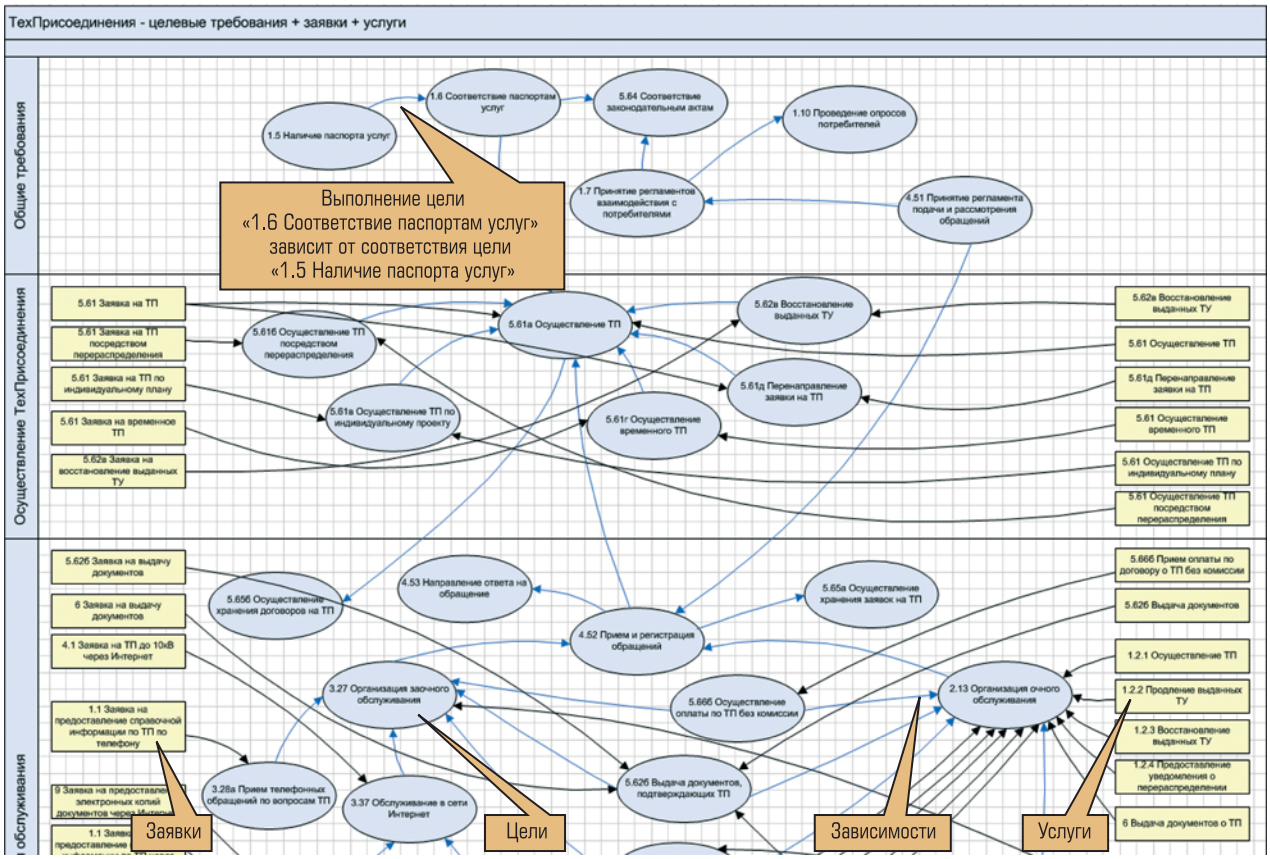


Рис. 1

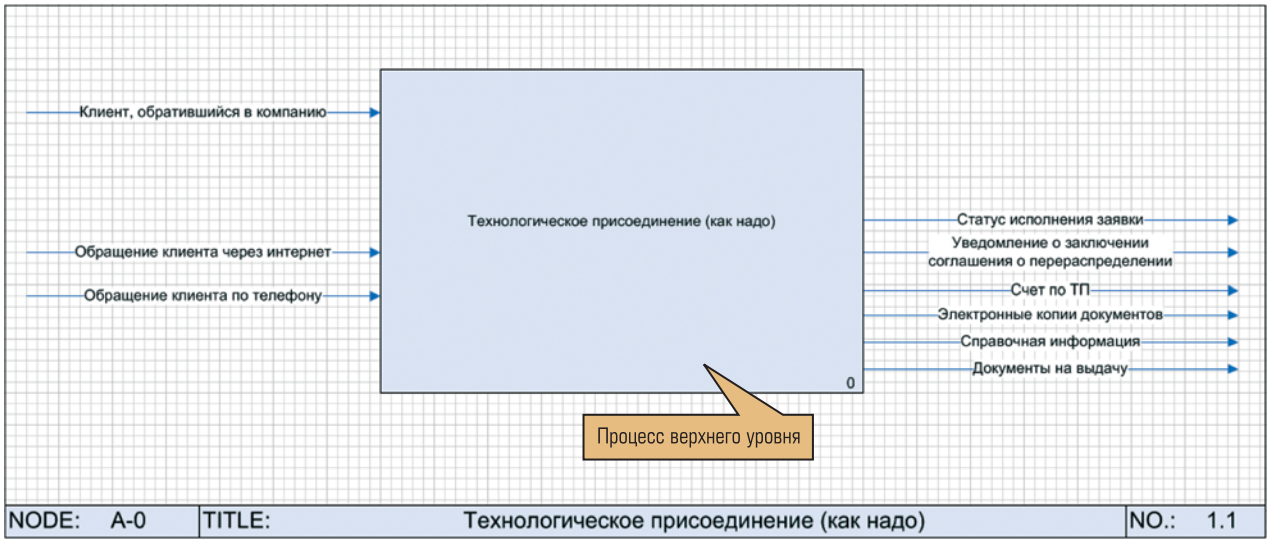


Рис. 2

деятельности по технологическим присоединениям, рис. 1.

- Описание модели бизнес-процессов “как надо” в соответствии с приказом, рис. 2.
- Описание модели бизнес-процессов “как есть” (использование применяемых моделей при их наличии, как это имеет место в ОАО “Ленэнерго”), рис. 3.
- Маркировка выявленных несоответствий в модели несоответствия бизнес-процессов, рис. 4.

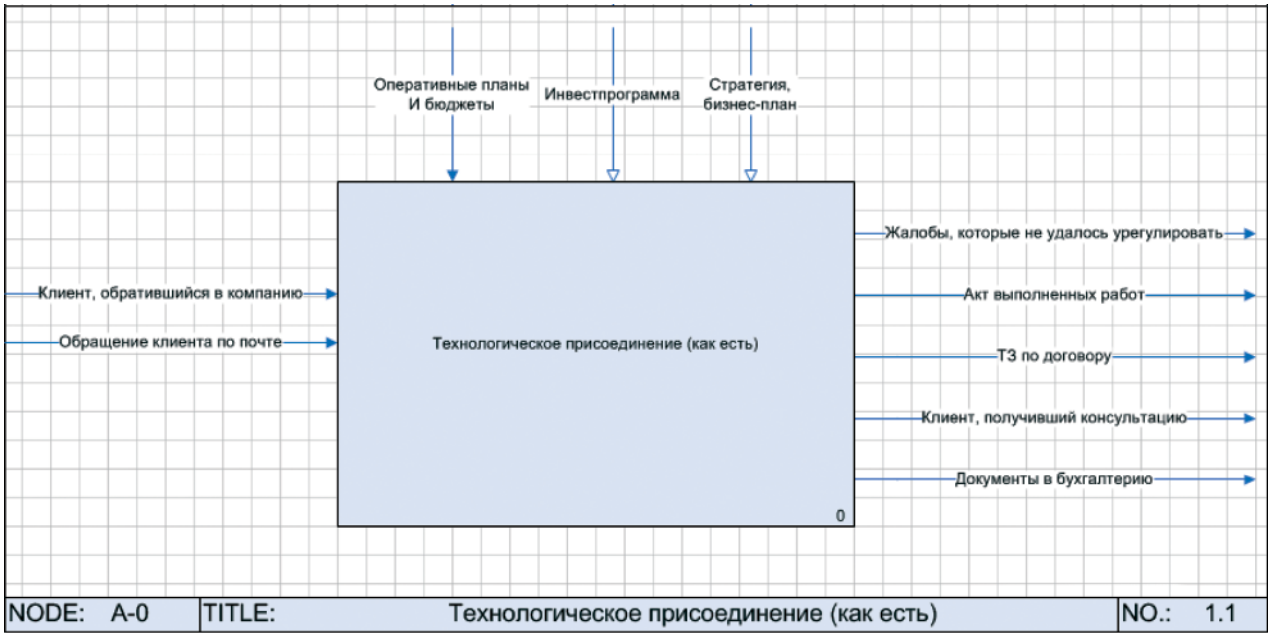


Рис. 3

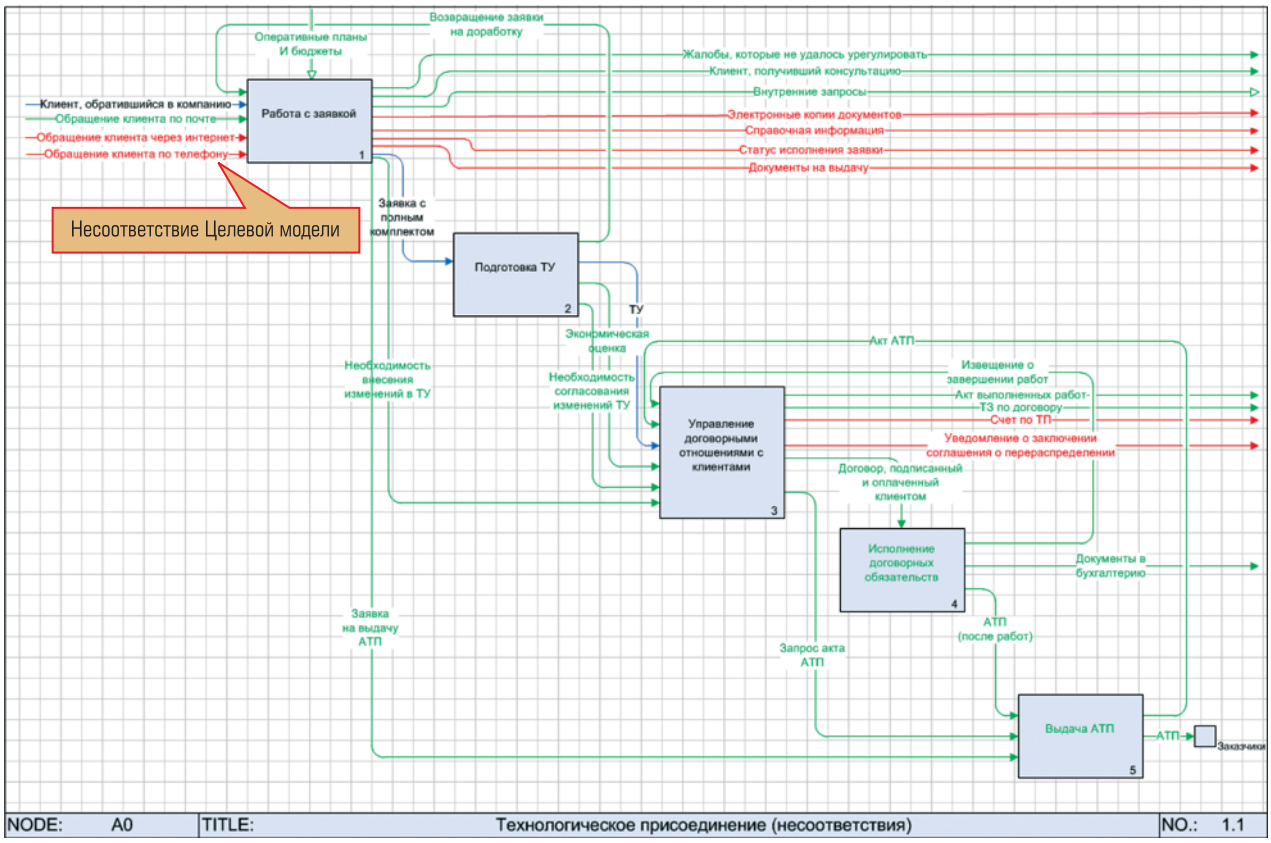


Рис. 4

Маркировка показателей процессов:

– Зеленый – расширение Целевой модели.
– Синий – соответствие Целевой модели.
– Красный – несоответствие Целевой модели.

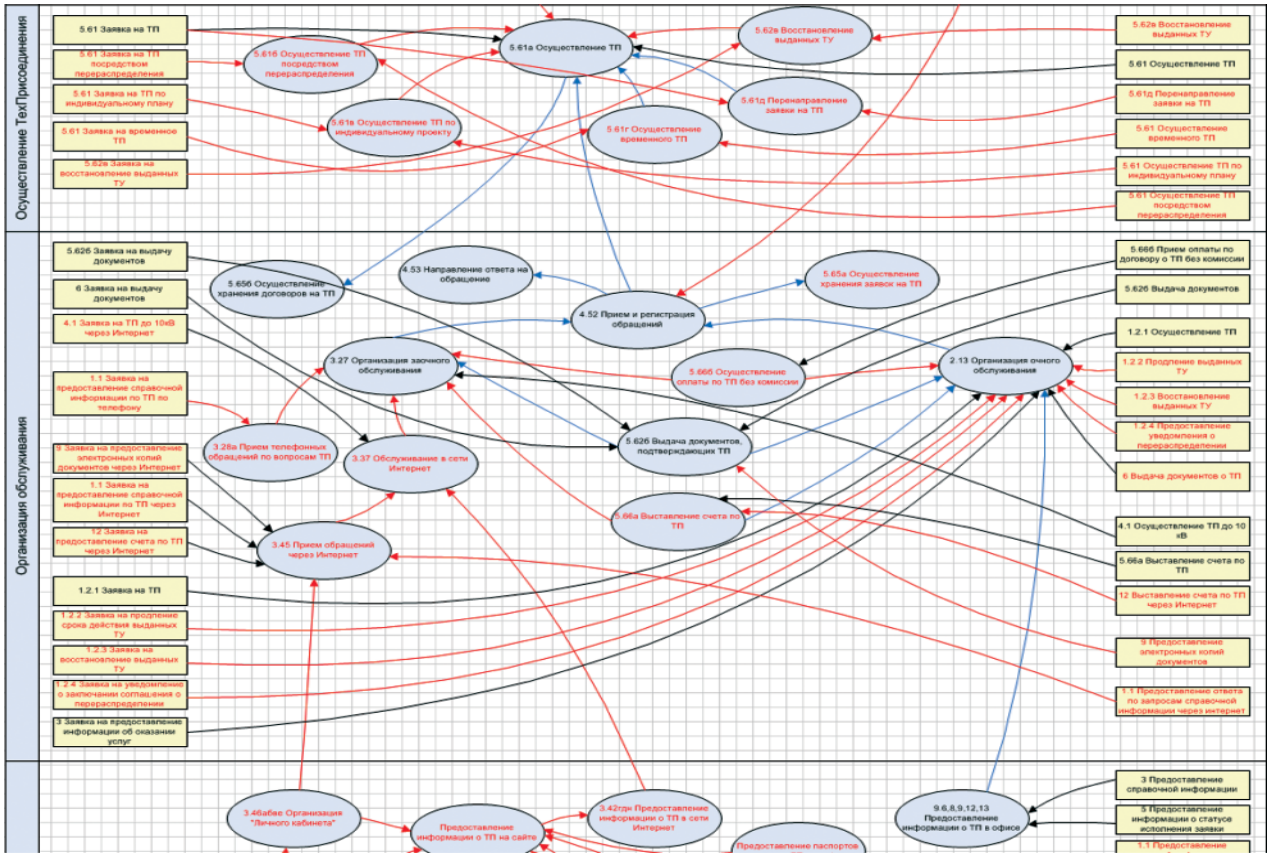


Рис. 5

- Маркировка несоответствий на стратегической карте, рис. 5.

3) Последующие (пока не реализованные в прототипе) действия:
   - Разработка идей и инициатив по устранению несоответствий.
   - Управление реализацией инициатив.
   - Публикация моделей в виде HTML-портала Business Studio.
   - Использование моделей при разработке локальных организационно-распорядительных документов компании, устанавливающих стандарты обслуживания потребителей и паспорта услуг (процессов).

Дальнейшее развитие подхода

- Согласование предлагаемой модели целевой архитектуры в области технологических присоединений со специалистами министерства энергетики и ее последовательное развитие.
- Пилотное применение разработанных методологий в компании ОАО "Ленэнерго", что позволит получить обратную связь от индустрии и определить пути дальнейшего развития методологии.
- Накопление банка решений при осуществлении согласования и детализации модели.
- Индустриализация нового умного решения, позволяющего вывести процесс проверки соответствий целевым требованиям на высокий качественный уровень.
- Организация на платформе Smart Distance Support (SDS) http://labsm.ru/ дистанционной поддержки сетевых энергокомпаний в применении бизнес-инжиниринга в работах по обеспечению соответствий целевым требованиям.

В итоге получаем новый SMART-инструмент для проведения предварительного анализа целевых требований и упрощения процедуры перехода к новым стандартам.

***Любимцев Игорь Вячеславович** – сотрудник R&D-центра "SMART MANAGEMENT" МФТИ,*
***Кондратьев Вячеслав Владимирович** – д-р. техн. наук, руководитель офиса проектов развития "Ленэнерго".*

КОМПАНИЯ AspenTech ОТКРЫВАЕТ НОВЫЕ ПУТИ В МОДЕЛИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ, БАЗИРУЮЩЕМСЯ НА МОДЕЛЯХ

Кейт ЛАРСОН (Keith LARSON) (Control magazine)

Возрождающийся производитель программного обеспечения демонстрирует инновации на конференции ОПТИМИЗАЦИЯ 2013.

Более трех десятилетий назад родился совместный исследовательский проект между Массачусетским технологическим институтом (MIT) и Министерством энергетики США, из которого выросла современная крупная компания Aspen Technology, рано проявившая себя лидером в коммерциализации математических моделей, которые сегодня широко используются в проектировании, управлении, планировании и диспетчеризации промышленных процессов. Но вслед за рядом приобретений, происшедших при недостаточном обучении специалистов и завершившихся в конце 1990-х техническими неудачами, знаменитой компании по оптимизации пришлось бороться за свое финансовое выживание. Она была вынуждена проанализировать свои внутренние проблемы, повысить качество разработок и переориентировать свои ценностные предложения под работников промышленности.

Сегодня, подобно возродившейся птице феникс, чистящей свои новые перья, компания с гордостью представила плоды этих усилий на мероприятии ОПТИМИЗАЦИЯ 2013, проходившем в мае в Бостоне. Четыре года AspenTech находится в шестилетнем переходе к новой модели доходов, основывающейся на подписке, объяснил Mark Fusco, президент и исполнительный директор с 2004 г., во вступительном слове перед 650 своих клиентов и партнеров. “Денежный поток идет сильный, и он дает нам возможность инвестировать”, – говорит Fusco. Действительно, компания инвестирует 16 % от выручки в исследования и разработки, что в этом году составляет более чем 60 миллионов долл. США. Инвестирование окупается в виде новых инновационных продуктов, включая по-новому интегрированный набор моделирования aspenONE simulation, имеющий мобильный доступ, а также aspenONE Exchange, представляющий новые приложения подготовленных к продаже моделей и схем организации производства. Эти инновации объединяются с новым “адаптивным” режимом инструментария DMCplus компании для оптимизации динамических моделей реального времени, который был введен в действие в 2012 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ, ДАННЫЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВСЕХ СЛУЧАЕВ

В основе всех нововведений компании лежит понимание того, что, несмотря на продвижение в функциональных возможностях, оптимизация, основанная на моделировании, остается сложным, трудно постижимым и иногда хрупким инструментом. “Поскольку глобальные рынки развиваются и новые пользователи каждый день включаются в работу, очень важно, чтобы инструменты моделирования и производственная информация реального времени становились легкими в использовании для всех, кому они необходимы – не только для сильных пользователей”, по словам Manolis Kotzabasakis, исполнительного вице-президента AspenTech по продуктам. “Наше программное обеспечение aspenONE нацелено на эти нужды”, – отметил Kotzabasakis.

ЦЕНТР ОБУЧЕНИЯ И АТТЕСТАЦИИ

Этот центр объединяет возможности образования и ресурсы для сообщества лиц, занимающихся контрольно-измерительной аппаратурой, управлением и автоматизацией. Для конкретного учебного курса ищите тот, который соответствует вашим потребностям.

С выходом в свет версии 8.2 новый комплект aspenONE характеризуется веб- и мобильным интерфейсом, который позволяет профессионалам промышленных процессов работать с программным обеспечением aspenONE через устройства с возможностями веб- связи. Комплект обеспечивает унифицированный последовательный пользовательский интерфейс для разнообразных продуктов AspenTech, включая Aspen Plus, Aspen HYSYS и InfoPlus.21.

“Мы продолжим расходовать суммы от ведущих производств на НИОКР”, говорит исполнительный директор AspenTech Mark Fusco о намерениях ком-

пании продолжать улучшение интеграции и простоты использования оптимизационного программного обеспечения и продолжать инвестирование в новую интеллектуальную собственность. Веб и мобильный интерфейс aspenONE, построенный на технологии HTML5 (*современный язык разметки*), предоставляет возможность даже инженерам-технологам взаимодействовать с моделями и производственной информацией в реальном времени, используя портативные тактильно-сенсорные устройства. "Новый веб интерфейс aspenONE является большим шагом к обеспечению того, чтобы любой нужный человек мог всегда иметь доступ, выбирать и использовать нужную модель в нужное время", – комментирует Phil Edwards, научный сотрудник корпорации SABIC. "Этот доступ может привести к улучшению оперативных решений".

ПРИЛОЖЕНИЯ ОБЕСПЕЧИВАЮТ СТАРТ С ПРОКРУТКОЙ

Комплект aspenONE Exchange, также представленный компанией на конференции OPTMIZE 2013, предназначен для обеспечения технологам-разработчикам "доступа через одно окно" к данным по оборудованию, контенту (информационному наполнению) сторонних компаний (третьей стороны) и ресурсам AspenTech. Согласно высказываниям Kotzabasakis из AspenTech, обращаясь за проектной информацией, размещенной в aspenONE Exchange, инженеры-технологи могут быстрее строить более полные и более точные модели.

"Этот рынок приложений включает более чем тысячу образцов (примеров) моделей и схем, чтобы вы продвигались и работали более быстро", – сказал он. "Пока у нас есть данные по характеристикам насосов от 80 производителей, которые относятся к более чем 100 000 конфигураций насосов", – сказал Kotzabasakis. "Это Game changer (*по-новому вводимый элемент или фактор, который изменяет существующую ситуацию*), но это только начало. Далее последуют компрессоры, теплообменники и турбины".

"Комплект aspenONE Exchange обеспечивает отличный режим и для новых, и для опытных пользователей, чтобы подобрать хорошо документированные, наилучшие с практической точки зрения модели процессов", – добавил научный сотрудник компании Pfizer Eric M. Cordi. "Такая среда совместного пользования увеличивает широту открытых инновационных ресурсов, на которые мы можем полагаться в вычислительных процессах и усилиях по разработке продуктов".

MPC, ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ СЕБЯ САМ

Введение в прошлом году адаптивного режима работы для контроллера компании DMCplus, на основе прогнозирующей модели (MPC), дает возможность облегчить уход за этими зачастую изощренными созданиями. Действительно, в промышленности распространены приложения с использованием моделей, которые прекрасно работают год или два, но затем теряют эффективность, когда изменяются условия на агрегате. Операторы, уставшие отслеживать в рабочем окне тенденцию плохо настроенного оптимизатора, отключают его ради более стабильной работы.

Прорыв с адаптивным режимом у AspenTech состоит в том, что в нем удачно сочетается функционирование непрерывно масштабируемого пошагового тестирования с бескомпромиссной ориентацией на выгоду со стороны свободно действующего оптимизатора. "Калибровочное соотношение" (CR), которое может быть установлено между нулем и единицей, фактически определяет, насколько свойства пошагового тестирования (0) сопоставлены со свойствами оптимизатора (1) в том, что проявляет контроллер. Иными словами, CR количественно определяет, насколько вы доверяете заложенной модели.

Подвиньте CR к 1, и у вас будет оптимизатор, который "продаст бабушку за 10 центов", объяснял Michael Harmse, старший директор управления производством APC (*управление с прогнозированием процесса*) и MES (*системы управления производством*). Но отступите от 1, и вы введете степень экономической релаксации вместе с автоматическим пошаговым тестированием. "Это значит, что вы выполняете пошаговое тестирование намного ближе к максимальной рентабельности", – сказал Harmse.

Работа с адаптивным режимом позволяет даже тем приложениям DMCplus, которые опираются на несовершенные модели, постоянно подстраиваться без изменения основ самой модели. "Калибровочное соотношение удерживает модель от попыток чрезмерно эксплуатировать более слабые степени свободы в модели. И это гораздо мягче, чем традиционное пошаговое тестирование, когда вы толкаете объект по всем угловым точкам его допустимого рабочего режима", – сказал Harmse. "Это гораздо менее опасно и более рентабельно".

*Статья опубликована в Control magazine, печатается по разрешению http://www.controlglobal.com и подготовлена к печати **В.С. Шерманом**.*

XIII РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ
IXX Международная специализированная выставка «Энергетика Урала. Энергосбережение»
VIII Специализированная выставка «Кабель. Провода. Арматура»
V Специализированная выставка «Электро- и светотехника»

С 22 по 25 октября в г. Уфа состоялось одно из крупнейших событий в энергетической отрасли Республики Башкортостан – **XIII Российский энергетический форум**, в рамках которого прошли специализированные выставки "Энергетика Урала. Энергосбережение", "Кабель. Провода. Арматура", "Электро- и светотехника". Организатор выставки – Башкирская выставочная компания. Выставки состоялись при официальной поддержке Министерства энергетики РФ, Министерства промышленности и инновационной политики РБ, Торгово-Промышленной палаты РБ, а также при поддержке ООО "Башкирская генерирующая компания", ОАО "Башкирская электросетевая компания". Традиционно выставки прошли под патронатом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации. Научную поддержку форуму оказали ГУП "Институт проблем транспорта энергоресурсов" и ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет.

В церемонии официального открытия приняли участие заместитель Премьер-министра Правительства РБ Шаронов Д.В., министр промышленности и инновационной политики РБ Карпухин А.И., заместитель директора Департамента энергоэффективности и ГИС ТЭК Министерства энергетики РФ Неуступкин Р.В., заместитель министра промышленности и торговли РТ Багманов Х.А., председатель комитета Государственного Собрания – Курултай РБ по промышленности, инновационному развитию и предпринимательству Хайруллин Р.Х., Член Правления – Заместитель Председателя Правления НП "Совет рынка" Баркин О.Г., генеральный директор ООО "Башкирская генерирующая компания" Симановский А.А., заместитель генерального директора – технический директор ОАО "Башкирская электросетевая компания" Ишмаев Р.А., Президент Торгово-промышленной палаты РБ Пустовгаров Ю.Л., генеральный директор Института транспорта энергоресурсов РБ Гумеров А.Г., генеральный директор Башкирской выставочной компании Кильдигулова А.В.

В Российском энергетическом форуме и выставках приняли участие 114 предприятий из 20 регионов России, стран Дальнего и Ближнего зарубежья. Республику Башкортостан представили 26 крупных отраслевых предприятия, в том числе "ТД "УНКОМТЕХ", "ЭТК ПАРТНЁР", "Башэлектросервис", "Башкирская электротехническая компания", "ПП Промтехресурсы", "Уфимкабель", "СИП-Электро", Холдинговая компания "Башбетон", "Башуралтехсервис", "Выбор", "ГСИ СНЭМА", "Росэлектроника", "Меркор", "Курс", "Лед-Урал" и др.

В выставках также приняли участие крупнейшие российские и зарубежные компании: "Росэнергоатом" г. Москва, Завод "Изолятор" Московская область, "Legrand" Франция, "Промсистема" г. Екатеринбург, "ПИК-Энерго" г. Москва, ZEZ SILCO Чехия, "Электрозавод" г. Москва, "Завод электротехнического оборудования" г. Великие Луки, "Энергомаш г. Екатеринбург – Уралэлектротяжмаш"; Фениче Рус Италия, "Национальная электротехническая компания Морозова" (Москва); ПКФ Автоматика" (Тула); "Аркор" (Москва); "ОЭНТ-Самара", и др.

Тенденция увеличения доли российских предприятий на рынке нашла свое подтверждение на выставках форума, так

в 2013 г. доля предприятий с продукцией российского производства составила – 79 %, иностранного производства – 21 %. Из них – предприятия-производители – 74 %, предприятия-дилеры – 26 %.

Более 50 % экспонентов выставок – постоянные участники Российского энергетического форума в Уфе, 35 % предприятий от общего количества экспонентов принимали участие в выставках впервые. Среди них – "Тепловодомер" г. Мытищи, "Аркор" г. Москва, "ТЭМ-Прибор" г. Москва, "Элфокс" г. Москва, "Электротехнические заводы "Энергомера" г. Ставрополь, "Сильвер Стоун г. Челябинск, "Арсенал" г. Москва, "Электропроектавтоматика" г. Казань, НПФ "КонтрАвт" г. Нижний Новгород, "СЗТТ" г. Екатеринбург, "ЛайтСвет" г. Москва, "Радиоэлектронные Системы" г. Екатеринбург, "Энергия Солнца" г. Уфа, "Реле и Автоматика" г. Москва, "Уралстан" г. Уфа, "Промрукав" г. Москва, Коллективная экспозиция Республики Мордовия – "Орбита", "ЭМ-Кабель", "Саранскабель-Оптика".

По результатам проведенного анкетирования участников, 88 % достигли поставленные перед выставками цели, среди которых основными были: поиск новых партнеров и клиентов (45 %), встречи и переговоры с деловыми партнерами (13 %), демонстрация новинок потребителям (23 %), выход на новые рынки (10 %), поддержание существующих каналов сбыта (7 %) и др.

Практически каждый опрошенный отметил важность Российского энергетического форума и выставок в Уфе для развития своего бизнеса (97 %), большинство остались довольны количеством посетителей (77 %) и работой организаторов (81 %). 52 % опрошенных участников намерены участвовать в форуме 2014 года, 48 % считают свое участие в выставках следующего года возможным.

В день открытия XIII Российского энергетического форума состоялось Пленарное заседание "Реформы в Энергетике: что ждет потребителя". Работу пленарного заседания продолжил круглый стол "Влияние ДПМ на развитие генерации в России", в завершении работы состоялся круглый стол "Доступность энергетической инфраструктуры – результаты и перспективы". Организатором пленарного заседания и круглых столов выступило Министерство промышленности и инновационной политики Республики Башкортостан.

Второй день работы выставки ознаменовался проведением XIII Всероссийской конференции "Энергоэффективность. Проблемы и пути решения". ГУП "Институт проблем транспорта энергоресурсов" – традиционный модератор данной конференции.

С большим успехом прошли: Молодежная научно-практическая конференция "Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение", проводимая Уфимским государственным авиационным техническим университетом совместно с Башкирской выставочной компанией; Круглый стол "Роль средств массовой информации в освещении вопросов энергосбережения". Организаторы: Башкирская выставочная компания, Пресс-служба ОАО "БЭСК", Пресс-служба ООО "БГК", Бизнес-журнал РБ.

Многочисленные семинары и презентации от компаний участников выставок, а также специализированные мастер-классы явились неотъемлемой частью деловой программы мероприятия и прошли с отличным результатом. О чем свидетельствуют 54 доклада по актуальным темам и более 500 специалистов, принявших непосредственное участие в работе деловых мероприятий форума.

Центральным событием Форума и выставок стал проект "Бизнес-встречи" в формате B2B между участниками выставок и представителями крупных промышленных предприятий республики в лице технических директоров и главных инженеров. Бизнес-встречи

были высоко оценены участниками, а также непосредственно приглашенными специалистами, среди которых присутствовали: главный энергетик “Башнефть-Нефтехим”, главный энергетик “УРАЛТРАНСНЕФТЕПРОДУКТ”, главный энергетик “УППО”, главный энергетик “Нефтеавтоматика”, главный энергетик “Урало-Сибирские магистральные нефтепроводы им. Д.А. Черняева”, главный энергетик “Башкирская электросетевая компания” и др.

Успешно прошел конкурс на лучшую технологию, оборудование, продукцию и научные разработки по 17 номинациям. На конкурс было подано 75 заявок. По оценке специалистов были отмечены самые достойные образцы отрасли.

В рамках выставки состоялся интересный социальный проект – конкурс детского рисунка “Энергосберегайка”. Основной целью проведения которого – привлечение внимания к вопросам эффективного использования энергии среди детей. На конкурс была подана 261 заявка, были выделены несколько категорий победителей, но не один из маленьких участников конкурса не ушел без памятного сувенира от Башкирской Выставочной Компании.

В церемонии награждения победителей конкурсов и участников выставки приняли участие: заместитель генерального директора – технический директор “Башкирская электросетевая компания” Ишмаев Р.А., главный инженер “Башкирская генерирующая компания” Кремер В.Л., генеральный директор “Башкирская выставочная компания” Кильдигулова А.В. Всем победителям по номинациям, участникам конкурсов и участникам выставки были вручены дипломы и памятные кубки.

“Осенний бал” – торжественный прием по случаю открытия Российского энергетического форума и специализированных выставок. Красивое и феерическое украшение мероприятия, позволившее не только обсудить в неформальной обстановке деловые вопросы, но и отдохнуть под прекрасную музыку. Участники и гости “Осеннего бала” получили заряд положительных эмоций и сил для дальнейшей плодотворной работы.

Организаторы XIII Российского энергетического форума и выставок “Энергетика Урала. Энергосбережение”, “Кабель. Провода. Арматура”, “Электро- и светотехника” благодарят всех участников и гостей мероприятий!

Ждем вас на выставках 2014 года в новом выставочном комплексе ВДНХ-ЭКСПО!

IV ОБНИНСКИЙ ИННОВАЦИОННЫЙ ФОРУМ: «ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ»

24 октября на площадках Центрального института повышении квалификации ГК "РОСАТОМ" состоялся IV Обнинский инновационный форум.

Организаторами форума выступили правительство Калужской области в лице министерства развития информационного общества и инноваций и администрация города Обнинска. Оператором форума, как и в предыдущие годы, является Агентство инновационного развития Калужской области (АИРКО).

Форум прошел при активной поддержке ФГАОУ ВПО "Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС", министерства образования и науки РФ, ГБУ "Региональный центр энергоэффективности". Официальными партнерами форума выступили Государственный научный центр РФ "Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского", Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", ГАУ КО "Агентство регионального развития Калужской области", ЗАО "ОбнинскЭнергоТех", Научно-производственное объединение "Геоэнергетика".

В форуме приняли участие более 300 человек, среди которых представители федеральных и региональный министерств и ведомств, государственных органов исполнительной и законодательной власти, представители научно-исследовательских институтов, профильных вузов и общественных объединений, руководители малых и средних компаний, а так же руководители крупнейших промышленных предприятий.

Статус Калужской области как регионалидера в реализации пилотных программ по энергосбережению подчеркивает личное присутствие на форуме первых руководителей трех авторитетнейших в отрасли общественных организаций: Ассоциации организаций в области энергосбережения, НП СРО "Гильдия энергоаудиторов", НП "Национальное агентство по энергосбережению и возобновляемым источникам энергии".

Открылся форум пленарным заседанием "Государственная политика в области энергосбережения: анализ текущей ситуации и стратегические ориентиры". Модератором выступил **Сергей Журавлев – руководитель проекта "Российский дом будущего" рейтингового агентства "Эксперт РА", член Общественного совета при министерстве регионального развития РФ, член экспертного совета "Деловая Россия"**. В своем выступлении он отметил, что Россия является энергетическим лидером. В тоже время страна входит в фазу, в которой внешние рынки сбыта энергии постепенно уменьшаются. Страны Европы сознательно вводят альтернативные возобновляемые источники энергии, добиваются энергосбережения в своих городах, на своих предприятиях. При развитой мощности энергогенерации России нужно думать, куда эту мощность применить, а не как уменьшить объемы ее потребления.

Министр экономического развития Калужской области Владимир Попов отметил, что калужский регион, в отличие от энергоизбыточной России является энергодиффицитным, поэтому актуальность проблемы и вопросов, которые будут обсуждены очень трудно переоценить. И здесь вопрос связан не только с экономическим развитием региона, он связан и с теми социальными объектами, которые нуждаются в обеспечении энергии. В своем выступлении министр экономического развития области рассказал о программах энергосбережения и повышения энергоэффективности, осуществляющихся в регионе. Это реализация долгосрочной программы энергосбережения и повышения энергоэффективности Калужской области на 2010 – 2020-е годы. Основными задачами программы являются сокращение затрат на оплату потребляемых энергетических ресурсов, разработка и реализация проектов внедрения энергосберегающих технологий и материалов, заключение и реализация энергосервисных контрактов, а также организация информационного обеспечения внедрения современных энергосберегающих технологий. Как отметил Владимир Попов, Калужская область с 2011 г. ежегодно участвует в получении субсидий из средств федерального бюджета на реализацию региональной программы в области энергосбережения и повышения энергоэффективности. Область вошла в 10-ку регионов РФ, получающих три года подряд федеральную субсидию. За это время на реализацию программы удалось привлечь порядка 240 млн рублей средств федерального бюджета и более 1 млрд руб. из внебюджетных источников. В качестве примера министр привел опыт министерства жилищно-комунального хозяйства Калужской области – приобретение и пе-

редача на использование первого электромобиля в области. Электромобиль прошел несколько месяцев эксплуатации и показал, что реальная экономия в отличие от автомобилей, работающих на дизельном топливе, может составить около 40 %. Далее был прокомментирован закон, освобождающий граждан, использующих электромобили от транспортного налога, разработана программа, которая позволяет субсидировать строительство заправочных станций, рассчитанных на электромобили.

Центральной темой заседания стал обмен мнениями по вопросам перспектив развития энергетической промышленности РФ и роли федеральных и региональных властей в создании целостной системы управления процессом повышения энергоэффективности. Интересным моментом пленарного заседания стала видео-конференция с участием **доктора Харви Михельса – директора Центра стратегических проектов в сфере энергоэффективности Массачусетского технологического института (США),** который привел интересную статистику по использованию возобновляемых источников энергии в США и отметил роль среднего и высшего образования в формировании менталитета эффективного использования энергии.

Панельная дискуссия "Региональные и муниципальные программы энергоэффективности: мониторинг выполнения. Опыт Калужской области" была посвящена вопросам эффективности субсидирования региональных программ в области энергосбережения и энергоэффективности, совершенствования практики организации и проведения энергетических обследований. Модератор секции **руководитель ГБУ "Региональный центр энергоэффективности" Виктор Головач** отметил, что достижение поставленных целей и решение поставленных задач в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности возможно только при применении эффективных технических решений и наличии оптимальной системы управления энергоэффективностью, интегрированной в общую систему управления. Большинство участвующих в дискуссии подчеркивали, энергоэффективность в промышленности достигается большей частью за счет изменений в способах управления энергией, а не за счет внедрения новых технологий и более половины потенциального повышения ресурсной эффективности и экономии издержек может быть получено путем улучшения практики управления без существенных капиталовложений.

Модератором секции "Инновационные технологии в сфере энергосбережения" стал **генеральный директор ОАО "Агентство инновационного развития – центр кластерного развития Калужской области" Анатолий Сотников.** В ней приняли участие более 50 представителей крупный и средний предприятий, внедряющих или разрабатывающих инновационные решения в области энергосбережения. Участники обсудили опыт Калужской области и других регионов по государственной поддержке создания энергосберегающих технологий нового поколения, конкурентоспособной и экспортно-ориентированной продукции, реализации пилотных энергосберегающих проектов.

Работа секции "Проблемы и перспективы подготовки и переподготовки кадров в области энергоменеджмента" была посвящена обсуждению профессиональных компетенций энергоменеджеров и энергоаудиторов, государственным требованиям к учебным программам профессиональной подготовке и переподготовке в данной сфере. В работе секции посредством телемоста приняли участие Бертрам Лохмюллер – генеральный директор Академии Экспорта Федеральной земли Баден-Вюрттемберг, руководитель трансфертного научно-исследовательского центра при Университете Штайнбайс "Энергоменеджмент и возобновляемая энергетика" и Питер Рийнхард – руководитель проектов и старший консультант по Европейскому сообществу в области энергоменеджмента и квалификации кадров Академии экспорта земли Баден-Вюрттемберг, которые рассказали об опыте построения партнерских отношений в подготовке специалистов в сфере энергетической эффективности и использования возобновляемых источников энергии и привели пример методик, используемых немецкими коллегами в изучении сложных для студентов тематик.

В ходе пленарных выступлений и панельных дискуссий участниками IV Обнинского инновационного форума была обсуждена и одобрена резолюция, содержащая целый ряд ценных предложений экспертов по развитию законодательства и нормативно-правовой базы в сфере энергоэффективности и энергосбережения, важные рекомендации по повышению результативности работы органов государственной власти, предприятий и организаций по внедрению технологий энергоэффективности.

http://v3.marchmont.ru/Technology-Innovation/Central-regions/19898-.html

ФОРУМ UPGRID–2013: ВСЕ ИННОВАЦИИ НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ

На Международном электроэнергетическом форуме UPGrid "Электросетевой комплекс. Инновации. Развитие", который прошел в Москве с 29 по 31 октября в МВЦ "Крокус-Экспо", 75 компаний из 15 стран представили новейшие технологии и современное оборудование для электросетевого комплекса. В рамках Форума, организованного ОАО "Россети" при поддержке Министерства энергетики РФ, был заключен ряд соглашений о сотрудничестве, выставочные экспозиции посетили более 5,5 тысяч человек.

Ровно год, прошедший с момента предыдущего форума UPGrid, стал очень важным в истории развития российской электроэнергетики: была утверждена стратегия развития электросетевого комплекса и принято решение о создании ОАО "Россети". В своем приветственном обращении к участникам и гостям форума глава ОАО "Россети" Олег Бударгин отметил: "Мы стоим на пороге серьезных изменений и масштабных проектов. Здесь у нас большие надежды на наших ученых и проектировщиков, поиск новых форм сотрудничества и оборудования, чтобы в дальнейшем повышать энергоэффективность и доступность сетей, снижать потери".

Стремительное развитие сетевого комплекса требует инноваций и, в свете этих событий, UPGrid 2013 приобрел особое значение. Сегодня это не только площадка для прямого диалога между специалистами, но и важный ресурс для анализа и выбора наиболее эффективных разработок, подчас опережающих время.

Крупные российские и зарубежные компании продемонстрировали свои инновационные разработки и новые технологии. Среди них – ALSTOM GRID, HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES Co., TOSHIBA, ООО "ИЦ "БРЕСЛЕР", SIEMENS, ABB, ООО НПП "ЭКРА", ОАО "Электрозавод", РТСофт, ЗАО "ГК Таврида Электрик", ООО "Тольяттинский Трансформатор" и другие.

Одним из основных событий Форума стало подписание соглашения о сотрудничестве между ОАО "Россети" и ГК "Внешэкономбанк" по вопросу совместной реализации проекта Федерального испытательного центра на территории РФ. Планируется, что новый испытательный центр появится в России до конца 2017 года и станет ключевой площадкой

для проведения испытаний нового и разрабатываемого оборудования, соответствующих международным стандартам.

Также в рамках Форума "Россети" определили лучшие инновационные проекты. Первое место в номинации "Перспективный инновационный проект" присуждено ОАО "НТЦ ФСК ЕЭС" за Проект создания Федерального испытательного центра, в номинации "Реализованный инновационный проект" победителем стала компания "Евроконтракт – Высоковольтное оборудование" с проектом Типовая модульная комплектная цифровая подстанция 10-35 кВ.

В рамках деловой программы представители крупных международных компаний, руководство "Россетей" и отраслевые эксперты стали участниками панельной дискуссии "Международная и российская практики создания интеллектуальной сети: эффект синергии", где обсудили практику создания интеллектуальных сетей за рубежом, а также направления развития Smart Grid в России.

Помимо этого, состоялось 15 круглых столов, ключевыми темами которых стали: развитие интеллектуальных сетей, привлечение молодых специалистов к инновационной деятельности и внедрение новых технологий в электросетевой комплекс. Признанные международные эксперты по вопросам формирования архитектуры интеллектуальных энергетических систем и ее стандартизации поделились опытом построения "умных" сетей и создания перспективных электроэнергетических технологий и решений.

В этом году в работе Форума приняли участие представители федеральных и региональных законодательных и исполнительных органов власти, научных организаций, общественных объединений, руководители крупнейших сетевых и генерирующих компаний, производители оборудования и технологий, российские и зарубежные эксперты в области электроэнергетики.

ОБ ИТОГАХ ФОРУМА РАССКАЗАЛИ ЕГО УЧАСТНИКИ

Владимир Бойко, директор департамента "Интеллектуальные сети" ООО "Сименс":
– Прошедшая выставка стала прекрасной площадкой для общения с нашими существующими и перспективными заказчиками, а также для обмена опытом с экспертами отрасли. Экспозиция на стенде и участие в деловой программе для нас, как для производителя, – это уникальная возможность рассказать специалистам об инновациях и зарекомендовавших себя решениях "Сименс" для эффективного, безопасного и надежного энергоснабжения.

Владислав Воротницкий, заместитель генерального директора по маркетингу и сбыту ЗАО "ГК "Таврида Электрик":
– В этом году "Таврида Электрик" впервые принимала участие в работе форума UpGrid. Последние годы ощущался острый дефицит подобных дискуссионных площадок для обсуждения насущных проблем и перспективных направлений развития отечественных электрических сетей. Выбранный формат, на наш взгляд, крайне удачен. На протяжении трёх дней участникам представляется возможность в ходе панельных дискуссий обсуждать актуальные темы с ведущими экспертами отрасли. У тех компаний, которые принимают участие в выставке, есть уникальный шанс представлять свои инновационные разработки руководителям отрасли. Мы благодарны ОАО "Россети" за создание такой площадки и за высокую оценку результатов работы "Таврида Электрик" в рамках конкурса инновационных проектов. Желаем форуму UpGRID процветания и долгих лет жизни!

Виктор Румянцев, вице-резидент – директор Центра инновационных технологий ОАО "Энергострой – М.Н.":
– Форум UpGrid оставил только положительные впечатления. Благодаря форуму у нас появилось много российских и зарубежных партнёров, которые готовы с нами сотрудничать. Мы получили возможность пообщаться с руководителями крупных компаний, в том числе с руководителями "Российских сетей", представителями государственной думы, а так же со всеми теми, кто имеет отношение к энергетике. На Форуме было все создано для того, чтобы компании, которые работают в электросетевом комплексе, могли рассказать о своих новшествах, достижениях, а самое главное – о своих планах на будущее.

Управление пресс-службы и информации ОАО "Россети". *Тел. +7 (495) 995-53-33.*
E-mail: petrova-ev@rugrids.ru

«РТСофт» И Kontron ОБЪЯВЛЯЮТ О ПОДДЕРЖКЕ НОВЕЙШЕЙ МИКРОАРХИТЕКТУРЫ Intel® Silvermont НА СВОИХ ПЛАТФОРМАХ

Одновременно с выпуском нового семейства процессоров Atom E3800 компанией Intel, международный холдинг Kontron и компания "РТСофт" анонсируют поддержку новой 22-ой архитектуры микропроцессоров Intel Silvermont на своих встраиваемых продуктах, а также расширенный перечень своих сервисов для новых x86 System-on-Chips (SoCs), включающий в себя возможности по разработке изделий под конкретные требования вертикальных рынков и комплексную поддержку на уровне плат и систем.

Разработчики интеллектуальных систем смогут воспользоваться всеми преимуществами улучшенной графики (в сравнении с линейкой процессоров прошлого поколения N2000/D2000 Intel® Atom™), обеспечиваемой интегрированной в процессор графикой нового поколения Intel Gen 7. Теперь разработчики смогут использовать не только одноядерные и двухъядерные, но также и четырёхъядерные процессоры. Новые SoCs спроектированы для работы в расширенном температурном диапазоне. Благодаря этим преимуществам существенно расширился список областей применения для нового класса x86-процессоров – от стационарных HMI-интерфейсов, требующих серьёзных графических и вычислительных ресурсов при минимальных габаритах, до ультрамобильных и прочных ноутбуков.

Изначально холдинг Kontron планирует поддержку новой микроархитектуры на компьютерах-на-модуле стандартов SMARC, COM Express® Mini и compact, на материнских платах формата Pico-ITX и Mini-ITX, а также на процессорных модулях 3U CompactPCI®. В планах холдинга дальнейшее расширение этого списка. Благодаря появлению новых платформ, разработчики интеллектуальных систем смогут без промедления использовать преимущества полноценной эко-системы x86 и стандартных формфакторов.

Технические характеристики

Новые масштабируемые встраиваемые платформы Kontron с процессорами последнего поколения Intel® Atom™ поступят в продажу как с одноядерной архитектурой малой мощности (TDP 3,5 ватт) для приложений предъявляющих повышенные требования к энергопотреблению, так и с четырёхъядерными процессорами для высокопроизводительных приложений. Новая архитектура SoC предлагает также новую улучшенную графику Intel® Gen 7 Intel® HD. Это решение обеспечивает троекратное улучшение графики, включая поддержку DirectX11, Open GL 3.1 и OpenCL 1.1 для двух независимых дисплеев. Новая технология Video HD – первый шаг на пути к невероятному качеству воспроизведения видео и стереоскопическому 3D, обеспечивающему полный эффект присутствия. Кроме непревзойдённых технических характеристик новых плат, холдинг Kontron и компания “РТСофт” предлагают широкий набор сервисов по разработке специализированных решений на их основе.

http://www.rtsoft.ru/press/product/

КОМПАНИЯ ОВЕН ОБЪЯВИЛА О НАЧАЛЕ ПРОДАЖ МОДУЛЯ ВВОДА ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ МЭ110-220.3М (ТРЕХФАЗНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ)

Модуль ввода параметров электрической сети МЭ110-220.3М

Прибор предназначен для измерения напряжения, силы тока, частоты, мощности, фазового угла и коэффициента мощности в трехфазных сетях, преобразования измеренных параметров в цифровой код и передачи результатов измерений в сеть RS-485. Прибор может быть использован в составе измерительных систем контроля и управления технологическими процессами на промышленных предприятиях и на объектах жилищно-коммунального хозяйства.

Прибор обеспечивает:

- Безопасное функционирование важных технологических узлов (электрооборудования).
- Возможность ведения журнала изменений параметров питающей сети (при использовании модуля сбора данных ОВЕН МСД-200 или панельного контроллера ОВЕН СПК107).

Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастера сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор. К прибору предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы “Конфигуратор М110”, входящей в комплект поставки. Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Преимущества трехфазного модуля ввода параметров электрической сети МЭ110-220.3М:

1. Логическое продолжение линейки Мх110. Простое освоение. Удобство работы.
2. Оптимальное решение для контроля параметров электрооборудования.
3. Компактный корпус.
4. Квалифицированная техподдержка.

Более подробную техническую информацию вы можете посмотреть на сайте www.owen.ru

ИНТЕРВЬЮ ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА «НВТ–АВТОМАТИКА» ВЛАДИМИРА АНАТОЛЬЕВИЧА МЕНДЕЛЕВИЧА ГЛАВНОМУ РЕДАКТОРУ ЖУРНАЛА «АВТОМАТИЗАЦИЯ И IT В ЭНЕРГЕТИКЕ» ЕГОРОВУ АЛЕКСАНДРУ АЛЕКСАНДРОВИЧУ

МЕНДЕЛЕВИЧ Владимир Анатольевич

Родился **в 1966 г.** в Москве. Окончил Московский горный институт (МГИ) по специальности "Автоматика и телемеханика" **в 1988 г.**, **в 1992 г.** получил второе высшее образование по специальности "Прикладная математика" на факультете ВМиК МГУ.

В 1996 г. закончил аспирантуру ВМиК МГУ, **в 1997 г.** защитил диссертацию на степень кандидата физико-математических наук на кафедре Системного программирования ВМиК МГУ.

С 1985 г. работал программистом на кафедре института. После окончания МГИ (**с 1988 г.**) – инженер-программист в отделе систем управления предприятия "Центроэнергочермет".

С 1990 г. – руководитель группы систем управления.

С 1993 г. – главный инженер, **с 1995 г.** – директор ТОО "НВТ", преобразованного в 1996 г. в ЗАО "НВТ-Автоматика". Основным направлением деятельности предприятия является создание АСУ ТП и средств автоматизации энергетических объектов и производств.

Имеет более 50 публикаций на тему автоматизации технологических процессов. Постоянный участник НТС секции АСУ ТП ЕЭС. Преподаватель кафедры АСУ ТП МЭИ.

Вопрос: ***В ноябре 2013 г. ЗАО "НВТ-Автоматика" исполнилось 20 лет. Хороший повод подвести промежуточные итоги. Как Вы оцениваете результаты деятельности фирмы?***

Ответ: 20 лет – это целое поколение и сделано за это время немало. Считаю, что успехи "НВТ-Автоматика" в создании современных отечественных средств, технологий и систем автоматизации сыграли заметную роль в повышении уровня автоматизации российской энергетики. Разработанные нашей фирмой ПТК "САРГОН" и технология поэтапной модернизации сделали современные средства автоматизации доступными для большинства российских потребителей. Соперничество с другими отечественными производителями сделало установленную "планку" всеобщей и лишило иностранных поставщиков АСУ ТП сверхприбылей, которые они имели в 90-е годы за счёт российских потребителей. За годы деятельности ЗАО "НВТ-Автоматика" спроектировало и внедрило более 100 крупных систем контроля и управления. Сейчас фирма вступила в период зрелого развития с одной стороны получен огромный опыт и успели сформироваться прочные традиции, а с другой – идёт активный процесс обновления технологий и оптимизации деятельности предприятия.

Вопрос: ***Как Вы оцениваете рыночную ситуацию в 2013 г.?***

Ответ: Вторая волна кризиса, о которой так долго говорили, наконец пришла. Наиболее остро её почувствовали в строительстве и, соответственно, в металлургии. До энергетики пока докатились отголоски, но инвестпрограммы и бюджеты снова урезаются. Впрочем, есть и отрадные новости – наконец-то началась массовая работа по реализации закона ФЗ-261 о повышении энергоэффективности в промышленности и ЖКХ. Потенциал для повышения энергоэффективности российских производителей и потребителей огромный. Сейчас главное, чтобы реализуемые мероприятия давали реальную отдачу, а не свелись к освоению бюджетных средств и отпискам. Для этого необходим комплексный подход к решению проблем, который мы предлагаем в своих системах.

Вопрос: ***В условиях кризиса конкуренция ужесточается. Вашими соперниками на рынке являются крупнейшие международные корпорации с численностью в десятки тысяч человек. Вы продолжаете верить в перспективы отечественного ПТК? Чем Вы можете заинтересовать потребителя на фоне таких конкурентов?***

Ответ: Использованием передовых технологий со всеми вытекающими преимуществами: повышением надёжности, улучшением потребительских свойств, снижением стоимости создания и владения! Вопрос, действительно, серьёзный и задают его многие заказчики.

Считаю, что двадцатилетний опыт работы "НВТ-Автоматика" убедительно подтверждает нашу способность поддерживать самый передовой уровень программно-технических средств и системных решений:

Во-первых, инновационность многих разработок обеспечивает нам технологический отрыв от основных конкурентов на несколько лет. Так по использованию сети Ethernet в оперативном контуре АСУ ТП мы опередили конкурентов на 5-7 лет, объектного подхода и единой базы данных проекта – на 7-10 лет, по двухплатной Plag&Play конструкции модулей УСО – на 3-5 лет и т.п. Коллектив разработчиков фирмы неоднократно демонстрировал умение определять критические точки роста потребительских характеристик продуктов и оперативно решать проблемы, препятствующие развитию.

Во-вторых, за 20 лет работы у нас сложились связи с постоянными надёжными партнёрами, которые обеспечивают возможность реализации ключевых компетенций в собственной фирме при использовании проектного и производственного потенциала партнёров. При этом используются все преимущества системы разделения труда.

В-третьих, большой размер наших конкурентов имеет как достоинства, так и недостатки: многие крупные фирмы становятся неповоротливыми и отстают в применении передовых технологий, растут накладные расходы, заботы клиентов становятся далеки от центра принятия решений и т.п.

Нашими преимуществами также являются умение выполнять работу в обещанные сроки за обещанные деньги и высокий уровень сервиса.

Вопрос: ***Какие технические новации 2013 г. в области автоматизации технологических процессов Вы считаете наиболее важными?***

Ответ: Очень перспективным считаю появление нового стандарта полевой беспроводной связи ISA100.11a. Его принципиальным отличием от предшественников является нормальная скорость передачи данных – до 250 кбит/с на расстояние до нескольких сотен метров. По сравнению с HART Wireless скорость передачи выросла больше, чем на 2 порядка! Такие характеристики позволяют использовать данный протокол для передачи оперативных данных в системах управления. Yokogawa и Honowell уже продают на его основе интеллектуальные датчики, объединяемые в сеть. Пока сетевые средства реализации протокола стоят дорого, но с ростом числа предложений цены упадут, а возможности открываются очень широкие. ЗАО "НВТ-Автоматика" планирует поддержать ISA100.11a в ПТК "САРГОН" и ведёт переговоры с российскими производителями полевых устройств о поддержке с их стороны.

Вопрос: ***Какие успехи принёс 2013 г. ЗАО "НВТ-Автоматика"?***

Ответ: Планы на 2013 г. были весьма амбициозными, но, несмотря на кризис, нам удалось их даже перевыполнить. Пошли в реализацию разработки, выполнявшиеся в предыдущие годы, востребованными оказались наши комплексные решения по повышению энергоэффективности. В числе наиболее интересных работ: создание "под ключ" систем учёта тепла общегородского масштаба в двух областных центрах РФ, проект системы технического учёта энергоресурсов на одном из заводов "Сибур", создание "под ключ" АСУ ТП ПГУ Обнинской ТЭЦ, АСУ ТП энергоустановки на предприятии Росатома.

Вопрос: ***Как реализуются ваши планы по развитию ПТК "САРГОН", о которых мы говорили в прошлых интервью?***

Ответ: Планы расширяются и превращаются в конкретные действия. Мы приступили к разработке нового контроллера, сформулировали требования к модулям УСО нового поколения, формируем задание на новый графический интерфейс АРМ оператора. Облик ПТК "САРГОН" 7.0 обретает конкретные очертания.

Вопрос: ***Сейчас очень популярной мировой темой является так называемая нетрадиционная энергетика, использующая возобновляемые источники энергии (ветер, солнечную энергию, приливы и т.п.). Как Вы оцениваете перспективы её развития, какие проблемы возникают в части автоматизации технологических процессов на таких установках?***

Ответ: Как и многие специалисты, я считаю, что возобновляемые источники энергии станут основными уже в близком будущем. На пути их развития много проблем, но большинство из них сводится к одной – низкая плотность энергетического потока приводит к высокой себестоимости энергии. Прямое использование энергии солнца является наиболее очевидным и имеет прочную основу в виде бурно развивающейся индустрии свето/фотодиодов, но её применение сильно ограничено погодными условиями. Очень перспективным я считаю использование энергии ветра, но современные попытки строительства гигантских комплексов "ветряных мельниц" вызывают аналогии с подвигами Дон Кихота. Для создания эффективных ветроэнергетических установок необходимо овладеть технологией управления воздушным потоком путём системы точно рассчитанных слабых энергетических воздействий. Для этого потребуется построить как теоретическую основу процесса, так и мощную систему управления. Первым вопросом мы уже начинаем заниматься.

Телефон (495) 362-17-71. Факс (495) 361-68-07.
E-mail: mail@nvtav.ru http://www.nvtav.ru

НАУКА И ФАКТЫ

Знание некоторых принципов легко возмещает незнание некоторых фактов.

Клод Гельвеций

Будем собирать факты, чтобы появились идеи.

Луи Пастер

Наука не сводится к сумме фактов, как здание не сводится к груде камней.

Анри Пуанкаре

В телефонной книге полно фактов, но нет ни одной мысли.

М. Адлер

Прежде всего, нужны факты, а уж потом их можно перевирать.

Марк Твен

Факт – не вся правда, он только сырьё.

Максим Горький

Факты считаются упрямыми, если не подтверждают чью-то теорию.

Владимир Колечицкий

Факты можно игнорировать или подгонять под какую-то теорию.

Карл Поппер

Теории, в которые мы верим, называем фактами, а факты, в которые не верим – теориями.

Феликс Коэн

Подборка Б. ВОЛЬТЕРА

ПОДПИСКА НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2014 г.

Уважаемые читатели!

Оформить подписку на журнал

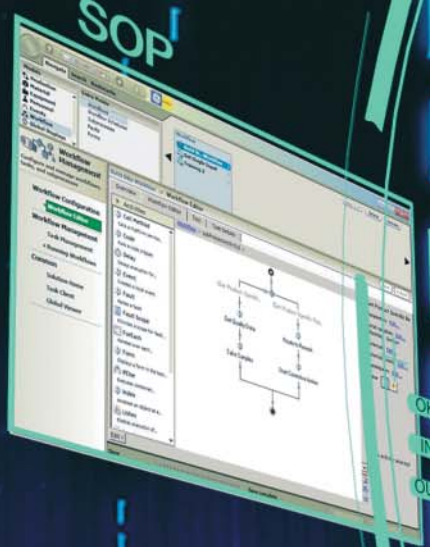
«Автоматизация и IT в энергетике»

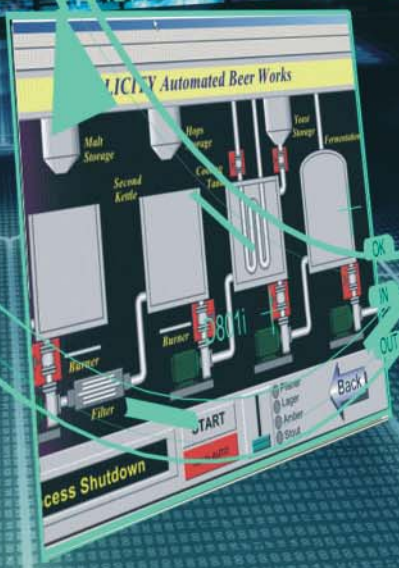
на территории России Вы можете:

- В любом почтовом отделении:
  - по каталогу “Газеты. Журналы” агентства “Роспечать”: подписной индекс **32954**;
  - по Объединенному каталогу “Пресса России”: подписной индекс **81568**.
- Обратившись в редакцию по телефону/факсу (495) 221-09-38 или электронной почте info@avite.ru, Вы можете оформить подписку, начиная с любого номера текущего года, а также заказать архив за 2009 – 2013 гг.

Не забудьте указать Ваш точный обратный адрес.

Интеллектуальная Диспетчерская Система:
Выйти за рамки привычного!





ТЕХНОЛИНК

Россия,
Санкт-Петербург
ул. Полтавская, д.8ж
+7(812) 717 27 75
info@tehnolink.spb.ru
support@technolink.spb.ru

Россия,
Свердловская обл,
г. Ревда, ул. Клубная, д.8
+7(34397) 2 11 62
info@utl.ru

Казахстан,
г. Актобе,
ул. Юга-Запад, д.8
+7 (7132) 95 55 35
info@tehnolink.kz

Украина,
г. Харьков,
ул.Пушкинская, д.79
+7 380(57) 764 42 86

Быстродействующие распределённые системы ответственного управления

САРГОН®
www.nvtav.ru

Программные средства

- Развитые цифровые и графические интерфейсы
- Полнофункциональность исполнительных систем АРМ и контроллеров
- Объектность и компонентность программ
- Независимость технологических программ и видеограмм от размещения их в ПТК
- Возможность имитационной отладки АСУТП
- Библиотеки готовых решений для приложений и типовых ЛСУ

Системные решения

- Шкафы контроллеров и удаленных УСО для установки в жестких условиях рядом с объектом
- Интеллектуальные шкафы НКУ по управлению арматурой, минимизирующие длину кабельных связей
- Интеллектуальные СК и стенды датчиков, многократно сокращающие длину кабелей для сбора данных
- Открытость решений
- Возможность использования в системе на базе любого современного ПТК

Технические средства

- Приспособлены для работы в жестких условиях эксплуатации
- Компактная конструкция
- Удобство монтажа, “Plug & Play”
- Большая вычислительная мощность
- Большое количество высокоскоростных интерфейсов
- Гибкая система резервирования всех элементов
- Открытость интерфейсов

Россия, 111250, Москва,
проезд завода “Серп и молот”, д.6
Тел.: (495)361-2334, 362-1771
Факс: (495)361-6807
mail@nvtav.ru, www.nvtav.ru

НВТ
АВТОМАТИКА