Автоматизация в энергетике

A&IT

ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал

№ 12 (77)

декабрь 2015

ISSN 2410-4043

Практическая реализация концепции Smart Grid 4

Система группового регулирования активной мощности – как инструмент оптимизации работы электростанции 9

Автоматизированная система управления договорами в электросетевых компаниях 18

Реализация механизма «online browsing» для устройств МЭК-61850 в ПТК EKRA SCADA 23

Новый стандарт функциональности в промышленной автоматизации: интеллектуальные приборы BINOM3 27

Система поддержки принятия решения диспетчерским персоналом электроэнергетических систем на базе концепции гибридного моделирования 36

Информационно-управляющая система экспериментальной термоядерной установки Токамак Т-15 42

Модельно-ориентированная технология разработки критичного по безопасности программного обеспечения встраиваемых систем с применением комплекса SCADE 52

9 772410 404006 >

ЭКРА
научно-
производственное
предприятие
ООО НПП «ЭКРА»,
г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 3.
Тел./факс: (8352) 22-01-10, 22-01-30.
E-mail: ekra@ekra.ru, www.ekra.ru
На правах рекламы

Отраслевой научно-производственный журнал “Автоматизация и IT в энергетике”
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, Член правления – руководитель блока производственной деятельности ОАО “ИНТЕР РАО ЕЭС”

Редакционная коллегия:
Егоров А.А., к.т.н., профессор АВН РФ, Главный редактор журнала
Гордиенко В.М., к.т.н., доцент, зам. генерального директора по техническому надзору ОАО “Россети”, Заслуженный энергетик РФ
Горностаев А.Н., Генеральный директор “ТехЭксерго-Каскад”, член-корреспондент РИА, Почетный энергетик РФ
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”
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 “Российские сети”
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., профессор, Зав. кафедрой “Применение электрической энергии” Кубанского государственного аграрного университета
Тодирка С.Н., Зам. директора – главный инженер Московских кабельных сетей
Хузмиев И.К., д.т.н., д.э.н, профессор, член корр. АЭН РФ
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.

«

Энергетики на службе
Даже в свой законный день.
Отвлекитесь на минуту,
Не ищите здесь проблем.

Очень дружно и красиво
Поздравляем вас сейчас,
В мире ярком и счастливом
Пусть везёт ещё не раз.

Пусть энергия, как пламя,
Не сгорает никогда.
Энергетики гуляют,
Гул идёт по проводам!

Уважаемые коллеги!

Конец года характеризуется для энергетики сразу несколькими важными событиями. Президент СИГРЭ Клаус Фройлих и Председатель Российского национального комитета (РНК), глава ФСК ЕЭС Андрей Муров 10 ноября 2015 года обсудили расширение участия российских членов в работе Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения и перспективные вопросы научной деятельности мировой электроэнергетики. Стороны рассмотрели текущую проблематику и тенденции развития российского и международного электросетевых комплексов, а также среднесрочные планы Российского национального комитета по расширению участия в работе Международного Совета. Андрей Муров подчеркнул, что важнейшими направлениями развития РНК СИГРЭ является активизация взаимодействия российских и зарубежных коллег в исследованиях в рабочих группах и привлечение молодежи по наиболее актуальным для России исследовательским направлениям. Международный Совет по большим электрическим системам СИГРЭ создан в 1921 году. Его целью является расширение технических знаний и обмен информацией между странами в области генерации и передачи электроэнергии.

В рамках Форума ENES-2015 20 ноября состоится встреча министров энергетики стран БРИКС, посвященная теме координации усилий стран – членов БРИКС в реализации программ повышения энергоэффективности. После заседания состоится церемония подписания Меморандума о взаимопонимании в области энергосбережения и повышения энергоэффективности между министерствами и ведомствами стран БРИКС.

В Москве с 1 по 4 декабря 2015 года, на территории ВВЦ, в Международном выставочном центре МосЭкспо (павильон № 75) проводится 18-я специализированная выставка “Электрические сети России-2015”. В рамках деловой программы выставки 2-3 декабря состоится юбилейная пятая Международная научно-практическая конференция “ Автоматизация и информационные технологии в энергетике 2015”. Конференция проводится научно-производственным журналом “Автоматизация и IT в энергетике” при поддержке АВН РФ (Научное отделение “Проблемы безопасности ТЭК”) и РНК СИГРЭ. Тема конференции: “Современное состояние и тенденции развития информационно-управляющих систем и телекоммуникаций в энергетике (Управление, телекоммуникации, безопасность, импортозамещение)”. Наиболее интересные доклады будут опубликованы в нашем журнале.

И, наконец, 22 декабря все энергетики празднуют свой профессиональный праздник “День энергетика”.

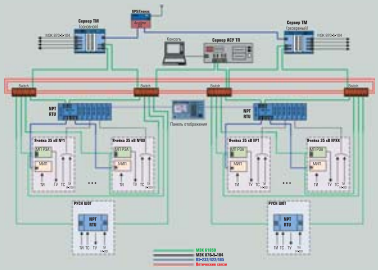
День энергетика – это профессиональный праздник всех работников промышленности, охватывающей выработку, передачу и сбыт потребителям электрической и тепловой энергии, который они отмечают в один из самых коротких световых дней в году – 22 декабря. Трудно переоценить значение работы энергетиков, чьим неустанным трудом создается одни из самых необходимых благ – свет и тепло, которые обеспечивают комфорт в домах, школах, больницах, офисах.

История этого праздника берет свое начало 23 мая 1966 года, когда Указом Президиума Верховного Совета СССР был установлен День энергетика в память о дне принятия Государственного плана электрификации России (ГОЭЛРО). План ГОЭЛРО был принят на VIII Всероссийском съезде Советов, проходившем 22 декабря 1920 года. В этом году исполняется 95 лет со дня принятия этого плана!

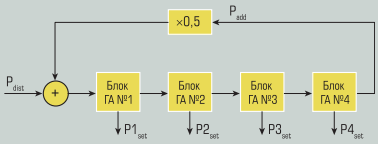
Это также праздник тех, кто и сегодня остается на ответственном посту работника энергетической отрасли. Наконец, День энергетика – праздник всех, для кого понятия “свет” и “тепло” – это не просто слова, а целая жизнь! В современном мире энергетика – основа процветания общества!

С праздником дорогие энергетики! Вы представители самой теплой и самой светлой профессии на Земле. Это вы согреваете и освещаете нас длинными зимними вечерами. Это ваш труд, как Солнце, освещает и согревает наши дома и улицы городов по ночам. Спасибо вам за вашу добросовестную работу. Пусть в вашем доме, в вашей семье тоже всегда хватает тепла и света. Сегодня время сказать спасибо труженикам электрического фронта и пожелать им жить долго и счастливо, без замыканий, с теплом, светом, любовью и добром!

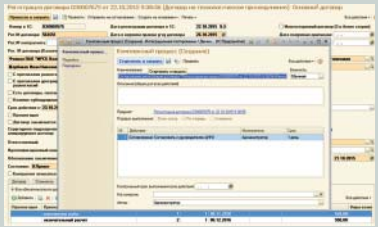
С уважением, главный редактор журнала – канд. техн. наук, профессор АВН РФ Александр Егоров



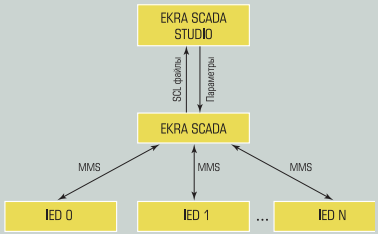
4 *Схема реализации системы автоматизации для КТП*



9 *Рекуррентный алгоритм распределения мощности между гидроагрегатами*



18 *Согласование проекта договора через информационную систему "1С:Документооборот"*



23 *Схема взаимодействия при выполнении функции "online browsing"*

27 *WEB-сервер BINOM337U3.220I3.5S16T2: гистограмма суточного энергопотребления*

СОДЕРЖАНИЕ

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

Интеллектуальная энергетика

4 А.А. ГОРЧАКОВ, П.В. КАБАНОВ (ООО «ЭнергопромАвтоматизация»)
Практическая реализация концепции Smart Grid

9 В.В. АВХАДЕЕВ (Pacific Jet Group)
Система группового регулирования активной мощности – как инструмент оптимизации работы электростанции

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ (практический опыт)

ERP-системы

18 А.В. ЗУБКОВ, И.В. ДЕМИН (ООО «ПКФ «Бест Софт»)
Автоматизированная система управления договорами в электросетевых компаниях

Человеко-машинный интерфейс и SCADA-системы

23 С.В. ОБОРИН (ООО НПП «ЭКРА»)
Реализация механизма «online browsing» для устройств МЭК-61850 в ПТК EKRA SCADA

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Решения для технического и коммерческого учета энергии

27 О.А. ВАСИЛЬЕВА (ЗАО «Алгоритм»)
Новый стандарт функциональности в промышленной автоматизации: интеллектуальные приборы BINOM3

Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления

36 М.В. АНДРЕЕВ, Ю.С. БОРОВИКОВ, А.С. ГУСЕВ, А.О. СУЛАЙМАНОВ (Энергетический институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»)
Система поддержки принятия решения диспетчерским персоналом электроэнергетических систем на базе концепции гибридного моделирования

42 Ю.Я. МОЦКИН
(ЗАО «РТСофт»),
М.М. СОКОЛОВ, П.П. ХВОСТЕНКО
(НИЦ «Курчатовский институт»)
Информационно-управляющая система экспериментальной термоядерной установки Токамак Т-15

Промышленные контроллеры в энергетике

52 А.Ю. БУРКОВ, М.Б. НАСЫРОВ
(ООО «АНСИС»)
Модельно-ориентированная технология разработки критичного по безопасности программного обеспечения встраиваемых систем с применением комплекса SCADE

ХРОНИКА И НОВОСТИ

58 IX Международный конгресс «Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления зданий»

61 XV РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ. Международная выставка «ЭНЕРГЕТИКА БРИКС и ШОС» XXI специализированная выставка «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. СВЕТОТЕХНИКА. КАБЕЛЬ»

64 Международный электроэнергетический форум «RUGRIDS-ELECTRO. Российские сети. Новые возможности»

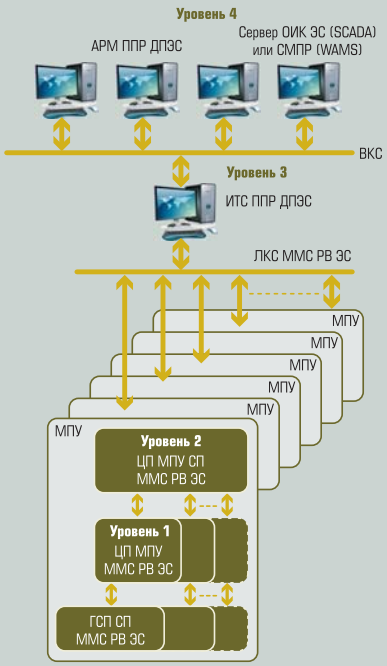
66 Новости Компании «РТСофт»

68 Advantech выпускает промышленный шлюз интернета вещей для облачных применений

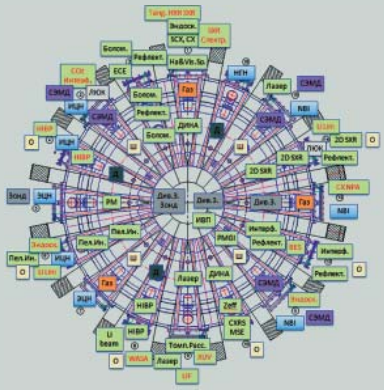
РАЗНОЕ

Изодром мудрости

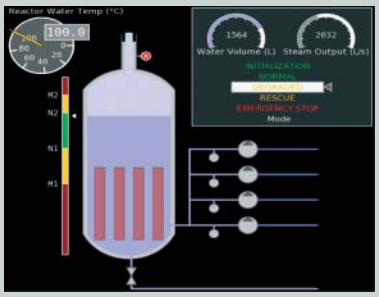
72 Статусы и афоризмы электриков и энергетиков (народный юмор)
Подборка А. ЕГОРОВА



36 *Структура многоуровневой ИУС программно-аппаратной платформы ИТС ППР ДП ЭС*



42 *Расположение основных диагностических систем Т-15*



52 *HMI интерфейс, созданный в среде SCADE Display*

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНЦЕПЦИИ Smart Grid

А.А. ГОРЧАКОВ, П.В. КАБАНОВ (ООО “ЭнергопромАвтоматизация”)

В статье приводятся примеры практической реализации концепции Smart Grid одного из ведущих отечественных разработчиков программных и технических средств в этой области. Рассмотрена система комплексной автоматизации для магистральных и распределительных подстанций, а также электростанций с использованием технологий “цифровой подстанции”, электронных бланков переключений и реализацией удаленного управления энергообъектами. Кроме того, приведено решение для автоматизации комплектных трансформаторных подстанций полной заводской готовности, а также автоматизированная система технического обслуживания и ремонта оборудования.

Ключевые слова: *Smart Grid, цифровая подстанция, удаленное управление.*

В настоящее время в России большое внимание уделяется созданию принципиально новых технологий для управления различными энергообъектами – начиная от отдельных подстанций, и заканчивая крупными энергообъединениями. Совокупность современных решений по созданию энергообъединений, интегрированных с новыми информационными технологиями получила название Smart Grid. Применение этих технологий предполагает качественно новый подход к организации управления энергосистемой. Во-первых, в самой энергосистеме создаются предпосылки для широкого внедрения основного оборудования, повышающего маневренность и управляемость сети: гибких связей, передач и вставок постоянного тока, накопителей энергии и т.п. Во-вторых, для управления сетью создается высокопроизводительная информационная инфраструктура, позволяющая в реальном масштабе времени выдавать ситуационную информацию операторам сети, позволяя тем самым предпринимать упреждающие действия по восстановлению нормальных условий.

Комплексная автоматизация объектов электроэнергетики позволяет обеспечить удаленный мониторинг и управление инфраструктурой из оперативно – технологических центров управления и, в то же время, повысить эффективность использования выездных бригад за счет своевременного информирования о возникших нарушениях на объектах и централизованной автоматизированной системы технического обслуживания и ремонта оборудования. В этом случае уменьшается стоимость владения инфраструктурой, а также увеличивается надежность системы электроснабжения.

Одним из ведущих отечественных разработчиков программных и технических средств в области Smart Grid является ООО “ЭнергопромАвтоматизация”, которое предлагает системы комплексной автоматизации для магистральных и распределительных подстанций, а также электростанций с использованием технологий “цифровой подстанции”, электронных бланков переключений и реализацией удаленного управления энергообъектами. Кроме того, разработаны решения для автоматизации комплектных трансформаторных подстанций полной заводской готовности, а также автоматизированная система технического обслуживания и ремонта оборудования.

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

ООО “ЭнергопромАвтоматизация” одной из первых в России разработало решение комплексной автоматизации на базе *цифровой подстанции*. Оно было реализовано в рамках НИОКР на Нижегородской ГЭС с использованием SCADA NPT Expert, контроллеров присоединения (NPT BAY) и выносных устройств сопряжения с объектом (NPT microRTU) собственного производства, а также устройств РЗА отечественных и зарубежных производителей.

Использование единых протоколов на базе стандартов МЭК 61850 позволило унифицировать передачу данных от микропроцессорных устройств, а использование оптических

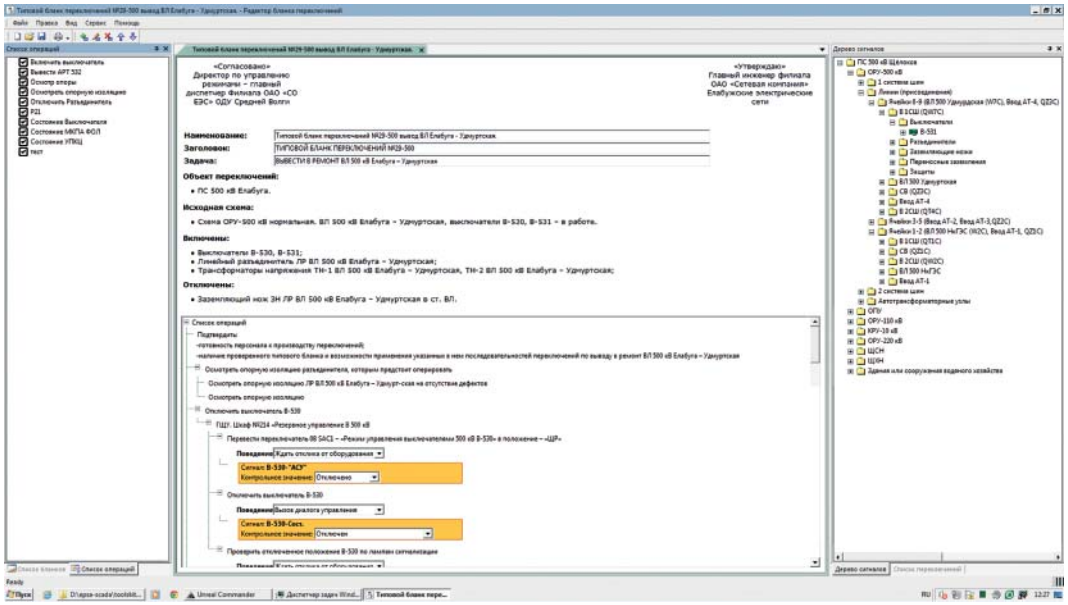


Рис. 1. Пример бланка переключений

трансформаторов, не имеющих насыщения, позволило измерительным устройствам не зависеть от величины токов короткого замыкания, что обеспечило высокую точность передаваемых измеряемых величин и корректную работу устройств РЗА.

УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Удаленное управление действующим электроэнергетическим объектом является сложным организационно-техническим мероприятием, включающим в себя передачу команд телеуправления, мониторинг состояния оборудования, управление диспетчерскими пометками (плакатами) и другое.

Решение по удаленному управлению было реализовано ООО "ЭнергопромАвтоматизация" в рамках пилотного проекта удаленного управления оборудованием подстанции Василеостровская 330 кВ. Сложность и уникальность этого проекта заключалась в том, что управление было организовано из трех диспетчерских центров, принадлежащих двум разным субъектам хозяйствования, ПАО "ФСК ЕЭС" и ОАО "СО ЕЭС". Дополнительно был обеспечен задел на будущее, когда подстанция будет эксплуатироваться без постоянного обслуживающего персонала.

УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ ПОДСТАНЦИЙ

ООО "ЭнергопромАвтоматизация" создало *систему управления группой подстанций* на базе программно-технического комплекса NPT Expert Plus.

ПТК NPT Expert Plus был успешно внедрен для автоматизации одного из энергорайонов Москвы – поселка Внуково. Внедрение системы единого диспетчерского пункта для удаленного управления группой подстанций позволило повысить эффективность оперативно-диспетчерского управления распределительной сетью за счет интеграции в рамках единого комплекса NPT Expert Plus всех задач управления, визуализации, оперативного ведения режима, вспомогательных средств мониторинга силового оборудования. Одной из особенностей проекта является территориальное распределение энергоузлов и большая удаленность диспетчерского пункта от объектов управления.

БЛАНКИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЙ

Для минимизации ошибок при удаленном управлении в программно-технический комплекс NPT Expert был интегрирован новый программный модуль "*Бланки переключений*", которым в 2013 году ООО "ЭнергопромАвтоматизация" оснастило подстанцию "Щёлоков", принадлежащую Елабужским электрическим сетям. Этот модуль предполагает автоматизацию процесса типового переключения, требующего соблюдения строгой последовательности действий, рис. 1.

Автоматизация процессов переключений посредством бланков переключений на-

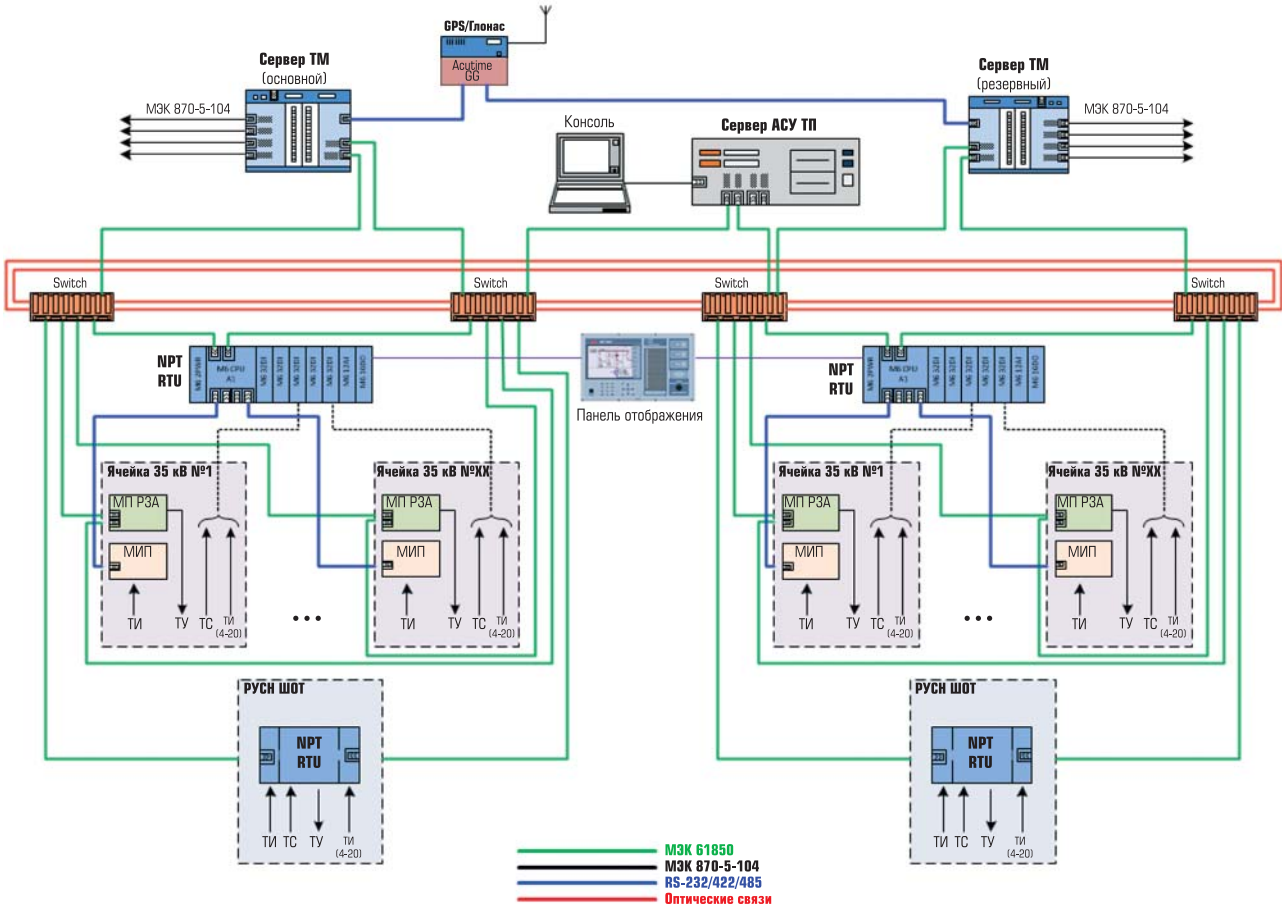


Рис. 2. Схема реализации системы автоматизации для КТП

правлена, в первую очередь, на повышение безопасности работы с электроустановками, снижение риска несчастных случаев, предотвращение случаев нерегламентных действий при выполнении переключений, на повышение общей надежности работы энергосистемы. Более того, полно и прозрачно описанный процесс коммутации вкупе с интерактивной главной схемой энергообъекта на экране монитора (или мобильного устройства) будет способствовать быстрому накоплению опыта, навыков и знаний специалистов.

ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ ПОЛНОЙ ЗАВОДСКОЙ ГОТОВНОСТИ

ООО "ЭнергопромАвтоматизация" разработало решение для комплексной автоматизации *трансформаторных подстанций полной заводской готовности* с использованием программного обеспечения SCADA NPT Expert и многофункциональных контроллеров NPT (NPT RTU и NPT BAY) собственного производства. Схема реализации системы автоматизации указана на рис. 2.

Комплексная система автоматизации обеспечивает мониторинг и управление из диспетчерского центра РЭС сетью энергообъектов, эксплуатирующихся без постоянного обслуживающего персонала.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ

ООО "ЭнергопромАвтоматизация" также предлагает решения по системе технического обслуживания и ремонта оборудования – NPT TMR.

Автоматизированная система технического обслуживания и ремонта NPT TMR используется как программное средство, обеспечивающие комплексное управление всеми активами предприятия или муниципального образования. Интеграция с авто-

матизированной системой управления технологическими процессами и телемеханикой энергообъектов позволяет в автоматическом режиме получать оперативные данные о функционировании оборудования, тем самым планируя график технического обслуживания и ремонтов. Система обеспечивает повышение эффективности использования производственных мощностей, а также сокращение рисков отказа и простоя оборудования.

ВЫВОДЫ

ООО "ЭнергопромАвтоматизация" предлагает комплексные решения по технологии Smart Grid, охватывающей все аспекты управления энергетическими ресурсами страны и готова выполнять соответствующие проекты в различных масштабах: от автоматизации подстанции и электрической сети небольшого района до комплексной системы автоматизации всех энергоресурсов города или энергообъединения.

ООО "ЭнергопромАвтоматизация".
***Горчаков Андрей Андреевич** — инженер,*
***Кабанов Павел Владимирович** — руководитель отдела подготовки базы данных.*

НОВОСТИ

НА RuGrids-Electro ОБСУДИЛИ КРИТЕРИИ ВЫБОРА СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И УПРАВЛЯЕМОСТИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

20 октября на круглом столе "Интеллектуальные приборы учета как базис для построения активно-адаптивных систем" в рамках международного электроэнергетического форума RuGrids-Electro 2015 обсудили актуальные темы в области внедрения систем коммерческого учета электроэнергии, в частности о критериях выбора систем и технологий для повышения эффективности и управляемости при построении интеллектуальных сетей. Об этом рассказал заместитель директора департамента управления проектами ГК "Системы и Технологии" Сергей Ледин.

В мероприятии приняли участие представители профильных энергетических компаний в сфере автоматизации электроэнергетики. Модератором круглого стола стала генеральный директор Центра развития коммуникаций Ирина Есипова.

Главный вопрос выступления Сергея Ледина – как в современных рыночных условиях выбрать оптимальный вариант автоматизированной системы учёта энергоресурсов и при этом обеспечить баланс экономики, качества и функционала?

В ходе выступления докладчик подчеркнул, что необходимость внедрения гибридных проектов имеет функциональное или нормативно-техническое обоснование. Финансовые показатели эффективности или неэффективности будущих проектов построения автоматизированных систем как правило не прорабатываются, либо носят формальный или ограниченный характер. Этого крайне недостаточно для принятия взвешенных решений по серьёзным инвестиционным проектам. Существенным прогрессом при выборе оптимального варианта построения автоматизированных систем может стать построение модели целевой системы, с формированием набора возможных вариантов построения по выбранным критериям.

В докладе он также указал, что модель реализации автоматизированных систем формируется на основании детального изучения и моделирования различных вариантов построения систем, объекта автоматизации и сбора исходной информации по текущему состоянию систем учёта, эффективности их использования, определения потенциала экономии ТЭР и других данных. В результате моделирования появится возможность выбора наиболее оптимального варианта по шкалам экономических показателей, например, по сроку окупаемости, функционала, производственной эффективности. Также существенным фактором выбора той или иной целевой модели автоматизированной системы будет являться обеспечение полноценного жизненного цикла системы, а именно техническое обслуживание. Характеристики и стоимость владения системой являются неотъемлемой частью процедуры оценки.

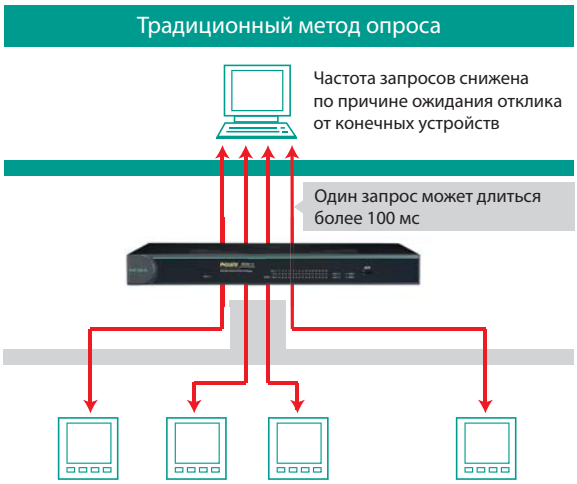
"*Взвешенный рациональный выбор системы учета энергоресурсов зависит от нескольких факторов: гибкой и надежной технологической платформы, экономического эффекта с учетом жизненного цикла системы и функциональной полноты в привязке к поставленным целям*" – отметил Сергей Ледин.

E-mail: press@sicon.ru
http://www.sicon.ru

Работа с Modbus теперь в 10 раз быстрее

Многопортовый шлюз от MOXA может объединять до 240 устройств в единую сеть Modbus. В связи с наличием в подобных системах большого количества устройств необходимо обеспечивать точную скорость доставки данных и высочайшую надежность. Для этого MGate серии MB3660-8/16 обладает следующими особенностями:

- Увеличенная в 10 раз скорость опроса
- Дублированные сетевой интерфейс и модули питания



Инновационная технология опроса заключается в том, что MGate MB3660 является удаленным контроллером, который ведет активный опрос конечных устройств, и хранит эти данные. SCADA-система, обращаясь к MGate, получает с него сразу все хранящиеся данные, значительно экономя время. Это позволяет увеличить общую скорость опроса более, чем в 10 раз!

Два порта Ethernet с независимыми IP-адресами позволяют обеспечить высочайшую доступность устройства за счет организации резервного пути.

первый официальный дистрибьютор MOXA в России с 1996 года

ipc2U Industrial PC to you 20 лет вместе MOXA®

www.ipc2U.ru www.moxa.pro

г. **Москва**, Тел.: +7 (495) 232-02-07, Факс: +7 (495) 232-0327, E-mail: sales@ipc2u.ru
г. **Санкт-Петербург**, Телефон/Факс: +7 (812) 600-7197, E-mail: spb@ipc2u.ru

СИСТЕМА ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ – КАК ИНСТРУМЕНТ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В.В. АВХАДЕЕВ (Pacific Jet Group)

В статье рассмотрена типовая система Группового регулирования мощности станции (ГРАМ), представлены основные принципы регулирования частоты турбины, детализирована специфика системы ГРАМ для типовых ГЭС. Представлена функциональная схема система ГРАМ, описаны модули планирования выработки электрической мощности, а также блок частотной коррекции (в статическом и астатическом режимах). Сформулирован рекуррентный принцип распределения мощности между гидроагрегатами ГЭС и описана система автоматического пуска в работу гидроагрегатов.

Ключевые слова: *ГРАМ , статизм/астатизм, регулирование частоты, автоматизированный пуск, рекуррентный принцип распределения мощности, оптимизация.*

ВВЕДЕНИЕ

Экономическая мощь современной России во многом зависит от электроэнергетики. Данный факт еще В.И. Ленин обозначил в качестве ключевого вектора программы электрификации страны. В современных промышленно-экономических условиях энергоэффективность, рациональное использование генерирующих мощностей особенно актуальны. Недостаточно иметь мощный генерирующий флот, важно рационально использовать этот ресурс. Фактором, осложняющим эту концепцию, является неоднородность характера и величины нагрузок, пиковые нагрузки, сезонные отклонения от планового потребления (как в рамках года, так и в рамках месяца, и даже суток), несовершенство сетей и операционные потери [1]. В последние полторы декады особенно актуальной стала программа “умных сетей” и даже “умных городов”. Суть программы вкратце можно сформулировать следующим образом:

- оптимизация самих нагрузок электрических сетей, как таковых;
- оптимизация перераспределения электроэнергии, в рамках отдельно взятого сектора, района и даже области [2];
- хэджирование рисков и форс-мажорных обстоятельств, компенсация их негативного влияния;
- более рациональное планирование генерации энергии, исходя из потребностей трех вышеизложенных пунктов (что приводит к экономии топливных ресурсов в случае с теплоэнергетикой и продление ресурса эксплуатации оборудования в гидроэнергетике).

Для достижения целей на уровне электрических сетей, достаточно привлечения мощного инструментария статистики в математическом аппарате контроллеров. Но не следует забывать, что “умная сеть” это механизм передачи и перераспределения электрической энергии, но никак не генерации ее. Иными словами, “умная сеть” является необходимым, но недостаточным звеном “умного города”. Краеугольным камнем в этой цепи является “интеллектуальная начинка” электростанции, позволяющая оптимизировать ее работу в зависимости от ситуации, условий и потребностей. Речь идет не об АСУ ТП станции, как таковой, а об ее надстройке, именуемой Системой группового регулирования мощности (далее ГРАМ), как следует из названия и базовых принципов электротехники, в задачи данной системы входит регулирование как частоты, так и мощности [2]. В рамках данной статьи рассматривается пример системы ГРАМ в гидроэнергетике.

Учитывая создавшуюся актуальность, было принято решение оборудовать системой ГРАМ одну из существующих электростанций Каскада Кубанских ГЭС ОАО “Русгидро”, а именно ГЭС2. Роль основного разработчика, поставщика и генподрядчика взял на себя хорошо известный француз-

ский энергетический концерн. Принимая во внимание возраст установленного оборудования, отсутствие (на момент начала проекта) современной АСУ ТП (на станции были лишь компоненты РЗА и элементарные регуляторы) и многие другие причины, проект оказался сложным как с технической, так и с организационной точки зрения. Несмотря на все сложности, он был доведен до конца, с существенной долей локализации в России (сборка всей системы, узла коммерческого учета и других подсистем, проведение заводских приемочных испытаний). В данной статье сделан особый фокус на базовые основы данной системы, описаны принципы управления, основные компоненты. Очевидные же аспекты, как то: архитектура и описание типов модулей, в данной статье опущены, так как данная информация носит исключительно рекламный характер (для этих целей уже опубликовано несколько статьей о компонентах ПТК и системе вибромониторинга).

ПРИНЯТЫЕ ПОДХОДЫ К РЕГУЛИРОВАНИЮ ЧАСТОТЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

К сожалению, по непонятным причинам, современную электроэнергетику России в прессе принято критиковать, обозначая ее недостаточную мощность и устаревший флот, доставшийся от СССР. Данные высказывания не отражают всей объективной картины. Именно в России, на законодательном уровне обозначено, что любая гидроэлектростанция, работающая на региональную электросеть и обладающая мощностью более 30 МВт и количеством гидроагрегатов (ГА) более 3, должна быть оборудована системой регулирования частоты и мощности, т.е системой ГРАМ [3]. Нетрудно догадаться, что, в отличие от многих других стран, именно Россия начала реализацию долгосрочной программы “умных сетей” и закрепила необходимые постулаты на законодательном уровне.

Необходимость регулирования частоты обуславливается существующими требованиями к качеству электрической энергии. В России такие требования предъявляются согласно:

- ГОСТ 54149-2010. Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения.
- ГОСТ Р 55890-2013. Оперативно-диспетчерское управление. Регулирование частоты и перетоков активной мощности.

При этом регулирование электроэнергетического режима по частоте и перетокам активной мощности должно осуществляться с использованием первичного (общего и нормированного), вторичного и третичного регулирования. Требования к данным типам регулирования частоты содержатся в ГОСТ Р 55890-2013, а также в стандарте ОАО “СО ЕЭС”.

ПЕРВИЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

Первичное регулирование частоты (время мобилизации не более 30 с) является основным средством ограничения отклонений частоты. Первичное регулирование частоты осуществляется регуляторами скорости турбины, которые инициируют быстрое изменение моментов турбин агрегатов (энергоблоков) на электростанциях в зависимости от направления и величины отклонения скорости вращения турбин от заданной [1]. В общем первичном регулировании частоты (ОПРЧ) должно участвовать все генерирующее оборудование, за исключением энергоблоков АЭС с РБМК (реактор большой мощности канальный) и РБН (реактор на быстрых нейтронах). Причиной этого является факт, что эти реакторы спроектированы на работы в некотором оптимальном режиме с постоянной мощностью, и повышение/понижение уставок по мощности для них крайне нежелательно. Нормированное первичное регулирование частоты (НПРЧ) должно осуществляться выделенными электростанциями (энергоблоками).

Характер первичного регулирования имеет пропорциональный характер – требуемая первичная мощность прямо пропорциональна отклонению частоты от зоны нечувствительности с заданным статизмом. Статизмом агрегата (энергоблока, электростанции) называется отношение следующих величин: величины отклонения частоты от номинального значения, выраженной в долях номинальной частоты к величине требуемой первичной мощности, выраженной в долях номинальной мощности агрегата (энергоблока, электростанции). На уровне одиночного агрегата за первичное регулирование частоты отвечает, как правило, регулятор скорости турбины, на уровне электростанции, первичное регулироване частоты может обеспечиваться также системой группового регулирования активной мощности (ГРАМ).

При отклонениях частоты, превышающих зону нечувствительности первичного регулирования (выходе частоты за установленную “мёртвую полосу” первичного регулирования), генерирующее оборудование электростанции должно обеспечить реализацию требуемой первичной мощности, рис. 1.

ВТОРИЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

Вторичное регулирование частоты (время мобилизации не более 15 мин.) корректирует действие регуляторов скорости на электростанциях, выделенных для астатического регулирования частоты и внешних перетоков в зоне регулирования. Вторичное регулирование частоты обеспечивает восстановление частоты в энергосистеме и реализованных при действии первичного регулирования резервов первичного регулирования. Величины резервов вторичного регулирования на загрузку и разгрузку должны быть достаточными для компенсации нерегулярных отклонений мощности, компенсации расчётных небалансов активной мощности. Величины нерегулярных отклонений и расчётных небалансов активной мощности в ЕЭС России должны определяться системным оператором, а в технологически изолированных территориальных энергосистемах – соответствующими субъектами оперативно-диспетчерского управления.

В ЕЭС России функцию вторичного регулирования частоты выполняет система автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности (АРЧМ). В технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах система вторичного регулирования определяется субъектом оперативно-диспетчерского управления. Осуществление субъектами оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике функций вторичного регулирования производится путём выдачи диспетчерских команд на изменение активной мощности генерирующего оборудования и/или выдачи заданий вторичной мощности с использованием ЦС (ЦКС) АРЧМ [2].

ТРЕТИЧНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ

Третичное регулирование частоты осуществляется для поддержания заданных величин резервов вторичного регулирования, их восстановления в процессе регулирования частоты

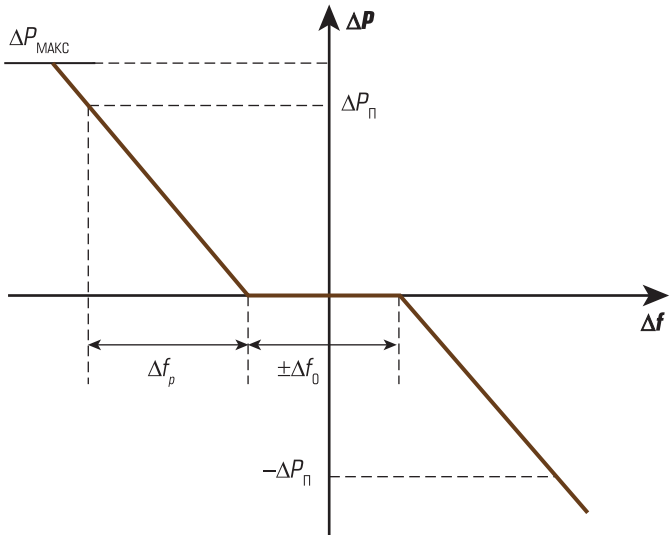


Рис. 1. Основная статическая характеристика первичного регулирования:
$\pm\Delta f_0$ – мёртвая зона по частоте, Δf_p – отклонение частоты сверх мертвой зоны, $\Delta P_п$ – величина задания дополнительной мощности первичного регулирования частоты

и перетоков активной мощности. Объёмы резервов третичного регулирования, размещаемые субъектом оперативно-диспетчерского управления, должны быть достаточными для восстановления резервов вторичного регулирования.

Временной регламент использования резерва третичного регулирования должен исключать полное исчерпание резерва вторичного регулирования. При внезапном возникновении больших небалансов мощности для предотвращения недопустимого изменения и восстановления частоты предусматривается и используется также противоаварийная автоматика. Указанная автоматика ограничивает отклонения частоты при нарушениях баланса активной мощности, обеспечивая требуемые условия для работы электрических станций и предотвращая развитие нарушений баланса активной мощности [1].

ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ГРАМ

Общее назначение системы ГРАМ

Система ГРАМ предназначена для автоматического распределения между агрегатами плановой и внеплановой мощности, и дает возможность автоматизированного участия станции в первичном и во вторичном регулировании частоты в энергосистеме. Система ГРАМ осуществляет также третичное регулирование частоты путем поддержания заданных величин резервов вторичного регулирования.

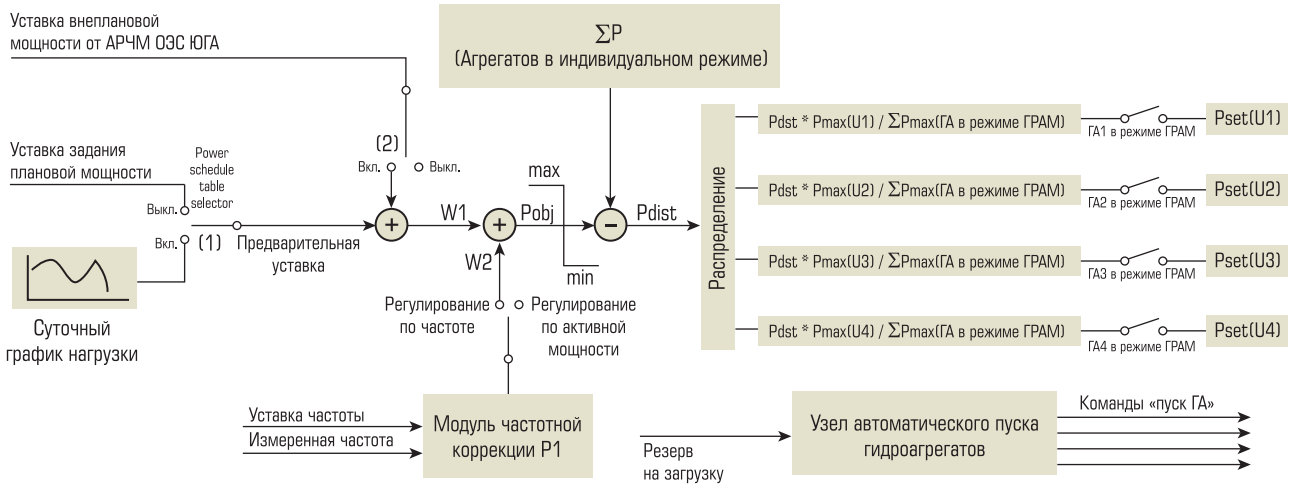


Рис. 2. Функциональная схема алгоритма системы ГРАМ

Система ГРАМ позволяет оптимизировать режим работы станции и уменьшить износ основного оборудования станции, повысить точность исполнения диспетчерского графика выработки электроэнергии [3].

Специфика работы ГРАМ применительно к гидроэлектростанциям

В отличие от тепловых электростанций ГЭС и ГАЭС являются наиболее гибкими элементами любой энергосистемы. Они позволяют иметь дополнительные функции, а именно:

- покрывать пики нагрузок;
- обеспечивать дополнительный, аварийный резерв;
- обеспечивать быстрый прирост нагрузки в энергосистеме;
- сглаживать условия работы системы во время спадов нагрузки;
- участвовать в покрытии потребности системы в реактивной мощности.

Дополнительно ГЭС участвуют в регулировании водного баланса водохранилищ, регулировании стока рек. Данные функции обеспечиваются выполнением диспетчерского графика выработки электроэнергии, который учитывает суточные и сезонные изменения нагрузки в энергосистеме региона, а также оптимизирует водный режим стока рек с целью наиболее полного и соответственно рационального использования водных ресурсов, с учетом сезонных колебаний стока рек и наполняемости водохранилищ. Выполнение данного диспетчерского графика наряду с регулированием частоты в энергосистеме также является одной из приоритетных задач, которую решает система ГРАМ в условиях гидроэлектростанции. Кроме того, участие в регулировании уровня воды в реках и локальных водохранилищах положительно сказывается на экологической обстановке района, где расположена ГЭС.

Спецификой регулирования мощности в условиях ГЭС также является широкий диапазон регулирования мощности от нуля до максимальной загрузки гидроагрегатов, при котором возможен перевод гидроагрегатов через зоны ограниченной, или недопустимой работы. Автоматический перевод через зоны ограниченной, или недопустимой работы гидроагрегатов не допускается в соответствии с требованиями стандарта ОАО “СО ЕЭС” СТО 590112820.29.240.002-2010.

Функциональная схема системы ГРАМ

На рис. 2 приведена функциональная схема алгоритма системы ГРАМ, реализованной в проекте ГЭС.

Алгоритм ГРАМ состоит из следующих основных узлов:

- узел задания плановой мощности ГЭС;
- узел задания внеплановой мощности ГЭС (от АРЧМ);
- модуль частотной коррекции;
- узел распределения мощности между гидроагрегатами;
- узел автоматического пуска гидроагрегатов.

Узел задания плановой мощности ГЭС

Узел предназначен для обеспечения задания требуемой выработки электроэнергии

ГЭС в соответствии с диспетчерским графиком. Спецификой процедуры коммерческого учёта электроэнергии является почасовая фиксация значения выработанной генерирующей компанией электроэнергии. Значение фиксируется с помощью приборов коммерческого учёта в конце каждого часа. Должна быть обеспечена требуемая точность исполнения диспетчерского графика, как правило, это ±1 % от часовой выработки.

Узел задания плановой мощности состоит из блока суточного графика задания плановой мощности, задатчика-уставки плановой мощности ГЭС в ручном режиме, а также селектора (1), позволяющего оператору выбрать режим задания плановой мощности (по графику нагрузки, или вручную).

Режим суточного графика нагрузки

Блок суточного графика задания плановой мощности представляет собой таблицу с почасовым заданием выработки электроэнергии. Для удобного перехода через сутки таблица имеет два набора уставок "на сегодня" и "на завтра". В ноль часов набор уставок "на сегодня" автоматически переписывается новыми значениями. Это позволяет оператору заблаговременно подготовить суточный график на следующий день. Блок суточного графика автоматически интегрирует текущую мощность ГЭС и строит прогноз выработки электроэнергии на конец каждого часа по пропорциональному закону с учетом времени, которое прошло от начала часа и значения выработанной от начала часа электроэнергии. Выход блока суточного графика автоматически корректируется на величину ΔP с учетом данного прогноза. Корректировка производится по пропорциональному закону на основании разности между прогнозируемым и заданным в таблице значениями почасовой выработки электроэнергии[1]:

$$E_{\text{прогноз.}}(\tau) = \frac{T \cdot \int_0^{\tau} P_{\text{измерен.}}(t) \cdot dt}{\tau}$$ – прогноз выработки электроэнергии на конец часа;

(где: $\tau = 0 \ldots 1$ [час] – время, которое прошло от начала текущего часа, $T = 1$ [час] – интервал фиксации выработки электроэнергии).

[1] Во избежание неточности вычислений для малого интервала времени расчёт поправки ΔP производится только для значений $\tau = 0{,}1 \ldots 0{,}9$ [час]: при значениях $\tau < 0{,}1$ ΔP принимается равной нулю, а при $\tau > 0{,}9$ поправка ΔP "замораживается" на последнем рассчитанном значении.

$$\Delta P = \frac{E_{\text{задан. табл.}} - E_{\text{прогноз.}}}{T - \tau}$$ – поправка к почасовому заданию мощности с учётом прогноза.

Необходимо отметить, что данный модуль позволяет реализовать алгоритмы "продвинутых" систем управления. Сама постановка задачи подразумевает широкие возможности для использования прогнозных моделей и алгоритмов предикативного управления.

Ручной режим задания плановой мощности

Уставка плановой мощности ГЭС в ручном режиме (в верхнем положении селектора) вводится оператором ГЭС вручную. В этом случае оператор следит за выработкой электроэнергии самостоятельно, и при необходимости корректирует уставку задания плановой мощности ГЭС. Очевидно, что данная функция актуальна либо в аварийных случаях, либо в периоды сезонных отклонений (половодья, заливы, или крупные строительства в бассейне, в районе ГЭС).

В любом из вышеуказанных режимов на выходе узла формируется предварительная уставка мощности ГЭС.

Узел задания внеплановой мощности ГЭС (от АРЧМ)

Узел предназначен для вторичного регулирования частоты (совместно с АРЧМ системного оператора). На уровне ГРАМ реализован модуль обмена информацией с ЦС (ЦКС) АРЧМ системного оператора. Используется резервированный канал связи по стандартному протоколу МЭК 60870-5-104. Модуль обмена информацией выполняет функции приёма и передачи телеинформации с контролем исправности каналов связи.

Модуль ЗВМ (модуль задания вторичной мощности) выполняет следующие функции:

- включения/отключения централизованного управления от ЦС (ЦКС) АРЧМ;
- приёма и обработки вторичного задания мощности ГЭС;
- защиты от недопустимого изменения вторичного задания (защита от "скачка");
- блокировки изменения вторичного задания с запоминанием на выходе ЗВМ предшествующего значения;
- оперативного ввода ограничения диапазона вторичного задания.

В режиме “централизованный” вторичное задание мощности передается на выход модуля ЗВМ. Режим “централизованный” активируется автоматически с помощью селектора (2) по команде от АРЧМ, при условии, что оператор станции включил режим “предварительно централизованный” (разрешение на включение “централизованного” режима). Блокировка выхода ЗВМ с запоминанием предшествующего значения производится при получении команд от противоаварийной автоматики на отключение гидроагрегатов, данная блокировка снимается вручную оператором станции. При обнаружении неисправности каналов связи ГРАМ с АРЧМ выход ЗВМ также блокируется с запоминанием предшествующего значения на время фиксации данной неисправности, и деблокируется автоматически при восстановлении связи с АРЧМ. Модуль ЗВМ также формирует информацию для АРЧМ о доступных резервах вторичного регулирования ГЭС на загрузку и разгрузку, а также сигналы исчерпания этих резервов.

В режиме “централизованный” задание вторичной мощности суммируется с предварительной уставкой мощности ГЭС, которая вычисляется на выходе узла задания плановой мощности. Результатом суммирования является величина W1 (плановое задание мощности плюс задание вторичной мощности от АРЧМ).

Модуль частотной коррекции

Узел предназначен для осуществления первичного регулирования частоты как в статическом, так и в астатическом режимах.

Статический режим (режим регулирования мощности)

В статическом режиме модуль производит первичное регулирование частоты по пропорциональному закону с заданным статизмом Вр и мёртвой зоной по частоте. Этот режим – основной для ГРАМ – описан ранее в разделе “первичное регулирование частоты”, основная статическая характеристика первичного регулирования приведена на рис. 1.

Астатический режим (режим регулирования частоты)

В астатическом режиме модуль частотной коррекции работает по PI-закону регулирования с постоянной времени интегрирования превышающей постоянную времени интегрирования регулятора скорости турбины, работающего в режиме регулирования частоты. Астатический режим включается автоматически в трех случаях:

- заданная величина статизма практически равна нулю: Вр < 0,01 %;
- оператор выбрал режим регулирования по частоте, например, при работе на изолированный район;
- хотя бы один регулятор скорости турбины перешёл в режим работы по частоте, при выходе частоты за пределы допустимой зоны, задаваемой в контроллере регулятора скорости турбины.

Обратное переключение на статический режим (основной) происходит при отсутствии всех вышеперечисленных условий.

Модуль частотной коррекции всегда активен, выход модуля *W*2 суммируется с выходом *W*1 предыдущего сумматора и представляет собой величину задания мощности ГЭС: P_{obj}, т.е. сумму планового задания мощности, задания вторичной мощности, и выхода частотного корректора.

На величину P_{obj} накладываются ограничения минимальной и максимальной мощности ГЭС, которые определяются технологическими ограничениями устанавливаемым региональным диспетчерским управлением и технологическими ограничениями, устанавливаемыми оператором станции, в зависимости от главной схемы выдачи мощности ГЭС. После применения данных ограничений из уставки P_{obj} исключается (вычитается) суммарная мощность гидроагрегатов, работающих в режиме индивидуального управления, т.е. исключенных из режима ГРАМ. Оставшаяся часть нераспределённой мощности ГЭС (величина P_{dist}) передается в узел распределения мощности между гидроагрегатами.

Узел распределения мощности между гидроагрегатами

Узел предназначен для распределения активной мощности между гидроагрегатами с учётом технологических ограничений гидроагрегатов и зон нежелательной и недопустимой работы. Мощность (величина P_{dist}) распределяется между гидроагрегатами, участвующими в регулировании ГРАМ пропорционально их максимальной мощности, задаваемой оператором станции. Если гидроагрегаты, участвующие в регулировании

ГРАМ имеют одинаковую максимальную мощность, тогда P_{dist} распределяется равномерно между гидроагрегатами. Блок распределения мощности между гидроагрегатами работает с учётом границ зон ограниченной, или недопустимой работы гидроагрегатов. Верхняя и нижняя границы зоны, ограниченной, или недопустимой работы, задаются оператором, и используются как параметры для блока распределения мощности. Для точного распределения уставки P_{dist} между гидроагрегатами в алгоритме ГРАМ применен рекуррентный метод расчёта. Схематично этот метод представлен на рис. 3.

Работает этот алгоритм следующим образом: первый блок (ГА № 1) “отбирает” для первого ГА часть мощности $P1_{set}$, которая вычисляется пропорционально отношению максимальной ГА № 1 к суммарной максимальной мощности всех ГА, участвующих в ГРАМ (долевая составляющая ГА № 1 по мощности). Если, при этом, ГА № 1 достиг границы зоны ограниченной, или недопустимой работы, то величина $P1_{set}$ будет “заморожена” на границе этой зоны с выдачей соответствующего сообщения оператору. В соответствии с требованиями стандарта ОАО “СО ЕЭС” СТО 590112820.29.240.002-2010 оператор должен выполнить перевод ГА через зону вручную в режиме индивидуального управления (после вывода из этой зоны возможно переключение в автоматический режим).

Нераспределённый остаток мощности передается на вход следующего блока ГА № 2. Блок ГА № 2 действует аналогичным образом, далее подключаются по цепочке другие блоки (ГА № 3 и 4). Если осталась нераспределённая мощность P_{add}, например, в случае, если некоторые из ГА “замерли” на границах их зон ограниченной, или недопустимой работы, то эта величина как добавочное слагаемое передаётся снова на вход первого блока и обрабатывается по цепочке в следующем цикле контроллера.

Таким образом, те гидроагрегаты, которые достигли границ зон ограниченной, или недопустимой работы остаются на этих границах до тех пор, пока оператор их не переведёт через зоны вручную, остальные гидроагрегаты “берут” на себя всю оставшуюся нераспределённую мощность равномерно, или пропорционально заданным значениям их максимальной мощности.

В частном случае, когда ни один из гидроагрегатов не находится в близи зоны ограниченной, или недопустимой работы, а параметр “максимальная мощность” – одинаковый для

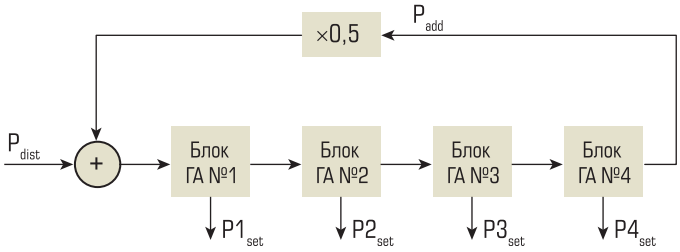


Рис. 3. Рекуррентный алгоритм распределения мощности между гидроагрегатами (P_{add} – остаток нераспределенной мощности, $P1_{set}$, $P2_{set}$, $P3_{set}$, $P4_{set}$ – индивидуальные уставки мощности для ГА № 1, 2, 3, 4)

всех агрегатов, тогда P_{dist} делится равномерно между гидроагрегатами. Если гидроагрегат не участвует в ГРАМ, тогда соответствующая уставка $P1_{set}$, $P2_{set}$, $P3_{set}$, или $P4_{set}$ принимает значение ноль, а на выход блока (справа) просто повторяет входное значение блока (слева).

В контроллер скорости гидроагрегата соответствующие уставки $P1_{set}$, $P2_{set}$, $P3_{set}$, $P4_{set}$ передаются не сразу, а через блок, ограничивающий максимальную скорость изменения уставки мощности, эта скорость задаётся, как параметр.

Узел автоматического пуска гидроагрегатов

Узел предназначен для поддержания заданных величин резервов вторичного регулирования, или третичного регулирования частоты.

При исчерпании резерва ГЭС на загрузку и при условии готовности к пуску в генераторный режим гидроагрегата, находящегося под управлением ГРАМ производится автоматический пуск гидроагрегата с последующим логическим включением его в алгоритм распределения мощности между гидроагрегатами. Приоритет (очередность) гидроагрегатов, находящихся под управлением ГРАМ, для автоматического пуска следующий:

- в первую очередь пускается в генераторный режим гидроагрегат, находящийся в режиме холостого хода;
- во вторую очередь пускается гидроагрегат, находящийся в режиме останова при условии его готовности к пуску;
- при прочих равных условиях приоритет (очередность) гидроагрегатов для автоматического пуска устанавливает оператор станции.

Если при выполнении программы пуска в генераторный режим происходит сбой, ошибка или временный приостанов программы пуска (например, из-за превышения времени выполнения той, или иной технологической операции, а также нарушения кон-

тролируемых условий на той, или иной стадии программы пуска), то узел автоматического пуска гидроагрегатов, с выдержкой времени, повторяет попытку пуска соответствующего гидроагрегата еще два раза. При неудаче подается команда на останов гидроагрегата, и следующий по приоритету гидроагрегат пускается в генераторный режим [2].

Гидроагрегат, на котором был выявлен сбой во время программы пуска в генераторный режим, получает статус “блокирован для автоматического пуска”. Эта блокировка снимается вручную оператором, разумеется, после соответствующего разрешения начальника смены.

При исчерпании резерва ГЭС на разгрузку гидроагрегаты не останавливаются автоматически, а их уставки мощности снижаются до минимальных значений для каждого из ГА, работающих под управлением ГРАМ. Решение об останове гидроагрегата принимает начальник станции, а оператор останавливает их в режиме индивидуального управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложно в рамках одной статьи описать всю систему ГРАМ. Очевидно, что в ее состав входит еще несколько подсистем мониторинга, диагностики и интеграции с существующей АСУ ТП, есть отдельные модули телеметрии, коммерческого учета и проч. Значение внедрения данной системы трудно переоценить как технически, так и организационно.

С технической точки зрения достигнуто оптимальное распределение между агрегатами плановой и внеплановой мощности, станция участвует в первичном, вторичном и даже третичном регулировании частоты в энергосистеме, причем это осуществляется в автоматическом режиме. Оптимизирован общий режим работы электростанции, уменьшился износ оборудования, и, что немаловажно, повысилась точность исполнения диспетчерского графика выработки электроэнергии.

С организационной точки зрения, именно для системы ГРАМ под руководством автора (тогда он был Исполнительным Директором крупного французского энергетического концерна) была организована сборка и отладка системы на территории России, а также первые в России заводские приемочные испытания (впервые за всю историю работы французов на Российском рынке). Были организованы новые рабочие места, а в рамках разработанного “Плана передачи знаний и технологий”, квалификация Российских инженеров была существенно повышена.

Список литературы

1. *ГОСТ 54149-2010.* Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения.
2. *ГОСТ Р 55890-2013.* Оперативно-диспетчерское управление. Регулирование частоты и перетоков активной мощности.
3. *ГОСТ Р 55890-2013* и стандарт ОАО “СО ЕЭС”.

Pacific Jet Group.
Авхадеев Вадим Вилевич *— канд. техн. наук, вице-президент, член Совета директоров.*

НОВОСТИ

HP ПОМОГАЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ КОМПАНИЯМ ПЕРЕЙТИ НА ТЕХНОЛОГИИ NFV

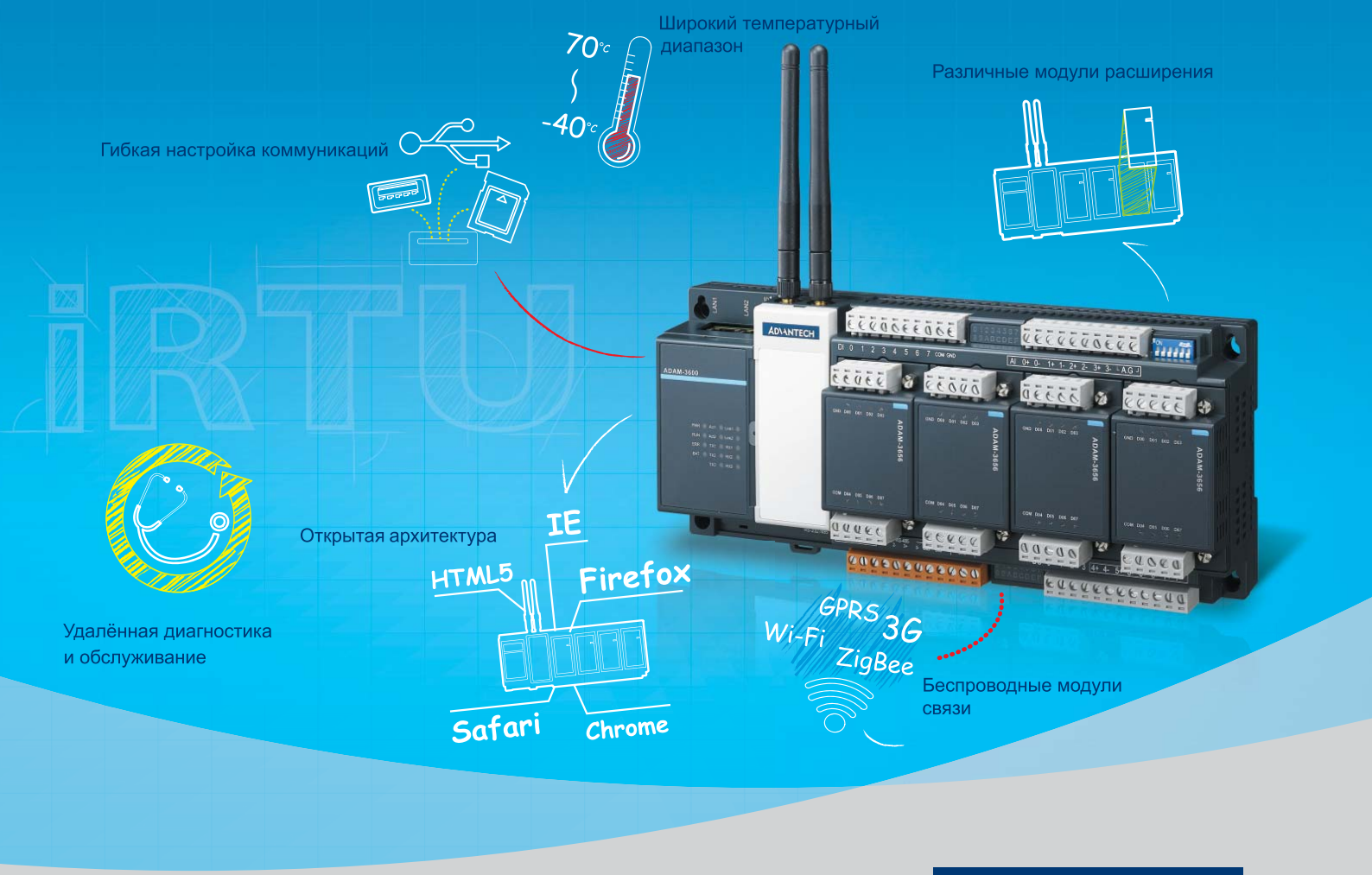
HP представляет результаты совместного проекта с F5 Networks, Nuage Networks и Telstra, ведущей телекомунникационной ИТ-компанией Австралии, с целью разработки экспериментальной версии платформы виртуализации сетевых функций (NFV). Это решение получило сертификат Европейского института по стандартам в области телекоммуникаций (ETSI). Оно призвано обеспечить провайдерам коммуникационных услуг документированную и воспроизводимую концепцию технологии NFV, которую можно использовать в будущих развертываниях.

Экспериментальный проект ETSI #38 был представлен в ETSI NFV PoC ZONE на Международном конгрессе SDN & OpenFlow, который проходил с 12 по 16 октября в Дюссельдорфе (Германия).

Для Telstra участие в проекте — это возможность получить опыт использования программно-определяемых сетей в инфраструктуре NFV, а также протестировать методологию NFV. Экспериментальная версия позволяет Telstra глубже понять лежащие в основе NFV технологии, а также узнать, как архитектура NFV влияет на работу сети.

Более подробная информация о платформе HP NFV доступна на сайте www.hp.com/go/nfv или по хэштегу @hpnfv в Twitter.

Беспроводное УСПД от Advantech



ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Промышленный контроллер для нефтегазовой отрасли

ADAM-3600 представляет собой удаленный терминал (УСПД) для применения в нефтегазовой отрасли и коммунальном хозяйстве. Интеллектуальные сетевые узлы в концепции IoT обеспечивают надежную передачу данных от полевых устройств к серверам при помощи проводных или беспроводных коммуникаций. Именно это и является основой архитектуры Интернета Вещей.

ADAM-3600 обладает высокопроизводительным процессором с низким энергопотреблением, несёт на себе 20 портов ввода/вывода и обеспечивает возможности проводных и беспроводных коммуникаций. Встроенная ОС реального времени и БДРВ имеют открытые интерфейсы и поддерживают различные языки программирования.

ADAM-3600

Беспроводное интеллектуальное УСПД с 8AI / 8DI / 4DO / 4 слота расширения

ADAM-3617

4-х канальный модуль аналогового ввода

ADAM-3651

8-ми канальный модуль дискретного ввода

ADAM-3660

4-х канальный модуль релейных выходов

Advantech Co., Ltd.
Представительство в России

Тел.: +7(495) 644-03-64
8-800-555-01-50 (бесплатно по РФ)
Email: info@advantech.ru

www.advantech.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДОГОВОРАМИ В ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЯХ

А.В. ЗУБКОВ, И.В. ДЕМИН (ООО "ПКФ "Бест Софт")

В статье рассматриваются вопросы построения автоматизированной системы управления договорами на предприятии. Приведены принципы ее построения, описаны основные бизнес-процессы, структура и состав функциональных модулей. Особое внимание уделено вопросам интеграции модулей системы с другими подсистемами финансово-хозяйственной деятельности и управленческого учета.

Ключевые слова: *договоры, регистрация договора, обязательства, технологическое присоединение, транспорт электроэнергии.*

Ведение договоров и мониторинг их исполнения являются одним из важнейших бизнес-процессов на предприятиях электросетевого комплекса. В области энергетики сложились свои специфические требования к данному бизнес-процессу, что обусловлено особенностями реализации основных видов деятельности (технологических присоединений, транспорта электроэнергии), а также требований, предъявляемых к ведению договоров как со стороны внутреннего аудита, так и со стороны внешних контролирующих организаций.

Для эффективного управления договорами в электросетевых компаниях должна быть создана и внедрена автоматизированная система управления договорами, которая отвечает всем требованиям, предъявляемым к организации договорной деятельности, а также интегрируется со смежными информационными системами такими как управление закупками, управление активами, бухгалтерский учёт, транспорт электроэнергии и технологические присоединения.

Автоматизированная система управления договорами должна обеспечивать решение следующих задач:

- Формирование проекта договора, в том числе на основании данных по закупочным процедурам, планирующимся технологическим присоединениям, заявкам на передачу электроэнергии.
- Формирование графика поставок и платежей.
- Согласование договора.
- Исполнение обязательств по договору.
- Формирование внутренней и внешней управленческой отчетности.
- Автоматический обмен данными с торговыми площадками.

Данные задачи решаются на основе различных платформ: "SAP", "1С:Предприятие", "Oracle". Однако ни одна из систем не обеспечивает комплексную автоматизацию вышеперечисленных задач.

При анализе рынка по критерию цена-качество можно выделить разработку "Управление договорами" компании ООО "ПКФ "Бест Софт", направленную на автоматизацию договорной деятельности электросетевых компаний (рис. 1).

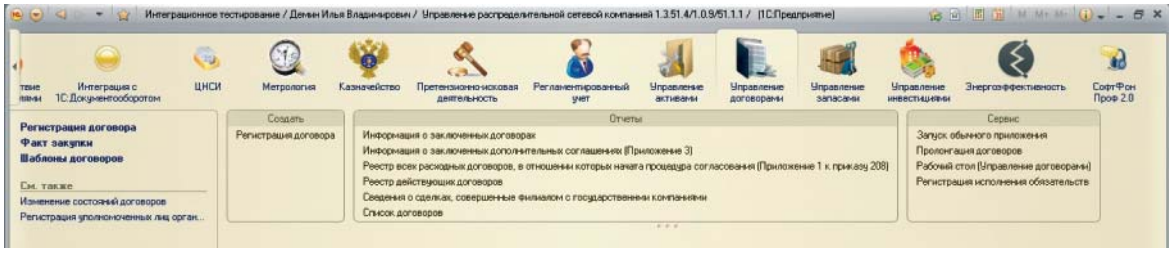


Рис. 1. Рабочий стол пользователя системы "Управление договорами"

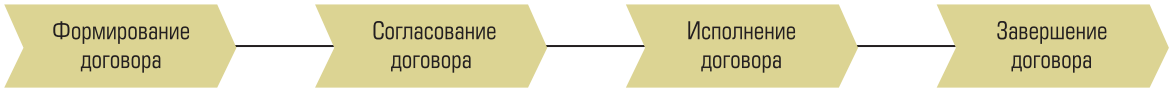


Рис. 2. Структура бизнес-процесса договорной деятельности на предприятии

Общая схема бизнес-процесса “Управление договорами” представлена на рис. 2.

В рамках подсистемы “Управление договорами” можно выделить четыре процесса:

- Формирование проекта договора.
- Согласование договора.
- Исполнение договора.
- Завершение договора.

Требования к ведению договоров детализируются во внутренних регламентных документах предприятия. При этом, в процессе проектной деятельности по внедрению систем управления договорной деятельностью, накоплен опыт по регламентации бизнес-процесса, который реализован в виде типовых документов.

Процесс “Формирование проекта договора” представляет собой совокупность следующих действий:

- Создание договора на основании результатов закупочных процедур.
- Создание договора на основании технических условий на технологическое присоединение.
- Создание договора на основании заявок на передачу электроэнергии.
- Наполнение карточки договора информацией в соответствии с видом договора (рис. 3).

Согласование договора может быть реализовано как ручным способом- путем смены статуса договора, так и в интеграции с системой “1С:Докуметооборот” – в соответствии с настроенными маршрутами согласования (рис. 4). В случае интеграции с системой “1С:Документооборот” пользователям предоставляется возможность самостоятельно настроить маршруты согласования и отслеживать сроки согласования договоров. Кроме того, в рамках данного процесса к договору могут быть прикреплены сопутствующие электронные документы (скан-копии договоров и доп. соглашений, подписанные листы согласования, протоколы разногласий и т.п.). Процесс включает в себя формирование отчета по договорам, в отношении которых начата процедура согласования и отчета по заключенным договорам.

В рамках процесса “Исполнение договора” реализуется связь между структурой обязательств, описанной в договоре, и документами, отражающими исполнение обязательств

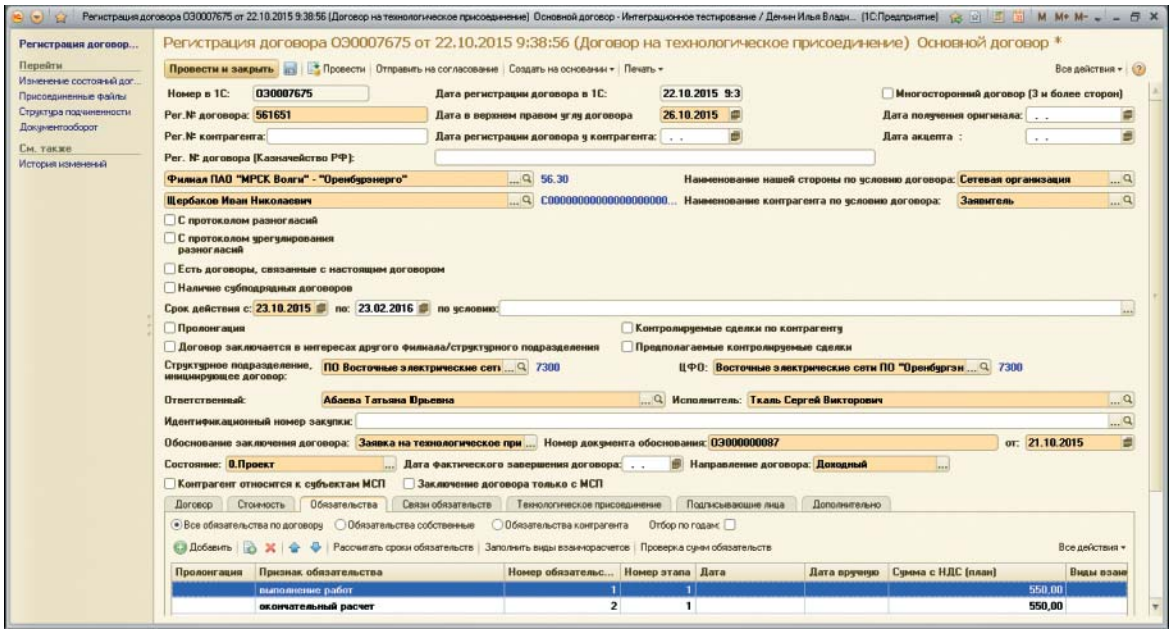


Рис. 3. Заполненный документ “Регистрация договора”

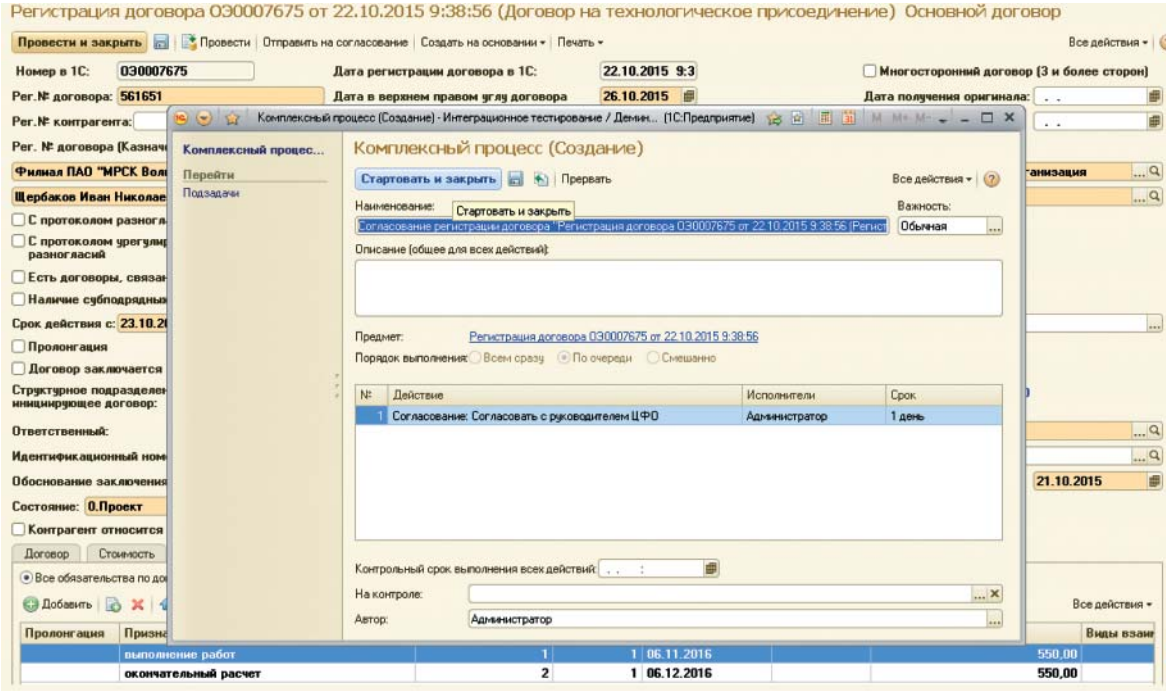


Рис. 4. Согласование проекта договора через информационную систему "1С:Документооборот"

по договору. Данный процесс обеспечивает ввод всех изменений по договору, возникающих в ходе его исполнения, и включает в себя следующие действия:

- Контроль обязательств.
- Контроль сроков завершения договоров.
- Создание дополнительных соглашений.
- Пролонгация договора.
- Формирование отчетов по исполнению договоров и по заключенным доп. соглашениям (рис. 5).

Процесс "Завершение договора" обеспечивает отражение исполнения всех обязательств по договору, либо закрытие договора по соглашению сторон. При полном соответствии плановых и фактических сумм обязательств договор закрывается автоматически. В случае, если договор был завершен принудительно при неисполнении обязательств контрагентом, договор может послужить основанием для формирования претензии или иска.

Система "Управление договорами" является одной из составных частей ERP-системы и, соответственно, интегрируется с блоками финансово-хозяйственной деятельности, производственного и управленческого учета.

Схема интеграции с блоками ERP-системы представлена на рис. 6.

Система управления договорами тесно взаимодействует с такими блоками, как:

- Управление претензионно-исковой деятельностью.
- Управление транспортом электроэнергии.
- Технологические присоединения.
- Управление закупками.
- Бухгалтерский учет и отчетность.
- Управление финансами и Казначейство.
- Управление запасами.

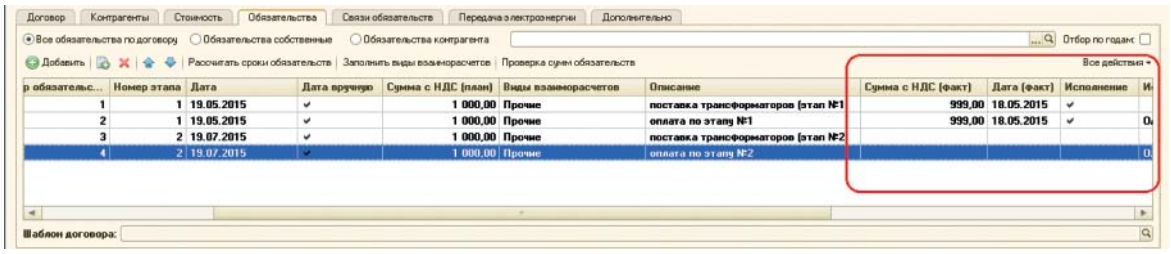


Рис. 5. Отражение исполнения обязательств в договоре

Рис. 6. Схема интеграции с блоками ERP-системы

Система “Управление договорами” может быть интегрирована в комплексную информационную систему предприятия на базе платформы “1С:Предприятие 8”, а также может быть использована в качестве отдельного модуля, что позволяет использовать общую нормативно-справочную информацию, производить ввод данных, исключающий дублирование данных о номенклатуре, контрагентах, производственной и финансово-хозяйственной деятельности предприятия в уже используемой ERP-системе. Таким образом, интеграция подсистем, реализующих различные бизнес-процессы, должна осуществляться с соблюдением ряда принципов:

- единая информационная база;
- общность нормативно-справочной информации;
- автоматическое заполнение данных на основе информации из смежных блоков;
- разделение полномочий по шагам бизнес-процесса;
- формирование отчетности по данным различных подсистем;
- контроль соответствия данных смежных блоков.

Информационная система, реализованная как отдельное решение, позволяет повысить эффективность договорной деятельности электросетевого предприятия на всех стадиях выполнения бизнес-процессов. Использование типовых возможностей платформы “1С:Предприятие 8” позволит быстро внедрить и масштабировать решение в пространстве единой рабочей базы в короткие сроки с минимальными финансовыми затратами.

ООО “ПКФ “Бест Софт” – Разработчик “1С:ЭНЕРГЕТИКА”.
Зубков Александр Владимирович *– канд. экон. наук, директор по продвижению,*
Демин Илья Владимирович *– инженер-программист.*
г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, дом 51 Б, офис 53. Телефоны: +7 (8512) 54-55-21, 54-48-22.
E-mail: office@astra-best.ru http://www.astra-best.ru

9–12 ФЕВРАЛЯ 2016

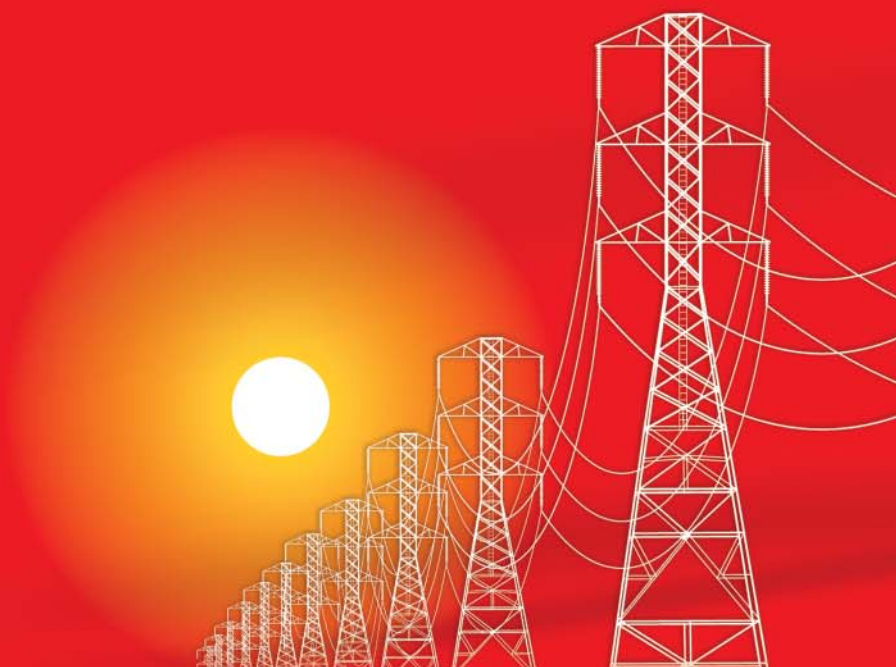
22-я международная
специализированная

ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА

ЭКСПО▪ВОЛГА
организатор выставок с 1986 г.

Самара, Мичурина, 23а
тел.: (846) 207-11-24
www.expo-volga.ru



РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА «ONLINE BROWSING» ДЛЯ УСТРОЙСТВ МЭК-61850 В ПТК EKRA SCADA

С.В. ОБОРИН (ООО НПП "ЭКРА")

В статье описывается опыт практической реализации механизма "online browsing" для устройств МЭК-61850. Проводится подробный обзор его логики и особенностей работы.

Ключевые слова: *стандарт МЭК 61850, ACSI, SCL, MMS, EKRA SCADA, модель, отображение, преобразование.*

Стандарт МЭК-61850 в части 6 определяет язык конфигурации системы (SCL), с помощью которого описываются интеллектуальные электронные устройства (IED). Процесс добавления устройств МЭК-61850 в систему EKRA SCADA выполняется с помощью импорта их конфигураций из SCL файлов в соответствии с предварительно утвержденным проектом. Однако, вероятность внесения изменений в конфигурации устройств в процессе пуско-наладки достаточно высока, это может быть связано с:

- дополнительными требованиями заказчика;
- обновлением прошивок устройств;
- заменой устройства одного производителя на устройство другого производителя с аналогичной функциональностью.

В этом случае будет необходимо обновить конфигурации устройств в системе, для этого нужно получить с них новые SCL файлы. При выполнении этой процедуры могут возникнуть проблемы, связанные с тем, что стандарт МЭК-61850 не определяет сервисов для скачивания текущих файлов конфигураций с устройств, вследствие чего у каждого производителя есть специальное программное обеспечение для их экспорта/получения. Отсюда следует, что персонал, выполняющий пусконаладочные работы, должен быть предварительно ознакомлен с ПО сторонних производителей, уметь с ним работать и иметь его в наличии, что не всегда представляется возможным. Тем не менее, существует альтернативный вариант получения текущих конфигураций устройств – "online browsing".

В стандарте МЭК-61850 предусмотрены сервисы для доступа к модели данных устройств в реальном времени. Для получения текущей конфигурации устройств требуется чтобы они были сконфигурированы, включены и подключены к сети.

Глава 7-2 стандарта определяет абстрактный интерфейс услуг связи (ACSI), который описывает взаимодействие между клиентом и сервером. ACSI определяет четыре модели:

1. Мета-мета (meta-meta) модель: описывает базовые типы, общие атрибуты данных, вложенность и композицию.
2. Мета-(meta) модель: основана на мета-мета модели, определяет классы информационного моделирования: сервер, логическое устройство (LD), логический узел (LN), объекты данных (DO).
3. Модель типов домена (domain type): основана на мета-модели, определяет списки:
   a. общих классов данных (common data class (CDC), глава 7-3 стандарта);
   b. объектов данных, типизированных в соответствии с CDC;
   c. классов логических узлов (logical node class, глава 7-4 стандарта), которые включают в себя объекты данных и используются для создания моделей данных для интеллектуальных электронных устройств (IED).
4. Модель экземпляров данных (data instance): описывает экземпляры классов, определенных в модели типов домена. Глава 6 стандарта посредством XML схемы определяет язык для описания конфигураций устройств – SCL.

Отображение (mapping) ACSI на MMS протокол, который используется для связи с устройством, определяется в главе 8-1 стандарта.

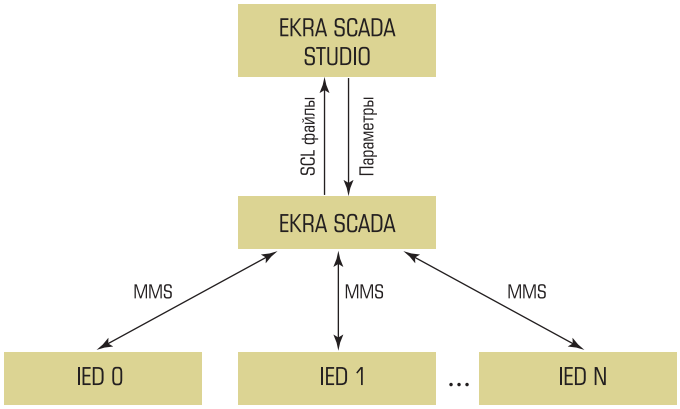


Рис. 1. Схема взаимодействия при выполнении функции "online browsing"

На рис. 1 представлена схема взаимодействия средства конфигурирования EKRA SCADA STUDIO, системы EKRA SCADA и устройств МЭК-61850 при выполнении функции "online browsing".

Алгоритм получения текущей конфигурации устройства можно разделить на следующие этапы:

1. Создание MMS модели устройства;
2. Преобразование объектов MMS модели в соответствующие объекты ACSI с представлением их в формате SCL.

Этап 1. Создание MMS модели устройства

На рис. 2 изображена блок-схема алгоритма получения MMS модели устройства. Для ее создания необходимо выполнить следующие шаги:

1. Подключиться к устройству.
2. Запросить список доменов в устройстве.
3. Выбрать домен.
4. Запросить список именованных переменных.
5. Выделить из списка именованных переменных те, которые относятся к логическим узлам.
6. Запросить атрибуты доступа к логическим узлам.
7. Запросить список наборов именованных переменных.
8. Запросить атрибуты для всех наборов именованных переменных.
9. Выделить список функциональных ограничений для каждого логического узла.
10. Запросить данные функциональных ограничений для каждого логического узла.
11. Повторить пункты 3-10 для каждого домена.
12. Отключиться от устройства.

Дополнительно стоит отметить что, на блок-схеме не представлена логика обработки ошибок, они могут возникать на каждом шаге как при выполнении запросов, так и при обработке ответов. Ошибки условно можно разделить на критические и игнорируемые. При возникновении критических ошибок выполнение останавливается и в качестве результата возвращается информация об ошибке.

Примеры критических ошибок:

- Отсутствие/потеря связи с устройством.
- Ошибки выполнения запроса.
- Ошибки обработки данных ответа, связанные с несогласованными данными модели.

Примеры игнорируемых ошибок:

- Таймаут запроса (выполняется повторный запрос).
- Ошибки чтения данных для узлов, которые будут отсутствовать в SCL документе.
- Ошибки запроса закрытия соединения.

После того, как MMS модель создана, можно приступать к выполнению второго этапа.

Этап 2. Преобразование объектов MMS модели в соответствующие объекты ACSI с представлением их в формате SCL

Данный этап можно разделить на следующие части:

1. Определение имени устройства (IED name) и значений экземпляров логических устройств (LD inst).
2. Формирование секции "Communication".
   a. Формирования секции "Address".
   b. Формирования секции "GSE".
3. Формирование секции "IED".
   a. Создание логических устройств.
   b. Создание логических узлов.
      i. Создание наборов данных.
      ii. Создание блоков управления.
      iii. Создание экземпляров объектов данных.
4. Формирование секции "DataTypeTemplates".
   a. Формирование узлов "LNodeType".
   b. Формирование узлов "DOType".
   c. Формирование узлов "DAType".
   d. Формирование узлов "EnumType".

Все преобразования осуществляются в соответствии с главой 8-1 стандарта. Далее предлагается рассмотреть некоторые особенности, на которые следует обратить повышенное внимание.

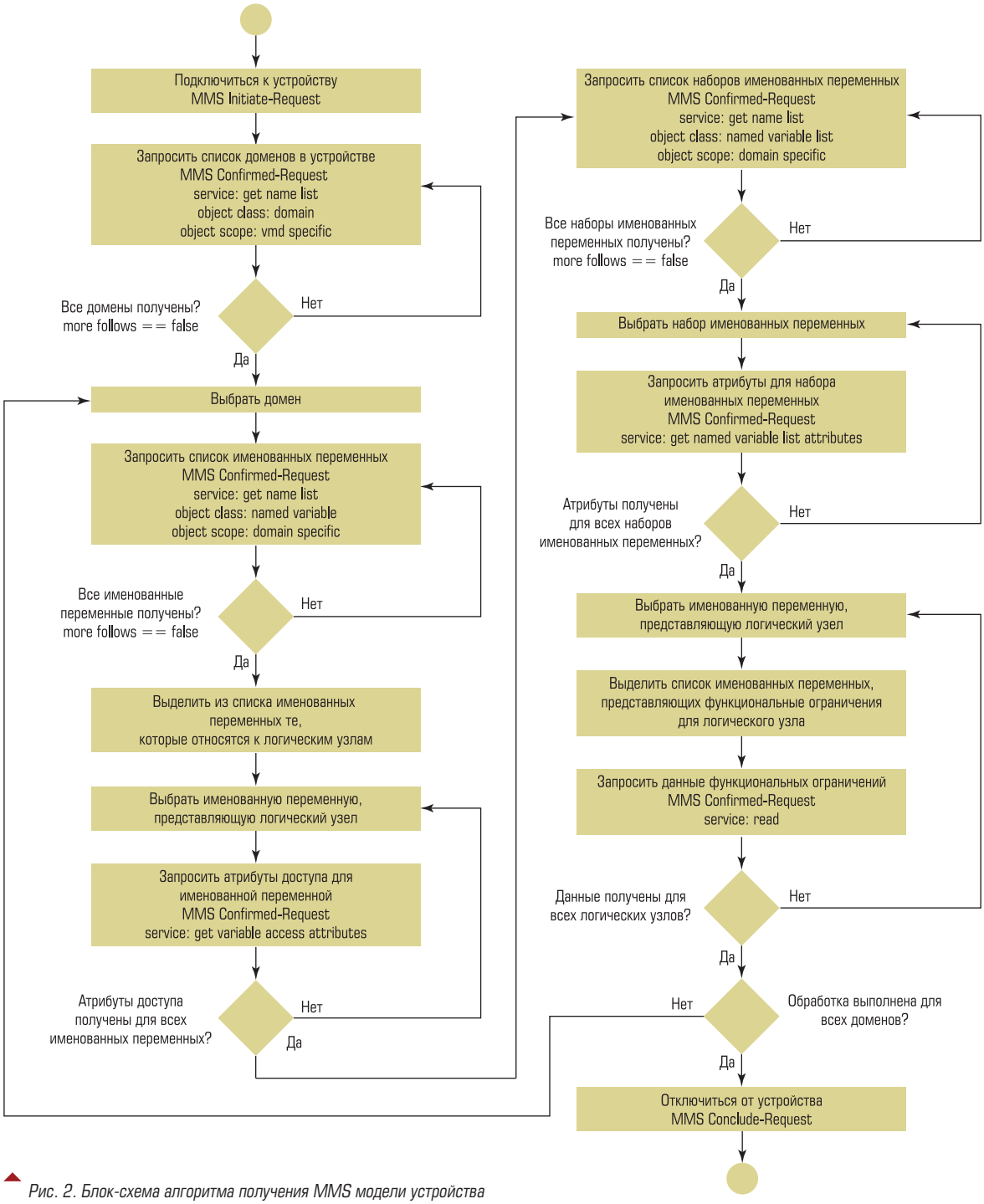


Рис. 2. Блок-схема алгоритма получения MMS модели устройства

Работа начинается с определения имени устройства по имени MMS домена. Имя домена формируется из имени логического устройства. Имя логического устройства, в свою очередь, формируется при помощи конкатенации имени устройства (IED name) и значения экземпляра логического устройства (LD inst) (считается, что LD name не используется). Применяется следующая логика:

- Устройство содержит один домен: имя устройства определяется как имя домена за исключением последнего символа.
- Устройство содержит несколько доменов: имя устройства определяется как общая начальная часть имен доменов.

При конструировании узлов в секции “DataTypeTemplates” выполняется просмотр таблиц из глав 7-3, 7-4 стандарта:

- При создании узлов “LNodeType” из имени логического узла извлекается имя класса логического узла и выполняется его поиск.
- При создании узлов “DOType” выполняется анализ структуры и типа узла в MMS модели и предполагаемого общего класса данных.
- При создании узлов “DAType” выполняется анализ структуры и типа узла в MMS модели и предполагаемого типа узла.
- При создании узлов “EnumType” выполняется поиск соответствующего класса перечислений.

После создания узла “DataTypeTemplates” выполняется удаление повторяющихся шаблонов типов.

В заключение отметим, что благодаря функции “online browsing” процедура обновления конфигураций устройств занимает меньше времени, что особенно актуально в условиях, когда устройства могут быть неоднократно переконфигурированы.

Список литературы

1. *IEC 61850.* Part 6: Configuration description language for communication in electrical substations related to IEDs.
2. *IEC 61850.* Part 7-2: Basic information and communication structure – Abstract communication service interface (ACSI).
3. *IEC 61850.* Part 7-3: Basic communication structure – Common data classes.
4. *IEC 61850.* Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes.
5. *IEC 61850.* Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS (ISO 9506-1 and ISO 9506-2) and to ISO/IEC 8802-3.
6. *ISO 9506-1:2003.* Industrial automation systems – Manufacturing Message Specification – Part 1: Service definition.
7. *ISO 9506-2:2003.* Industrial automation systems – Manufacturing Message Specification – Part 2: Protocol specification.

***Оборин Сергей Владимирович** – ведущий инженер-программист ООО НПП “ЭКРА”.*

НОВОСТИ

PENTAIR

В НОВОЙ РЕДАКЦИИ УСТРАНЕНЫ ПОСЛЕДНИЕ ОГРАНИЧЕНИЯ СПЕЦИФИКАЦИИ CompactPCI-Serial

В 2013 г. консорциум PICMG разрешил внести изменения в спецификацию CPCI.S-0. Особенно важное нововведение касается архитектуры объединительной платы. В первой ратифицированной редакции спецификации предусматривался только один системный слот на левой стороне. Однако практика показала, что для некоторых приложений требуется системный слот на правой стороне. Также было переработано расположение контактов разъема P6. Для многих приложений необходимы интерфейсы I/O на правой стороне системы, чтобы сигналы I/O (например, DVI, USB и Ethernet) могли напрямую через разъемы передаваться в модули Rear Transition Module. В первоначальной спецификации разъем P6 принимал сигналы Ethernet, передаваемые через объединительную плату. Новая версия допускает оба варианта расположения контактов.

Высокая скорость передачи данных, возможность горячего подключения (Hot-Plugging) и обратная совместимость последовательных интерфейсов обеспечивают разнообразное применение платформы CompactPCI-Serial. Технология может использоваться также для особо прочных приложений (Rugged) и для приложений с кондуктивным охлаждением (Conduction-Cooled), что делает систему по-настоящему универсальной.

Корпорация Pentair дополнила свой ассортимент системой CPCI-Serial с высотой 4 U, шириной 19" и разнообразными возможностями конфигурирования. Модульная конструкция данной серии гарантирует высокую масштабируемость и обеспечивает удобный индивидуальный монтаж компонентов. Объединительную плату, систему охлаждения и блок питания также можно привести в соответствие с требованиями пользователей. Эта новая системная интеграция позволяет корпорации Pentair выполнить все требования, которые могут быть предъявлены к приложению CompactPCI-Serial. Все компоненты, включая блок питания, вентиляторный блок и объединительную плату, соответствуют требованиям спецификаций IEEE и PICMG и оптимально согласованы друг с другом. Благодаря масштабируемой платформе систему можно сконфигурировать точно по желанию заказчика. Пользователи при этом выигрывают не только от низких расходов на разработку, но и от быстрого конструирования и изготовления.

http://www.pentairprotect.ru

CompactPCI системы

находят широкое применение в различных отраслях промышленности благодаря своим выдающимся особенностям:

- Длительный срок службы
- Высокая надежность и отказоустойчивость
- Широкий возможности по расширению функционала
- «Горячая» замена модулей расширения

cPCIS-6418U

- 4U CompactPCI шасси
- 8x слотов 64-bit 6U cPCI
- Slim DVD-RW
- Резервируемый источник питания 3x250 Вт
- Поддержка мониторинга системы по RS-232

cPCI-6530

- 6U CompactPCI процессорная плата
- Процессор Intel Core i7-4700EQ
- Чипсет QM87
- До 8 Гб DDR3 ECC 1600 МГц
- Поддержка SSD, CFast, mSATA
- Поддержка USB, COM, LAN
- Рабочая температура от -20°C до +70°C (от -40°C до +85°C опционально)

ADLINK TECHNOLOGY INC.

Используя решения на базе продукции **CompactPCI** Вы забудете про регулярную замену и модернизацию устаревшего или вышедшего из строя оборудования.

Универсальный стандарт **CompactPCI** позволяет с легкостью обновлять платформу на более современную и менять платы расширения в режиме "горячей замены".

ipc2U
Industrial PC to you

По вопросам приобретения обращайтесь в IPC2U www.ipc2U.ru
г. Москва, Тел.: (495) 232-02-07, Факс: (495) 232-03-27, E-mail: sales@ipc2u.ru
г. Санкт-Петербург, Телефон/Факс: (812) 600-71-97, E-mail: spb@ipc2u.ru

XXIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Конгрессно-выставочный центр «ЭКСПОФРУМ»

17–20 мая 2016

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ТЕМАТИКА ВЫСТАВКИ

- Электроэнергетика
- Теплоснабжение
- Автоматизированные системы управления технологическими процессами
- Системы и средства измерения контроля
- Программное обеспечение
- Энергоэффективные и энергосберегающие технологии и оборудование
- Безопасность энергообъектов
- Исследования и разработки

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

- Возобновляемые источники энергии
- Светотехника
- Интеллектуальные сети

ПРЕЗЕНТАЦИОННАЯ ЗОНА ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

Официальный партнёр

Генеральный информационный спонсор

Генеральные интернет-спонсоры

Официальные информационные партнёры

Интернет-партнёры

РЕСТЭК® НОВАЯ ИСТОРИЯ. НОВЫЕ СОБЫТИЯ 25 ЛЕТ

Тел.: +7 (812) 303 88 68
E-mail: energo@restec.ru

www.energetika-restec.ru

НОВЫЙ СТАНДАРТ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ В ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ BINOM3

О.А. ВАСИЛЬЕВА (ЗАО “Алгоритм”)

Рассмотрены новые приборы для промышленной автоматизации – счетчики – измерители показателей качества электрической энергии – многофункциональные BINOM3 (г. Санкт-Петербург). Приведены основные технические и эксплуатационные данные, показаны преимущества функциональности BINOM3 для практических применений.

Ключевые слова: *гармонические искажения, счетчик, анализатор показателей качества электроэнергии, регистратор аварийных событий, осциллограф электрических процессов, контроллер телемеханики.*

Одновременно с развитием **информационных технологий** повышаются требования к **наблюдаемости** и **достоверизации** режимов работы электросетей и энергосистем. Полные данные о функционировании электрооборудования дают возможность безошибочно идентифицировать отклонения от нормального режима работы, а в случае возникновения аварийных процессов скрупулезно исследовать историю их развития. На основе полученных результатов – проводить обоснованные мероприятия по снижению уровня электрических потерь, увеличению пропускной способности и продлению срока службы оборудования, повышению бесперебойности электроснабжения, предотвращению чрезвычайных ситуаций.

Актуальность вопроса повышения наблюдаемости усилилась с развитием силовой электроники, оказывающей заметное влияние на качество электрической энергии. Распространенными становятся искажения в части синусоидальности и симметрии напряжения. **Гармоники и несимметрия напряжения** негативно воздействуют на режимы работы основного оборудования электросетей и могут приводить к его отказам, ложным срабатываниям средств защиты и автоматики, вызывают дополнительные потери мощности и энергии. Для потребителя проблема также имеет серьезные последствия – повреждаются электроприемники, нарушается технологический процесс производства. Результаты обследования электросетей в ОАО “ФСК ЕЭС” подтвердили высокий уровень искажений качества сетевого напряжения и стали основанием для разработки расширенных требований к измеряемым величинам [1].

С возрастанием требований к системам автоматизации на электрических станциях и подстанциях устанавливаются более прогрессивные технические средства. Количество измеряемой, обрабатываемой, хранимой информации увеличивается, её состав усложняется. Энергообъект, оснащенный современными измерительными приборами, становится **мощным источником информационных сообщений** об электрических процессах в электрооборудовании.

Состояние одного присоединения электрического распределительного устройства характеризуется более, чем **2000 параметров**. К ним относятся: напряжение, ток, мощность активная, реактивная, полная, коэффициент мощности для каждой фазы и всего присоединения, частота; гармоники и интергармоники (до 50-го порядка) тока и напряжения для

каждой фазы, коэффициенты и углы фазового сдвига; активная, реактивная, полная мощность гармоник для каждой фазы и присоединения; симметричные составляющие тока, напряжения, мощности и др. Параметры вычисляются на интервалах 10 периодов, а для оценки провалов, прерываний и перенапряжений – на полупериоде основной частоты. Количество информации в течение 1 мин. на одном присоединении может составлять более **600 000 событий**. На **ПС 110 кВ** из **100 присоединений** в течение **1 мин.** генерируется колоссальный объем – более **60 000 000 событий**.

Энтропия такого **источника сообщений**, как мера количества двоичной информации, производимой в единицу времени, может значительно **превышать пропускную способность канала связи**. При централизованном построении системы, когда весь информационный поток направлен на сервер, коммуникационная сеть может не обеспечить надежную (без задержек и потерь) передачу информации. Вместе с тем, существенная часть измеренных величин передается для того, чтобы выполнить усреднение на больших интервалах, установить точки экстремумов, получить релевантные выборки событий. По этой причине необходима более совершенная архитектура автоматизации.

Предлагается **распределенная архитектура**, которая базируется на децентрализации – переносе функций обработки, накопления, использования информации непосредственно к ее источнику – на уровень электрического присоединения. Каждое присоединение оснащается универсальным устройством, в которое встроены следующие инструменты:

1. Гибкий механизм сортировки и фильтрации потока сообщений по задаваемым критериям, усреднения на разных интервалах, фиксации экстремумов, аналитики и сравнения с нормативными значениями.
2. Настраиваемая система архивирования.
3. Унифицированные интерфейсы доступа ко всем данным.

Перемещение функций к конечным полевым устройствам существенно **упрощает архитектуру автоматизации** и придает ей ряд важнейших **новых качеств**:

- Сокращает количество устройств на присоединении до одного универсального взамен комплекта специализированных, что снижает капиталовложения в автоматизацию и обеспечивает экономический эффект.
- Позволяет повысить удельный вес вычислений, скорость реагирования, устойчивость, достичь максимально высокие точность и достоверность измерений.
- Не нагружает коммуникационные сети. В случае отказа каналов связи устройства продолжают работать автономно, а после восстановления каналов связи возобновляют передачу информации, зафиксированной во время их отсутствия. Информация, переполнившая очередь канала связи, может быть восстановлена из архива устройства.
- Во многих случаях устраняет необходимость в специализированных серверах сбора/архивирования/визуализации, а при использовании серверов, не требует значительных усилий на их конфигурирование для описания устройств, что существенно упрощает и стандартизирует настройку, ввод в эксплуатацию и обслуживание.
- Дает мобильный доступ к данным, хранящимся в устройстве, данные представляются в виде готовых к использованию протоколов, схем, графиков, таблиц, выполненных в устройстве.
- Так как централизованные функции распределены, и каждое устройство является самостоятельным законченным узлом системы, подобная архитектура позволяет легко добавлять новые устройства при расширении электрической части станций или подстанций, при строительстве новых объектов, система просто масштабируется.

Такая технология реализована в **новом поколении приборов – счетчиках – измерителях показателей качества электрической энергии многофункциональных серии BINOM3** (ЗАО “Алгоритм”, г. Санкт-Петербург).

BINOM3 – ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ПОЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО С ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬЮ АСУ ТП

BINOM3 – единство синхронно функционирующих встроенных подсистем, решающих задачи АСУ ТП на уровне присоединения. Функциональность и технические данные в настоящее время уникальны как для отечественного, так и для мирового рынка подобных и специализированных по аналогичным функциям устройств. В таблице 1 приведены основные технические и эксплуатационные показатели прибора серии BINOM3.

Таблица 1. Основные технические и эксплуатационные показатели прибора серии BINOM3

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ	КОНТРОЛЛЕР ТЕЛЕМЕХАНИКИ
Номинальный ток – 1 А, 5 А. Номинальное напряжение – 220/380 В, 57,7/100 В. Диапазон измерений с сохранением точности – 2Uн, 2Iн. Период измерений среднеквадратических значений – 200 мс (10 периодов частоты 50 Гц, 6400 мгновенных значений). Векторная диаграмма токов, напряжений, мощности. Запись в архив параметров сети. Контроль выхода за пороговые значения.	ГОСТ 26.205-88, ГОСТ Р МЭК 870-3-93, ГОСТ IEC 60870-4-2011, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, ГОСТ Р МЭК 60870-5-101-2006. 16 дискретных входов ТС, +24 В. Период опроса дискретных входов – 100 мкс. Точность привязки отсчетов ТС к единому времени – 1 мкс. Одноэлементные и двухэлементные ТС 2, 3, 4 канала ТУ. Одноэтапный и двухэтапный режим ТУ. Коммутационная способность – до 5 А в цепях ~220 В, =220 В.
СЧЕТЧИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	**ИЗМЕРИТЕЛЬ И АНАЛИЗАТОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**
ГОСТ 31818.11, ГОСТ 31819.22, ГОСТ 31819.23. Учет в 4 квадрантах по 16 каналам. Учет энергии основной частоты, прямой последовательности, энергии потерь. Класс точности: • по активной энергии 0,2S; • по реактивной энергии 0,5. 2 профиля учета: • коммерческий, хранение 49 мес. (30 мин.); • технический, хранение 99 суток (3 мин.). Учет за сутки/месяц, хранение 9 лет 10 мес. Учет по 4 тарифным зонам, суммарно, вне тарифов. Журнал событий о состоянии СИ. Формирование макетов 80020, 80030 (XML).	ГОСТ Р 8.655, ГОСТ Р 51317.4.15, ГОСТ 30804.4.30 (класс А), ГОСТ 30804.4.7 (класс I), ГОСТ 32144, ГОСТ 33073. Статистическая обработка ПКЭ. Настаиваемые интервалы усреднения и периода анализа. Нормативные значения ПКЭ в заводской конфигурации. Возможность изменять нормативные значения. Согласованное (опорное) напряжение, отличное от номинального. Формирует Протокол испытаний электроэнергии. Измерение гармоник тока и напряжения, мощности гармоник – до 50-го порядка, интергармоник – до 49-го порядка. Регистрация провалов, прерываний, перенапряжений. Выбор схемы (трехпроводная, четырехпроводная).
РЕГИСТРАТОР АВАРИЙНЫХ СОБЫТИЙ	**ИНФОРМАЦИОННЫЙ МУЛЬТИПЛЕКСОР**
Осциллограф: • период записи мгновенных значений U и I – 31,25 мкс; • точность привязки отсчетов к единому времени – 1 мкс; • длительность предыстории – 60 с; • длительность осциллограммы – 120 с; • количество осциллограмм – до 1000; • запуск по событиям; • формат хранения – бинарный; • формат сохранения на диск пользователя – COMTRADE. Регистратор: • провалов, прерываний, перенапряжений; • срабатываний КА, контактов РЗА, устройств ПА; • нарушений пороговых значений по току, частоте, напряжению и др.	Более 2300 параметров. Информационный обмен: • оптопорт; • RS-232, IEC 101, 460,8 кбит/с; • RS-485/422, IEC 101,NMEA/PPS, 460,8 кбит/с; • RS-485/SYNC,IEC 101, NMEA/PPS, 460,8 кбит/с; • Ethernet , IEC 104, SNTP, 100 Мбит/с. Поддержка GPRS/3G. Работа в составе цифровой подстанции: • поддержка IEC 61850 SV (LE); • поддержка IEC 61850 GOOSE; (версии ожидаются к выходу в 2016 г.); • COSEM/DLMS (обмен данными учета энергии). Единое время: • точность синхронизации 1 мкс; • подключение приемника ГЛОНАСС/GPS.
"ЧЕРНЫЙ ЯЩИК" ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	**АРМ ПРИСОЕДИНЕНИЯ - СЕРВЕР ДАННЫХ И WEB-ВИЗУАЛИЗАТОР**
Архивирование изменений ТС, среднеквадратических и усредненных значений. Скорость записи в архив – до 5000 соб./с. Количество архивов – до 32, каждый архив представляет набор данных (data set) для группы параметров. Одновременное отображение до 50 графиков. Совмещение осциллограмм с графиками измерений и ТС. Носитель – встроенная карта памяти, внешнее сетевое хранилище.	Встроенная карта памяти MicroSD, 4 Гб. Разграничение прав доступа. Хранение в 1 Гб: • осциллограмм 41,5 мин.; • 16 000 000 дискретных и аналоговых событий; • 125 лет/877 лет при периоде анализа 1 день/7 дней. Встроенный Web-сервер (работа и конфигурирование). Схема присоединения, векторная графика SVG. Гистограммы, таблицы, графики, осциллограммы. Встроенные протоколы, отчеты, печать из браузера. Формат сохранения на диск пользователя – *.xls, *.pdf

Документация на приборы размещена на сайте ***www.binom3.ru***. По адресу ***www.binom3.com*** организован доступ в режиме on-line к прибору, установленному в распределительном щите 0,4 кВ департамента разработки ЗАО “Алгоритм”, тип прибора – BINOM337U3.220I3.5S16T2. После регистрации на сайте можно зайти на встроенный Web-сервер прибора и ознакомиться с его функциями.

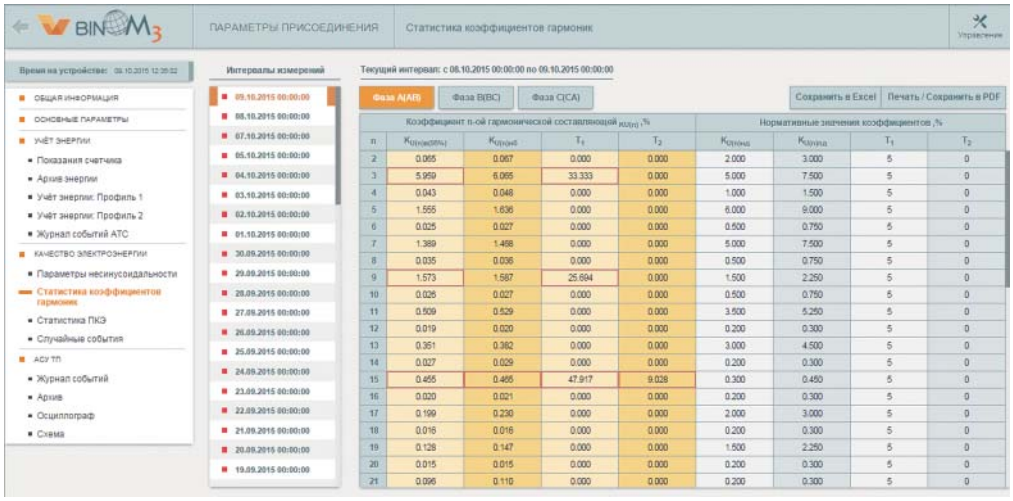


Рис. 1. WEB-сервер BINOM337U3.220I3.5S16T2: таблица статистики коэффициентов гармоник напряжения (значения, усредненные на интервале времени 10 минут, период наблюдения – 1 сутки)

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Рассматриваются результаты практического применения BINOM3. Показания сняты в режиме прямого доступа **on-line** к встроенным WEB-серверам приборов (без использования внешних специализированных серверов сбора и обработки информации).

Распределительный щит напряжением 0,4 кВ департамента разработки ЗАО "Алгоритм"

Потребителя характеризует наличие люминесцентной осветительной нагрузки, компьютерной техники, источников бесперебойного питания, лабораторно-испытательного оборудования. Согласно странице "Статистика коэффициентов гармоник" встроенного в BINOM3 WEB-сервера наблюдается превышение допускаемых значений коэффициентов гармоник напряжения 3, 9 и 15-го порядков, установленных ГОСТ 32144. Для 15-ой гармоники относительное время превышения нормально допускаемого значения составляет 47,9% интервала времени наблюдения при нормативном – 5%, предельно допускаемого – 9% при нормативном 0% (рис. 1).

Известно, что несоответствие **качества электроэнергии по гармоникам напряжения 3-го и кратного порядков**, как в этом случае, **вызывает ряд негативных последствий**.

Во-первых, **увеличивается вероятность аварий в потребительских сетях**. Обмотка 0,4 кВ трансформаторов, питающих потребительские сети, соединяется по схеме звезды с заземленной нейтралью. Гармоники, кратные 3, суммируются в нейтральном проводе и могут приводить к его перегрузке. Перегорание нейтрального провода при несимметричном напряжении является причиной смещения нейтрали, перенапряжения и повреждения электроприемников.

Во-вторых, **высшие гармоники**, протекая по элементам сети, создают в них **дополнительные потери активной мощности**. Эти потери вызывают повышение рабочей температуры и ускоренное старение изоляции, преждевременный отказ и сокращение срока службы электрооборудования, снижают его пропускную способность по току основной частоты.

По знаку мощности гармоник можно установить источник искажений. Из гистограммы со страницы "Параметры несинусоидальности" прибора BINOM3 (рис. 2) следует, что

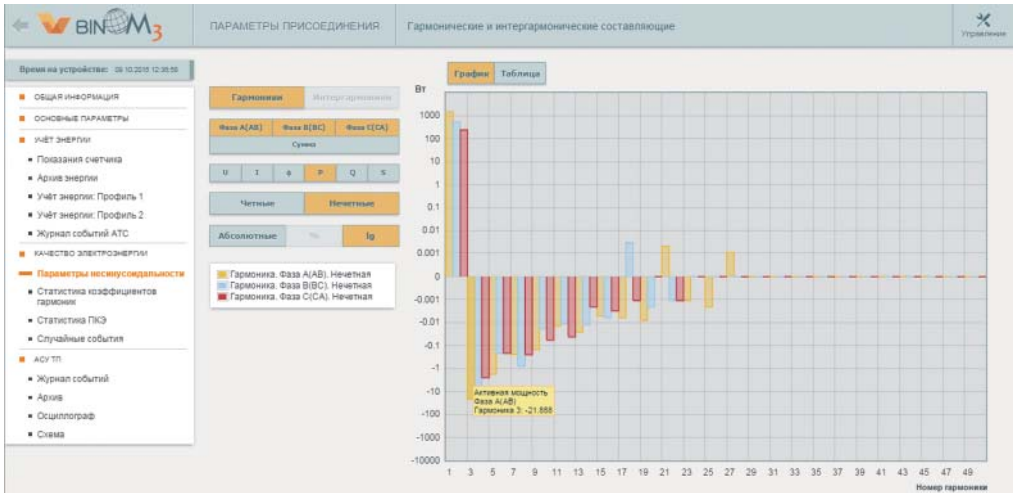


Рис. 2. WEB-сервер BINOM337U3.220I3.5S16T2: гистограмма активной мощности гармоник (среднеквадратические значения, нечетный порядок, логарифмическая шкала)

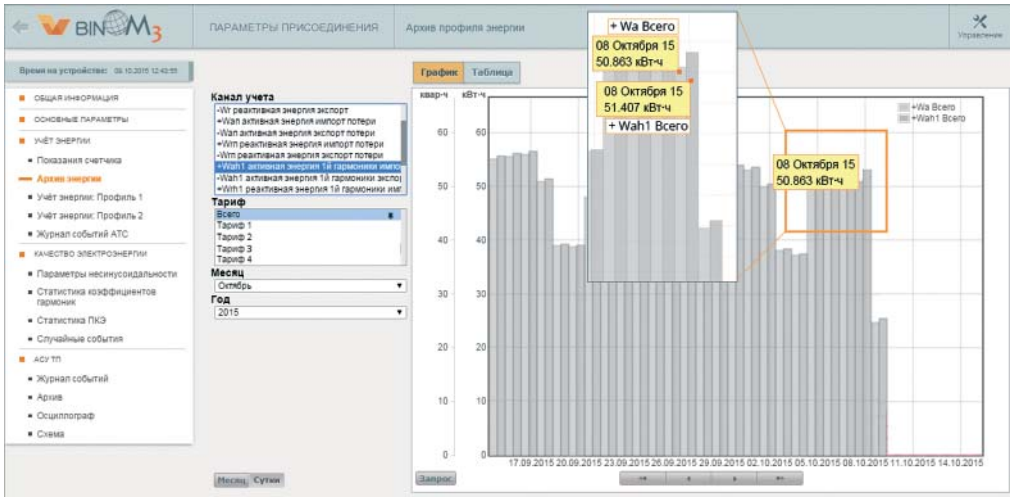


Рис. 3. WEB-сервер BINOM337U3.220I3.5S16T2: гистограмма суточного энергопотребления (каналы учета: активная энергия основной частоты; активная энергия с учетом несинусоидальности; доля тарифа 3 в суточном потреблении по каналам учета)

мощность на основной частоте в каждой фазе положительна (потребляется из сети), мощность на частотах нечетного порядка с 3-го по 15-ый в каждой фазе отрицательна (возвращается в сеть). Согласно [2] рассматриваемый потребитель содержит источники гармонических составляющих тока – имеет нелинейную нагрузку.

К нелинейной нагрузке относится информационно-вычислительная, бытовая техника, люминесцентное и светодиодное освещение, частотно регулируемые приводы и др. Нелинейный потребитель при подаче напряжения основной частоты создает токи с частотой гармоник, эти токи создают гармоники напряжения на шине подстанции и мощность гармоник к шине [1].

В-третьих, **мощность гармоник выше первой определяет энергию искажений**. В данном примере мощность гармоник отрицательна, она возвращается в сеть и уменьшает значение потребленной энергии основной частоты. В подтверждение на странице “Архив энергии” прибора BINOM3 на гистограмме суточного потребления сопоставлено количество энергии основной частоты “+Wah1 Всего” и количество энергии с учетом несинусоидальности “+Wa Всего” (рис. 3). Разница между ними является энергией искажений, которая обуславливает дополнительные потери (недоучет) электроэнергии сетевой компании (поставщика).

Как показано, BINOM3 ведет непрерывный контроль уровня гармоник тока, напряжения, углов фазового сдвига, мощности гармоник в узле установки и обеспечивает статистическую базу информации для анализа причин возникновения и закономерностей изменения гармоник. Определение причин гармонических искажений позволяет принимать меры по снижению уровня несинусоидальности тока и напряжения, величины потерь и повышению эффективности использования электрической энергии.

Ведение раздельного учета полной энергии, энергии основной частоты и энергии прямой последовательности (отдельно активной и реактивной, в прямом и обратном направлениях) дает возможность определять энергию искажений в точке учета при несимметрии или несинусоидальности в электросети и может быть использовано для экономической мотивации поставщика или потребителя улучшать качество электроэнергии [1].

Результаты контроля коэффициентов гармоник напряжения, других **нормируемых показателей качества электрической энергии, провалов, прерываний и перенапряжений фиксируются на осциллограмах и в Протоколе испытаний электрической энергии** по форме, рекомендованной ГОСТ 33073. Протоколы и отчеты формируются непосредственно в приборе, могут быть считаны удаленно без выезда на объект и сразу же направлены на печать. Результаты статистки за предшествующие периоды хранятся на встроенной карте памяти и выводятся пользователю при выборе интересующего периода наблюдений (на рис. 1 – интервал измерений).

Необходимо отметить, что на сегодняшний день контроль качества электрической энергии по требованиям отраслевых нормативов и новых стандартов, принятых в 2014-2015 гг., практически не реализуется в АСУ ТП. В виде пилотных проектов начинают создаваться Системы мониторинга и управления качеством электроэнергии (СМиУКЭ). При этом теория задачи достаточно сложная, требует специальных знаний и владения математическими методами статистического анализа. Создание системы сопровождается трудоемкой отладкой. Важное преимущество BINOM3 – наличие **встроенного АРМ и системы архивов для точки**

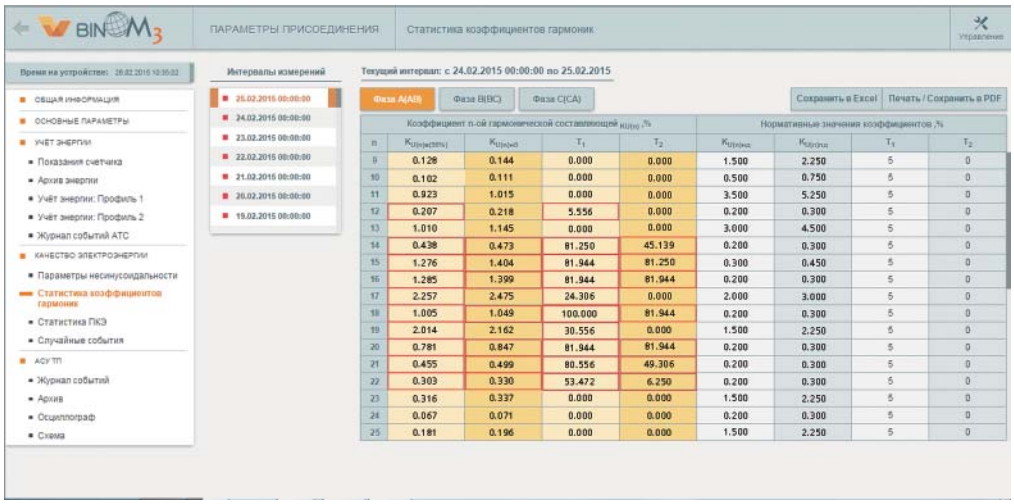


Рис. 4. WEB-сервер BINOM338U3.220I3.5: таблица статистики коэффициентов гармоник напряжения (значения, усредненные на интервале времени 10 минут, период наблюдения – 1 сутки)

мониторинга с оптимально подготовленными для работы генераторами форм и отчетов. Формы и отчеты выполнены с учетом современных требований.

Фидер 0,4 кВ предприятия городского электрифицированного транспорта

Пример показывает, что **высшие гармоники напряжений и токов могут вызывать ложные срабатывания устройств защиты и противоаварийной автоматики**, снижая надежность электроснабжения, создавая предаварийную ситуацию и напряженность в работе служб эксплуатации.

Рассматриваются переключения в сети 0,4 кВ системы электроснабжения предприятия городского электрифицированного транспорта (Петербургский метрополитен) [3]. От трехфазных фидеров разных секций шин 0,4 кВ через шкаф АВР осуществляется энергообеспечение устройств сигнализации и блокировки. Реле контроля напряжения шкафа АВР осуществляют контроль уровня напряжения на секциях шин. В случае снижения напряжения на одном питающем фидере (секции шин) АВР переключает цепи питания устройств сигнализации и блокировки на фидер другой секции шин. Исчезновение напряжения на любой из двух секций шин переменного тока считается предаварийной ситуацией и требует незамедлительного поиска причин переключения и их устранения. Для реле контроля напряжения установлены пороговые значения напряжения срабатывания, отличные от номинальных. Однако реле неоднократно срабатывало при номинальном напряжении на секциях шин (380 В). Анализ причин переключений реле был осуществлен с использованием BINOM3.

Во всех периодах наблюдений (1 сутки) **фиксируется выход коэффициентов гармоник напряжения за нормально и предельно допускаемые значения**, например, нарушения по гармоникам 12, 14 – 22-го порядков, как показано на (рис. 4). Относительное время превышения допускаемых значений доходит до 100 %. Значения гармоник зависят от характеристик электропотребления подвижного состава и постоянно меняются.

По факту очередного срабатывания реле контроля напряжения и переключения цепей питания устройств сигнализации и блокировки на другую секцию шин, в **Журнале событий BINOM3** (рис. 5), хранящемся на встроенной карте памяти, **зафиксирован провал напряжения** с параметрами:

время начала провала 06:38:16.639
длительность ..... 29 мс
глубина ..... 95,90 %.

В архив на карту памяти BINOM3 записаны среднеквадратические значения гармоник напряжения (рис. 5).

По условию провала напряжения **на карту памяти BINOM3 записана осциллограмма фазных напряжений**, включая предысторию, предшествующую провалу. Осциллограмма совмещена с графиком суммарных коэффициентов гармоник напряжения (рис. 6). Оба рисунка иллюстрируют различный уровень несинусоидальности на разных секциях шин (на питающем фидере до переключений, и после переключений).

Анализ архивных данных показал, что при увеличении гармоник напряжения 9, 17, 19-го порядков в 1,4 раза произошло **ложное срабатывание реле контроля напряжения вне зависимости от уставок срабатывания**, и переключение цепей питания устройств централизации и блокировок на другую секцию шин. По результатам рассмотрения реле различных производителей произведена замена типа реле, исходя из характеристик электромагнитной совместимости для выявленного уровня помех.

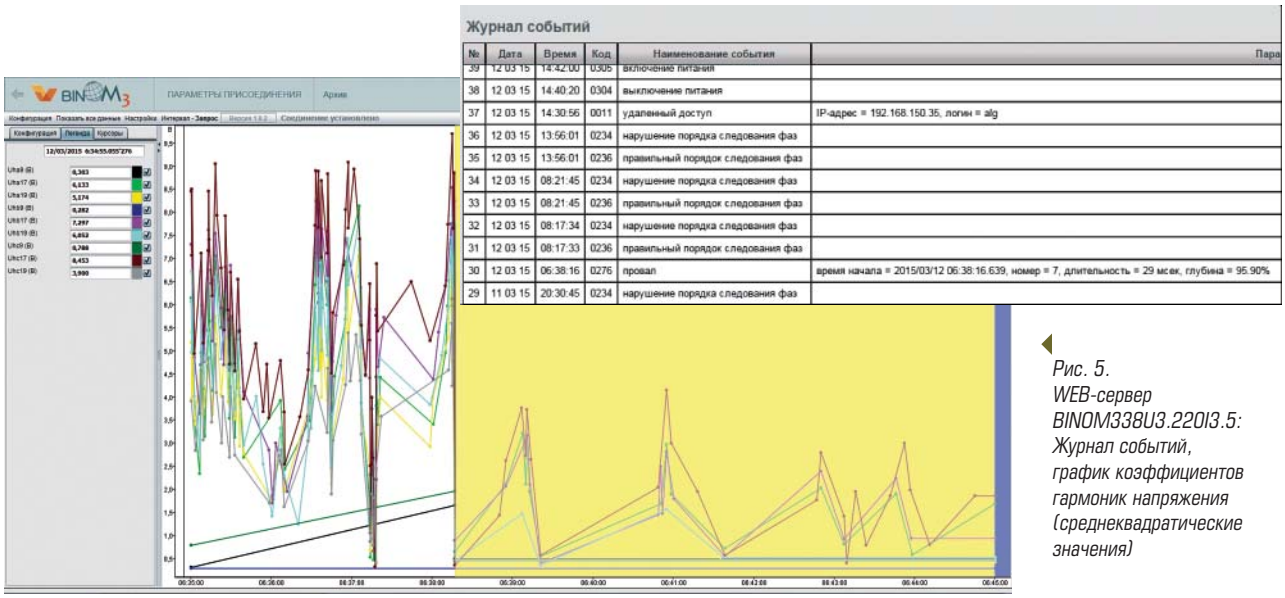


Рис. 5. WEB-сервер BINOM338U3.220I3.5: Журнал событий, график коэффициентов гармоник напряжения (среднеквадратические значения)

Пример иллюстрирует, что наличие в измерительном приборе дополнительно функций цифрового осциллографа, архиватора и встроенных инструментов работы с осциллограммами и графиками дает возможность, обратившись непосредственно к прибору, “развернуть” хронологию ненормального режима или аварии, установить причины и принять аргументированные решения по их дальнейшему недопущению.

Функция осциллографа, встроенного в BINOM3, имеет уникальные параметры. При синхронизации от приемника ГЛОНАСС/GPS с использованием специального входа синхроимпульсов PPS BINOM3 **обеспечивает синхронные измерения с точностью до 1 мкс на разных объектах**. Таким образом, впервые появляется возможность исследовать распределенные в географическом пространстве электросети и удаленные объекты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Новая концепция построения средств измерений позволила создать универсальное полевое устройство, обладающее высочайшей точностью, достоверностью измерений и функциональностью АСУ ТП. Благодаря таким устройствам преимущества распределенной вычислительной архитектуры становятся доступны на практике.

Приборы серии **BINOM3** выполняют коммерческий и технический учет электроэнергии, измерение широкого спектра электрических величин, контроль и анализ показателей качества электроэнергии, осциллографирование параметров нормального режима и переходных процессов, регистрацию аварийных событий и переключений коммутационных аппаратов, производят управление нагрузкой. Приборы

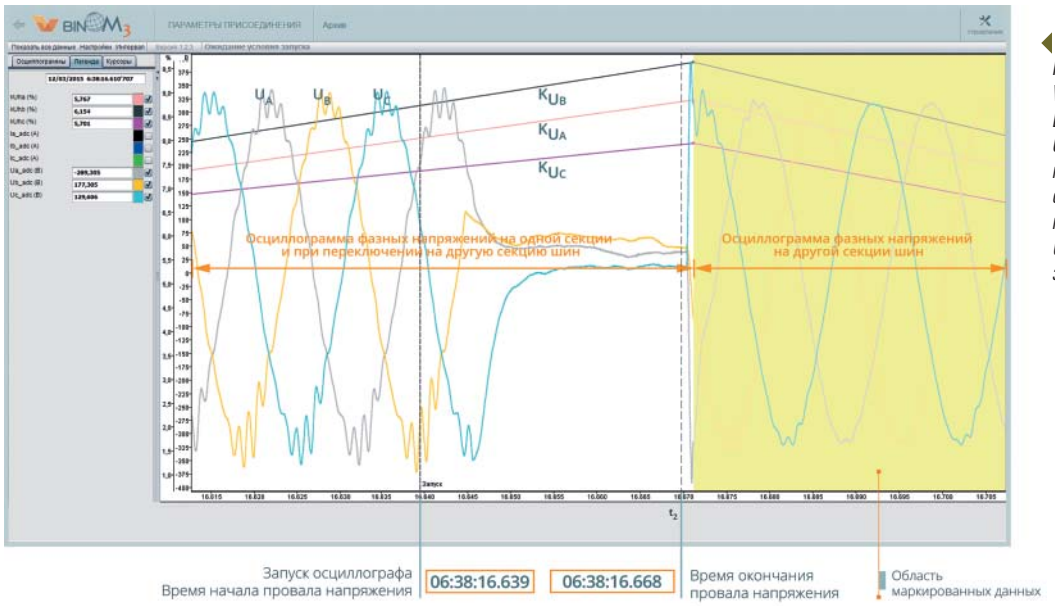


Рис. 6. WEB-сервер BINOM338U3.220I3.5: Осциллограмма фазных напряжений, совмещенная с графиком суммарных коэффициентов гармоник (среднеквадратические значения)

обеспечены встроенной системой архивирования и АРМ на основе WEB-визуализатора. Все данные доступны в режиме прямого доступа on-line непосредственно к прибору. Оперативные данные передаются по каналам связи в стандартных протоколах информационного обмена.

Для поставщика электроэнергии (электроснабжающей организации, электросетевой компании) и потребителя важен непрерывный мониторинг и контроль параметров качества электроэнергии. **Поставщик** имеет возможность устанавливать виновника искажений, контролировать вклад потребителя в допустимый уровень искажений (определяется техническими условиями на присоединение потребителя к электрической сети), повышать достоверность учета электроэнергии, надлежащим образом эксплуатировать электросеть для обеспечения необходимой надежности электроснабжения и эффективности функционирования. **Потребитель** имеет возможность контролировать соответствие качества электроэнергии в точке поставки требованиям стандартов (или договора электроснабжения), выявлять факты поставки некачественной электроэнергии и располагает необходимыми подтверждениями для обращения к поставщику.

При использовании **BINOM3** в точке передачи электроэнергии от поставщика к потребителю **контроль качества электроэнергии** осуществляется **круглосуточно в непрерывном режиме** в отличие от распространенной практики периодического контроля переносными средствами. Периодический контроль проводится в запланированные сроки или после того, как нарушение произошло, и может не выявить нарушения случайного характера, в чем состоит его главный недостаток. В **BINOM3** результаты непрерывного контроля оформляются в виде **Протокола о соответствии показателей качества электроэнергии нормам**. Протокол формируется автоматически с заданной периодичностью (сутки, неделя) в стандартной форме (по ГОСТ 33073-2014) и хранится на карте памяти прибора. В случае ненормальных событий в электросетях, таких как **провалы и прерывания напряжения, перенапряжения**, BINOM3 записывает и хранит на карте памяти их параметры (время начала, глубина, длительность, количество) и **осциллограммы токов и напряжений** (до, во время и после события). Протоколы и осциллограммы BINOM3 являются обоснованным и надежным подтверждением нарушений качества электроснабжения, имевших место в точке передачи электроэнергии от поставщика к потребителю.

Стоимость BINOM3 начинается со стоимости коммерческого счетчика электроэнергии. Применение **BINOM3 обеспечивает значительный экономический эффект** по сравнению с комплектом специализированных по аналогичным функциям приборов (обоснование приводится по URL *http://binom3.ru/files/binom3_technical_description_ru.pdf*).

Внедрение подобных устройств в электросетях и энергосистемах в целом позволит повсеместно повысить стандарты наблюдаемости, оптимизировать деятельность, увеличить экономическую эффективность, качество функционирования и управления процессами производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

Список литературы

1. *Большаков О.В.* Об энергии искажений в электрических сетях. – М. “Автоматизация и IT в энергетике”. № 16(65), 2014 г.
2. *Методические* указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Часть 2. Анализ качества электрической энергии. РД 153-34.0-15.502-2002.
3. *Громов В.Н.* Влияние качества электроэнергии на работоспособность систем автоматики, сигнализации и связи метрополитенов. // Сборник трудов международной научно-практической конференции “Управление качеством электроэнергии”. – М.: Национальный исследовательский университет “МЭИ”, 2014 г.

Васильева Ольга Алексеевна *– канд. техн. наук, генеральный директор ЗАО “Алгоритм”.*
г. Санкт-Петербург, Гражданский пр., д. 111.
Телефоны: 8 (800) 222-00-72, +7 (812) 531-13-68.
E-mail: info@algspb.ru http://www.algspb.ru, www.binom3.ru, www.binom3.com

РМЭФ

Российский Международный Энергетический Форум

17–20 МАЯ 2016

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

XXIII МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА

ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ufi Approved Event

WWW.ENERGETIKA.EXPOFORUM.RU

WWW.RIEF.EXPOFORUM.RU

energetika@expoforum.ru
rief@expoforum.ru
+7 812 240 40 40
доб. 154, 160

www.energetika-restec.ru
energo@restec.ru
+7 812 303 88 68

ОРГАНИЗАТОРЫ

EXPOFORUM

12+

В НОВОМ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ

ЭКСПОФОРУМ

ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ 64/1

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИМ ПЕРСОНАЛОМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ГИБРИДНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

М.В. АНДРЕЕВ, Ю.С. БОРОВИКОВ, А.С. ГУСЕВ, А.О. СУЛАЙМАНОВ
(Энергетический институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования “Национальный исследовательский Томский политехнический университет”)

В статье дан аналитический обзор систем поддержки принятия решения диспетчерским персоналом энергосистем, рассмотрены возможные варианты решения задачи создания ИТС ППР ДП ЭС, представлены структурная схема ИТС ППР ДП ЭС с монопроцессорной ИУС и структура многоуровневой ИУС программно-аппаратной платформы ИТС ППР ДП ЭС.

Ключевые слова: *периферийный процессор (ПП), микропроцессорный узел (МПУ), процессор аналого-цифровых преобразований (ПАЦП), процессор цифро-управляемых ключей-коммутаций (ПК), ИТС ППР ДП ЭС.*

ВВЕДЕНИЕ

В силу единства, непрерывности и параллельности генерации, распределения и потребления электроэнергии всё участвующее в данном процессе оборудование постоянно связано между собой в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах работы электроэнергетической системы (ЭЭС). Поскольку подавляющее большинство этого оборудования представляет собой динамические элементы, к тому же преимущественно нелинейные и с весьма значительным диапазоном постоянных времени, любая современная ЭЭС образует большую, многопараметрическую, жесткую, нелинейную, динамическую систему. Проектирование, исследование и эксплуатация таких систем являются несоизмеримо более сложными задачами.

Отмеченную проблематику подтверждает обобщенная статистика аварийности в российских и зарубежных ЭЭС, согласно которой причиной значительного числа тяжелых аварий (примерно 25 %) [1–3] и их развития в ЭЭС служат неправильные или запоздалые действия диспетчерского персонала. Ввиду невозможности в настоящее время и в обозримом будущем исключения из процесса управления ЭЭС диспетчерского персонала, единственным путем решения обозначенной проблемы, учитывая сложность, быстротечность процессов в ЭЭС и ограниченность человеческих возможностей, может быть только применение автоматизированных средств поддержки принятия решений диспетчерским персоналом ЭЭС. В связи с этим, задача разработки информационно-телекоммуникационной системы поддержки принятия решений диспетчерским персоналом (ИТС ППР ДПЭС), параллельно функционирующей с реальной ЭЭС и позволяющей с необходимой оперативностью и достоверностью решать задачи ППР ДПЭС, обеспечивающих надежное и эффективное функционирование ЭЭС, является исключительно важной.

Авторы данной статьи входят в состав научного коллектива, который занимается решением обозначенной проблемы в рамках проекта, поддерживаемого государством в лице Министерства образования и науки России.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИМ ПЕРСОНАЛОМ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Системы поддержки принятия решения (СППР) в наше время получили очень широкое распространение в различных сферах деятельности людей: телекоммуникации, банковское дело, страховой бизнес, торговля и т.д. В рамках проекта нас интересовали СППР, которые применяются в электроэнергетике как в России, так и за рубежом для помощи персоналу,

в особенности диспетчерам ЭЭС. Кроме того, были проанализированы применяемые для обучения диспетчерского персонала тренажеры, которые также могут исполнять функции "советчика диспетчера".

Среди большого многообразия отечественных и зарубежных тренажеров и СППР выделены несколько, наиболее близких по структуре или функциональным особенностям к разрабатываемой системе (объем данной статьи не позволяет привести результаты аналитического обзора в полном объеме):

1. Диспетчерский тренажер OTS (Operator Training Simulator) EPRI (Разработчик – General Electric) [4].
2. Программное обеспечение для оценки развития электрических сетей 6-35 кВ (программа PRAO) (Разработчик – EDF (Electricite de France), АО "Гроссмейстер") [5].
3. Система поддержки принятия решения при оперативном диспетчерском управлении тепловой электрической станцией (Разработчик – Новосибирский государственный технический университет) [6].
4. Система поддержки принятия решений на основе многокритериальной оптимизации состава агрегатов гидроэлектростанции ГЭС (Разработчик – Новосибирский государственный технический университет) [7].
5. Информационная поддержка принятия решений в процессе оперативно-диспетчерского управления региональной энергосистемой (Разработчик – Уфимский государственный авиационный технический университет) [8].
6. Мультиагентная система поддержки принятия решения (Разработчик – Северокитайский электротехнический университет (North China Electric Power University), Пекин, Китай) [9].
7. Интеллектуальная система поддержки принятия решения (Разработчик – университет Хэбэй (Hebei University), Баодин, Китай) [10].

В результате анализа систем, в частности названных выше, выявлен тот факт, что применяемые в настоящее время в электроэнергетике СППР, тренажеры и советчики диспетчеров ЭЭС используют достаточно упрощенные математические модели оборудования ЭЭС. В противном случае – значительно снижается размер совокупной математической модели ЭЭС. Между тем, в реальных сетях ЭЭС на протекающие в них процессы и режимы влияют с различными коэффициентами чувствительности практически все взаимосвязанные элементы (оборудование) ЭЭС. Поэтому для получения достаточно полной и достоверной информации о режимах работы ЭЭС, необходимой для правильного, обоснованного и оперативного принятия решения по управлению оборудованием и ЭЭС в целом, способствующего снижению уровня аварийности в энергосистеме за счет уменьшения количества ошибочных и/или запоздалых действий диспетчеров, повышения "живучести" электроэнергетических систем, следует:

1. Осуществлять моделирование оборудования и ЭЭС в целом, используя реальную трехфазную схему ЭЭС и допустимое частичное её эквивалентирование.
2. Для всех без исключения элементов ЭЭС: генераторов, включая системы возбуждения и первичные двигатели; синхронных и асинхронных электрических двигателей, включая приводимые ими механизмы и системы возбуждения первых; трансформаторов; линий электропередачи; шунтирующих реакторов; конденсаторных батарей; обобщенных нагрузок и устройств FACTS; коммутационного оборудования, – применять трехфазные бездекомпозиционные модели, непрерывно и достаточно полно, достоверно воспроизводящие единый спектр квазиустановившихся и переходных процессов, при всевозможных нормальных, аварийных и послеаварийных режимах их функционирования.
3. При математической реализации обозначенных в предыдущем пункте моделей оборудования и ЭЭС в целом обеспечивать гарантированную приемлемую точность их решения на интервале протекания указанных процессов, который в общем случае следует считать неограниченным.

Сформулированные условия успешного решения исследуемой проблемы и известная специфика и сложность ЭЭС исключают получение всей информации, необходимой для принятия корректных оптимальных решений по управлению энергосистемой, натурным путем или посредством физического моделирования.

В результате, альтернативными направлениями решения проблемы и соответственно методами, способами и средствами могут служить:

а) одностороннее сугубо цифровое моделирование ЭЭС и, следовательно, только численные методы, способы и средства расчета математических моделей;

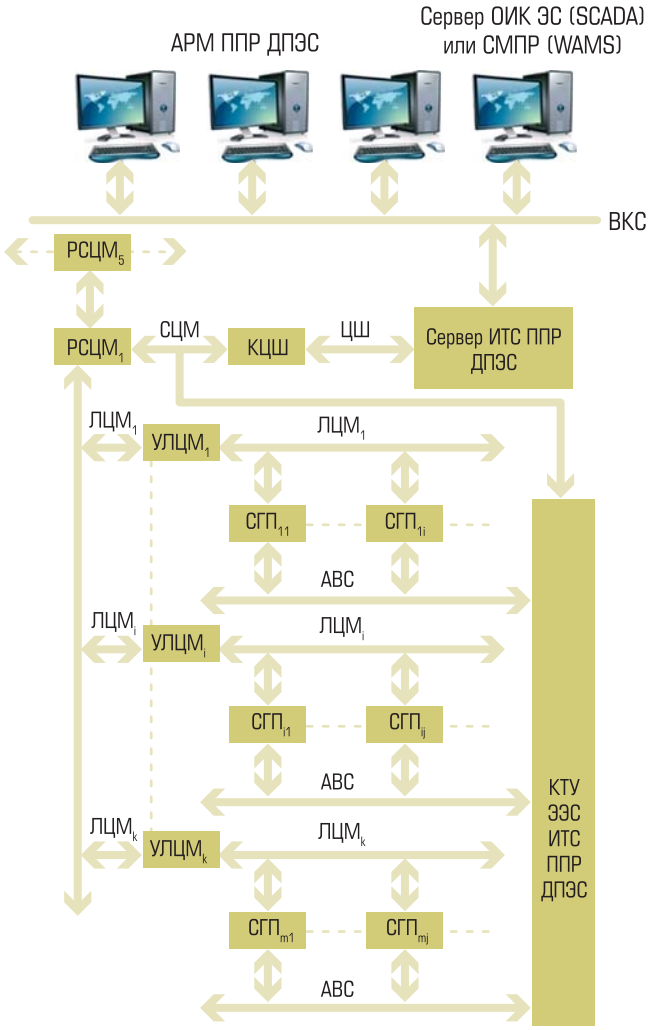


Рис. 1. Структурная схема ИТС ППР ДП ЭС с монопроцессорной ИУС

б) комплексное моделирование ЭЭС, предполагающее для достижения радикального решения различных аспектов и проблемы в целом применение, создание и объединение аналоговых, цифро-аналоговых, цифровых, аналого-цифровых и физических методов, способов и средств, представляющих в широком смысле гибридное моделирование [11–14].

Теоретическое обоснование неприемлемости первого варианта, которое частично отражено в публикациях [11–14], позволило в качестве основного выбрать комплексный (гибридный) подход, позволяющий разрабатывать и применять для каждого значимого аспекта проблемы создания ИТС ППР ДПЭС наиболее эффективные методы, способы и средства, агрегирование которых обеспечивает ее успешное решение в целом.

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОЗДАНИЯ ИТС ППР ДПЭС

В соответствии с гибридным подходом предложены и рассмотрены два возможных варианта построения ИТС ППР ДПЭС, структурной основой каждого из которых является мультипроцессорная моделирующая система реального времени электроэнергетических систем. Различие вариантов состоит в принципах реализации программно-аппаратной информационно-управляющей системы (ИУС) и соответственно специализированного программного обеспечения: ИТС ППР ДПЭС с монопроцессорной ИУС (рис. 1) или с многоуровневой многопроцессорной ИУС (рис. 2).

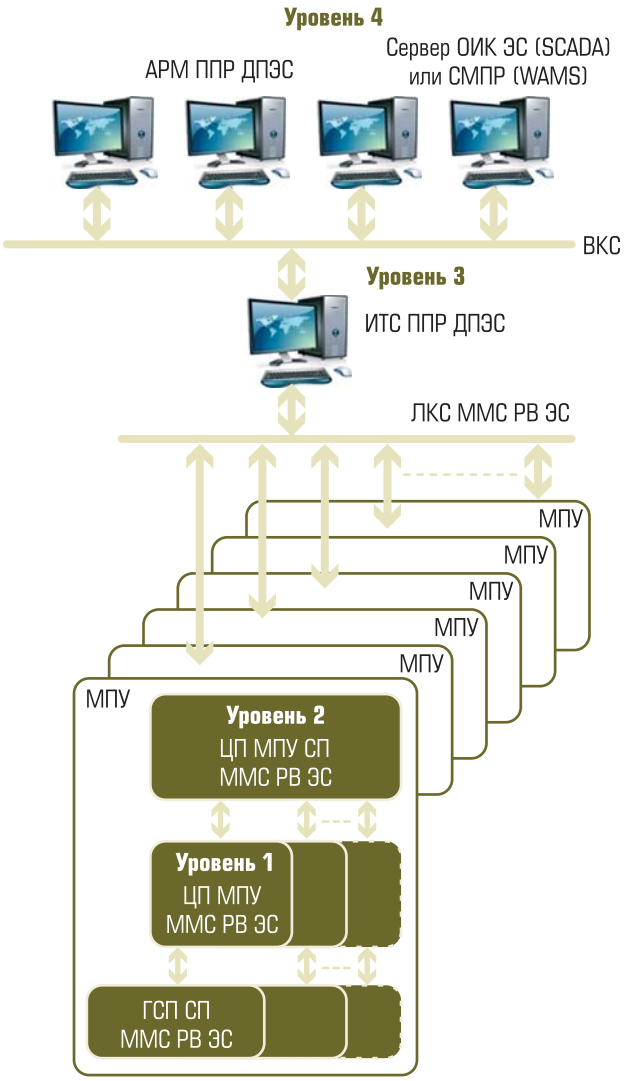


Рис. 2. Структура многоуровневой ИУС программно-аппаратной платформы ИТС ППР ДП ЭС

Согласно рис. 1 информационная взаимосвязь всех специализированных гибридных процессоров (СГП), моделирующих оборудование ЭЭС, с Сервером ИТС ППР ДПЭС реализуется через локальные цифровые магистрали (ЛЦМ) и системную цифровую магистраль (СЦМ), адаптируемые соответственно усилителями ЛЦМ (УЛЦМ) и расширителями СЦМ (РСЦМ). Протокол взаимодействия СЦМ и цифровой шины (ЦШ) Сервера ИТС ППР ДПЭС обеспечивается соответствующим контроллером ЦШ (КЦШ), а протоколы взаимодействия внутренней цифровой шины (ВЦШ) СГП с ЛЦМ осуществляются с помощью содержащегося в каждом СГП аппаратного интерфейса гибридного процессора (ИГП). В данном варианте все программные информационно-управляющие функции для всех СГП выполняются на Сервере ИТС ППР ДПЭС.

Обозначенные на рис. 2 четыре уровня отражают свойственную реальным ЭЭС, функциям диспетчерского персонала электроэнергетических систем и задачам принятия решений информационно-управляющую иерархию и структуру. Каждый уровень характеризуется соответствующей функциональностью и приемлемым временем выполнения этих функций. Первый уровень информационно-управляющих функций, связанных с оцифровыванием, преобразованием, представлением информации и осуществлением различных коммутаций, автоматического технологического управления, реализуется с помощью периферийных процессоров (ПП) микропроцессорных узлов (МПУ): процессоров аналого-цифровых преобразований (ПАЦП), процессоров цифро-управляемых ключей-коммутаций (ПК), в том числе униполярных, и, в общем случае, других процессоров специального назначения, обеспечивающих функциональное управление параметрами и состояниями моделируемого оборудования и необходимое для данных функций минимальное время их выполнения. Все ПП в МПУ каждого гибридного сопроцессора (ГСП), специализированного процессора (СП) взаимосвязаны с образующими второй центральный процессор (ЦП) МПУ, посредством которых и локальной компьютерной сети (ЛКС) осуществляется их информационно-управляющее взаимодействие и Сервера ИТС ППР ДПЭС, включая трансляцию значений параметров базы данных моделируемого оборудования и ЭС в целом с Сервера в ПП МПУ и цифроаналоговые преобразователи ГСП всех СП ИТС ППР ДПЭС, а также результатов моделирования из СП на Сервер и затем в автоматизированное рабочее место (АРМ)ИТС ППР ДПЭС. Кроме этого, с помощью ЦП моделируются локальные средства защиты и автоматики, и системы автоматического управления, динамика функционирования которых обеспечивается временем их выполнения в ЦП МПУ СП.

Сравнение свойств и возможностей указанных вариантов разработки ИТС ППР ДПЭС показало, что каждый из них может быть использован для достижения поставленной цели. Однако ИТС ППР ДПЭС с многоуровневой многопроцессорной ИУС позволяет оперативно осуществлять функциональную обработку несоизмеримо больших объемов информации и, учитывая развитие ЭЭС и увеличение объемов схемно-режимной информации, более перспективным следует считать именно этот вариант ИТС ППР ДПЭС, который и был выбран в качестве оптимального для решения поставленных в работе задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты анализа, частично представленные в статье, распространенных в настоящее время в мировой электроэнергетике сугубо численных средств моделирования ЭЭС теоретически показали наличие принципиально неустранимых неприемлемых ограничений, препятствующих их применению в качестве структурной основы ИТС ППР ДПЭС. Несоизмеримо более перспективным является методологически альтернативное новое направление исследований в разработке ИТС ППР ДП ЭС на основе комплексного (гибридного) подхода, исключающего ограничения и обеспечивающего радикальное решение проблемы, в соответствии с которым разработанная ИТС ППР ДПЭС должна представлять собой в широком смысле гибридную систему.

В соответствии с обозначенным подходом предложены и рассмотрены возможные варианты её осуществления, имеющие идентичную структурную основу в виде гибридных средств моделирования в реальном времени ЭЭС, но принципиально различные ИУС:

1. ИТС ППР ДПЭС с монопроцессорной ИУС, в которой все информационно-управляющие функции реализуются последовательно на Сервере, что для обеспечения необходимой оперативности принятия решений определяет высокие требования к аппаратуре ИУС, включая серверный компьютер, и к оптимизации специализированного программного обеспечения Сервера и АРМ ППР ДПЭС. По мере развития ЭЭС может ограничивать объем функционирования обработки схемно-режимной информации ЭЭС.
2. ИТС ППР ДПЭС с многоуровневой многопроцессорной ИУС, осуществляющей необходимую параллельную функциональную обработку информации, что не накладывает практических ограничений на объём функциональной обработки информации и её оперативность, в связи с чем является наиболее перспективным.

Основываясь на результатах сравнения указанных вариантов выбран вариант наиболее перспективной реализации, согласно которому разработана структурная схема ИТС ППР ДПЭС, обладающая свойствами и возможностями, необходимыми для оперативной, в том числе в реальном времени, гарантированно надежной и эффективной поддержки принятия решений диспетчерским персоналом ЭЭС, исключающих создание или развитие аварий в ЭЭС и обеспечивающих их нормальное функционирование.

Работа выполнена при поддержке ФЦП “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы” (Соглашение о предоставлении субсидии № 14.575.21.0104 от 28 ноября 2014 г., уникальный идентификатор проекта RFMEFI57514X0104).

Список литературы

1. *J. Paska.* Key problems of Polish electric power system reliability, Electrical Power Quality and Utilisation, 2009. EPQU 2009. 10th International Conference on, Lodz, 15-17 Sept. 2009, pp. 1-6.
2. *M. Cepin.* Reliability of power systems considering conventional and alternative sources of energy, Digital Technologies (DT), 2014 10th International Conference on, Zilina, 9-11 July 2014, pp. 50-56.
3. *Shabalin G.S., Chusovitin P.V., Pazderin A.V., Tashchilin V.A.* Emergency control algorithm for maintaining power stability based on newton's method, 2014, WIT Transactions on Ecology and the Environment. Vol. 1, pp. 327-334.
4. *Веб-сайт:www.epri.com*
5. *Веб-сайт:http://france.edf.com/*
6. *Макоклюев Б.И.* Информационные системы для решения технологических задач на энергообъектах [Текст] /Б.И. Макоклюев, А.С. Полижаров // Энергетик. 2007. № 8. С. 5-9.
7. *Secretarev J.* Application of fuzzy sets for representation of hydro power plants operational condition / J. Secretarev, A. Zhdanovich, S. Mitrofanov // The 8th international forum on strategic technology 2013 (IFOST 2013), Ulaanbaatar, Mongolia. 2013. Vol. 2. pp. 605-609.
8. *Филиппова Т.А.* Современные концепции оптимизации режимов электроэнергетических систем [Текст] / Т.А. Филиппова, А.Г. Русина // Материалы всероссийской конференции “Энергетика России в 21 веке:стратегия развития – восточный вектор”, 30 августа –3 сентября 2010. С. 1-4.
9. *Zhuangzhi Liu.* Research on intelligent decision support system for power system / Zhuangzhi Liu, DongxiaoNiu, Xusheng Yang, Wanxing Sheng // International Conference on Information and Automation, 2009, pp. 412-417.
10. *Yi-Ting Chou, Chih-Wen Liu, Yi-Jen Wang, Chin-Chung Wu, Chao-Chi Lin.* Development of a Black Start Decision Supporting System for Isolated Power Systems, Power Systems, IEEE Transactions on (Volume:28 , Issue: 3).
11. *Yu.S. Borovikov, A.O. Sulaimanov.* Information and Control System for Use in the Real Time Multiprocessor Simulation of Power Equipment // Russian Electrical Engineering. 2013 Vol. 84, No. 5, pp. 290-295.
12. *Y.S. Borovikov, A.S. Gusev, A.O. Sulaymanov.* Ufa R.A. Multiprocessor System for Real-Time Simulation of Electric Power Systems // Power Engineering. Efficiency, Reliability, Safety: Selected Reports of All-Russian Scientific and Technical Conference. London: Red Square Scientific. 2014. pp. 8-12.
13. *Боровиков Ю.С., Гусев А.С., Андреев М.В.* Уфа. Полигон для отработки решений по

построению активно-адаптивных сетей на базе всережимного моделирующего комплекса реального времени // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 4. С. 292-296.

14. *Боровиков Ю.С., Сулайманов А.О., Гусев А.С., Андреев М.В.* Всережимное моделирование в реальном времени перенапряжений в электроэнергетических системах // Автоматизация в промышленности. № 07. 2014. С. 17-21.

Энергетический институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".
Андреев Михаил Владимирович *– канд. техн. наук, доцент кафедры "Электроэнергетические системы",*
Боровиков Юрий Сергеевич *– доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры "Электроэнергетические системы",*
Гусев Александр Сергеевич *– доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры "Электроэнергетические системы",*
Сулайманов Алмаз Омурзакович *– канд. техн. наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией "Моделирование электроэнергетических систем" кафедры "Электроэнергетические системы".*

НОВОСТИ

РЕШЕНИЯ «Систем и Технологий» ЭКОНОМЯТ ДО 21 % ПОТРЕБЛЯЕМОЙ НА ОСВЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В МОСКВЕ

28 октября в Экспоцентре в рамках форума "Умный город" состоялось панельное заседание "Реформирование систем управления в рамках развития "Умных городов", на котором выступили представители компаний в области реализации Интернета вещей.

Модератором мероприятия стал директор Ассоциации новаторских городов, член Общественного совета при Минстрое РФ Сергей Журавлев. В заседании приняли участие представители ведущих IT компаний, органов государственной власти, профессионального сообщества.

Председатель совета директоров ГК "Системы и Технологии" Вячеслав Долгих в своем выступлении рассказал о том, каким сегодня должен быть энергоэффективный "Умный город" – комфортным, интерактивным, инновационным и окупаемым.

Вячеслав Долгих привел пример реализации решений управления наружным освещением в городе Москва: "*Сегодня, в столице России, в том числе на зданиях Садового кольца, уже ни один год в качестве стандарта применяется наша автоматизированная система управления наружным освещением Smart Light "Пирамида". В точках ее применения город уже экономит от 21 % потребляемой на освещение электроэнергии. В масштабах столицы, за год экономия от энергоэффективного освещения может составить до 350 миллионов рублей*".

В докладе была представлена схема построения систем для проектов энергоэффективного "Умного города", на основе программно-аппаратного комплекса "Пирамида 2.0". Она представляет собой открытую интеллектуальную платформу для энергетических сервисов, которыми могут пользоваться городские службы и население. Ядром такой системы является "Единый ситуационный диспетчерский центр".

В качестве примера эффективной работы такой схемы докладчик привел один из проектов на объектах X5 Retail Group. В результате внедрения инновационных решений, данные в более 4000 объектов компании, распределенных по территории всей территории всей страны, передаются в единый Центр обработки данных (ЦОД) и формируют аналитическую базу для энергетики и менеджмента компании. Включение в систему сбора данных о потреблении позволяет диспетчерам этой системы не только следить за эффективностью расходования энергетических ресурсов, но и обеспечивать наиболее энергоэффективные режимы на объектах, благодаря собранным аналитическим данным. Работа таких систем для территориально-распределенных объектов крупных компаний в базе позволяет сэкономить от 25 % до 30 % затрат на энергоресурсы.

В заключение Вячеслав Долгих отметил: "*Мы нацелены на то, чтобы проекты создания энергоэффективных умных городов в России были комфортным и не только для пользователей, но и для партнеров в наших проектах. Компания открыта к сотрудничеству и взаимовыгодному диалогу с инвесторами и компаниями в реализации энергоэффективных проектах*".

E-mail: press@sicon.ru
http://www.sicon.ru

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ТЕРМОЯДЕРНОЙ УСТАНОВКИ ТОКАМАК Т-15

Ю.Я. МОЦКИН (ЗАО "РТСофт"),
М.М. СОКОЛОВ, П.П. ХВОСТЕНКО (НИЦ "Курчатовский институт")

RTSoft
средства и системы автоматизации

В статье рассматривается архитектура информационно-управляющей системы экспериментальной термоядерной установки Токамак Т-15. Описано ее назначение, состав, характеристики компонетов, технология проведения эксперимента.

Ключевые слова: *токамак, плазма, информационно-управляющая система, архитектура, технология.*

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая статья ставит своей целью дать представление об архитектуре информационно-управляющей системы экспериментальной термоядерной установки Токамак Т-15. Эта установка относится к классу больших физических установок (big physics) и разработка эффективной системы управления для нее представляет весьма непростую задачу.

Как известно Токамак является одним из наиболее значимых проектов современной ядерной физики. Конечная цель этого проекта – создание управляемого источника энергии, основанного на принципах термоядерного синтеза.

Идея токамака (ТОроидальной КАмеры с МАгнитными Катушками), как средства удержания магнитным полем высокотемпературной плазмы, в которой протекает управляемая термоядерная реакция, была предложена в пятидесятые годы 20 века. С тех пор во многих странах мира, в том числе и в первую очередь в СССР – России ведутся исследования в этом направлении, создаются экспериментальные установки [1].

В результате в этой области накоплен значительный опыт. И в настоящее время в рамках международного проекта ITER строится экспериментальный токамак – реактор.

К сожалению, сейчас в России действуют только установки небольшой мощности – Т-10 в НИЦ "Курчатовский институт" в Москве, Т-11М в "Троицком институте инновационных и термоядерных исследований" и сферический токамак "Глобус" в Физико-техническом институте имени Иоффе в Санкт-Петербурге. При этом токамак Т-10 был запущен в эксплуатацию еще в 1975 году.

В 80-90-е годы в НИЦ "Курчатовский институт" была построена значительно более крупная установка – токамак Т-15. Был выполнен физический пуск установки. Однако работы по ее введению в эксплуатацию не были доведены до конца. Со времени физического пуска установки Т-15 в 1988 г. многие технологические и инженерные системы выработали свой ресурс. В связи с этим требуется их техническое перевооружение [2].

В 2009 году было принято решение о выполнении работ по модернизации установки Т-15 (Федеральная целевая программа "ЯЭТНП 2010-2020 гг.").

Цель проекта по модернизации формулируется следующим образом:

"Модернизация экспериментальной термоядерной установки Т-15 предусматривает сооружение дивертора в разрядной камере токамака Т-15, создание новой системы формирования и управления вытянутой конфигурацией плазмы и комплекса дополнительного нагрева плазмы мощностью 20 МВт и поддержания тока плазмы до 1 МА.

Предлагаемое изменение магнитной системы установки Т-15 и проведение экспериментальных исследований плазмы с вытянутой конфигурацией являются одними из основных задач дальнейшего развития исследований на установках типа токамак в России. Модернизация установки Т-15 и проведение исследований на ней являются первым шагом на пути создания термоядерного источника нейтронов (ТИН), необходимого для наработки топлива для нужд атомной энергетики" [3].

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ТОКАМАК Т-15

Установка Т-15 представляет собой целый комплекс взаимодействующих между собой технологических и инженерных систем.

Выполнение эксперимента на установке обеспечивается набором автоматизированных и автоматических процедур включающих:

- Планирование эксперимента.
- Подготовку эксперимента.
- Выполнение эксперимента.
- Сбор и обработку (комплексный анализ) результатов эксперимента.

Перечисленные задачи и призвана решать создаваемая для установки информационно-управляющая система (ИУС Т-15).

Следует отметить, что в рамках модернизации ИУС Т-15 создается практически с нуля.

Руководителем проекта и системным интегратором системы определено ЗАО "РТСофт".

Специфика системы ИУС Т-15 такова, что для ее реализации в полном объеме потребовалось привлечь коллективы профильных специалистов из различных крупных исследовательских и проектных центров России. В том числе:

- НИЦ "Курчатовский институт" – Руководитель проекта установки Т-15 и Заказчик ИУС Т-15.
- НИИЭФА им. Ефремова – Электромагнитная система установки.
- ИЯФ им. Буткера СОРАН – Система инжекционного нагрева плазмы.
- ФТИ им. Иоффе – Система нагрева плазмы на нижнегибридном резонансе.
- ГНЦ ТРИНИТИ – Модель и регуляторы системы управления плазмой.

Очевидно, что выполнение столь сложной работы с большим количеством участников требует от ЗАО "РТСофт" значительных не только инженерно-технических, но и организационных усилий.

В связи с тем, что ИУС Т-15 является интегрированной системой, разработку отдельных частей которой выполняют разные предприятия – исполнители, требуется сформулировать базовые проектные решения, распространяющиеся на всю систему.

Общесистемные решения должны обеспечивать такое распределение функциональности в интегрированной ИУС Т-15, которое бы исключило необоснованную избыточность программно-технических средств.

Необходимо разрабатывать требования со стороны системы верхнего уровня и других общесистемных компонентов к отдельным подсистемам АСУ и локальным системам контроля и управления.

Необходимо придерживаться единой технической политики, единых интерфейсов обмена данными, совместимых технических, конструктивных и программных решений.

Требуется обеспечить как можно большую унификацию используемых в различных подсистемах программно-технических средств.

Необходим согласованный подход для классификации и кодирования информации многоуровневой ИУС Т-15.

К настоящему времени выполнено рабочее проектирование ИУС Т-15, выполнены поставки и произведена сборка и монтаж оборудования, выполнена разработка программного обеспечения, а также проведены автономные испытания для значительной части систем, входящих в ИУС Т-15.

Цель работ – обеспечить готовность ИУС Т-15 в объеме необходимом для физического пуска к началу 2017 года.

АРХИТЕКТУРА ИУС Т-15

При работе над проектом ИУС Т-15 ЗАО "РТСофт" изучил имеющийся опыт создания CODAC ITER. Реализация проекта ITER запланирована позже физического пуска Т-15, поэтому на использование готовых решений CODAC ITER в ИУС Т-15 рассчитывать не приходится, но методологический подход в организации и делении систем, а также ориентация на оборудование National Instruments были использованы. Пригодился опыт участия ЗАО "РТСофт" в проекте ITER в части разработки системы автоматизации и ПАЗ системы СВЧ нагрева для установки ITER.

ИУС Т-15 строится, как распределенная, многоуровневая система.

Подсистемы, входящие в нее, группируются по функциональным признакам.

Взаимодействие между подсистемами осуществляется комплексом специализированных информационных сетей.

Принятая архитектура ИУС Т-15 включает следующие функциональные группы подсистем:

- Системы управления экспериментом.
- Системы обеспечения эксперимента.
- Информационно-измерительный комплекс.
- Центральная система управления.

Архитектура ИУС Т-15 представлена на рис. 1.

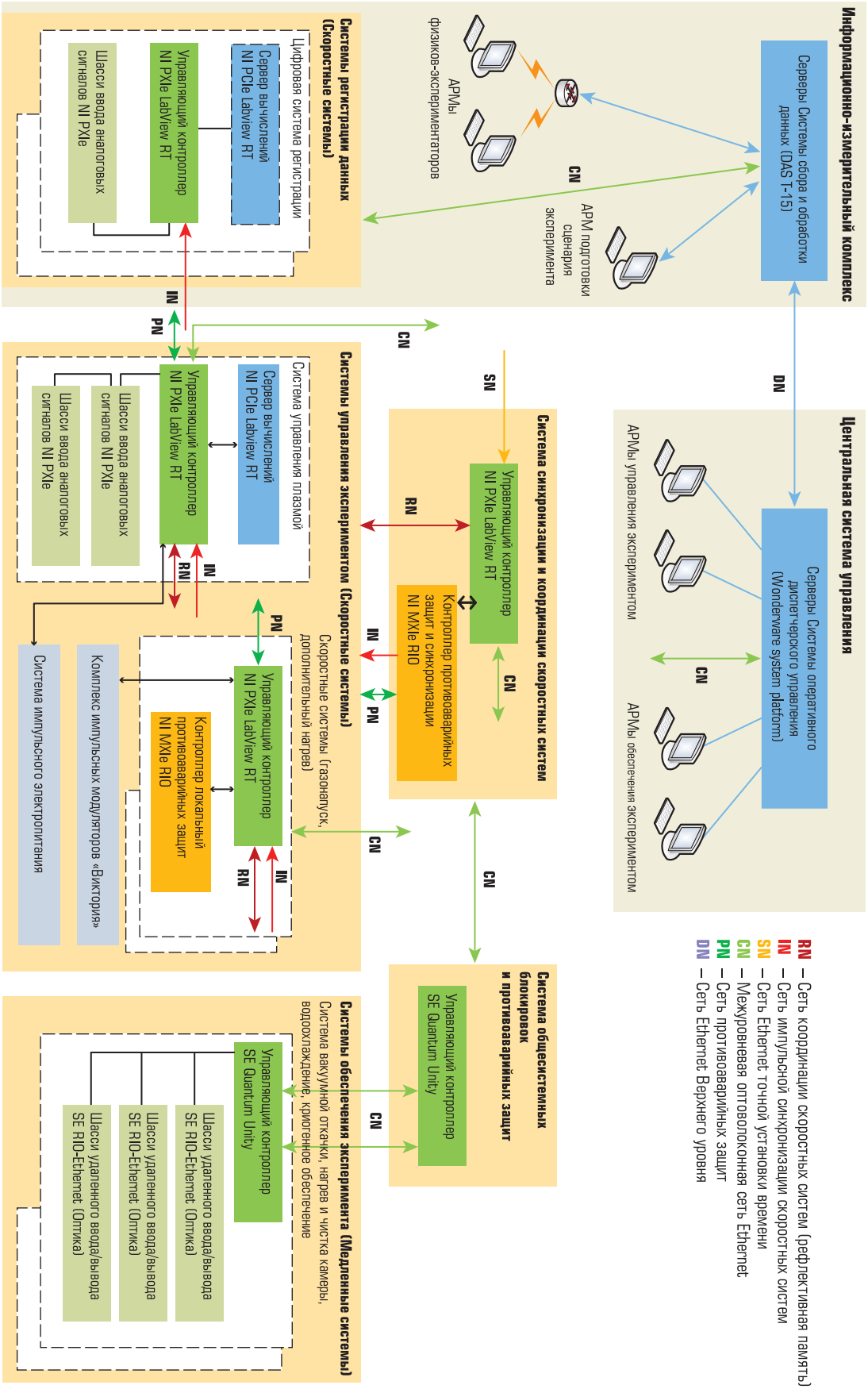


Рис. 1. Архитектура ИУС Т-15

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОМ (СКОРОСТНЫЕ СИСТЕМЫ)

Системы управления экспериментом обеспечивают управление установкой в процессе выполнения собственно эксперимента по формированию и удержанию плазмы с заданными параметрами.

В состав ИУС Т-15 входят следующие системы управления экспериментом:

- Система управления плазмой (СУП) с автоматизированной системой управления импульсным электропитанием (АСУ СИЭП).
- Системы технологического и оперативного газонапуска.
- Системы дополнительного нагрева плазмы (АСУ СВЧ-нагрева, АСУ инжекционного нагрева, АСУ ионно-циклотронного нагрева, АСУ нагрева на нижнегибридном резонансе) с автоматизированной системой управления комплексом импульсных модуляторов “Виктория”.

Синхронизацию и координацию работы систем управления экспериментом, а также реализацию межсистемных противоаварийных защит для них выполняет система координации и синхронизации скоростных систем (СКСС).

Объемно-временные характеристики для систем управления экспериментом ИУС Т-15 следующие:

1. Требования к временным характеристикам:
   - точность синхронизации запуска компонентов ИУС Т15 – 1 мкс;
   - допустимая задержка сигнала запуска системы относительно события в плазме – 100 мкс;
   - цикл управления системой оперативного газонапуска – 1-3 мкс;
   - общий цикл управления системой управления плазмой и системой импульсного электропитания – 3 мкс (медленный контур до 200 сигналов) и 0,1 мкс (быстрый контур от 3 до 14 сигналов);
   - детектирование и обработка аварийных ситуаций внутри систем – 10 мкс;
   - обработка аварийных ситуаций между системами (определили в одной, обработали в другой) – 100 мкс.
2. Суммарный объем данных ~ 8000 сигналов.

Очевидно, что к системам предъявляются чрезвычайно жесткие требования к скорости сбора, обработки и передачи данных, к временным задержкам сигналов (латентности). Должна также обеспечиваться достаточная номенклатура средств управления, сбора данных, синхронизации и т.д.

С учетом всего вышесказанного для построения систем управления экспериментом используются программно-аппаратные средства фирмы National Instuments [4].

Базовые аппаратные средства – контроллеры на базе шасси PXIe, PCIe, MXI Express.

Базовая операционная система для них – LabView RT. Среда программирования – LabView.

Однако для решения ряда задач в состав инструментальных средств программирования для этих систем требуется включать дополнительные компоненты.

Такие компоненты необходимы для программирования системы управления плазмой в токамаке:

- Сложных регуляторов (например, матричный и адаптивный регуляторы).
- Встраиваемых в систему моделей (SIL-модель).

Программы в этом случае разрабатывают не программисты LabView, а специалисты – физики.

Как правило, такие программы пишутся на языке Matlab – Simulink и требуется обеспечить конвертацию такой программы в проект LabView.

Задача портирования кода из Simulink в LabView-RT нами решена с использованием технологии предлагаемой National Instruments.

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА (МЕДЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ)

Системы обеспечения эксперимента обеспечивают подготовку установки к выполнению эксперимента, а также поддержание некоторых параметров (например, вакуума) в процессе выполнения эксперимента.

Таким образом, системы обеспечения эксперимента функционируют как во время подготовки эксперимента, так и в процессе эксперимента.

В состав ИУС Т-15 входят следующие системы обеспечения эксперимента:

- Система вакуумной откачки.
- Система обезгаживающего прогрева патрубков системы охлаждения и камеры.
- Система чистки камеры тлеющим разрядом.
- Система водяного охлаждения.
- Система криогенного обеспечения.

Задачу межсистемных противоаварийных защит и блокировок для этих систем выполняет Система общесистемных блокировок и противоаварийных защит.

К этим системам предъявляются следующие требования:

1. Суммарный объем данных ~ 6500 сигналов.
2. Требование к временным характеристикам:
   - цикл обработки данных – 20-50 мс;
   - время обработки аварийных ситуаций между технологическими подсистемами – не хуже 50 мс.

Требования к временным характеристикам у этих систем менее жесткие, чем у скоростных.

По своему назначению такие системы должны строиться, как традиционные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП).

Для построения этих систем используются программно-аппаратные средства фирмы Schneider Electric [5].

Базовые аппаратные средства – контроллеры Quantum (горячее резервирование).

Базовая система исполнения и среда программирования для них – Unity.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС

Информационно-измерительный комплекс включает в себя:

- систему регистрации данных эксперимента;
- систему сбора и обработки данных.

СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТА

Системы регистрации данных эксперимента обеспечивают:

- сбор данных от оборудования диагностик плазмы;
- обработку и агрегатирование данных;
- запись данных в систему сбора и обработки данных для дальнейшего комплексного анализа.

Системы диагностики плазмы – измерительные комплексы, использующие специальные физические методы.

К системам сбора данных предъявляются следующие требования:

- кондиционирование сигналов (входит в состав диагностики): для различных диагностик диапазон ± 0,1-10 В и ± 500-510 В, гальваническая развязка до ± 1500 В, наличие программируемых фильтров и усилителей;
- синхронизация запуска систем регистрации отдельных диагностик не хуже 1 мкс;
- межканальная синхронизация внутри отдельных диагностик не хуже 0.05 мкс;
- объем регистрируемой информации – до 94 Гб за импульс (эксперимент), длительностью до 30 с;
- доступность данных для комплексного анализа не позднее чем через 300 с.

Системы регистрации данных эксперимента в ИУС Т-15 как и системы управления экспериментом строятся на программно-аппаратных средствах фирмы National Instuments.

СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

ССОД Т-15 предназначена для сбора, хранения, обработки и визуализации экспериментальных данных диагностического комплекса установки токамак Т-15. Источниками экспериментальных данных являются ЦСР, расчетные коды и программы специализированной обработки экспериментальных данных.

В Состав ССОД Т-15 входят сервер БД и сервер приложений, а также специализированного ПО для работы с экспериментальными данными диагностического комплекса Т-15 на этапах регистрации, сбора, хранения, удаленного доступа, специализированной математической обработки и визуализации (включая АРМы ведущего экспериментатора и физиков-экспериментаторов).

Диагностический комплекс Т-15 включает в себя несколько десятков уникальных физических диагностик, работающих в процессе рабочего импульса. Собственно, собранные ССОД экспериментальные данные являются целью проводимых экспериментов. К особенностям ССОД Т-15 следует отнести высокие требования к производительности системы, связанные с большими объемами измеряемой в ЦСР информации, а также требования к унификации данных при идентификации, хранении, обработке и визуализации разнотипных данных от различных физических диагностик токамака.

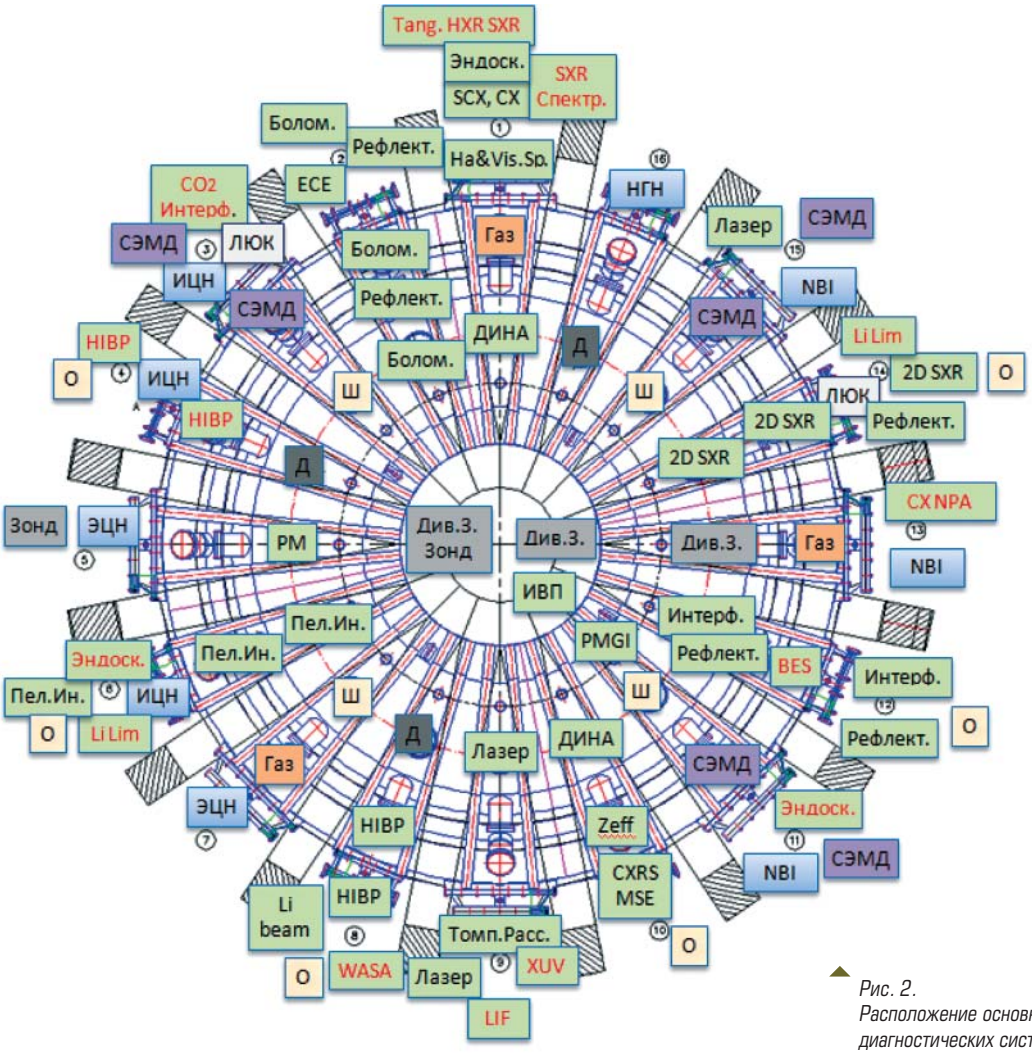


Рис. 2. Расположение основных диагностических систем Т-15

Представление о масштабах диагностического комплекса Т-15 дает рис. 2.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

Центральная система управления (ЦСУ) обеспечивает реализацию оперативно-диспетчерского управления в рамках планирования, подготовки и проведения эксперимента.

ЦСУ строится на основе центра обработки данных ИУС Т-15 и включает:

- Выделенные серверы центра обработки данных.
- Специализированные автоматизированные рабочие места (АРМы):
  - АРМ ведущего экспериментатора;
  - АРМ начальника смены установки;
  - АРМ оператора технологических систем (систем подготовки эксперимента);
  - АРМ оператора электропитания установки.
- Хранилище данных.

В состав системы оперативно-диспетчерского управления входят следующие функциональные модули:

- Модуль планирования эксперимента (МПЭ).
- Модуль контроля и управления (МКУ).

МПЭ обеспечивает формирование данных на этапе подготовки и планирования эксперимента. МКУ отвечает за контроль состояния технологических процессов и отслеживание отклонений в работе оборудования.

МПЭ построен на основе клиент-серверной технологии и имеет БД для хранения базовых сценариев. Доступ к функциям приложения осуществляется по WEB-интерфейсу. МПЭ осуществляет взаимодействие с АРМ ПСЭ посредством фай-

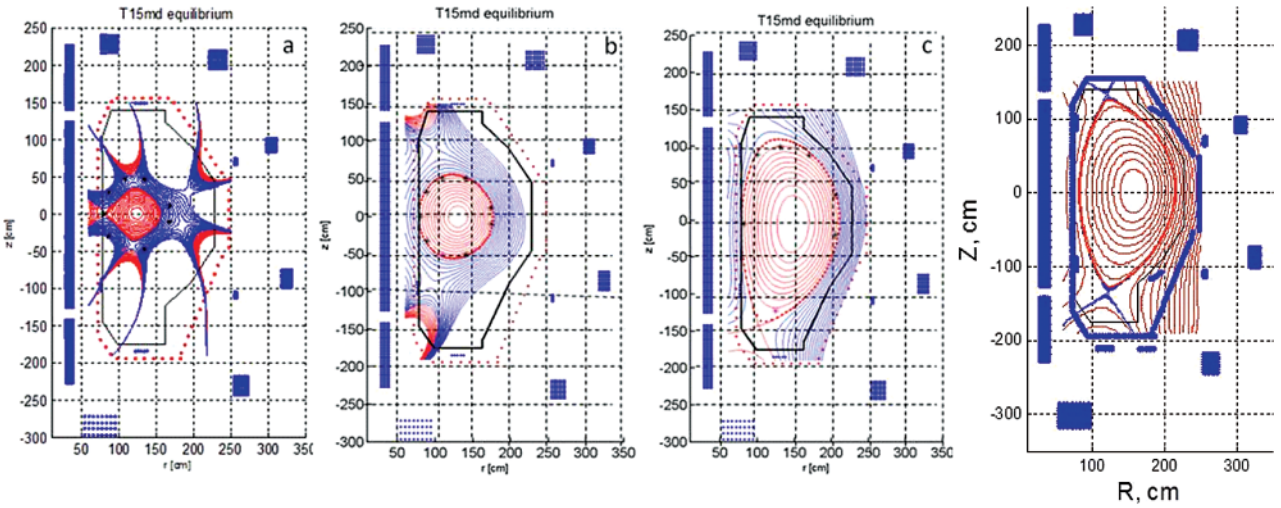


Рис. 3. Графическое представление сценария развития разряда

лового обмена и с базы данных DASSQL посредством SQL-запросов.

МКУ построен на основе инструментальной платформы “PLATINUM-RT” [6], обеспечивающей сбор и обработку данных в режиме реального времени. Для хранения архива технологических данных используется специализированная база данных Historian. Взаимодействие МКУ с внешними системами производится по промышленному протоколу ModbusTCP на основе согласованного перечня параметров.

В состав ЦСУ входит АРМ подготовки сценария эксперимента (АРМ ПСЭ).

АРМ ПСЭ обеспечивает разработку на основе задания на эксперимент базового сценария эксперимента [7].

Базовый сценарий включает:

- расчет циклограммы эксперимента;
- расчет параметров регуляторов системы управления плазмой;
- расчет параметров регуляторов системы импульсного электропитания;
- расчет программы заведения токов в катушки полоидальной магнитной системы на всех стадиях эксперимента;
- расчет программы газонапуска для управления плотностью плазмы;
- расчет программы дополнительного нагрева.

Расчет компонентов базового сценария выполняется с использованием инструментальных средств Matlab – Simulink.

Графическое представление сценария развития разряда приведено на рис. 3

Готовый базовый сценарий помещается в базу данных сценариев хранилища ЦСУ.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ ИУС Т–15

Для обеспечения функционирования ИУС Т-15 в ее составе разворачивается комплекс информационных сетей различного функционального назначения (см. рис. 1):

1. Межуровневая оптоволоконная сеть Ethernet, предназначенная для обеспечения обмена данными всех подсистем ИУС Т-15. Скорость передачи данных – 1-10 Гбит/сек. Сегментом этой сети является сеть Ethernet Верхнего уровня.
2. Сеть координации скоростных систем на основе средств рефлективной памяти. Оптоволоконная сеть. Скорость передачи данных – 1-10 Гбит/с. Латентность – 450-500 нс.
3. Оптоволоконная сеть импульсной синхронизации скоростных систем, обеспечивающая выдачу стартовых импульсов по важнейшим событиям эксперимента (старт эксперимента, начало выполнения замера ИИК). Точность синхронизации порядка 1 мкс.
4. Оптоволоконная сеть Ethernet точной установки времени, обеспечивающая передачу абонентам точного астрономического времени по протоколу PTP (IEEE 1588-2008). Точность установки до 50 нс. Источник точного времени – сервер установки точного времени, оборудованный антенной GPS/GLONASS.
5. Оптоволоконная сеть противоаварийных защит, обеспечивающая реализацию противоаварийных защит для систем управления экспериментом.

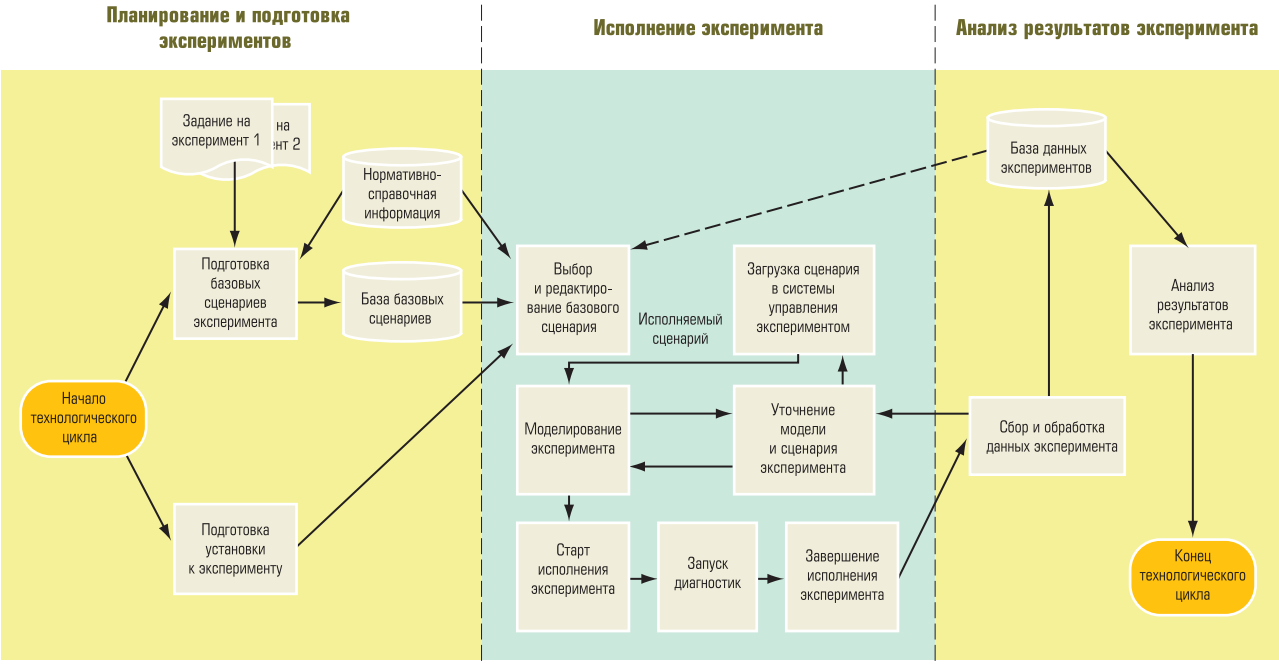


Рис. 4. Технологическая процедура ИУС Т-15

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ИУС Т–15

ИУС Т-15 обеспечивает поддержку автоматизированной процедуры полного цикла выполнения эксперимента.

Технологическая процедура ИУС Т-15 представлена на рис. 4.

Процедура включает последовательность шагов по подготовке эксперимента и разделяется на три фазы:

1. Планирование и подготовка эксперимента.
2. Исполнение эксперимента.
3. Анализ результатов эксперимента.

На этапе планирования и подготовки эксперимента выполняются следующие действия:

1.1. С использованием АРМ ПСЭ производится разработка базовых сценариев для планируемых экспериментов. Готовые базовые сценарии размещаются в базе сценариев.

1.2. Одновременно производится подготовка установки к выполнению планируемых экспериментов. Эта подготовка осуществляется с использованием средств систем обеспечения эксперимента и центральной системы управления (АРМ оператора технологических систем).

На этапе исполнения эксперимента выполняются последовательно следующие шаги:

2.1. Осуществляется выбор и редактирование базового сценария, и формирование на его основе сценария исполнения эксперимента (ЦСУ, АРМ ведущего экспериментатора, АРМ начальника смены).

2.2. Выполняется загрузка компонентов сценария в системы управления экспериментом (ЦСУ). Одновременно осуществляется сборка схемы системы электропитания установки и параметризация АСУ электропитания (ЦСУ, АРМ оператора систем электропитания). В процессе выполнения этого шага выполняется автоматический контроль готовности систем к выполнению эксперимента.

2.3. Затем по команде из АРМ начальника смены выполняется “Старт эксперимента” и запускается автоматическая процедура его исполнения. Синхронизацию и координацию работы систем управления экспериментом и систем регистрации данных осуществляет система СКСС.

Системы регистрации данных аккумулируют данные, получаемые от диагностик установки.

Системы обеспечения эксперимента при этом функционируют в режиме поддержания заданных параметров.

2.4. Непосредственно перед стартом эксперимента и между экспериментами (рабочими

импульсами токамака) может быть выполнена процедура "Моделирование эксперимента" с использованием встроенных в системы управления моделей (режим SIL). Цель процедуры – тестирование компонентов сценария, в том числе параметров регуляторов системы управления плазмой.

В случае, если результаты проверки окажутся неудовлетворительными, возможен возврат к предыдущим шагам.

2.5. Завершение исполнения эксперимента осуществляется:

- в соответствии с циклограммой эксперимента (плановый останов);
- при возникновении аварийной ситуации (аварийный останов);
- по команде из ЦСУ.

На этапе анализа результатов эксперимента система сбора и обработки данных осуществляет сбор данных от систем регистрации данных, их обработку и размещение в базе данных экспериментов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация ИУС Т-15 – сложный проект в технологическом и организационном плане. Одновременно это очень интересная и ответственная работа, в результате которой, наряду с действующим аппаратно-программным комплексом ИУС Т-15, появляется опыт реализации крупных (подобных ITER) проектов автоматизации научных исследований, в которых объединяются ведущие Российские научные и производственные центры.

ИУС Т-15 может рассматриваться как один из конечных продуктов в исследованиях, направленных на создание промышленного термоядерного реактора.

Отдельные подсистемы ИУС Т-15, такие как:

- СКСС, АСУ СВЧ-нагрева, АСУ инжекционного нагрева, СУП, АСУ СИЭП;
- система планирования эксперимента;
- синхронные многоканальные цифровые системы регистрации диагностической информации с унифицированным форматом экспериментальных данных.

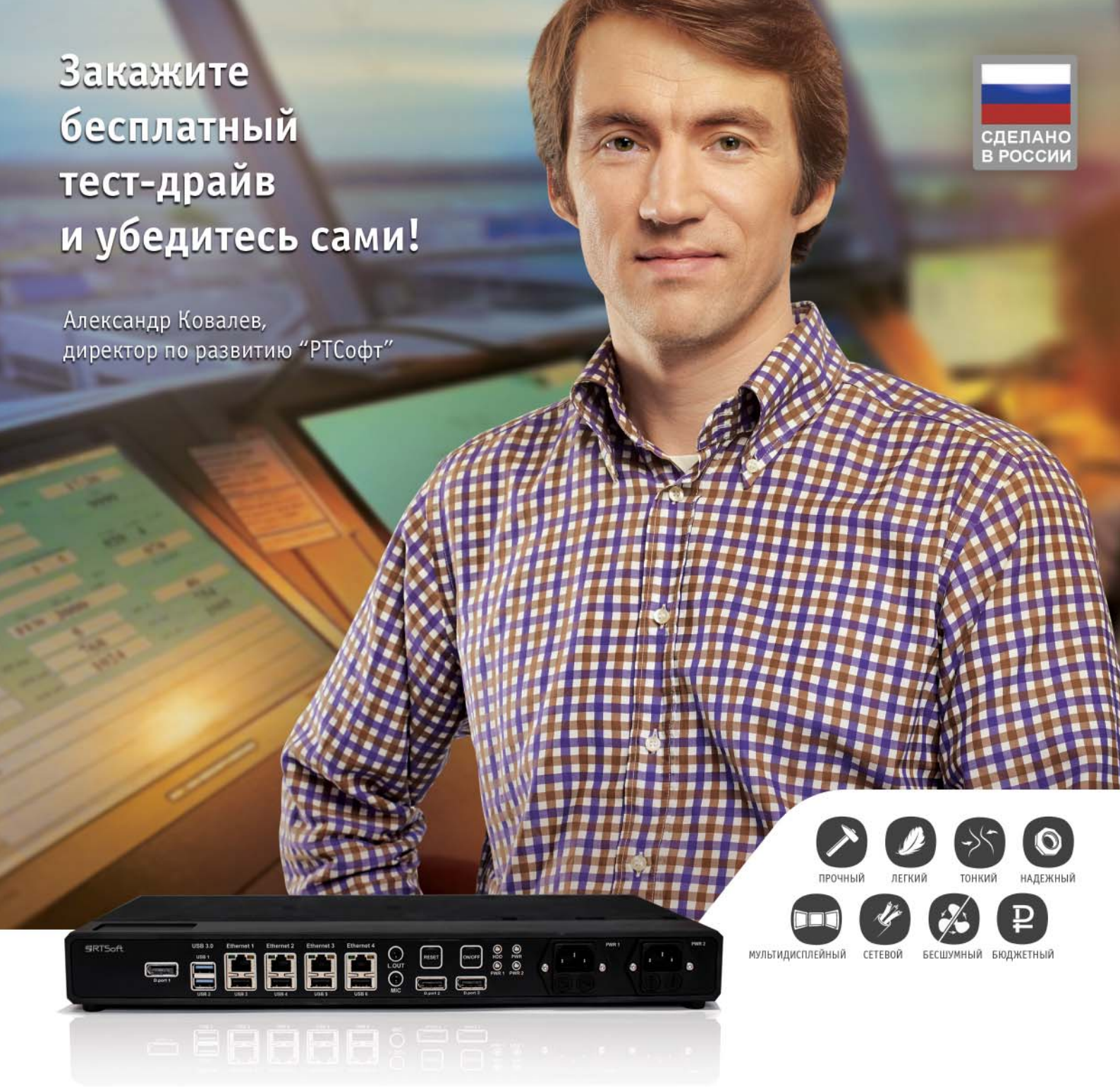
могут быть унифицированы и использованы в разработках ИУС перспективных установок управления термоядерным синтезом:

- демонстрационная термоядерная электростанция ДЕМО,
- термоядерный источник нейтронов ТИН,
- исследовательский термоядерный реактор ИГНИТОР.

Список литературы

1. *Азизов Э.А.* Токамаки от А.Д. Сахароваw до наших дней (60 лет токамакам). Успехи физических наук. 2012. Том 182. № 2.
2. *Альхимович В.А., Велихов Е.П., Соколов М.М., Хвостенко П.П.* и др. Инженерно-физическое обоснование реконструкции ТОКАМАКА Т-15. Вопросы атомной науки и техники. Серия Термоядерный синтез, 2008, № 03.
3. *Велихов Е.П., Ковальчук М.В., Азизов Э.А.* и др. Гибридный термоядерный реактор для производства ядерного горючего с минимальным радиоактивным загрязнением топливного цикла. Вопросы атомной науки и техники. Серия Термоядерный синтез, 2014, № 04.
4. Технологии National Instruments для стендовых испытаний. Брошюра. National Instruments, ni.com/russia.
5. *Программируемые* логические контроллеры Modicon Quantum. Брошюра. Shcneider Electric.
6. *Ханыгин А.Н., Кирюхин С.В.* (ЗАО "РТСофт"). Отечественная инструментальная платформа для разработки информационно-управляющих систем "PLATINUM-RT". Автоматизация & IT в энергетике. 2015, № 01.
7. *Докука В.Н., Кавин А.А., Лукаш В.Э., Соколов М.М., Хайрутдинов Р.Р., Хайрутдинова В.А.* Численное моделирование управления плазмой в модернизированном токамаке Т-15. Вопросы атомной науки и техники. Серия Термоядерный синтез, 2014, № 03.

Моцкин Юрий Яковлевич *– канд. техн. наук, заместитель начальника отдела АСНИ ЗАО "РТСофт",*
Соколов Михаил Михайлович *– канд. техн. наук, начальник лаборатории Отделения физики токамаков НИЦ "Курчатовский институт",*
Хвостенко Петр Павлович *– канд. техн. наук, директор Отделения физики токамаков НИЦ "Курчатовский институт".*


Закажите бесплатный тест-драйв и убедитесь сами!
Александр Ковалев, директор по развитию "РТСофт"
СДЕЛАНО В РОССИИ
ПРОЧНЫЙ
ЛЕГКИЙ
ТОНКИЙ
НАДЕЖНЫЙ
МУЛЬТИДИСПЛЕЙНЫЙ
СЕТЕВОЙ
БЕСШУМНЫЙ
БЮДЖЕТНЫЙ

BLOK

ЛКЖТ.466259.012ТУ

Российские безвентиляторные ультратонкие компьютеры высокой надежности для ответственных систем с длительным жизненным циклом в формате 19 BoxPC класса SWaP Premium: энергетика, оборона, транспорт

- Intel Mobile Haswell i5/i7, QM87
- До 16 ГБ SDRAM
- 4 x GEthernet & 6 x USB & HD Audio
- 3 x DisplayPort до 4K
- 2 x SATA III 2,5" RAID SSD/HDD
- 2 x PSU 220 AC Auto
- 2 x mPCI Express & SIM
- 2 x RS232 с гальваноразвязкой
- Работа: -10+50°C (E1), -40+70°C (E2*)
- Удар**: до 50 g/11 мс
- Вибрация**: до 10 g/0,5-500 Гц
- MTBF: 70 000 часов
- EMC/EMI: III группа для АЭС
- Сертификация BLOK: ТС, ГОСТ Р
- Сертификация "РТСофт": ISO9001, ФСЕЭК, Ростехнадзор, ФСБ, МО РФ

ЗА ИМПОРТОМЕЩЕНИЕ ПРОГРАММА

COM Express

www.rtsoft.ru

RTSoft

Не является публичной офертой, определяемой положениями Гражданского кодекса РФ. * Предварительно. **Результат положительного стресс-тестирования поверх требований ТУ.

МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КРИТИЧНОГО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПЛЕКСА SCADE

А.Ю. БУРКОВ, М.Б. НАСЫРОВ (ООО “АНСИС”)

В данной статье рассматриваются преимущества модельно-ориентированного подхода при разработке программного обеспечения (ПО) критических по безопасности систем в энергетической отрасли. В наши дни перед разработчиками сложных управляющих систем, систем защиты и контроля, стоит задача создания гибких и удобных в сопровождении программных приложений, отвечающих жёстким сертификационным нормам и удовлетворяющим высоким требованиям надежности этих систем. Кроме того, разработчики должны учитывать экономические факторы. Это – комплексная задача, требующая применения эффективных инструментов автоматизированного проектирования.

Технология SCADE позволяет реализовать все эти требования, повысить качество исходных спецификаций и облегчить последующую сертификацию.

Ключевые слова: *модельно-ориентированная разработка, SCADE, Esterel Technologies, IEC 61508, IEC 60880, EN 13849, автоматизированная генерация кода, детерминизм, формализм, трассируемость, тестовое покрытие, сертификация, автоматизированная генерация документация, системная инженерия.*

ВВЕДЕНИЕ

ПО значительно сложнее аппаратной части и достижение требуемого уровня её надежности достигается с большими затратами. Значимость ПО в ответственных системах энергетической отрасли, возрастает с увеличением объема реализуемых функций, сложности и требований по безопасности.

Современные стандарты предъявляют высокие требования к процессу производства ПО. Традиционные методы разработки (написание технического задания, описание требований, построение функциональных схем в различных графических редакторах, ручные кодирование и верификация, и т.п.) являются трудоемкими и низкоэффективными, особенно с учетом необходимости выполнения всех требований стандартов и прохождения сертификации.

Одним из способов позволяющим сократить затраты на разработку ПО, повысить уровень взаимопонимания между разработчиками и заказчиками, является применение комплекса SCADE (Safety Critical Application Development Environment) от компании Esterel Technologies. В основе которого лежит модельный подход при разработке ПО и автоматическая генерация кода на языке С.

Программный комплекс SCADE – это передовая технология, реализованная в уникальном индустриальном продукте для автоматизированной разработки и поддержки ПО на всех этапах его жизненного цикла.

Основное назначение комплекса SCADE – модельно-ориентированная разработка критичного по безопасности ПО для встраиваемых систем, спецификаций к нему и генерация отчетной документации.

Все инструменты, входящие в комплекс SCADE, ориентированы на построение эффективных процессов в соответствии с промышленными стандартами и обеспечение надежности разрабатываемых систем. Предлагаемый набор инструментов охватывает весь жизненный цикл разрабатываемого ПО: от системного проектирования и разработки дизайна до тестирования на целевой платформе.

Генераторы кода и документации, входящие в комплекс SCADE, являются сертифицированными согласно всем основным промышленным стандартам: EN 50128, IEC 61508 (60880), ISO 26262. Это гарантирует полное соответствие генерируемых кодов и документации разрабатываемым моделям и позволяет существенно сократить затраты

(ресурсов и времени) на разработку ПО и на подтверждение его надежности (до 50 % по сравнению с применением традиционных методов разработки или других программных решений).

СРАВНЕНИЕ КЛАССИЧЕСКОГО И МОДЕЛЬНОГО ПОДХОДОВ

Основные промышленные стандарты по функциональной безопасности определяют все процессы разработки ПО ответственных систем и их последовательность.

При “ручном подходе”, согласно классической V-образной модели жизненного цикла ПО (рис. 1), после того как на основе требований, была описана система и на основе этого описания был написан код, появляется необходимость в написании тестов для его функциональной верификации. Причем тесты пишутся на основании требований, а не на основе реализованного кода. Это, в свою очередь, позволяет убедиться в том, на сколько реализованный код соответствует требованиям. На следующем шаге проводится анализ полноты тестового покрытия. Данная процедура позволяет дать количественную оценку тестам, на сколько глубоко и полно проверяется код, содержит ли он незадекларированный функционал и “мертвый” код. Далее эти тесты проводятся на целевой платформе. Верификация и валидация являются самыми

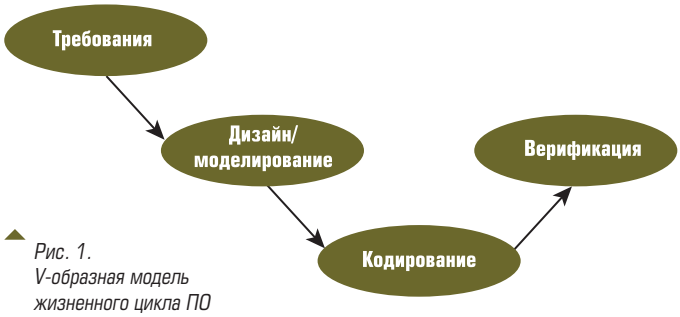


Рис. 1. V-образная модель жизненного цикла ПО

трудоемкими и дорогостоящими этапами при разработке ответственного ПО. При ручном подходе, ошибка разработчика может стоить очень дорого, так как придется возвращаться на первый шаг и проходить все этапы с самого начала.

В случае модельно-ориентированного подхода, практически все этапы разработки (рис. 2) проходят на уровне модели.

Основной задачей модельно-ориентированного подхода, является переход с текстового языка на формальный. Таким образом это означает, что любое формализованное выражение может трактоваться однозначно и есть возможность проверить его при заданных условиях.

Сквозная связь всех моделей SCADE с требованиями осуществляется при помощи инструмента RMGateway, входящего в набор модулей для управления жизненным циклом разрабатываемого ПО (рис. 2).

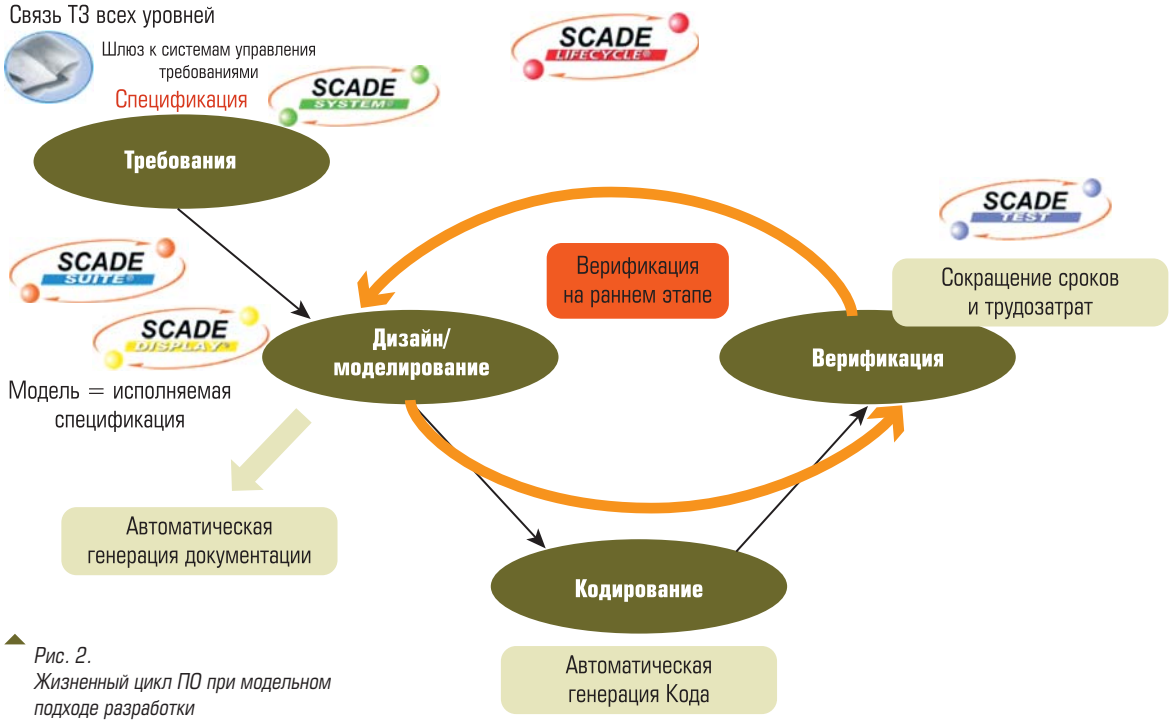


Рис. 2. Жизненный цикл ПО при модельном подходе разработки

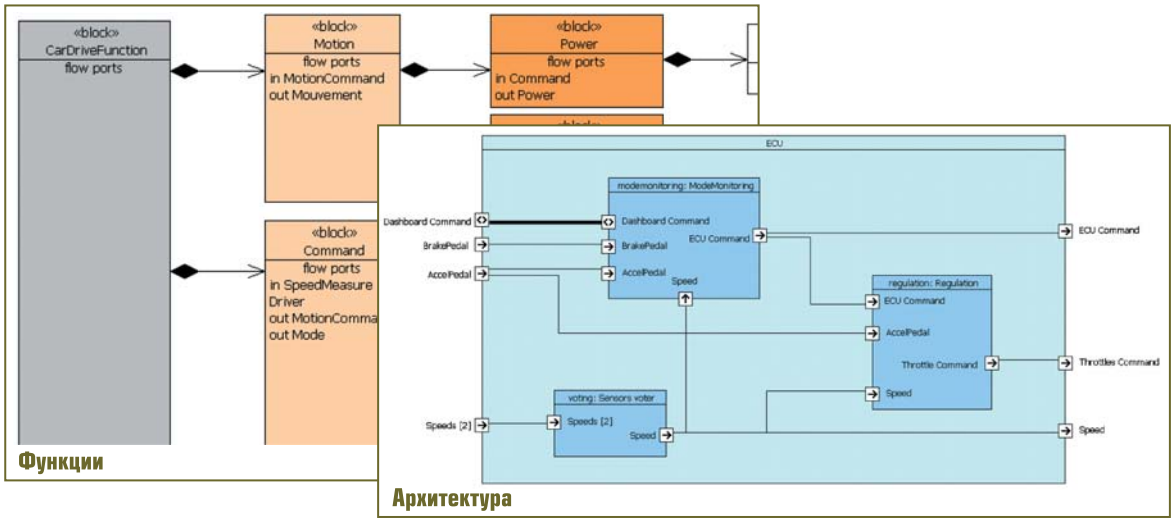


Рис. 3. Графическое описание будущей системы в SCADE System

Ключевым свойством и кода, и модели является детерминизм. При одних и тех же входных параметрах, на выходе получаются одни и те же результаты.

Код получаемый из моделей, созданных в средах SCADE Suite и SCADE Display, при помощи сертифицированных кодогенераторов, позволяет разработчику исключить его низкоуровневое тестирование. Получаемый код трассируемый с моделью, имеет статическое распределение памяти, не зависит от операционной системы и аппаратной платформы.

При желании разработчик может импортировать в модель свой ручной код, но в этом случае импортированная часть должна пройти ручную верификацию.

SCADE System – Графическое описание архитектуры, функционала и интерфейсов будущей системы на языке SysML (рис. 3).

SCADE Suite – Графическое представление блок-схем потоков данных и безопасных конечных автоматов (Safe State Machines, SSM) позволяет создавать точную и однозначную спецификацию (рис. 4). Данный редактор удо-

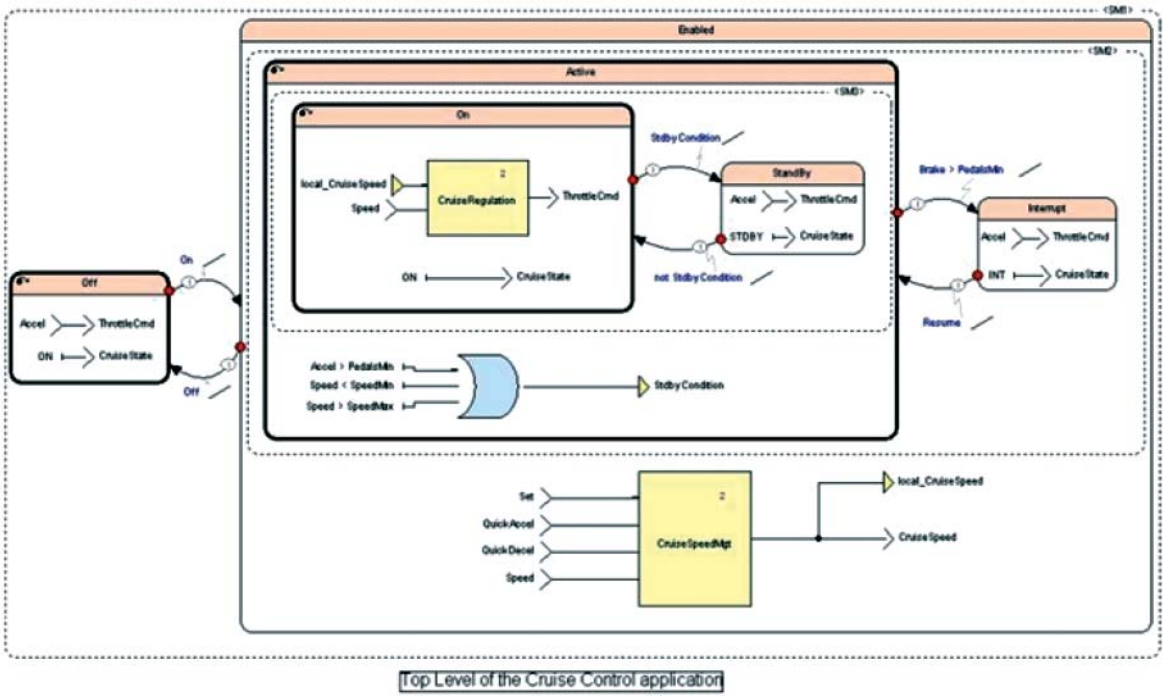


Рис. 4. Модель, разработанная в среде SCADE Suite

бен для пользователя и интуитивно-понятен как для системных инженеров, так и для программистов. Современный графический пользовательский интерфейс (GUI) интегрирует несколько представлений и функций, основанных на блок-схемах и безопасных конечных автоматах (SSM), предлагая на выходе семантическую и методологическую документацию. Система или её части, описанные в среде SCADE Suite в виде графических и текстовых блоков, может быть запущена в симуляторе. Возможности симулятора SCADE Suite основываются на коде, сгенерированном в SCADE Suite, и обеспечивают мощную визуальную отладочную среду. Система также позволяет записывать и воспроизводить тестовые сценарии.

Задачи SCADE по симулированию системы можно подстраивать и автоматизировать под конкретные нужды, используя скрипт, написанный на языке Tcl.

SCADE Display – поддерживает модельно-ориентированную разработку высококачественных протортипов и спецификаций для встроенных человеко-машинных интерфейсов (HMI), рис. 5:

- WYSIWYG (“Что вы видите, что вы получаете”) редактирование, с расширенной поддержкой графических возможностей OpenGL, OpenGL SC 1.x (Safety Critical) и OpenGL ES 1.1 (2.0) (Embedded Systems) (в том числе векторные рисунки, сложные маски, дополнительные текстовые примитивы, растровые изображения и текстуры, альфа-смешивание, ореол и сглаживание).
- Наборы интерактивных примитивов, для поддержки встроенных интерактивых WIMP (window, icon, menu, pointing device) и post-WIMP человеко-машинных интерфейсов (HMIs).
- Расширенная возможность повторного применения частей графической спецификации, поддержка коллективной разработки графических спецификаций.
- Хранение нескольких файлов.
- Обширная библиотека виджетов HMI.
- Быстрая анимация спецификации HMI через простой и интуитивно понятный графический интерфейс, без необходимости писать сложные сценарии.
- Автоматическая генерация исполняемых.

Возможности симулятора SCADE Display базируются на основе сгенерированного кода графической модели и предоставляет мощную визуальную среду отладки, которая позволяет определять условия останова, установку точек останова по тактам, и отслеживание значений внутренних переменных. Кроме того, можно записывать и воспроизводить тестовые сценарии.

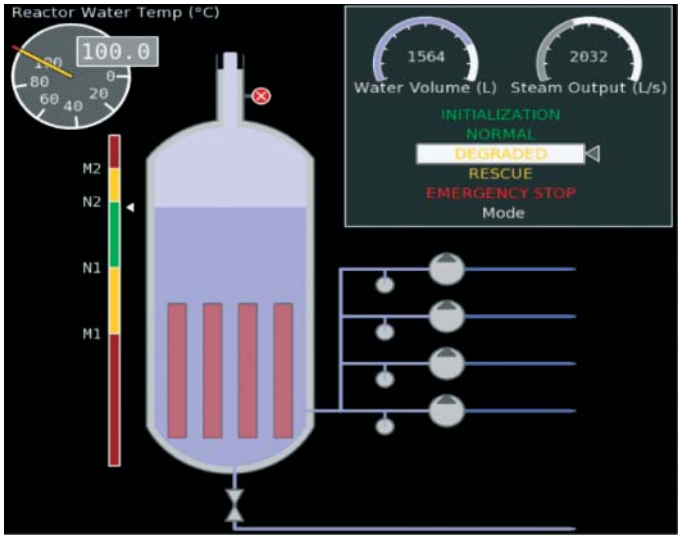


Рис. 5. HMI интерфейс, созданный в среде SCADE Display

SCADE Test – позволяет запускать тестовые сценарии, написанные в процессе верификации модели. Генерация подтверждающих отчетов и оценка покрытия модели – автоматизированы, что позволяет значительно сэкономить время и средства относительно ручного тестирования. Отслеживает успешные пути выполнения и проценты от каждой функции и оператора SCADE Suite, которые были протестированы, и дает возможность выбирать DC и MC/DC критерии покрытия на уровне модели и сгенерированного C кода.

SCADE LIFECYCLE – шлюз к системам управления требованиями (SCADE Requirements Management Gateway) позволяет графически организовать связи между моделями SCADE System, SCADE Suite, SCADE Display и другими структурированными документами, в частности, требованиями высокого уровня и тестовыми планами. Генератор отчётов SCADE LifeCycle Reporter автоматизирует трудоёмкую работу по созданию подробных и полных отчетов, описывающих модели SCADE System, SCADE Suite, SCADE Display и их соответствующие исходные коды. Генератор отчётов включает универсальные шаблоны, которые пользователь может свободно модифицировать.

Рис. 6. Пример систем, созданных с применением технологии SCADE

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ SCADE В ЭНЕРГЕТИКЕ

Технология SCADE оптимально подходит для разработки ответственных приложений в энергетике (рис. 6), таких как:

- **Системы защиты реактора:** ограничение мощности реактора, обработка сигналов на останов и аварийный останов, включение средств безопасности.
- **Инструментальные системы:** измерение мощности, контроллеры датчиков, терморегуляция компенсатора давления.
- **Системы управления:** управление приводами регулирующих стержней, управление переходом на дизель-генераторы.
- **Системы управления двигателями, турбинами:** ветряные турбины, газовые турбины, турбокомпрессоры.

Данная технология нашла свое применение в многих компаниях по всему миру: *AREVA NP, BARC, IGCAR, Rolls-Royce Civil Nuclear (Fra & UK), KAERI, KOPEC, NPCIL, NPIC, Rolls Royce Submarine, SNERDI, Techenergy.*

В том числе и в России: *ВНИИА, НИКИЭТ.*

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С помощью модельно-ориентированного подхода при разработке управляющего ПО удается значительно снизить затраты на разработку и сопровождение ПО, за счет простоты разработки функциональных спецификаций и архитектуры, удобства обмена информацией между разработчиками, отсутствия необходимости в навыках программирования, возможности частичного и полного использования существующих разработок в новых проектах, автоматизации этапа верификации и генерации кода и отчетной документации.

ООО “АНСИС”.
***Насыров Марат Бариевич** – технический эксперт Esterel Technologies Russia,*
***Бурков Александр Юрьевич** – технический эксперт Esterel Technologies Russia.*

НОВОСТИ

В СЕРВИСЕ Signex ПОВЫШЕНА НАДЕЖНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

В интеграционном сервисе Signex компании E-COM повышен уровень безопасности передачи данных за счет технологий Cisco Systems.

“*Аппаратные межсетевые экраны Cisco линейки ASA позволяют обеспечить безопасность передачи данных на высшем уровне,* – отметил технический директор E-COM Александр Смирнов. – *В продуктах Cisco ASA реализована IPS технология, которая используется для обнаружения подозрительного сетевого трафика или поведения и предотвращения злонамеренных атак. С помощью IPS выполняется анализ сетевого трафика в режиме реального времени*”.

Сам сервис Signex разработан по принципу SOA-решения (Сервисно-ориентированная архитектура). Благодаря этому обеспечивается автоматизация бизнес-функций, необходимых непосредственно потребителю. Технология позволяет решить сразу несколько задач: масштабируемость, интеграция сети передачи данных, упрощение процедуры управления сетями, а также создание прозрачной системы взаимодействия с другими программными решениями.

E-mail: press@edi.su
http://ecom-info.com

КЛЮЧЕВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ СОБЫТИЯ ТЕПЕРЬ НА ОДНОЙ ПЛОЩАДКЕ

Russian Oil&Gas Industry Week

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

19-20 апреля 2016 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.oilandgasforum.ru

16-я Международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2016

18-21 апреля 2016 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.neftegaz-expo.ru

12+

Реклама

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РСПП

Российское Газовое Общество

СОЮЗ НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

Messe Düsseldorf

E·X·P·O ELECTRONICA

ufi Approved Event

0+

19-я Международная выставка
электронных компонентов,
модулей и комплектующих

15–17 марта
2016
Москва, Крокус Экспо

ВЕСЬ ЦВЕТ ЭЛЕКТРОНИКИ

Совместно
с выставкой

electrontech EXPO

Организаторы:

primexpo ITE

+7 (812) 380 6003/07/00
electron@primexpo.ru

Забронируйте стенд на сайте: expoelectronica.ru

EXPO COMM™ RUSSIA

Взгляд в будущее коммуникаций

Международная выставка перспективных информационных и коммуникационных технологий и решений

19 - 21 апреля 2016
ВЦ ВДНХ, Павильон 75
Москва

Организатор:

EJK® E. J. Krause Associates,

Соорганизатор:

ITE

www.expocomm.ru

IX МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС «ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ. XXI ВЕК. ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЙ»

11 ноября 2015 года, в Международный день энергосбережения, в Санкт-Петербурге прошел IX Международный конгресс "Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления зданий".

В этот раз в форуме приняли участие более 600 слушателей – это рекордное количество специалистов за весь период проведения конгресса.

Деловую программу форума, который уже много лет является одним из ведущих отраслевых мероприятий Санкт-Петербурга и Москвы, открыла панельная дискуссия "Разработка и применение типовых проектных решений и нормативное регулирование, как пути повышения энергоэффективности объектов капитального строительства в России". Ее модератором выступил вице-президент Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности, ответственный секретарь оргкомитета конгресса **Александр Гримитлин**.

Открывая панельную дискуссию, он отметил, что определенный на предыдущих конгрессах вектор комплексного подхода к решению задач по снижению энергопотребления и повышению энергоэффективности со временем показал правильность выбора. "*Однако*, – подчеркнул Александр Гримитлин, – *нельзя ограничиваться лишь проведением энергообследований и заменой лампочек. Необходимо совершенствовать нормативную базу, внедрять, и главное, применять на практике, новые разработки, уделяя больше внимания отечественным технологиям*".

Вопросы государственной политики в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности осветил вице-президент Национального объединения организаций в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности **Леонид Питерский**. Он озвучил принятое Постановление Правительства РФ ДМ/П-16 7296 "О разработке до 22 марта 2016 года дорожной карты по повышению энергоэффективности зданий, направленную на снятие различных барьеров на пути реализации мероприятий по повышению энергоэффективности" от 26.10.2015 года, п. № 6 и подчеркнул, что "*подписание данного документа, не только является победой в том числе и участников конгресса "Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления зданий" мероприятий, но и переводит исполнение требований закона "Об энергосбережении" на новый, практический уровень*".

Далее с вступительными словами к участникам форума обратились заместитель генерального директора ФГБУ "Российское энергетическое агентство", национальный директор Проекта ПРООН/ГЭФ 00074315 "Энергоэффективность зданий на Северо-Западе России" **Игорь Кожуховский** и вице-президент НОСТРОЙ **Николай Маркин**.

Игорь Кожуховский заявил, что "*несмотря на снижение объема государственного финансирования направления энергосбережения, отмечается продолжение роста применения энергоэффективных мероприятий и практики энергосервисных контрактов*".

В свою очередь Николай Маркин подчеркнул важность расширения практики внедрения энергоэффективных технологий и материалов на этапе проектирования, чтобы "*такая энергоемкая отрасль как строительство, могла бы применять их на практике в новых объектах и при реконструкции*".

Отметим, что панельная дискуссия конгресса проходила по трем основным направлениям: повышение энергоэффективности объектов недвижимости в России в ходе реализации № 261-ФЗ, энергоэффективность и импортозамещение, векторы соприкосновения и совершенствование системы технического

регулирования и подготовки кадров как путь внедрения энергосберегающих технологий.

В каждой из тематических частей обсуждался целый ряд вопросов, но все они рассматривались через призму снижения ресурсо- и энергопотребления и повышения энергоэффективности.

В рамках первой части обсуждался вопрос осуществления надзора за соблюдением установленных в соответствии с законодательством требований в части энергоэффективности и оснащенности помещений многоквартирных домов приборами учета. Опытом в данном направлении с участниками форума поделились председатель Государственного комитета Псковской области по строительному и жилищному надзору **Валерий Полупанов** и главный государственный инспектор отдела по надзору за тепловыми энергоустановками и энергосбережения Северо-Западного управления Ростехнадзора **Михаил Литвин**.

Вторая тематическая часть панельной дискуссии открылась выступлением вице-президента Санкт-Петербургской торгово-промышленной палаты **Антона Мороза**. "*Необходимо понимать, что и "энергоэффективность", и "импортозамещение" важны для нашей страны не своим красивым звучанием, а исполнением на практике*, – отметил Антон Мороз. – *Внедрением и исполнением. Поэтому необходимо искать новые отечественные энергоэффективные технологии и обязательно применять их. При этом не нужно забывать о представителях малого и среднего бизнеса, которые занимаются, в том числе, изготовлением приборов учета ресурсопотребления, а также другой продукции в области энергосбережения*".

Поддержал эту мысль и выступавший следом генеральный директор консорциума ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ **Павел Никитин**. Он не только поделился опытом консорциума, полученным в ходе реализации проекта внедрения системы автоматизированного учета тепла и воды, в многоквартирных домах г. Чебоксары, но и отметил, что "*подмена импортных товаров продукцией, выполненной на реанимированном советском оборудовании, это не импортозамещение. Нужно продвигать отечественные технологии, модернизировать российские производства, работать на поддержку и развитие собственной экономики. При подходе "потемкинских деревень" техническое отставание России будет только усугубляться*".

Завершилась вторая часть выступлением генерального директора маркетингового агентства "Литвинчук Маркетинг" **Георгия Литвинчука**, который осветил современный рынок импортозамещения в области энергоэффективного оборудования для объектов капитального строительства. Георгий Литвинчук отметил, что "*энергоэффективность является частью энергобезопасности страны, поэтому необходимо увеличивать и развивать долю присутствия на рынке HVAC отечественной продукции, которая на данный момент составляет всего 37%*".

Третью часть панельной дискуссии открыли вступительные слова координатора Ассоциации "НОСТРОЙ" по г. Санкт-Петербургу **Алексея Белоусова** и эксперта в Экспертном Совете при Комитете Государственной Думы ФС РФ по энергетике, заместителя генерального директора НП "Российское теплоснабжение" **Рашида Артикова**, обозначившие основные темы для обсуждения: важность совершенствования системы технического регулирования и повышения квалификации кадрового состава.

Тема техрегулирования получила продолжение в выступлении первого заместителя председателя Комитета ТПП РФ по предпринимательству в сфере строительства, председателя ТК 400 **Ларисы Бариновой**. Она констатировала, что "*необходимо в кратчайшие сроки совершенствовать нормативно-техническую базу в части энергоэффективности, а также усилить мероприятия по информационному обеспечению потребителей о выгоде энергоэффективных технологий с демонстрацией конкретных примеров из практики*".

О внедрении энергоэффективных технологий на этапе проектирования инженерных систем зданий рассказала участникам конгресса руководитель отдела по развитию бизнеса в СНГ компании liNear **Юлия Макарчук**.

В завершение панельной дискуссии Александр Гримитлин отметил, что для повышения энергоэффективности и внедрения энергосберегающих технологий, актуально создавать альбомы типовых проектных решений, а также продолжать и развивать работу по повышению и систематизации квалификации кадрового состава специалистов в области инженерных систем. Александр Гримитлин подчеркнул важность разработки профессиональных стандартов в проектной и строительной отрасли, обусловленную, в том числе, стремительным развитием строительства, проектирования и инженерии, ростом требований к качеству и эффективности профессиональной деятельности кадров, а также к их навыкам и умениям в работе с новейши-

ми энергоэффективными материалами и технологиями. “*Сегодня возникла необходимость в формировании специалистов-профессионалов нового типа, способных применять в проектах новейшие технические решения и материалы, новое оборудование и обеспечивать проект на практике требованиями обновленной нормативно-правовой базы, регламентирующей строительную отрасль*”, – констатировал Александр Гримитлин.

Отметим также, что в ходе панельной дискуссии прошла церемония награждения партнеров конгресса и победителей поощрительной программы, проходившей в рамках регистрации на форум. Каждый пятидесятый зарегистрировавшийся слушатель конгресса получил памятный подарок и диплом.

После завершения панельной дискуссии деловую программу конгресса продолжила торжественная церемония открытия выставки “Энергоэффективность. XXI век”, в экспозиции которой ведущие предприятия-производители оборудования для инженерных систем – отопления, вентиляции, кондиционирования, водо- и газоснабжения, пожаротушения, а также систем для “умных домов” представили собственные разработки.

Далее деловая программа конгресса продолжилась работой по секциям, а также проведением научно-практической конференции “Коммерческий учет энергоносителей” и круглого стола “Профессиональные стандарты в архитектурно-строительном проектировании, изыскательской деятельности и строительстве”.

В рамках секционной работы обсуждались способы снижения энергопотребления системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, существующие барьеры на пути реализации законодательства в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в строительном комплексе и ЖКХ и пути их устранения, повышение энергетической эффективности жилых и общественных зданий при капитальном ремонте и реконструкции (строительная теплофизика), ресурсосбережение при проектировании систем водоснабжения и водоотведения и уменьшение энергоемкости систем теплогазоснабжения.

В ходе дискуссий участники обменялись опытом по разработке, внедрению и эксплуатации энергоэффективных решений, а также в области проведения энергетических обследований.

Все решения, принятые на конгрессе, будут занесены в резолюцию, которая направляется в отраслевые комитеты органов законодательной и исполнительной власти, национальные объединения и общественные организации.

Организаторами конгресса выступают: НОЭ, НОСТРОЙ, НОПРИЗ, НП “АВОК СЕВЕРО-ЗАПАД” и Консорциум ЛОГИКА-ТЕПЛОЭНЕРГОМОНТАЖ.

Мероприятие имеет постоянную поддержку со стороны Министерства энергетики РФ, Общественной общероссийской организации “Деловая Россия”, НАМИКС и “Российское энергетическое агентство” Минэнерго России.

Форум поддерживают Аппарат полномочного представителя Президента РФ в СЗФО, Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), Комитет по строительству Санкт-Петербурга, Торгово-промышленная палата Санкт-Петербурга и ООО “Негосударственный надзор и экспертиза”.

Подробная информация о конгрессе, деловая программа форума и новостная информация постоянно обновляются и освещаются в СМИ.

Генеральным информационным партнером IX Международного конгресса “Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления зданий” вновь выступило ООО “АСН”, представляющее газету “Строительный Еженедельник” и новостной портал “АСН-Инфо”. Постоянные медиапартнеры – журналы “Инженерные системы” и “Мир климата”.

Генеральными партнерами форума стали ОНП “Инженерные системы”, компания liNear GmbH, ООО “Единый строительный банк”, РОО “Общественный совет СРО”, ООО “Мобиль” и НПП “ЭКОЮРУС-ВЕНТО”.

Среди деловых партнеров конгресса Союз организаций строительной отрасли “Строительный ресурс”, НП “Российское объединение строителей”, НП “БалтЭнергоЭффект”, Северо-Западный филиал ООО “Британский страховой дом”, Единая строительная тендерная площадка, Ассоциация предприятий индустрии климата, ГУП “Водоканал Санкт-Петербурга”, НП “ИСЗС-Монтаж” и Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения.

Обращаем внимание, что с 1 по 4 марта 2016 года в Москве в рамках выставки “Мир Климата” пройдет десятый, юбилейный, Международный конгресс “Энергоэффективность. XXI век. Инженерные методы снижения энергопотребления зданий”.

http://www.energoeffekt21.ru/

XV РОССИЙСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ. Международная выставка «ЭНЕРГЕТИКА БРИКС и ШОС» XXI специализированная выставка «ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. СВЕТОТЕХНИКА. КАБЕЛЬ»

Российский Энергетический Форум «Эффективная энергетика» Уфа 2015

С 27 по 30 октября 2015 года в столице Республики Башкортостан городе Уфе состоялось одно из главных событий года в энергетической отрасли – XV Российский энергетический форум “Эффективная энергетика”.

В рамках Форума состоялись международные выставки “Энергетика БРИКС и ШОС”, “Энергосбережение. Светотехника. Кабель”.

Мероприятия прошли в соответствии с распоряжением Правительства Республики Башкортостан № 1013-р от 22 сентября 2015 г.

Организаторы выставок и форума: Правительство Республики Башкортостан, Министерство промышленности и инновационной политики Республики Башкортостан и Башкирская выставочная компания. Поддержку мероприятиям оказали Министерство энергетики Российской Федерации и Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации. Традиционно форум и выставки прошли при содействии Торгово-промышленной палаты Российской Федерации, Торгово-промышленной палаты Республики Башкортостан и Башкирской Генерирующей Компании.

Генеральным спонсором выставок и Форума 2015 года выступило ОАО “Башкирская электросетевая компания” – крупная региональная электросетевая компания России, занимающая доминирующее положение на рынке передачи электроэнергии на территории Республики Башкортостан.

Официальный партнер Форума – ПАО “Россети”.

СТАТУС ФОРУМА И ВЫСТАВОК

Высокий статус проводимых мероприятий и значимость Форума отмечены на государственном уровне в официальных приветствиях участникам и гостям Российского Энергетического Форума и выставок.

О значимости Форума говорит и состав делегаций, посетивших деловые мероприятия: делегация Государственной Думы РФ, Министерства энергетики РФ, представители органов власти РБ, представители профильных российских ассоциаций, представители крупных промышленных предприятий РФ и стран СНГ.

Выступление главы Республики Башкортостан Р.З. Хамитова на церемонии открытия

ЦЕРЕМОНИЯ ОФИЦИАЛЬНОГО ОТКРЫТИЯ

В торжественной церемонии официального открытия Форума и выставок приняли участие: Глава Республики Башкортостан Р.З. Хамитов, Заместитель Премьер-министра Правительства Республики Башкортостан Д.В. Шаронов, Член комитета Государственной думы Федерального Собрания Российской Федерации по

энергетике В.Т. Поцяпун, Глава Администрации городского округа город Уфа Республики Башкортостан И.И. Ялалов, Генеральный директор ОАО "Башкирская электросетевая компания", Д.В. Шароватов, Генеральный директор ООО "Башкирская генерирующая компания" А.А. Симановский, Президент Торгово-промышленной палаты РБ Ю.Л. Пустовгаров, Генеральный директор Башкирской выставочной компании А.В. Кильдигулова.

ДЕЛОВАЯ ПРОГРАММА

30 октября в рамках деловой программы Форума состоялось Пленарное заседание "Развитие эффективной региональной энергетики". Организаторы – Министерство энергетики Российской Федерации, Министерство промышленности и инновационной политики Республики Башкортостан. Модератором секции выступил ректор Московской школы управления "Сколково", председатель Общественно-экспертного совета при Региональной энергетической комиссии города Москвы А.В. Шаронов. Спикеры Пленарного заседания – первый заместитель министра энергетики Российской Федерации А.Л. Текслер, заместитель Премьер-министра Правительства Республики Башкортостан Д.В. Шаронов, исполнительный секретарь Делового совета ШОС С.В. Канавский, первый заместитель генерального директора ПАО "Россети" Р.Н. Бердников, председатель Совета директоров ОАО "Башкирская электросетевая компания" А.Ю. Макаров, генеральный директор ЗАО "Ситроникс КАСУ", председатель комитета по надежности, энергоэффективности и инновациям при Совете Директоров ПАО "РусГидро" В.В. Кудрявый.

В рамках Пленарного заседания состоялись Церемония подписания Соглашения между ОАО "БЭСК" и ПАО "Россети" о единой технической политике и Церемония подписания Соглашения между Уфимским государственным нефтяным техническим университетом и редакцией журнала "Региональная энергетика и энергосбережение".

Д.В. Шароновым были вручены сертификаты партнеров и спонсоров Форума. Сертификат генерального спонсора Форума вручили Д.В. Шароватову, генеральному директору ОАО "Башкирская электросетевая компания". Сертификат официального партнера был вручен Р.Н. Бердникову, первому заместителю Генерального директора ПАО "Россети".

ИТОГИ ФОРУМА

Всего в рамках деловой программы Форума прошло 18 деловых мероприятий, в Пленарном заседании Форума участвовало – 335 человек. За 4 дня в работе Форума приняли участие 1582 слушателя, 22 модератора, 115 спикеров.

УЧАСТНИКИ ВЫСТАВОК

Экспозицию выставок представили более 120 предприятий из 25 регионов России, стран дальнего и ближнего зарубежья: ЗЭТО Великие Луки, ИНМАШКОМ Москва, Прософт-Системы Екатеринбург, Энергомаш-Уралэлектротяжмаш Екатеринбург, Национал электрик Москва, Орбита, Саранск, НПО ПРИБОР Санкт-Петербург, Компания Промсистема Екатеринбург, СК БЕТТА Москва, ПИК-ЭНЕРГО Москва, Сарансккабель, ИТСК Пермь, НПП ЭКРА Чебоксары, Камэнергостройпром Нижнекамск, Ледел Казань, Национальная электротехническая компания Морозова Москва, КСЕНА Пермь, КЭАЗ Курск и другие.

Республику Башкортостан представили как новые, так и постоянные участники: Башэл, Промсвязь, Промтехресурсы, Электрокомплект, Уфимский светотехнический завод, Выбор, ВостокЭнергоМонтаж, Башбетон, Башкирская электротехническая компания и другие.

Зарубежную экспозицию представили фирмы: Mitsubishi Electric (Япония), LS Industrial Systems (Корея), WAGO (Германия), Witzenmann (Германия), PUK-WERKE (Германия), Novkabel (Сербия), Светоприбор БелТИЗ (Белоруссия) AVL SCHRICK (Германия), Helukabel (Германия) и другие.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНКЕТИРОВАНИЯ

В 2015 г. предприятия с продукцией российского производства составили – 85%, иностранного производства – 15%. Из них – предприятия-производители – 80%, предприятия-дилеры – 20%.

41% экспонентов выставок – постоянные участники, 31% предприятий от общего количества экспонентов принимали участие в выставках впервые. Среди них: Холдинг Кабельный Альянс г. Екатеринбург, Хелукабель г. Санкт-Петербург, ЦЕРС-Энерго г. Новочеркасск, ВостокЭнергоМонтаж г. Уфа, Минимакс г. Уфа, Стэк Мастер г. Уфа, АйСиБиКом г. Москва, СК БЕТТА г. Голицино, Прогресс

НТЦ г. Москва, ГСИ СНЭМА г. Уфа, Меандр г. Санкт-Петербург, КСЕНА г. Пермь и другие.

По результатам проведенного анкетирования участников 90% достигли поставленных перед выставками целей, среди которых основными были: поиск новых партнеров и клиентов (24%), встречи и переговоры с деловыми партнерами (18%), демонстрация новинок потребителям (17%), выход на новые рынки (12%), поддержание существующих каналов сбыта (14%) и др.

95% экспонентов отметили важность Российского энергетического форума и выставок в Уфе для развития своего бизнеса, 99% отметили, что выставки способствуют повышению объемов продаж, 81% участников намерены участвовать в выставках 2016 года.

БИЗНЕС–ВСТРЕЧИ

28 октября в рамках выставок прошел традиционный проект "День энергетика" – бизнес-встречи, переговоры компаний-участников выставок с главными инженерами, главными энергетиками и руководителями крупнейших промышленных предприятий Республики Башкортостан, для проведения переговоров, презентации своей продукции и определения направлений дальнейшего сотрудничества. Во встречах приняли участие: Башкирская электросетевая компания, АНК Башнефть, Башкирская генерирующая компания, Башэнерготранс, Нефтекамские электрические сети, Газпром трансгаз Уфа, Уфаоргсинтез, ВостокНефтезаводМонтаж, Башкирские распределительные тепловые сети, Башэнерготранс, Гидравлика, Башнефть-Уфанефтехим, Микроген, Иммунопрепарат, БашНИПИнефть, Туймазытехуглерод, Уфимское приборостроительное производственное объединение и др.

ПОСЕТИТЕЛИ ВЫСТАВОК

По результатам проведенной регистрации, с экспозицией выставок ознакомилось 6000 специалистов из 26 регионов России а также Белоруссии, Казахстана и Германии. Наибольшее количество посетителей представляли следующие регионы: Республика Башкортостан, Республика Удмуртия, Республика Татарстан, Республика Чувашия; Приморский и Пермский края; Вологодскую, Челябинскую, Пензенскую, Самарскую, Томскую, Курганскую, Свердловскую, Оренбургскую областей, а также Ханты-Мансийский и Ямало-ненецкий автономные округа.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПРИЕМ

"Золотой бал" – торжественный прием по случаю открытия Российского энергетического форума и выставок. Цвет золота – это цвет благородства, красоты и достатка. "Золотой бал" – красивое украшение мероприятия, позволившее не только обсудить в неформальной обстановке деловые вопросы, но и отдохнуть под прекрасную музыку. Участники и гости приема получили заряд положительных эмоций для дальнейшей плодотворной работы.

ЦЕРЕМОНИЯ НАГРАЖДЕНИЯ

В рамках выставок успешно прошел конкурс "На лучшую технологию, оборудование, продукцию и научные разработки" по 14 номинациям. На конкурс было подано 62 заявки. Победители были награждены дипломами за подписью председателя конкурсной комиссии министра промышленности и инновационной политики А.И. Карпухина и памятными кубками I, II и III степени.

Все участники XV Российского Энергетического Форума и международных выставок "Энергетика БРИКС и ШОС" и "Энергосбережение. Светотехника. Кабель" были награждены дипломами за активное участие. В церемонии награждения победителей конкурсов и участников выставок принял участие Заместитель министра промышленности и инновационной политики Республики Башкортостан И.З. Шахмаев. Благодарственные письма от Правительства РБ были вручены Организаторам Форума.

http://www.elec.ru/news/2015/11/13/xv-rossijskij-energeticheskij-forum-mezhdunarodnay.html

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ
RUGRIDS-ELECTRO

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ «RUGRIDS–ELECTRO. Российские сети. Новые возможности»

С 20 по 23 октября в московском "Экспоцентре" работали Международный электроэнергетический форум "RUGRIDS-ELECTRO. Российские сети. Новые возможности" и крупнейшая отраслевая выставка "Rugrids-Electro". Более 5000 участников, 15 тыс. кв. м выставочных площадей, свыше 50 мероприятий деловой программы, содержательные дискуссии и важные соглашения – таковы итоги ключевого события электроэнергетической отрасли в 2015 году.

Организаторами форума и выставки "Rugrids-Electro" выступили ПАО "Россети" и ЗАО "Экспоцентр" при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации.

Программа форума 2015 года охватила актуальные вопросы развития отрасли в условиях геоэкономических вызовов и формирования новых моделей международных партнерств. В дискуссии были вовлечены руководители министерств и ведомств, законодатели, главы корпораций и энергетических компаний. Деловая программа форума отражает как ключевые макроэкономические тренды – запуск ТОРов, совершенствование механизмов особых экономических режимов, импортозамещение, интенсификацию взаимодействия малого, среднего и крупного бизнеса, так и факторы, обеспечивающие динамику инновационного развития отрасли – энергоэффективность и ресурсосбережение, распространение электротранспорта и развитие зарядной инфраструктуры.

Форум открылся дебатами **"Электроэнергетика в России – национальный технологический уклад или "зеркало" мировых тенденций развития?"**, участники которых обсудили перспективы сохранения и развития российской электроэнергетики за пределами модели форсированного инновационного развития, попытались выявить объективные возможности инновационного реинжиниринга российской энергетики.

В этот день на полях форума было подписано соглашение о сотрудничестве и взаимодействии между ПАО "Россети" и НП "Электросетьизоляция", целью которого является объединение усилий по повышению эффективности работы предприятий электросетевого комплекса, надежности электрических сетей и энергобезопасности отрасли в целом, а также формированию цивилизованного рынка электротехнической продукции.

Ключевым событием второго дня форума стала пленарная сессия **"Электроэнергетические мегапроекты – нужны ли нам модернизационные технологические альянсы?"**, в которой приняли участие представители России, Китая, Франции и Японии. Эксперты всесторонне обсудили роль модернизационных технологических альянсов в реализации электроэнергетических мегапроектов, политические, экономические и технологические аспекты взаимодействия России и стран АТР в сфере электроэнергетики.

В завершающий день форума на пленарной сессии **"EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики России"** российские и международные эксперты обсудили актуальные вопросы перехода к интеллектуальной энергетике и временные рамки реализации Национальной технологической инициативы в отрасли.

В рамках круглого стола **"Электромобильность: поощрять, нельзя прекращать"** представители Правительства Москвы, Генеральный директор ПАО "МОЭСК" Петр Синютин и ведущие мировые производители электромобилей и зарядной инфраструктуры для электротранспорта обсудили наиболее важные вопросы индустрии и планы по развитию рынка электротранспорта до 2018 года. В этот день на полях форума состоялась также панельная дискуссия "Развитие подходов к управлению производственными активами в компаниях энергетической отрасли в современных условиях", в которой приняли участие Директор по информационным технологиям – Начальник

Департамента корпоративных и технологических автоматизированных систем управления МРСК Сибири Дмитрий Наумов, Начальник Отдела по управлению объектами электросетевого хозяйства МРСК Волги Алексей Трифонов. За круглым столом "Централизованные и децентрализованные системы релейной защиты и автоматики" эксперты, в том числе заместитель Главного инженера – Главный диспетчер ПАО "ФСК ЕЭС", к.т.н. Владимир Пелымский, Начальник Департамента релейной защиты, метрологии и автоматизированных систем управления технологическими процессами ПАО "ФСК ЕЭС" Виктор Пуляев, Директор Департамента релейной защиты и режимной автоматики ПАО "МОЭСК" Максим Грибков, Начальник Службы релейной защиты и автоматики АО "Тюменьэнерго" Андрей Буров, заместитель Начальника Департамента релейной защиты, метрологии и автоматизированных систем управления технологическими процессами ПАО "ФСК ЕЭС" Андрей Шеметов, Начальник Центра реализации технологии "Цифровая подстанция" ПАО "НТЦ ФСК ЕЭС" Сергей Попов обсудили актуальные вопросы в области развития и построения современных систем РЗА. В круглом столе "Lean-культура: от управления издержками к созданию ценности" приняли участие: партнер Strategy Partners Group Павел Лубуж, Директор по автоматизации бизнес-процессов ПАО "МОЭСК" Александр Арешкин и Начальник Департамента КиТАСУ ПАО "МРСК Северного Кавказа" Аубекир Темирбулатов.

В рамках деловой программы форума и выставки "Rugrids-Electro" также состоялись коммуникационный форум **"Новые возможности в развитии стратегических коммуникаций в электроэнергетике в условиях современного рынка"**, конференция **"Применение перспективных разработок кабельно-проводниковой продукции на объектах электросетевого комплекса России"**, целый ряд других мероприятий.

В крупнейшей отраслевой **выставке "Rugrids-Electro"**, расположившейся в московском "Экспоцентре", приняли участие ведущие компании электроэнергетической отрасли – производители высокотехнологичного оборудования, отечественные и международные разработчики интегрированных систем управления, инновационные компании и стартапы. Гостям и участникам "Rugrids-Electro" были продемонстрированы научно-технический потенциал отрасли, передовые российские и зарубежные разработки, оборудование, решения,

инновационные разработки и технологии в области электроэнергетики. В числе экспонентов "Rugrids-Electro" 2015 года – компании ABB, General Electric, Siemens, "ПиЭлСиТехнолоджис", ЭЗОИС, группа компаний "Электрощит-ТМ Самара", "Тольяттинский Трансформатор", "Прософт-Системы", "ИЭК холдинг", МЭТЗ им. Козлова, "Стример", ОЭК, в том числе в качестве партнеров форума выступили "Энергострой-М.Н.", "Энергомера", SAP, Hitachi, SchneiderElectric, "Таврида Электрик", Группа компаний "ТЕКОН", "ФПГ ЭНЕРГОКОНТРАКТ" и многие другие.

Международный электроэнергетический форум "RUGRIDS-ELECTRO. Российские сети. Новые возможности" и выставка "Rugrids-Electro" стали важнейшим событием 2015 года в сфере электроэнергетики, масштабной коммуникационной площадкой для профессионалов отрасли, представителей бизнеса и власти.

Организаторы "RUGRIDS-ELECTRO. Российские сети. Новые возможности" благодарят всех участников, гостей, официальных партнеров и спонсоров мероприятия: АО "Энергострой-М.Н.", АО "Энергомера", ООО "САП СНГ", группу компаний "Таврида Электрик", АО "Шнейдер Электрик", ООО "АББ", Hitachi Ltd., ГК "ТЕКОН", фирму "1С", фонд "Сколково", ЗАО "ФПГ ЭНЕРГОКОНТРАКТ", HUAWEI Technologies Co., Ltd., ГК "Техносерв", RENAULT RUSSIA, ООО "Ниссан Мэнуфэкчуринг РУС", VOLKSWAGEN Group Rus, АО "Государственный Рязанский приборный завод", АО "СпецАвтоИнжиниринг", ООО "Энсто Рус", АО "НИЦ ЕЭС", а также представителей СМИ, активно освещавших мероприятие.

http://rugrids-electro.ru/

RTSoft
средства и системы автоматизации

НОВОСТИ КОМПАНИИ «РТСофт»

Начато серийное производство защищенных промышленных мониторов серии GT777

Компания “РТСофт” запустила в серию новое поколение промышленных мультимедийных мониторов серии GT777. Мониторы предназначены для создания ответственных эргономичных диспетчерских систем с длительным жизненным циклом в атомной энергетике, на транспорте, в промышленных и специальных приложениях. В настоящее время, в соответствии с ЛКЖТ.467249.001-00 ТУ, серия GT777 включает две модели: GT777-24 и GT777-27.

Линейка GT777 привлекательна наличием необходимых сертификатов/лицензий на применение как у самих изделий (ГОСТ Р и Таможенного Союза как оборудование IV группы исполнения ТС АС-ЯРО), так и у компании-производителя: TUV ISO 9001-2008, ФСТЭК, Ростехнадзора, ФСБ, Минпромторга, для аккредитации в службах приемки и др.

Мониторы GT777 имеют полный комплект КД российской разработки и выпускаются на производственной площадке ЗАО “РТСофт” в г. Черноголовке. Линейка GT777 разработана с целью импортозамещения мониторов зарубежных производителей на основе более чем 20-летнего опыта компании “РТСофт”.

Важное преимущество GT777 – широкие возможности индивидуализации в соответствии с пожеланиями заказчика: увеличение разрешения до 2560×1440, установка сенсорного экрана, расширение диапазона рабочих температур, оптимизация конструкции для работы в агрессивных средах по всему корпусу, улучшение характеристик EMC и т.п.

Отвечая требованиям рынка, производитель оснастил серию GT777 перспективными мультимедийными интерфейсами DisplayPort и HDMI, что гарантирует простую и удобную интеграцию мониторов с самым широким спектром современного компьютерного оборудования. Идеальной парой для GT777 служат новые машины специального назначения серии BLOK, также серийно освоенные на производстве “РТСофт”.

Мониторы обеспечивают высокое качество изображения в формате Full HD с LED-подсветкой, имеют универсальные БП

переменного тока с автоматическим выбором режима и рассчитаны на работу при температурах от 0 до +50 °С. Изделия линейки GT777 весьма эргономичны: толщина 27-дюймовой модели не превышает 70 мм! Мониторы гарантируют существенные показатели наработки на отказ (не менее 50 000 часов), обладают легким весом, прочны и отлично защищены: IP67 и IP30 по передней и задней панелям соответственно. Срок гарантии на мониторы до 4 лет! Модульный дизайн позволяет при необходимости организовать ремонт обслуживающим персоналом прямо на месте эксплуатации!

Образцы мониторов GT777 оперативно доступны для бесплатного “тест-драйва” со склада “РТСофт”. Учитывая нужды пользователей, производитель оказывает профессиональную поддержку для обеспечения комплексной совместимости в системах заказчика. Выбирая серию GT777, пользователи получают современную цифровую функциональность, совместимость с перспективным оборудованием, низкую стоимость владения, чрезвычайную простоту обслуживания, техническую поддержку ведущих экспертов отрасли и 100-процентную защиту от санкций и ограничений.

С подробной информацией по GT777 можно ознакомиться на сайте компании “РТСофт” по адресу: *http://gt777.rtsoft.ru/?ae12*

«РТСофт» ставит правильный BLOK

Компания “РТСофт” запустила в серию новое поколение ультракомпактных бесшумных отечественных встраиваемых компьютеров серии BLOK. Машины предназначены для создания широкого спектра решений при построении ответственных эргономичных систем с длительным жизненным циклом в атомной энергетике, в управлении воздушным движением, на транспорте, в специальных сегментах экономики. Компьютеры BLOK прекрасно подходят для создания сетевых мультимедийных человеко-машинных интерфейсов, в качестве встраиваемых компактных серверов, бортовых машин и коммуникационных шлюзов.

Компьютеры BLOK обеспечены высоким уровнем сертификационной и лицензионной поддержки. Машины имеют сертификаты ГОСТ Р и Таможенного Союза. Компания-производитель имеет самый широкий перечень сертификатов и лицензий для работы в различных сегментах экономики РФ и стран ТС: TUV ISO 9001-2008, ФСТЭК, Ростехнадзора, ФСБ, Минпромторга и др.

Идеология машин основана на правильных R&D рецептах, делающих BLOK одной из основ успешной программы импортозамещения ЗАО “РТСофт”:

- опора на **собственные ресурсы с огромным опытом** (22+ лет) партнерства с ведущими российскими и зарубежными инженерными компаниями;
- **производство на территории России** на базе собственного комплекта КД. BLOK – не “отверточная” сборка, а полноценный проект НИОКР;
- максимальная **независимость и защищенность** от действий поставщиков и производителей компонентов: все критически важные части BLOK имеют альтернативных поставщиков и производителей. Эмбарго и BLOK несовместимы;
- поддержка **актуальных мировых концепций** в embedded-дизайне: SWaP, IoT, MiniTCO (необслуживаемость), 24×7, кондуктивное охлаждение;
- опора на **открытые международные стандарты**: COM Express (PICMG COM.0), PCISIG MiniPCI Express и проверенные референсные дизайны;
- **ориентированный на будущее выбор** стандартных цифровых технологий: сети, мультимедийность, процессоры, диски, архитектура расширений;
- построение **изменяемой архитектуры**, гарантирующей заказ оптимальной конфигурации в части CPU, SDRAM, SSD/HDD, miniPCI Express I/O;
- построение архитектуры BLOK, гарантирующей максимальную **plug&play совместимость** с широким спектром готового системного ПО класса Linux, Windows, QNX, VxWorks, LynxOS и их отечественными клонами;
- использование **промышленных embedded-компонентов**, имеющих длительный жизненный цикл и E2-исполнение (–40...+85 °C);
- **универсальные возможности** для встраивания и охлаждения: 19-дюймовая стойка, стол, “холодная поверхность”, стена, потолок;
- возможность **модернизации машин в будущем:** переход на новые поколения микропроцессоров и операционных систем.

Важное преимущество изделий BLOK – широкие возможности индивидуализации в соответствии с пожеланиями заказчика: изменение входных характеристик питания, расширение температурного диапазона, усиление механических и IP-свойств, портация ОС, интеграция с промышленным монитором GT777, отвечающим требованиям IV группы исполнения ТС АС-ЯРО, превращающая BLOK в готовый сетевой человеко-машинный интерфейс.

Следуя современным требованиям рынка, производитель оснастил компьютеры BLOK четырьмя портами GEthernet, шестью портами USB 3.0/2.0 и двумя COM-портами, а также звуковой подсистемой Intel HD. Для расширения доступны два слота Mini PCI Express: обеспечена подготовка для работы в средах Wi-Fi и GSM, а также с модулями доверенной загрузки, российских производителей. В базовой конфигурации используется двухъядерный ЦП Intel Core i5 Haswell с тактовой

частотой 1,6 ГГц (может быть заменен на другие ЦП серий Intel Core i7, Intel Atom и микропроцессоры отечественного производства), до 16 Гбайт памяти DDR3L-1600 и два накопителя формата 2,5", которые могут быть объединены в RAID-массив.

Важное свойство платформы BLOK – поддержка вывода на три дисплея в разрешениях до 4 K через три интерфейса DisplayPort. Малое тепловыделение ЦП позволяет системе быть безвентиляторной, что повышает надежность и обеспечивает **нулевой** уровень шума. Производитель предоставляет на BLOK гарантию до 4 лет, при этом средняя наработка на отказ составляет 70 000 часов. Базовая конфигурация в корпусе высоты 1U весит 4,4 кг, рассчитана на работу при температурах от –10 до +55 °C и монтируется в 19-дюймовую стойку, на стену, на рейку DIN либо устанавливается на стол.

Машины доступны для бесплатного "тест-драйва" со склада "РТСофт". Учитывая нужды пользователей, производитель оказывает профессиональную поддержку комплексной совместимости в системах заказчика. Выбирая BLOK, пользователи получают современную цифровую функциональность, совместимость с перспективным оборудованием, низкую стоимость владения, чрезвычайную простоту обслуживания, техническую поддержку ведущих экспертов отрасли и 100-процентную защиту от санкций и ограничений.

С подробной информацией по BLOK можно ознакомиться на сайте компании "РТСофт" по адресу: *http://blok.rtsoft.ru/?ae12*

ЗАО "РТСофт". *Телефон +7 (495) 967-15-05.*
http://www.rtsoft.ru

ADVANTECH
Enabling an Intelligent Plan

ADVANTECH ВЫПУСКАЕТ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ШЛЮЗ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ПРИМЕНЕНИЙ

Самый маленький промышленный компьютер компании Advantech создан для работы в качестве шлюза в промышленных объектах. Обладая габаритами миниатюрного ПЛК, UNO-1252G имеет высоту в 10 см и устанавливается на DIN-рейку. UNO-1252G оснащен новым процессором с низким потреблением энергии Intel Quark, который имеет мощность только 10 Ватт, в то время как его вычислительные возможности позволяют эффективно осуществлять обмен данными в приложениях интернета вещей.

Компьютеры с функциями шлюза помогают объединять устаревшие устройства в сети интернета вещей без необходимости перестраивать всю инфраструктуру. Миниатюрный, энергоэффективный UNO-1252G является идеальным для этих целей, так как он оснащен большим количеством портов ввода-вывода и имеет возможности функционального расширения благодаря модулям технологии iDoor.

Для защиты от скачков в сети питания, UNO-1252G имеет изолированные COM и дискретные порты ввода-вывода и поддерживает широкий диапазон напряжения питания от 10 до 36 В постоянного тока, что позволяет использовать его в различных шкафах и с легкостью переподключать.

Технология iDoor компании Advantech является новым модульным методом добавления функциональности в систему, позволяя интеграторам иметь гибкий выбор возможностей без необходимости покупать устройства, которые обладают невостребованными функциями. Модули iDoor могут использоваться для добавления дополнительных карт, таких как Wi-Fi, 3G и GPS, позволяя использовать UNO-1252G в удаленных системах.

Кроме процессора Intel Quark UNO-1252G также имеет 1GB SD карту для запуска Yocto Project. Yocto Project является открытым дистрибьютивом Linux, позволяющим пользователям разрабатывать свои собственные приложения с помощью комплекта средств разработки SDK. UNO-1252G также поддерживает программное обеспечение Advantech SUSIAccess для удаленного управления и мониторинга. Кроме SD карты и изолированных портов дискретного ввода-вывода UNO-1252G также оснащен двумя 10/100 LAN портами, слотом для карт формата mPCIe, пятью светодиодами LED для индикации состояния питания, батарейки, SD карты, COM портов, а также тремя программируемыми индикаторами, которые инженеры могут спользовать в своих приложениях.

http://www.advantech.ru

24-27 мая

ufi Approved Event

Российский союз выставок и ярмарок

XXIV международная выставка

Газ. Нефть. Технологии

Уфа-2016

Место проведения

ВДНХ ЭКСПО

ул. Менделеева, 158

БВК БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

#ГАЗНЕФТЬТЕХНОЛОГИИ

БВК

www.gntexpo.ru

(347) 246 41 77, 246 41 93

e-mail: gasoil@bvkexpo.ru

POWER-GEN RUSSIA
FORMERLY RUSSIA POWER

Совместно с:
HydroVision RUSSIA

ЗАПЛАНИРУЙТЕ ВАШЕ УЧАСТИЕ СЕЙЧАС!

Обратите внимание: НОВАЯ ДАТА МЕРОПРИЯТИЯ

РЕШЕНИЯ И ИННОВАЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

25-27 октября 2016

ЭКСПОЦЕНТР, МОСКВА, РОССИЯ

POWER-GEN Russia, совместно с HydroVision Russia, предлагает прекрасные возможности для расширения бизнеса, встреч с новыми партнерами, поставщиками и наиболее влиятельными профессионалами отрасли.

ПРИЁМ АННОТАЦИЙ ДОКЛАДОВ НА КОНЦЕРЕНЦИЮ 2016 ОТКРЫТ
КРАЙНИЙ СРОК ПОДАЧИ: 5 ФЕВРАЛЯ 2016

Консультативный совет POWER-GEN Russia 2016 объявляет открытие приёма аннотаций докладов. Подайте заявку на участие в качестве спикера и расскажите о своих инновационных бизнес-стратегиях и высокотехнологичных достижениях ведущим профессионалам и руководителям электроэнергетической отрасли. Для получения более подробной информации о темах конференции 2016 и процедуре подачи аннотаций докладов, пожалуйста, посетите **www.powergen-russia.com**

Собственник и организатор: PennWell, PEi Power Engineering International

Представлены: cospp, HRW, PennEnergy

В партнерстве: CPP Council of Power Producers

При поддержке: MAKO

www.powergen-russia.com

Приглашаем принять участие

XIX ЕЖЕГОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРО 2016

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ЭНЕРГЕТИКА

2 - 4 МАРТА 2016

РОСТОВ-НА-ДОНУ

ExpoDon

ООО «Экспо-Дон»
г. Ростов-на-Дону,
пер. Сиверса, 1, оф. 508
т./ф.: (863) 205-42-48, 205-42-38
моб.: 8-951-8333672, 89185600920
E-mail: expo-don@aaanet.ru
Сайт: www.expo-don.ru
Место проведения:
«Дворец Спорта»

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ЭНЕРГЕТИКА»
– Электродвигатели, электрические машины и комплектующие; трансформаторы и трансформаторные подстанции; источники энергии; электростанции, аккумуляторы, блоки питания; Электроэнергетические и энергосберегающие технологии; альтернативная энергетика; Электроустановочное оборудование; Высоковольтное и низковольтное оборудование; Оборудование связи; системы безопасности, наблюдения; пожарная автоматика; Преобразовательная техника; Электрощитовое оборудование; Электромонтажное оборудование и инструмент; Электроизоляционные материалы; аксессуары; Электротермическое, отопительное оборудование; Метрология; контрольно-измерительные приборы, средства автоматизации; Новые технологии в электротехнике и энергетике.
«ЭЛЕКТРОНИКА и ПРИБОРОСТРОЕНИЕ» - Электронные приборы и оборудование, изделия и материалы. Контрольно-измерительные приборы (КиП) и средства промышленной автоматизации.
«КАБЕЛИ и ПРОВОДА» - Кабельная и проводная продукция, изделия и материалы. Структурированные кабельные системы. Волоконно-оптические линии связи. Приборы контроля.
«СВЕТОТЕХНИКА» - Системы освещения для промышленных и офисных помещений; уличное, наружное, дорожное, аварийное освещение; технологии, оборудование, материалы.
«ТЕПЛОТЕХНИКА» - Отопительное оборудование и технологии. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ.

Поддержка:
Правительство Ростовской области
ТПП РФ, ТПП РО

Ген. интернет спонсор: RusCable.Ru
Ген. интернет партнер: elec.ru
Ген. информац. партнер: ЭНЕРГО INFO

KazInterPower-2016

6-ая МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЭНЕРГЕТИКЕ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

KAZ INTER POWER

КАЗАХСТАН
г.ПАВЛОДАР
24-26 мая

По вопросам участия обращайтесь к организаторам:
kazexpo
BM EXPO
тел./факс: +7 (727) 250-75-19
тел: +7 (727) 313-76-28, 313-76-29
e-mail: kazexpo@kazexpo.kz

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:
Правительство Республики Казахстан
Акимат Павлодарской области
Союз инженеров-энергетиков Республики Казахстан
Казахстанская Электроэнергетическая Ассоциация
Союз Энергетиков

СТАТУСЫ И АФОРИЗМЫ ЭЛЕКТРИКОВ И ЭНЕРГЕТИКОВ (народный юмор)

Между людьми возникает напряжение, если у них разный потенциал.

Нет постояннее соединения, чем временная скрутка!

Фаза в общем-то полезная, но на ощупь неприятная...

В электрике всего две неисправности: либо нет контакта там, где он нужен – либо он есть там, где совсем не нужен.

В Москве – Мосэнерго. В Питере – Ленэнерго. И в Херсоне тоже энергия есть.

Осведомленный электрик боится взять жену одновременно за две груди.

Если Вам перебежала дорогу чёрная кошка, а за ней черная Мышка, а за ней черная Жучка, а за ней черная Внучка, то Дедка выкопал не репку, а кабель!

Каждый раз, когда я открываю где-нибудь распределительную коробку, вновь и вновь убеждаюсь, что в нашей стране электрики – люди творческие!

На трансформаторной будке написано: « НАС голыми руками не возьмешь!!!».

Горячий паяльник выглядит точно так же, как и холодный.

Для хорошего электрика не существует такого короткого замыкания, которое он не смог бы удлинить.

Что такое шаговое напряжение? Это напряжение, которое возникает между ногами при приближении к оголенному концу.

Объявление: в детский сад требуются немые электрики.

Сисадмин мнил себя богом сети, электрик грубо развеял этот миф.

Подборка А. ЕГОРОВА

ПОДПИСКА НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2016 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**.
- Онлайн в Интернет-каталоге “Пресса по подписке” (http://www.akc.ru)
- 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 – 2015 гг.

Не забудьте указать Ваш точный обратный адрес

Proficy 2015

Просто! Проверено! Профессионально!

- **Визуализация, контроль, анализ и оптимизация данных обо всех операциях**
- **Анализ узких мест и оптимизация технологического процесса**
- **Организация интеллектуального производства на предприятии**
- **Высокоэффективное оперативное управление**
- **Контроль качества и соответствия стандартам**

Интеллектуальные решения GE Intelligent Platforms - лучшее для Вашего успеха!

GE
Distributor
Intelligent Platforms

ТЕХНОЛИНК

191024, Санкт-Петербург
Полтавская ул., д. 8Ж
+7 (812) 331-58-30

115551, Москва
Шипиловский пр., д. 47/1
+7 (495) 343-43-88

623280, Свердловская обл.
Ревда, ул. Клубная, д.8
+7 (34397) 2-11-62

www.technolink.spb.ru

ПТК «САРГОН»
ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В АСУ ТП

- Полное функциональное замещение импортных ПТК
- Быстродействующие распределённые системы ответственного управления
- Отработанные системные решения: бесперебойное питание, резервирование, современное конструктивное исполнение, оптимальное сопряжение с полевыми средствами
- Интегрированный программный комплекс, реализующий функции SoftLogic, SCADA- и MES-систем
- Высокая устойчивость к воздействиям внешней среды
- Ценовое преимущество (с учётом необходимости корректировки проекта)
- Конструктивные возможности замены
- Совместимость цифровых интерфейсов
- Положительный опыт импортозамещения

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС САРГОН

ISO 9001
EAC

ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

Энергетика
Котельные
Металлургия
Тепловые сети и ЖКХ
Водоканалы
Производство стекловолокна
Освещение

НВТ АВТОМАТИКА

АО «НВТ-Автоматика»
111250, Россия, Москва, Проезд завода «Серп и Молот», дом 6
Телефон +7 (495) 361-2334, факс +7 (495) 362-1771
mail@nvtav.ru, www.nvtav.ru