АВТОМАТИЗАЦИЯ & IT в энергетике

ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал

№ 8 (85)

август 2016

ISSN 2410-4043

Программно-вычислительный комплекс нового поколения для автоматизированного расчёта уставок релейной защиты и автоматики 4

Обзор первой межотраслевой международной конференции EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики. Часть 1 12

Решение B&R для мониторинга состояния крупного электромеханического оборудования на базе распределенной системы управления APROL 30

Повышение надежности эксплуатации оборудования автоматизированного диспетчерского управления в распределительных сетях 35-110 кВ 34

Продукции ЗАО «Волмаг» для автоматизации энергетических объектов 40

Технологии ИПУ РАН для АСУ ТП: верхний уровень, диагностика, информационная безопасность, надежность, импортозамещение 45

Примеры применения. Компания FLIR оснастила интеллектуального робота для контроля энергосистем «всевидящим оком» 64

9 772410 404006 >

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Контроллеры КР-500М

- проверенная временем высокая надежность, исполнение с классом **ЗН** для АЭС;
- блочно-модульная конструкция, функционально децентрализованная архитектура;
- собственная система программирования **КОНТРАСТ** с языками класса **FBD** и **ST**.

Полномасштабные АСУ ТП в энергетике

- готовые решения для автоматизации **котельного** и **турбинного** оборудования;
- АСУ ТП на основе контроллера и SCADA-системы **отечественных** производителей;
- оптимальное соотношение цены\качества\скорости выполнения работ.

КУПОЛ - НКУ 0,4 кВ для электростанций и подстанций

- приём и распределение электрической энергии, управление, контроль, сигнализация, защита электротехнического оборудования, передача данных в **АСУ ТП** по каналам связи;
- в **НКУ КУПОЛ** используется оборудование высокой надёжности ведущих отечественных производителей.

Волмаг

Чувашская республика, г. Чебоксары:
428020, пр. Ивана Яковлева, 3
тел. +7(8352) 55-22-94, 57-06-83, 57-21-88, 57-21-43
www.volmag.ru e-mail: contrast@volmag.ru

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.
Лицензионный договор № 315-05/2015 от 19.05.2015 – включение издания в РИНЦ, подписка,открытый доступ

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
Павлова Н.В., д.т.н., профессор, МАИ (национальный исследовательский университет)
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.

Август – ещё не осень,
Август – уже не лето.
Неба глубокого просинь
Мне говорит об этом.

Хочется жить, как птице,
Воздух вдыхать пьянящий,
Запахом трав напиться,
Тенью еловой чащи.

Балецкая Е.

Уважаемые коллеги!

Наступает август – последний месяц лета. Пора задуматься о том, что же мы не успели сделать. Ведь совсем скоро наступит осень – “унылая пора, очей очарование”. Готовы ли мы к ней? У нас было целое лето для того, чтобы хорошо отдохнуть и укрепить свой организм так, чтобы он и не подумал бы скатиться в осеннюю депрессию. Какое настроение и физическое состояние у нас будет осенью и зимой во многом зависит от того, насколько успешно и плодотворно мы провели лето. И наш организм не простит нас, если мы вместо того, чтобы проводить свободное время на солнце на берегу моря или озера, просиживали дома у компьютера или телевизора. Причем загруженность на работе – весьма плохая отговорка.

22 августа – День государственного флага России. Наш флаг появился, когда Россия становилась мощной державой, на рубеже XVII-XVIII веков. Московский царь Алексей Михайлович был первым, кто ввел флаг. Впервые бело-сине-красный флаг был поднят на первом русском военном корабле “Орел”. Петр I, сын Алексея Михайловича, считается отцом российского триколора. Он утвердил флаг в знак уважения к памяти отца.

Конец июня и июль месяцы стали знаковыми для EnergyNet (распределенная энергетика от personal power до smart grid, smart city) – одного из приоритетных направлений Национальная технологическая инициатива (НТИ), заявленной президентом РФ Владимиром Путиным 4 декабря 2014 года в послании к Федеральному собранию. НТИ – это долгосрочная комплексная программа по созданию условий для обеспечения лидерства российских компаний на новых высокотехнологичных рынках, которые будут определять структуру мировой экономики в ближайшие 15-20 лет. EnergyNet представляет собой рынок оборудования, программного обеспечения, инжиниринговых и сервисных услуг для разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики. Лучшим образом для его описания является понятие – Интернет энергии (Internet of Energy) – экосистема производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией и информацией.

23-24 июня в Ялте состоялась первая межотраслевая международная конференция “EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики”. В рамках конференции 24 июня исследовательский комитет D2 РНК СИГРЭ при участии АО “РТСофт” провел семинар “Информационные технологии и телекоммуникации в электроэнергетике: решения и перспективы с учетом опыта СИГРЭ”. В журнале представлен обзор докладов этого семинара. В следующих номерах журнала планируется опубликовать обзоры докладов конференции наиболее интересных для наших читателей.

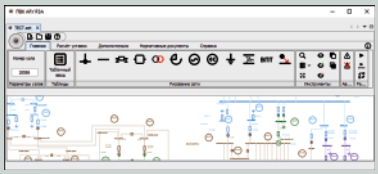
В ходе состоявшегося 21 июля первого заседания участники рабочей группы обсудили статус “дорожной карты” по направлению EnergyNet, а также рассмотрели перспективные для реализации в рамках инициативы проекты. Выступая с докладом Алексей Текслер отметил, что Минэнерго России приняло активное участие в разработке совместно с профессиональным сообществом “дорожной карты” по направлению EnergyNet. Одна из ее главных задач – развитие отечественных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики, построенных на открытой сетевой архитектуре, с выходом российских компаний на соответствующие международные рынки. Ключевыми факторами достижения этих целей, по словам Алексея Текслера, является консолидация усилий всех заинтересованных сторон, а также развитие профессионального образования, нормативной правовой базы и стандартов, необходимых для реализации запланированных в рамках “дорожной карты” проектов.

На текущий момент “дорожная карта” EnergyNet прошла процедуру согласования с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти. Ее утверждение планируется в сентябре 2016 года на заседании президиума совета при президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию. Как подчеркнул в своем выступлении Алексей Теслер, для дальнейшего успешного развития отечественной электроэнергетики и ее выхода на глобальные рынки новой энергетики необходим скорейший переход к непосредственной реализации проектов, предусмотренных “дорожной картой”.

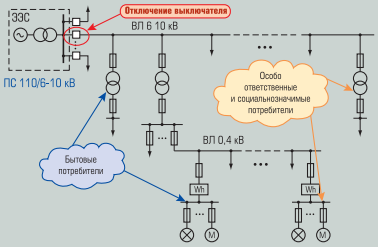
Приглашаем специалистов публиковать статьи в нашем журнале, связанные с направлением EnergyNet.

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

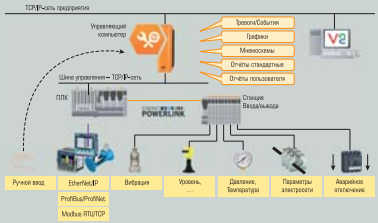
СОДЕРЖАНИЕ



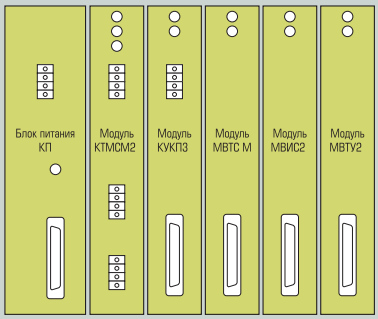
4 *Графический редактор ПВК АРУ РЗА*



12 *Однолинейная схема существующей сети 0,4-10 кВ*



30 *Структура системы мониторинга состояния APROL ConMon*



34 *Схема расположения модулей в контролируемом пункте "КОМПАС"*

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

Автоматизация расчетов в энергетике

4 С.А. АБАКУМОВ, А.В. ВИШТИБЕЕВ, С.Е. ГАЯЗОВ, Е.А. МАРЮШКО
(ОАО «Научно-технический центр Единой энергетической системы»)
Программно-вычислительный комплекс нового поколения для автоматизированного расчёта уставок релейной защиты и автоматики

Интеллектуальная энергетика

12 А.А. ЕГОРОВ
(Журнал «Автоматизация и IT в энергетике»)
Обзор первой межотраслевой международной конференции EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики. Часть 1

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Автоматизированные системы диспетчерского и технологического управления

30 К. ЧИЖОВ
(«ООО «Б+Р Промышленная автоматизация»)
Решение B&R для мониторинга состояния крупного электромеханического оборудования на базе распределенной системы управления APROL

34 А.Ю. МАМОНТОВ
(ПАО «МРСК Центра» – «Белгородэнерго»)
Повышение надежности эксплуатации оборудования автоматизированного диспетчерского управления в распределительных сетях 35–110 кВ

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Опыт

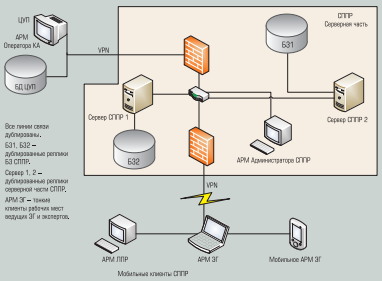
40 Е.М. СЕРГЕЕВ, В.И. СТОЖАРОВ (ЗАО «Волмаг»)
Продукции ЗАО «Волмаг» для автоматизации энергетических объектов

40 *НКУ КУПОЛ с выдвижными блоками*

НАДЕЖНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ В ЭНЕРГЕТИКЕ

Информационная безопасность

45 М.Е. БЫВАЙКОВ, Н.Э. МЕНГАЗЕТДИНОВ, А.Г. ПОЛЕТЫКИН, В.Г. ПРОМЫСЛОВ
(Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН)
Технологии ИПУ РАН для АСУ ТП: верхний уровень, диагностика, информационная безопасность, надежность, импортозамещение



45 *Пример схемы программно-технического комплекса АСВС*

ХРОНИКА И НОВОСТИ

54 25-я международная выставка «Электро-2016»

57 Итоги Восьмой Всероссийской конференции «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016»

59 Новости группы компаний «НЕОЛАНТ»

62 Новости Научно-производственной фирмы «КРУГ»

РАЗНОЕ

На заметку производственнику

64 Компания FLIR Systems
Примеры применения.
Компания FLIR оснастила интеллектуального робота для контроля энергосистем «всевидящим оком»

Изодром мудрости

72 Изречения Петра Первого Великого, царя Московского и первого Императора Всероссийского
Подборка А. ЕГОРОВА

64 *Робот-инспектор компании Launch*

ПРОГРАММНО–ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЁТА УСТАВОК РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

С.А. АБАКУМОВ, А.В. ВИШТИБЕЕВ, С.Е. ГАЯЗОВ, Е.А. МАРЮШКО
(ОАО "Научно–технический центр Единой энергетической системы")

Расчет и анализ аварийных режимов работы электрических сетей не новая, но по-прежнему актуальная задача, которую необходимо решать с высокой точностью результатов и минимальными временными затратами. Существуют различные программные продукты, предназначенные для проведения подобных расчётов. Зарубежные образцы, имеют высокую стоимость и не учитывают специфики эксплуатации и расчётов отечественных энергосистем, а существующие отечественные продукты не отвечают требованиям современного программного обеспечения в части внедрения новых модулей, эргономики и производительности. Таким образом, актуальной является задача создания современного отечественного ПВК, предназначенного для расчёта электрических величин при коротких замыканиях, выбора уставок и проверки электроэнергетического оборудования. В данной статье представлен разработанный в ОАО "НТЦ ЕЭС" программно-вычислительный комплекс, нового поколения – АРУ РЗА.

Ключевые слова: *расчёт токов короткого замыкания, релейная защита и автоматика, программное обеспечение, проверка электротехнического оборудования.*

При проектировании объектов электроэнергетики одной из важнейших задач является расчёт токов короткого замыкания в электрической сети для выбора уставок релейной защиты и проверки электроэнергетического оборудования.

Во время проведения расчетов токов короткого замыкания в специализированных программно-вычислительных комплексах (ПВК) специалист сталкивается со значительным объёмом информации и однотипных операций:

- создание графической схемы электрической сети;
- ввод параметров элементов электрической сети;
- ручной импорт данных электрической сети из других ПВК;
- оформление результатов расчётов в научно-технической документации.

Снижение трудозатрат при выполнении данных операций, повышение эффективности работы сотрудников, и компании в целом, невозможно без применения современных ПВК, позволяющих быстро и качественно производить расчёты.

В настоящей статье представлен ПВК нового поколения для автоматизированного расчёта уставок релейной защиты и автоматики (ПВК АРУ РЗА), который позволяет в полном объеме решить задачу расчета токов короткого замыкания, выбора уставок релейной защиты и проверки электроэнергетического оборудования.

Существующие в настоящее время зарубежные ПВК не учитывают ключевые особенности российских электрических сетей, подходы к выбору уставок, проверке чувствительности, расчёту параметров оборудования, составлению схем замещения и пр. Кроме того, они имеют высокую стоимость, а размещение команды разработчиков за пределами юрисдикции Российской Федерации не гарантирует должную техническую поддержку в процессе эксплуатации. В этой связи ОАО "НТЦ ЕЭС" с 2015 г. занимается разработкой ПВК нового поколения.

ПВК АРУ РЗА – это принципиально новый (уникальный), программный комплекс, полностью самостоятельно реализующий алгоритмы расчетов и механизмы графического редактирования сети. В его основе лежат уникальные алгоритмы расчёта больших электроэнергетических сетей, авторские права на которые защищены свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015660558 [1]. Базовый принцип разработки ПВК АРУ РЗА – оптимизация интерфейса и функционала для минимизации времени выполнения пользователем второстепенных операций. Мультиоконный режим работы позволяет работать одновременно с неограниченным количеством схем.

ПВК обладает модульной структурой, которая позволяет внедрять новые модули и модернизировать существующие без внесения глобальных изменений в исходный код.

На данный момент для использования доступны следующие модули:

- Модуль графического редактора.
- Модуль табличного редактора.
- Модуль импорта данных из ПВК АРМ СРЗА (всех параметров и графических изображений сети).
- Модуль Команд Управления и Расчёта Сети (К.У.Р.С).
- Модуль расчёта электрических величин при повреждениях следующих типов: короткое замыкание, каскад, обрыв, повреждение в узле или в промежуточной точке на линии, повреждение с учётом переходного сопротивления.
- Модуль расчёта множественных несимметричных повреждений.
- Модуль расчёта повреждения вдоль линии.
- Модуль расчёта эквивалентной схемы электрической сети.
- Модуль вывода результатов расчётов (в файлы форматов TXT, DOC, XLS, HTML).
- Модуль сохранения графического изображения сети (в файлы форматов JPG, PNG, BMP, SVG, PDF).
- Модуль FACTS.
- Функция автоматического расчета параметров схемы замещения элемента сети по паспортным данным оборудования.
- Функция автоматического расчета параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора с учетом заданных пользователем схем соединений обмоток.
- Модуль расчёта уставок релейной защиты (ДЗШ, ДЗЛ, ДФЗ).
- Библиотека нормативных документов.
- Модуль формирования пояснительной записки по результатам расчёта уставок.

Решая задачу расчёта токов короткого замыкания пользователю необходимо выполнить строго определённую последовательность действий, включающую в себя:

1. Создание графической схемы электрической сети.
2. Ввод параметров элементов сети.
3. Выбор места расположения и типа повреждения, выбор контролируемых величин.
4. Выполнение расчёта.
5. Сохранение результатов расчётов.
6. Оформление результатов расчётов в научно-технической документации.

Заложенные в ПВК АРУ РЗА подходы позволяют ускорить процесс решения наиболее трудоемких задач – создание графической схемы, ввода параметров электрической сети и Оформление результатов расчётов в научно-технической документации.

СОЗДАНИЕ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Создание схемы электрической сети выполняется в собственном графическом редакторе с помощью, расположенной на панели инструментов группы команд “Рисования сети” (рис. 1). На панели расположены кноп-

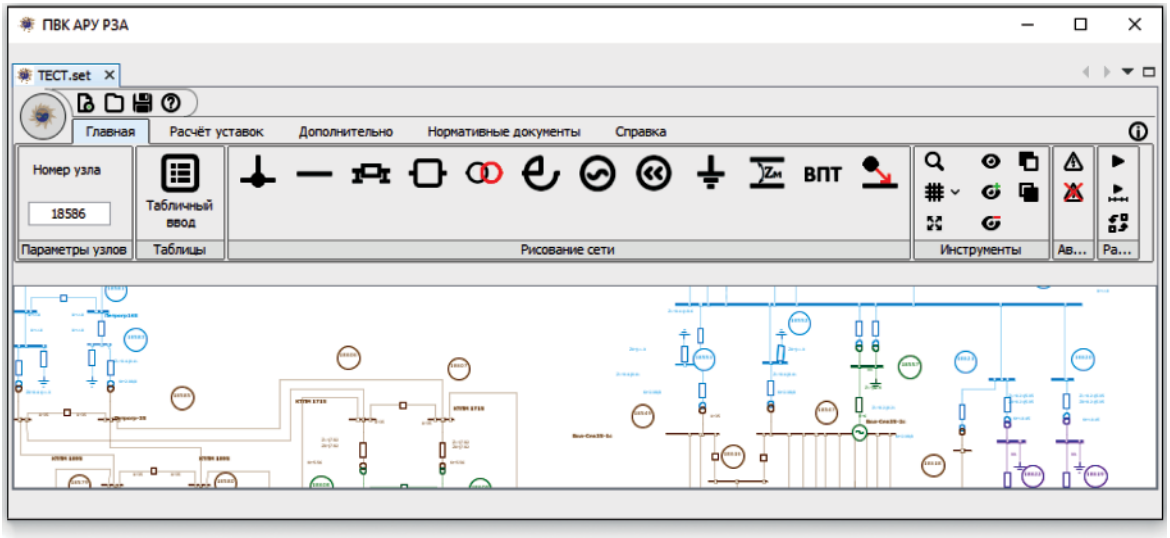


Рис. 1. Графический редактор ПВК АРУ РЗА

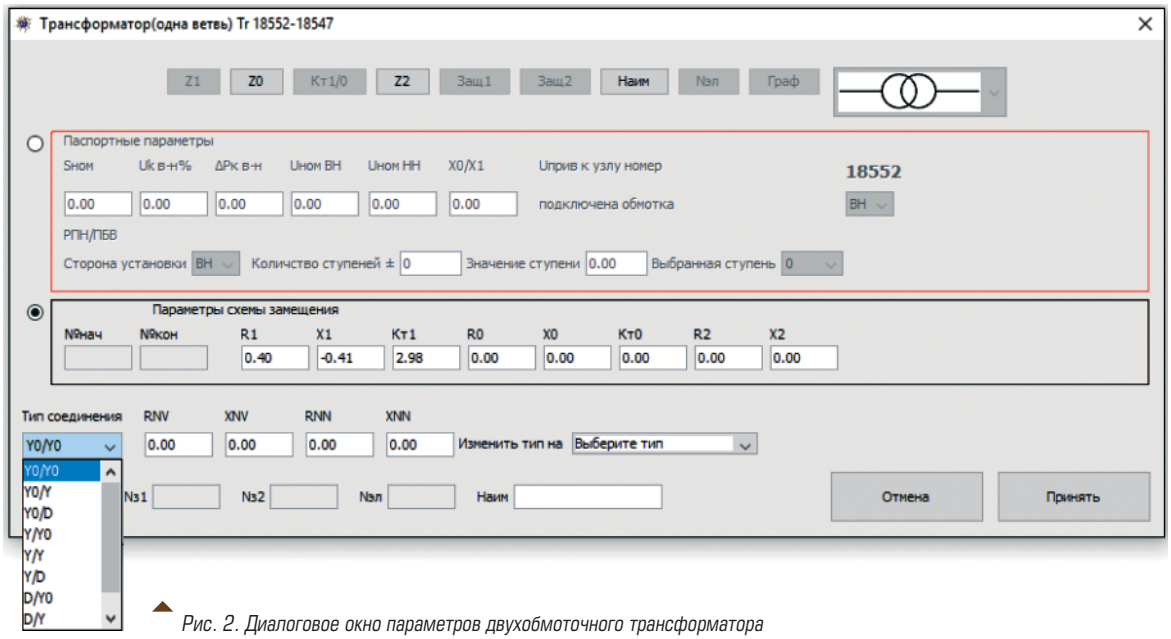


Рис. 2. Диалоговое окно параметров двухобмоточного трансформатора

ки создания стандартных элементов сети таких как: узел, линия, выключатель, трансформатор, заземление, генератор, источник тока и пр. Схема электрической сети может содержать неограниченное количество узлов и ветвей, что позволяет наглядно отразить истинную топологию сети.

Интерфейс ПВК АРУ РЗА реализован на основе компонентов NetBeans Platform, что позволило создать программный комплекс, имеющий практически неограниченные возможности по расширению функционала существующих модулей, созданию новых и интеграции ПВК с другими программными продуктами.

Панель инструментов выполнена в стиле меню Ribbon (Microsoft Office 2010), где все функции в зависимости от назначения объединены по вкладкам и группам команд, наиболее востребованные пользователем функции создания и редактирования сети, ввода параметров элементов и проведения расчётов размещены на главной вкладке, таким образом снижается время на поиск, выбор и выполнение команды.

Высокая скорость и плавность работы с графическим изображением сети обеспечивается библиотекой визуализации гиперграфов, собственной разработки. Данная библиотека, в полной мере, использует возможности аппаратного ускорения современных видеокарт с помощью технологий визуализации 3D графики OpenGL, начиная с версии 2.0. Данная технология позволяет осуществлять растеризацию большого массива примитивов с высокой скоростью, благодаря чему становится возможным незамедлительно отображать производимые над сетью модификации.

Особое внимание уделено использованию таких аппаратных возможностей как инстансинг (начиная с OpenGL 3.0), позволяющий назначать несколько команд рендеринга для видеокарты, используя один вызов к драйверу; вершинные шейдера, открывающие возможности по конфигурации этапа формирования вершин примитивов и фрагментные шейдера позволяющие описывать этап заливки пикселя растеризованного примитива. Сам процесс рендеринга разделен множеством этапов от конкретного модуля растеризации, так как большое количество производимых операций для подготовки сцены к рендерингу не зависят от способа растеризации. Для работы на компьютерах, не имеющих видеокарты в ПВК АРУ РЗА, интегрирован софтверный рендерер, который будет производить отображение схемы, используя мощность центрального процессора.

ВВОД ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ

В ПВК АРУ РЗА предусмотрены несколько способов ввода параметров элементов сети:

1. Ввод параметров через диалоговое окно редактирования параметров элемента (рис. 2).

Рис. 3. Диалоговое окно табличного ввода параметров элементов

В диалоговом окне параметров элементов пользователь может вводить значения, представленные в симметричных составляющих или напрямую вводить паспортные данные оборудования экономя время на предварительных расчётах, после чего будет автоматически произведён их пересчёт в симметричные составляющие.

2. Ввод параметров элементов и редактирования схемы сети через табличный ввод (рис. 3).

Табличный ввод позволяет создавать новые и редактировать существующие элементы сети в табличном виде. Диалоговое окно табличного ввода включает в себя панель инструментов и вкладки, каждому типу элемента соответствует своя вкладка, на которой могут быть заданы значения параметров данного элемента в симметричных составляющих.

3. Выбор параметров элемента из встроенного каталога оборудования, включающего в себя номенклатуру стандартного оборудования отечественных и зарубежных компаний, представленного в энергетических справочниках, а также возможность создания собственного набора оборудования с заданием индивидуальных параметров, либо на основе параметров оборудования уже представленного в каталоге.
4. Импорт параметров и топологии сети из файлов ПВК АРМ СРЗА (форматы *.SET и *.SGK).

Импорт параметров элементов и топологии электрической сети из файлов *.SET и *.SGK ПВК АРМ СРЗА (одного из распространенных ПВК) в уникальный формат ПВК АРУ РЗА – *.ARU – с дальнейшей возможностью редактирования всех параметров и топологии импортируемой схемы. Позволяет исключить необходимость повторного создания расчетных моделей в ПВК АРУ РЗА при их наличии в формате ПВК АРМ СРЗА.

ВЫБОР МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ И ТИП ПОВРЕЖДЕНИЯ, ВЫБОР КОНТРОЛИРУЕМЫХ ВЕЛИЧИН

Выбор места и типа повреждения, для которого будет произведён расчёт, осуществляется непосредственно в графическом редакторе. Повреждение может быть смоделировано в любом узле схемы электрической сети или в произвольной промежуточной точке линии. Доступен расчёт следующих типов повреждений:

1. КЗ на землю однофазное, двухфазное, трехфазное, двухфазное.
2. Обрыв однофазный, двухфазный, трёхфазный.
3. Каскад однофазный, двухфазный, трехфазный, двухфазный на землю.
4. КЗ через переходное сопротивление.
5. Повреждение вдоль линии.
6. Сложное не симметричное повреждение.

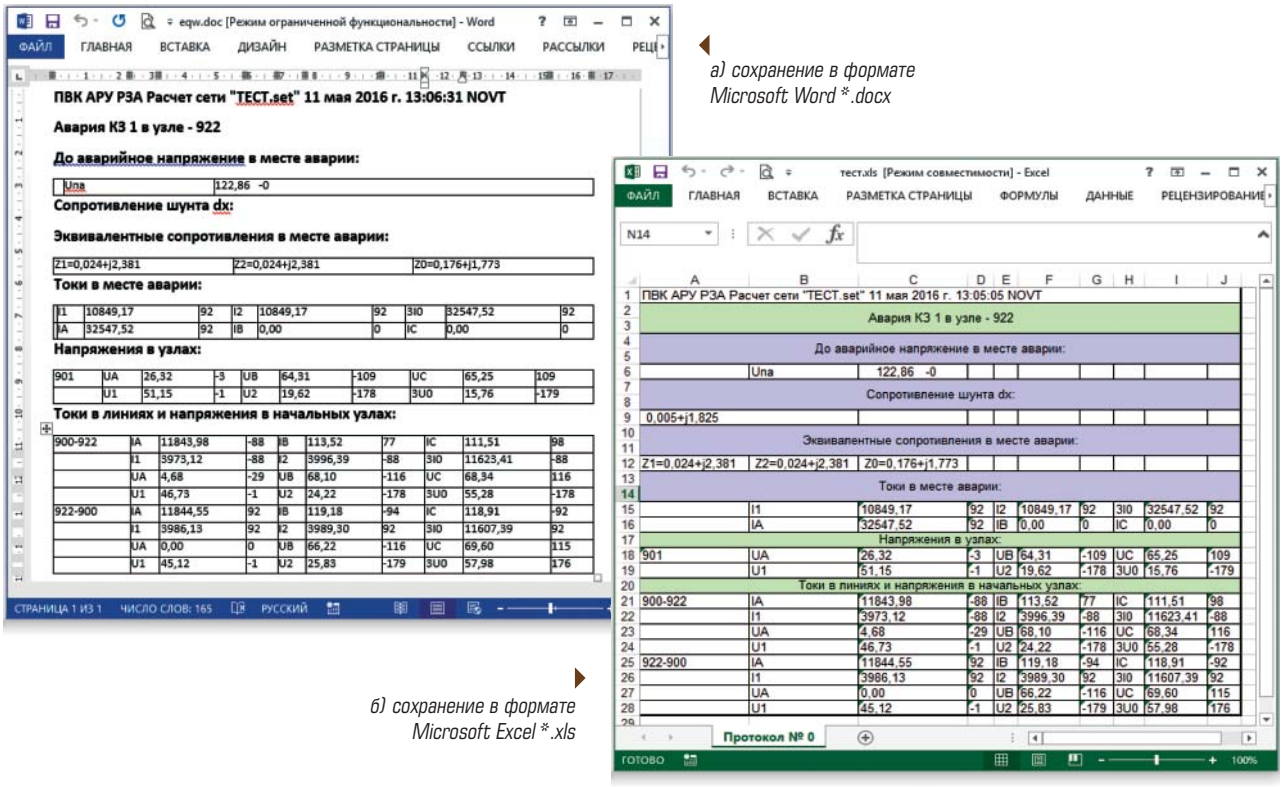
ПВК АРУ РЗА позволяет отобразить результаты расчетов параметров аварийного режима не только в месте повреждения, но и в любой точке электрической сети.

ВЫПОЛНЕНИЕ РАСЧЁТА

Для обеспечения комфортной работы и высокой скорости расчётов в ПВК АРУ РЗА при работе с моделями электрических сетей, содержащими более 10000 элементов, были разработаны уникальные расчётные методики и алгоритмы. В качестве языка реализации использовался высокоэффективный, оптимизируемый компилируемый язык C++ стандарта ISO/IEC 14882:2011.

СОХРАНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЁТОВ И ИХ ОФОРМЛЕНИЕ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКУЮ ДОКУМЕНТАЦИЮ

Вывод полученных результатов осуществляется в текстовом виде, в отдельном диало-



*а) сохранение в формате Microsoft Word *.docx*

*б) сохранение в формате Microsoft Excel *.xls*

Рис. 4. Примеры протоколов расчёта тока короткого замыкания

говом окне протокола расчёта, которое содержит информацию о типе и месте повреждения, эквивалентных сопротивлениях по прямой, обратной и нулевой последовательности в точке КЗ, в нижней части протокола представлены выбранные пользователем контролируемые величины напряжения в узлах и токи по ветвям в фазных координатах и по последовательностям. Протокол может быть сохранён в файл в форматах: *.txt, *.docx (рис. 4, *а*) и *.xls (рис. 4, *б*), что позволяет с лёгкостью интегрировать результаты расчётов в проектную документацию, не беспокоясь о корректности кодировки и форматирования при переносе результатов из ПВК АРУ РЗА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя вышесказанное, ПВК АРУ РЗА – современный отечественный программный комплекс, разработанный с использованием современных информационных технологий, снижающий трудозатраты пользователя на проведение расчётов и обладающий следующими основными преимуществами:

- Принципиально новый (уникальный) ПВК полностью самостоятельно реализующий алгоритмы расчетов.
- Наличие собственного графического редактора.
- Наличие элемента – источник тока, который позволяет моделировать устройства FACTS.
- Расчет параметров аварийного режима методами симметричных составляющих и фазных координат.
- Импорт параметров элементов и топологии электрической сети из файлов ПВК АРМ СРЗА в форматах *.SET и *.SGK в уникальный формат ПВК АРУ РЗА – *.ARU (с возможностью редактирования всех параметров и топологии импортируемой схемы). Наличие импорта данных позволяет исключить необходимость повторного создания расчетных моделей в ПВК АРУ РЗА при их наличии в формате ПВК АРМ СРЗА.

Отметим, что настоящее время ведется активная работа по разработке новых и развитию существующих модулей ПВК “АРУ РЗА”:

- Модуль для анализа параметров оборудования на динамическую и термическую стойкость току КЗ.
- Модуль расчета параметров воздушных и кабельных линий.
- Модуль анализа срабатывания защит для обеспечения ближнего и дальнего резерви-

рования с проверкой корректности работы устройств РЗ.

- Модуль шаблонов типовых электрических принципиальных схем РУ электрических станций и подстанций.
- Библиотеки устройств релейной защиты и автоматики.
- Модуль ОМП.
- Модуль автоматического формирования бланков параметрирования микропроцессорных защит.

Список литературы

1. *Абакумов С.А., Виштибеев А.В., Гаязов С.Е., Жигалов Е.С., Кравaева, Е.А. Марюшко А.Н.* Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ “Программно-вычислительный комплекс для автоматизированного расчета уставок релейной защиты и автоматики (ПВК АРУ РЗА) № 2015660558 от 02 октября 2015 года”.

Открытое акционерное общество “Научно-технический центр Единой энергетической системы”.
Абакумов Сергей Александрович *– главный инженер проектов,*
Виштибеев Алексей Владимирович *– канд. техн. наук, доцент, начальник отдела, управляющий проектами,*
Гаязов Ставро Евгеньевич *– программист,*
Марюшко Егор Андреевич *– инженер.*

РОССЕТИ

RUGRIDS-ELECTRO

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

18-19 ОКТЯБРЯ 2016

ЦЕНТР МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ

МОСКВА, КРАСНОПРЕСНЕНСКАЯ НАБ., 12

При поддержке: Торгово-промышленная палата Российской Федерации. В интересах бизнеса, во благо России. МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Оператор форума: Grata adv

Генеральный партнер: ЭНЕРГОМЕРА

Официальный партнер: ABB

Партнеры: SAP, ProSoft Systems, ГЛОБАЛЭЛЕКТРОСЕРВИС, ЭЭТО, ЭЛЕКОМ

RUGRIDS-ELECTRO.RU | 8-800-5555-1-90 | #RUGRIDSELECTRO

MOSCOW ENES EXPO 2016

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ

V МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИКИ

23 - 25 НОЯБРЯ 2016

Москва, Комплекс Гостиный двор, ул. Ильинка, д. 4

ENES-EXPO.RU

ОБЗОР ПЕРВОЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

EnergyNet. БУДУЩЕЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ. Часть 1

А.А. ЕГОРОВ (Журнал “Автоматизация и IT в энергетике”)

Представлен обзор докладов семинара исследовательского комитета D2 РНК СИГРЭ в рамках Первой межотраслевой международной конференции EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики. Основные направления семинара создание автоматизированных информационно-управляющих систем для микроэнергосистем, организация противоаварийного управления электроэнергетическими режимами микроэнергосистем и обеспечение информационной безопасности.

Ключевые слова: *интеллектуальная энергетика, микроэнергосистемы, противоаварийное управление, информационная безопасность, телекоммуникации, информационные технологии.*

23-24 июня в Ялте состоялась первая межотраслевая международная конференция “EnergyNet. Будущее интеллектуальной энергетики”. В рамках конференции 24 июня исследовательский комитет D2 РНК СИГРЭ при участии АО “РТСофт” провел семинар “Информационные технологии и телекоммуникации в электроэнергетике: решения и перспективы с учетом опыта СИГРЭ”.

Отличительной особенностью конференции стало объединение площадок EnergyNet и исследовательского комитета D2 РНК СИГРЭ, состоявшееся по инициативе оргкомитета EnergyNet и АО “РТСофт”. Синергия компетенций EnergyNet и РНК СИГРЭ показала общность решаемых ими задач в области распределенной энергетики и Microgrid, а также отразила роль компании “РТСофт”, базовой организации исследовательского комитета D2 РНК СИГРЭ, как связующего звена между наукой (СИГРЭ) и практикой (EnergyNet) (рис. 1, рис. 2).

В работе конференции приняли участие свыше 200 представителей научно-исследовательских организаций, сетевых компаний, промышленных предприятий, разработчиков инновационных продуктов и решений в области интеллектуальной энергетики, венчурных фондов, институтов развития, региональных органов власти.

Рис. 1

Рис. 2

На Пленарном заседании конференции модератором выступил Олег Гринько, старший независимый директор Наблюдательного совета ПАО "АЛРОСА".

Проблематика конференции: на сегодняшний день в России сильно укоренились шаблоны восприятия: все, что отечественное – плохо или некачественно, а западное – прогрессивно и хорошо; кроме нефти, балета, оборонки нам нечего предложить глобальному рынку; бывают исключения, но это, как правило, "чудо"; все лучшие таланты или уезжают, или уже уехали; общее ощущение развала и ничего делать не нужно, потому как бесполезно; разных инициатив было много – не работает!

Одновременно с этим, в базовой отрасли экономики – электроэнергетике накопилось много проблем: избыточные и неэффективные схемы построения сетей, опережающий износ оборудования. Слабая энергетика – угроза для развития экономики.

Национальная технологическая инициатива – это образ будущего. Эта инициатива, призванная сделать Россию сильной технологической страной, где высокотехнологические компании формируют 50 % экономики; государством, входящим в Топ-10 экспортеров интеллектуальной собственности и большую тройку технологических держав. НТИ – это российские компании и таланты, создающие глобальные технологические бренды. Это культ и культура знаний и умений, привлекающие в страну интеллектуальные ресурсы со всего мира. Это про возможности эволюционным способом создать предпосылки для модернизации.

Возможно ли это? Реально ли это в энергетике? Почему это должно быть интересно и полезно именно мне: чиновнику, инвестору, главному инженеру, главному энергетику, техническому специалисту, ученому, разработчику, студенту? Какой сценарий модернизации энергетики является оптимальным?

Спикерами выступили: Борис Аюев, Председатель Правления ПАО "СО ЕЭС"; Николай Грачев, Вице-президент Фонда "Сколково"; Дмитрий Песков, Директор направления "Молодые профессионалы", Агентство стратегических инициатив; Борис Рябов, Соруководитель рабочей группы EnergyNet; Владимир Софьин, Директор Департамента технологического развития и инноваций, ПАО "Россети"; Алексей Текслер, Первый заместитель Министра энергетики РФ, Соруководитель рабочей группы EnergyNet и Алексей Чалый, заместитель руководителя рабочей группы EnergyNet, международный эксперт.

Затем была проведена Панельная дискуссия Комплексные пилотные проекты EnergyNet.

В качестве ведущего выступил Павел Алферов, директор Центра управления проектами и программами "Проектный офис Национальной Технологической Инициативы"(НТИ).

Проблематика Панельной дискуссии – ключевые направления дорожной карты EnergyNet: надежные и гибкие сети, интеллектуальная распределенная энергетика, новые потребительские сервисы, а также формирование матрицы новых профессий в энергетике. Ключевой запрос к государству – реализация пилотных проектов и изменения в нормативной базе. Как выглядит образ будущего? Какие проблемы и вызовы сегодня существуют? Кто является бенефициаром пилотных проектов? Каковы функциональные требования и запросы на ключевые технологии и компетенции со стороны энергетиков? Что нужно изменить в плоскости нормативов?

Спикерами выступили: Ирина Волкова, заместитель директора Института проблем ценообразования и регулирования естественных монополий; Ксения Дацко, член совета директоров ОАО "НТЦ ЕЭС"; Жанна Кадылева, заместитель руководителя департамента Агентства стратегических инициатив; Борис Рябов, соруководитель рабочей группы EnergyNet; Дмитрий Холкин, руководитель Центра развития инноваций Фонда "Центр Стратегических разработок"; Алексей Чалый, заместитель руководителя рабочей группы EnergyNet, международный эксперт.

На Экспертной сессии "Цифровая РЭС" модератором выступил Владислав Воротницкий, заместитель генерального директора ГК "Таврида Электрик".

Проблематика Экспертной сессии – уточнение целевой модели РЭС будущего. Насколько модель реальна и чего не хватает? Анализ проблематики существующего контекста сетевых компаний. Аргументы "за" и "против".

Экспертами выступили Владимир Князев, заместитель начальника управления

перспективного развития ПАО “ФИЦ”; Максим Моисеев, начальник управления технической эксплуатации; Сергей Шумахер, ведущий независимый эксперт в области электроэнергетики.

На Экспертной сессии “Микрогрид” модератором выступил Игорь Чаусов, аналитик Фонда “Центр стратегических разработок”.

Проблематика сессии – определение понятия “Микрогрид”. Пилотные проекты “Микрогрид” как альтернатива усилению и строительству сетевой инфраструктуры и способ оптимизации постоянных затрат. Проекты уровня: поселений, выделенных зон, промышленных предприятий и индустриальных парков.

Экспертами выступили Павел Бессонов, технический директор ЗАО “ТИТАН-Инжиниринг”; Ян Горелов, руководитель проектов ГК “РОЭЛ”; Ксения Дацко, член совета директоров ОАО “НТЦ ЕЭС”; Павел Илюшин, заместитель генерального директора ЗАО “Техническая инспекция”; Алексей Небера, технический директор по электроэнергетике ЗАО “РТСофт”.

На Экспертной сессии “Интернет вещей в электроэнергетике” модератором выступил Борис Рябов, руководитель рабочей группы EnergyNet.

Проблематика сессии – от теоретической концепции до конкретных вариантов реализации. Осязаемые продукты, открывающие возможности для поставщиков решений. Практические кейсы, доступные уже сегодня. В чём отличие от существующих технологий.

Экспертами выступили Елена Артьемьева, директор департамента по работе со стратегическими партнерами “ФРИИ”; Альберт Ишмуратов, руководитель направления ключевых федеральных проектов ОАО “МегаФон”; Григорий Мелехов, руководитель проектов “QIWI”; Алексей Трачук, заместитель директора центра стратегических инноваций ОАО “Ростелеком”.

В завершение первого дня конференции участники прослушали концерт симфонического оркестра Крымской филармонии.

Второй день конференции начался с Пленарного заседания “Итоги экспертных сессий первого дня. Ассоциация развития интеллектуальной энергетики”.

Модератором пленарного заседания выступил Алексей Конев, директор по инновациям “Российское энергетическое агентство”.

Эксперты подвели итоги экспертных сессий первого дня, а также обсудили вопрос целесообразности формирования единого экспертного сообщества с целью реализации дорожной карты перехода к интеллектуальной энергетике.

Спикерами Пленарного заседания выступили: Ян Горелов, руководитель проектов ГК “РОЭЛ”; Иван Иванов, генеральный директор “Национальный инжиниринговый центр”; Владимир Князев, заместитель начальника управления перспективного развития ПАО “ФИЦ”; Дмитрий ХОЛКИН, руководитель Центра развития инноваций Фонда “Центр Стратегических разработок”.

На Панельной дискуссии “Ключевые технологии EnergyNet” ведущим выступил Дмитрий Холкин, руководитель Центра развития инноваций Фонда “Центр Стратегических разработок”.

Проблематика дискуссии – анализ зарубежного опыта. Где мы находимся и какой у нас потенциал? Основные развилки – возможности и барьеры. Технологические области EnergyNet: информационные технологии в энергетике, распределенная энергетика, цифровая подстанция, цифровая сеть, интеллектуальный учёт – мифы и реальность. Предложения для пилотных проектов и запросы на разработку/корректировку стандартов.

Спикерами выступили: Алексей Аношин, Исполнительный директор ООО “Теквел”; Владислав Воротницкий, заместитель генерального директора ГК “ТавридаЭлектрик”; Жанна Кадылева, заместитель руководителя департамента Агентства стратегических инициатив; Айдар Хафизов, директор по развитию ООО “Хевел”; Борис Шведин, заместитель генерального конструктора, главный онтолог ЗАО “РКСС”.

НА экспертной сессии “Ключевые технологии сети будущего” модератором выступил Владислав Воротницкий, заместитель генерального директора ГК “Таврида Электрик”.

Проблематика сессии – национальные проекты в электроэнергетике. Облегченные (цифровые) подстанции. Новые технологии строительства сетей. Топологические возможности сети будущего с применением современных и перспективных средств автоматизации.

Экспертами выступили: Алексей Аношин, Исполнительный директор ООО “Теквел”; Сергей Бензорук, технический директор ГК

“Таврида Электрик”; Юрий Гунгер, председатель совета директоров ГК “ЭЛСИ; Иван Иванов, генеральный директор “Национальный инжиниринговый центр”; Дмитрий Иванов, президент группы компаний “ЛИСИС-МИКРОНИКА”; Олег Калинко, директор по направлению электроэнергетика УК “РОСНАНО”; Дмитрий Капустин, начальник управления инновационной политики ПАО “Россети”.

На экспертной сессии “Информационные технологии в энергетике” модератором выступил Борис Шведин, заместитель генерального конструктора, главный онтолог ЗАО “РКСС”.

Проблематика сессии – ключевые элементы архитектуры комплексной системы управления в энергетике. Нужна ли единая информационная модель? Интеллектуальный учет – какой синергетический эффект возможен? За какими технологиями беспроводной передачи данных будущее? Какие информационные приложения (SCADA, DMS, OMS, AMS и др.) нужны в первую очередь и есть ли у нас потенциал?

Экспертами выступили: Андрей Бадалов, вице-президент ЗАО “РКСС”; Вячеслав Долгих, председатель совета директоров ГК “Системы и Технологии”; Сергей Липатов, руководитель по продажам государственным клиентам “МегаФон”; Юрий Моржин, начальник центра Информационно-управляющих систем ОАО “НТЦ ФСК ЕЭС”; Алексей Севостьянов, исполнительный директор “ЭНТЕЛС”; Владимир Уколов, заместитель начальника Управления развития оперативно-технологического управления Ситуационно-аналитического центра ПАО “Россети”.

На экспертной сессии “Новые профессии в энергетике” модератором выступила Жанна Кадылева, заместитель руководителя департамента Агентства стратегических инициатив.

Проблематика сессии – актуальность современных профессий, связанных с работой в энергетике при переходе к новому облику энергетических систем и массовому использованию прорывных технологий. Новые типы профессионалов, которые будут востребованы и необходимы для энергетики будущего.

Экспертами выступили: Ольга Гаврилова, начальник управления планирования, подбора и развития персонала ПАО “РусГидро”; Михаил Павлейно, руководитель образовательной программы “Прикладные математика и физика” СПбГУ; Тарас Пустовой, заведующий лабораторией инновационных образовательных технологий МФТИ.

На семинаре “Технологии распределенной энергетики” ведущим модератором выступил Алексей Небера, технический директор по электроэнергетике АО “РТСофт”.

Проблематика семинара – основные направления создания автоматизированных информационно-управляющих систем для микроэнергосистем. Организация противоаварийного управления электроэнергетическими режимами микроэнергосистем. Обеспечение информационной безопасности.

Экспертами выступили: Павел Илюшин, заместитель генерального директора ЗАО “Техническая инспекция ЕЭС”; Юрий Назаров, заместитель генерального директора ООО “НПФ “Модем”; Максим Никандров, директор ООО “Интеллектуальные Сети”; Олег Лукиных, технический директор ООО “НПФ Мультиобработка”; Алексей Мокеев, заместитель генерального директора ЗАО “Инженерный центр “Энергосервис”; Василий Харламов, начальник отдела оборудования ООО “Юнител Инжиниринг”; Николай Шубин, Главный эксперт АО “РТСофт”.

В заключение была проведена Объединенная секция с семинаром D2 РНК СИГРЭ на тему “Информационные технологии и телекоммуникации в электроэнергетике: решения и перспективы с учетом опыта СИГРЭ”.

Исследовательский комитет D2 РНК СИГРЭ провел семинар в рамках конференции EnergyNet

Тематика семинара – Автоматизированные программно-аппаратные платформы управления распределенными энергоресурсами: Управление распределенной генерацией, в том числе, виртуальными электростанциями. Оптимизация режимов работы микроэнергосистем (microgrid) при автономной и синхронной работе с внешней сетью. Технологические особенности работы microgrid и распределенной генерации в нормальных, аварийных и послеаварийных режимах.

Решения по информационной безопасности для автоматизированных систем управления в энергетике: Безопасность систем управления распределенной генерацией. Сертификация информационных систем и теле-

коммуникаций на устойчивость к киберугрозам. Инструменты моделирования угроз и мер информационной безопасности. Нормативная база: проблемы и решения.

Инфраструктура связи для традиционных и новых приложений – системы связи на основе цифровых и высокочастотных каналов связи в транспортных и распределительных электрических сетях. Современные телекоммуникационные сети для приложений релейной защиты и автоматики. Миграция от сетей связи с временным разделением каналов к сетям с пакетной коммутацией. Создание каналов связи для систем интеллектуального учета электроэнергии и управления нагрузкой в сетях 0,4-10 (6, 20) кВ.

На площадке EnergyNet и семинара D2 РНК СИГРЭ эксперты представили вниманию аудитории доклады на следующие актуальные темы:

- пилотный проект ветро-дизельной энергосистемы с накопителями ЭЭ для изолированного поселка (в секции Microgrid 1-го дня конференции, 23 июня);
- развитие распределенной энергетики в деятельности СИГРЭ и исследовательского комитета D2 (в панельной дискуссии 2-го дня конференции, 24 июня);
- доклады по системам microgrid, системам передачи данных и вопросам инфобезопасности в электроэнергетике (в экспертной сессии 2-го дня конференции, 24 июня).

Конференция и семинар прошли в формате живого продуктивного общения. Участники отметили, что мероприятие, безусловно, способствовало укреплению и развитию сотрудничества между разработчиками, производителями и заказчиками продуктов и решений в области интеллектуальной энергетики. А новые контакты и перспективные связи помогут сплотить команду партнеров "РТСофт" и исследовательского комитета D2 в области реализации различных вариантов систем microgrid.

Семинар исследовательского комитета D2 прошел в рамках сессии "Технологии распределенной энергетики". Его ведущим модератором выступил Алексей Небера, технический директор по электроэнергетике АО "РТСофт". В ходе семинара были рассмотрены основные направления создания автоматизированных информационно-управляющих систем для микроэнергосистем (microgrid), организация противоаварийного управления электроэнергетическими режимами микроэнергосистем и обеспечение информационной безопасности.

Ключевой темой стал анализ развития технологий microgrid, а также телекоммуникаций и информационной безопасности в электросетевом комплексе России. Участники семинара обсудили новые технологии, перспективные решения и продукты, призванные консолидировать отечественный опыт по направлениям деятельности CIGRE.

В рамках семинара заместитель Генерального директора – главный инспектор ЗАО "Техническая инспекция ЕЭС", к.т.н П.В. Илюшин сделал доклад на тему "Подходы к организации противоаварийного управления электроэнергетическими режимами микроэнергосистем". В начале своего доклада П.В. Илюшин дал определение понятию микроэнергосистема как части распределительной сети, низкого напряжения (НН), имеющей фиксированные границы, включающей энергопринимающие устройства потребителей и распределенные энергоресурсы, технологические режимы которых являются управляемыми и скоординированными как в параллельном режиме работы с электроэнергетической системой, так и в изолированном. Затем докладчик рассказал о целях и задачах противоаварийного управления (ПАУ). Основными целями ПАУ являются обеспечение требуемого уровня надежности электроснабжения потребителей и живучести энергосистемы.

Надежность имеет широкое и разнообразное толкование применительно к различным областям техники, в данном случае – это надежность параллельной работы, которая характеризуется эффективностью мер по предотвращению ущерба потребителям, связанным с аварийным недоотпуском электроэнергии в течение заданного промежутка времени.

Живучесть – это способность энергосистемы противостоять редким и тяжелым аварийным возмущениям, не допуская каскадного развития аварий с массовыми нарушениями электроснабжения потребителей.

Задача ПАУ заключается в обеспечении работы необходимой и достаточной совокупности систем, комплексов и устройств противоаварийной автоматики и их алгоритмов для предотвращения развития аварийных возмущений в аварии, сопровождающихся ущербом, по своим масштабам и последствиям, превышающим минимально неизбежный при данном аварийном возмущении.

Иерархические уровни надежности в ЕЭС России проиллюстрированы на рис. 3.

Структура надежности электроэнергетической системы включает три иерархических уровня надежности электроснабжения потребителей, выделенные в соответствии с технико-энергетическими и хозяйственно-экономическими особенностями функционирования электроэнергетики России:

- Первый иерархический уровень – генерирующие мощности, обеспечивающие балансовую надежность.
- Второй иерархический уровень – системообразующие магистральные сети 220-1150 кВ федерального значения.
- Третий иерархический уровень – региональные (территориальные) распределительные сети 6(10)-35-110-150-220 кВ, предназначенные для обеспечения электроснабжения территорий и отдельных потребителей.

Первый и второй иерархические уровни можно объединить в понятие системная надежность, которая характеризуется вероятностью бесперебойной подачи электроэнергии в магистральные центры питания (подстанции 220-750 кВ).

Далее докладчик остановился на особенностях аварийных процессов. Эти процессы в автономном режиме работы (автономная энергосистема; выделенный на изолированную работу энергорайон) часто протекают тяжелее для потребителей электрической энергии, особенно тогда, когда в таком режиме работы возникают аварийные дефициты мощности. В небольших автономных энергосистемах (выделенных энергорайонах) внезапное отключение генератора, группы генераторов, или целой электростанции может привести к полному нарушению электроснабжения особо ответственных и социально-значимых потребителей.

При выделении энергорайона на автономную работу, баланс генерации и потребления в нем может изменяться от такого избытка генерации, что потребуется отключать часть генераторов, до дефицитов мощности, приближающихся к 100% . Технические характеристики современных ГУ (газотурбинных, газопоршневых, ветроэнергетических, солнечных), значительно отличаются от аналогичных параметров паротурбинных установок, которые определяют динамические процессы при внешних возмущениях. Повышение экономичности и эффективности современных

Рис. 3. Иерархические уровни надежности в ЕЭС России

ГУ осуществляется в том числе за счет уменьшения времени ликвидации аварийных возмущений (применение цифровых устройств РЗА), при этом скорости восстановления нормального режима сети возрастают.

Далее в докладе рассмотрены виды противоаварийной автоматики распределительных сетей. Во-первых, это автоматическая частотная разгрузка (АЧР) предназначенная для предотвращения недопустимого по условиям устойчивой работы генерирующего оборудования и энергопринимающих установок снижения частоты и её последующего восстановления. Во-вторых, это автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР), предназначенная для выявления и ликвидации асинхронных режимов отдельных генераторов, электростанций и частей энергосистем (отключение генератора; деление энергосистемы на несинхронно работающие части). В-третьих, это автоматика ограничения перегрузки оборудования (АОПО), предназначенная для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки линий электропередачи и оборудования. В-четвертых, это автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН), предназначенная для предотвращения недопустимого по условиям устойчивости генерирующего оборудования и энергопринимающих установок снижения

напряжения. И, наконец, в-четвертых, частотная делительная автоматика (ЧДА) предназначенная для предотвращения полного останова тепловых электростанций при недопустимом снижении частоты в энергосистеме (действует на выделение электростанций/энергоблоков (генераторов) на питание собственных нужд или на изолированный район). В докладе подробно рассматривались эти виды противоаварийной автоматики распределительных сетей.

Важной задачей противоаварийного управления является мониторинг условий обеспечения динамической устойчивости микроэнергосистемы. Мониторинг выполнения условий динамической устойчивости в виде расчетов реального времени, по факту изменения параметров режима, даже маломасштабных систем требует значительного количества вычислений, что, в общем случае, не позволяет достичь требуемого быстродействия в условиях ограниченной экономики проекта. Необходимо проведение основных расчетов вне основного машинного времени: древовидные схемы решений (в том числе деревья регрессии и классификации), списки правил, статистические и нейронно-сетевые аппроксиматоры.

Применение сгенерированных обобщённых данных для формирования управляющих воздействий в режиме реального времени (автоматическом или автоматизированном) или для использования в качестве основы при проектировании микроэнергосистемы и/или планировании режимов работы. В случае выделения микроэнергосистемы на изолированную работу вышеперечисленная парадигма может быть использована для формирования ограничений технологических режимов ГУ при оптимизации распределения нагрузки между ними и назначения “горячего” резерва мощности.

Далее докладчик сформулировал последовательность действий при построении искусственной нейронной сети. На первом этапе реализуется определение множества возможных режимно-балансовых ситуаций микроэнергосистемы (технологические режимы объектов РГ и нагрузки). На втором этапе осуществляется определение параметров режима, оказывающих влияние на выполнение условий динамической устойчивости микроэнергосистемы при рассматриваемом возмущении, в данном случае – при переходе в изолированный режим. На третьем этапе проводятся расчеты динамической устойчивости микроэнергосистемы при переходе в изолированный режим для каждой режимно-балансовой ситуации. На четвертом этапе осуществляется выбор архитектуры и списка входных переменных искусственной нейронной сети: произведение корреляционных тестов для сокращения количества входных параметров, информация о которых уже содержится в других, имеющих большую степень корреляции с данным возмущением, что выявляется при первых компиляциях ИНС. На пятом этапе осуществляется выделение части полученного множества для тестирования работоспособности нейронной сети (~1/3), оставшейся части – для обучения последней. На шестом этапе происходит обучение искусственной нейронной сети. Шестой этап связан с тестирование работоспособности ИНС: определение среднеквадратичной и средней абсолютной ошибок. И, наконец, на седьмом этапе осуществляется корректировка (при необходимости) архитектуры и/или входного слоя ИНС.

Далее докладчик рассмотрел алгоритм “холодного пуска” энергосистемы. Наличие развитой системы телемеханики позволяет осуществлять полностью автоматический пуск микроэнергосистемы, сокращение недоотпуска энергии (мощности), что достигается за счет исключения цикла ручного включения выделенных ГУ и централизованной оптимизации алгоритма. Были выделены следующие ключевые аспекты осуществления “холодного пуска” микроэнергосистемы. Восстановить электроснабжение центрального контроллера микроэнергосистемы (ЦКМ), элементов систем телемеханики и ЛКМ от резервного источника питания. Установить основные права и обязанности субъектов РЭР при осуществлении пуска микроэнергосистемы из полностью обесточенного состояния, с переводом последних в программные эквиваленты, заложенные в ЛКМ каждого РЭР. Проанализировать необходимость установки дополнительных коммутационных аппаратов и систем телеуправления для энергопринимающих устройств потребителей, в случае возможности повреждения последних при колебаниях или отклонениях параметров режима. Наличие ГУ с независимой системой возбуждения. Учет индивидуальных передаточных функций ГУ (микротурбины и топливные элементы безынерционны, но с длительным откликом регулирования активной мощности источника) и обеспечение достаточного запаса энергии в системах накопления электроэнергии (СНЭЭ) для краткосрочной балансировки мощности. Ключевые аспекты осуществления “холодного пуска”

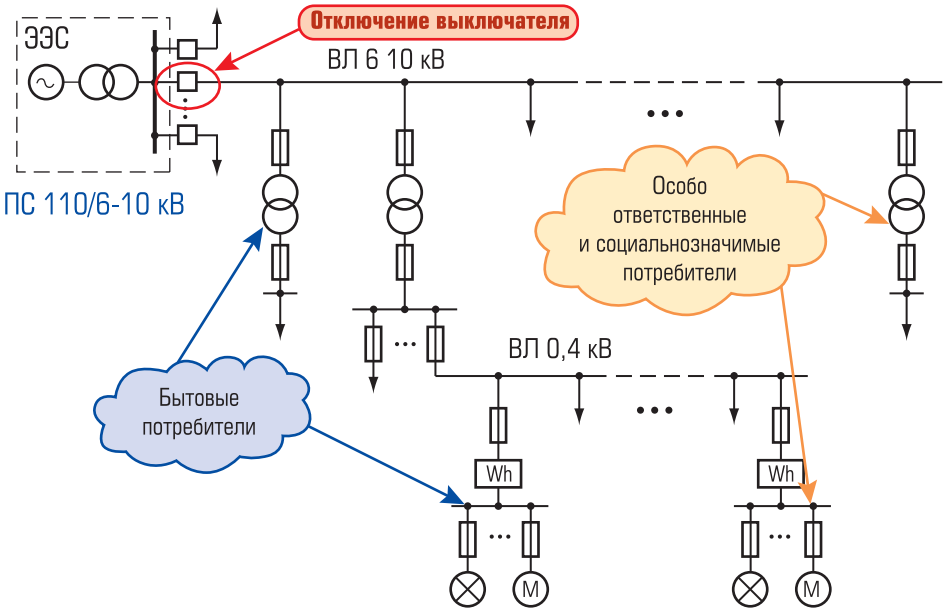


Рис. 4. Однолинейная схема существующей сети 0,4-10 кВ

микроэнергосистемы. Первоочередное восстановление электроснабжения участка сети с точкой заземления нейтрали для обеспечения правильной работы устройств РЗА.

Последовательность "холодного пуска" микроэнергосистемы заключается в следующих действиях: отключение вводного выключателя микроэнергосистемы, энергопринимающих устройств потребителей и секционирование электрической сети в точках присоединения объектов РГ (разворот ГУ осуществляется для восстановления питания собственных нужд). Восстановление электроснабжения участка сети с точкой заземления нейтрали микроэнергосистемы (ЦКМ принимает решение, какой из объектов РГ включается, исходя из условий ограничения броска тока намагничивания питающего трансформатора). Синхронизация основных объектов РГ и СНЭЭ с микроэнергосистемой. Ступенчатое включение управляемой нагрузки в объемах, соответствующих располагаемым объемам мощности и энергии СНЭЭ (первоочередное включение особо ответственных потребителей с минимизацией пусковых токов на протяжении всего цикла). Подключение объектов РГ с ГУ на базе ВИЭ (нестационарных характер выработки электроэнергии). Подключение нагрузки в объемах располагаемой генерации. Точная синхронизация микроэнергосистемы с сетью СН при наличии (восстановлении) напряжения на стороне СН.

Далее докладчик рассмотрел работу централизованной и децентрализованной САУ микроэнергосистемы в аварийном режиме. Характеристики САУ в аварийном режиме: объемы доступных вычислительных мощностей рассматриваются как сниженные по сравнению с нормальным режимом работы, учитывается возможность возникновения нарушений в работе каналов связи. Идеальная система – отсутствие необходимости в каналах связи, действия объектов Микроэнергосистемы определены заранее. Децентрализованная структура САУ – предпочтительное решение с точки зрения ликвидации аварийных режимов микроэнергосистемы. Важным моментом является применение мультиагентных систем (МАС).

Анализ вышеприведенных рассуждений позволил сформулировать следующие проблемы. Первая проблема – выявление неисправности измерительных приборов и систем телеизмерения при инициализации цикла автономного пуска. Вторая проблема – локализация причины посадки микроэнергосистемы на ноль и фиксация определенной кратности автономного пуска.

Далее докладчик рассмотрел вопросы электроснабжение особо ответственных и социально-значимых потребителей (рис. 4). Для обеспечения минимально необходимого уровня потребления электрической энергии в соответствии с уровнем технологической или аварийной брони, в случае невозможности осуществить передачу электрической энергии из-за повреждения объектов электросетевого хозяйства сетевых организаций или оборудования объектов по производству электрической энергии задействуются резервные

источники питания (РИП), предусмотренные категорией надежности потребителя. У особо ответственных и социально-значимых потребителей в качестве резервных источников питания используются, как правило, дизель-генераторные установки (ДГУ), которые в нормальном режиме отключены и запускаются дежурным персоналом ВРУЧНУЮ или АВТОМАТИЧЕСКИ при исчезновении питания от внешней сети. В существующих условиях при исчезновении питания во внешней сети электроснабжение всех потребителей нарушается до момента включения РИП (альтернатива – установка дорогостоящих источников бесперебойного питания (ИБП), которые на время запуска и подключения РИП должны обеспечивать электроснабжение потребителей).

Важным моментом являются действия персонала объекта с РИП при нарушениях внешнего электроснабжения. Предложен следующий порядок действий персонала объекта с РИП: проверить отключенное положение вводного коммутационного аппарата от внешней сети; отключить коммутационные аппараты всех фидеров, отходящих от РУ 0,4 кВ; включить РИП в работу на холостом ходу; убедиться в устойчивой работе РИП по показаниям контрольно-измерительных приборов; включить в РУ 0,4 кВ вводной коммутационный аппарат от РИП на секцию 0,4 кВ; убедиться в наличии напряжения на шинах РУ 0,4 кВ; включить коммутационные аппараты всех отходящих от РУ 0,4 кВ фидеров, контролируя загрузку РИП.

До настоящего времени не существовало готового технического решения, позволяющего осуществлять дистанционное управление РИП и контроль состояния и параметров РИП с использованием АРМ на базе персональных компьютеров или мобильных устройств по команде оператора с использованием любых доступных каналов связи. В настоящее время создана система дистанционного управления РИП с устройством автоматического перевода нагрузки без бестоковых пауз, применение которой позволяет обеспечить надежное электроснабжение особо ответственных и социально-значимых потребителей за счет плавного перевода нагрузки на питание от РИП.

Электроснабжение значительного числа бытовых и промышленных потребителей, включенных в графики временного отключения, осуществляется по фидерам со смешанной нагрузкой, что не дает возможности производить разгрузку энергосистемы в необходимых объемах без отключения особо ответственных и социально-значимых потребителей.

В настоящее время не допускается подключение новой промышленной нагрузки к особо ответственной или социально-значимой для реализации возможности разгрузки сети, а при проведении реконструкции сети осуществляется ввод новых ячеек для разделения фидеров со смешанной нагрузки. Учитывая минимальное сетевое резервирование во многих схемно-режимных ситуациях отказаться от ввода графиков ГВО практически невозможно, а массовое проведение реконструкции существующих сетей, в условиях сдерживания роста тарифов, не проводится.

Внедрение системы ДУ РИП в действующих распределительных сетях позволяет следующее. Возможность обеспечения дистанционного контроля состояния и параметров РИП (диагностика технического состояния РИП; планирование и контроль проведения технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов и аварийных сервисных работ; контроль за уровнем и расходом топлива, масла и охлаждающей жидкости; выработка электроэнергии). Отображение в АРМ визуального представления информации оператору о работе всех РИП на обслуживаемой территории (мнемосхема текущего состояния РИП; интерфейс оперативного управления; интерфейс управления техническим обслуживанием и ремонтом; журнал событий; графики изменения параметров; отчеты). Система ДУ РИП позволяет производить автоматический перевод социально-значимых и особо ответственных объектов, подключенных к существующим распределительным сетям, на электроснабжение от РИП различных производителей при вводе графиков временного отключения.

В заключение докладчик сформулировал следующие выводы. Основной целью создания ПАУ в микроэнергосистемах является предотвращение развития аварийных возмущений в аварии и минимизация ущерба потребителей в связи с аварийным отключением (минимизация объемов и времени отключения электроприемников). Аварийные процессы в автономном режиме работы часто протекают тяжелее для потребителей электрической энергии, особенно тогда, когда в таком режиме работы возникают аварийные дефициты мощности. При проекти-

ровании микроэнергосистемы необходимо проводить детальное моделирование возможных схемно-режимных ситуаций для правильного формирования алгоритмов работы ЦКМ и устройств ПА. С целью минимизации тяжести последствий при аварийных возмущениях и обеспечения быстрого пуска из холодного состояния необходимо обоснованно подходить к выбору видов и типов как ГУ, так и СНЭЭ. Применение децентрализованных систем автоматического управления микроэнергосистемами предпочтительнее с точки зрения ликвидации аварийных режимов. При проектировании микроэнергосистемы необходимо провести разработку алгоритма "холодного пуска" для минимизации ущерба потребителей. Внедрение системы дистанционного управления РИП позволяет производить автоматический перевод питания социально-значимых и особо ответственных потребителей без бестоковых пауз по команде ЦКМ.

Главный специалист отдела оперативного контроля энергообъектов ЗАО "Техническая инспекция ЕЭС" С.Г. Музалев сделал доклад на тему "Особенности реализации первичного и вторичного регулирования параметров электроэнергетических режимов микроэнергосистем". В начале доклада были сформулированы некоторые понятия. Нагрузка, электроснабжение которой может быть отложено или перераспределено во времени в течение суток или части суток будем называть управляемой нагрузкой. Распределенная генерация это электрогенерирующая система, состоящая из электростанций, подключаемых к распределительным, по функциональной принадлежности, сетям или сетям внутреннего электроснабжения потребителей электроэнергии и имеющих в точке присоединения установленную мощность, не превышающую 25 МВт, за исключением: электростанций, использующих в качестве энергоресурса продукты основного промышленного производства и электростанций, работающих на автономную нагрузку для которых верхняя граница по установленной мощности не нормируется, а также электростанций, основное энергетическое оборудование которых работает по циклу Ренкина с использованием водяного пара. Система накопления электрической энергии это энергоустановка, предназначенная для преобразования электрической энергии в вид энергии, подходящий для накопления, непосредственного накопления и хранения энергии с последующим преобразованием обратно в электрическую энергию (рис. 5).

Рис. 5. Объекты управления электроэнергетики

Цели и задачи создания управляемых распределительных сетей заключаются в следующем. Снижение неконтролируемого влияния существующих и вновь вводимых объектов распределенной генерации на балансовые характеристики режимов. Создание технической основы обеспечения недискриминационной интеграции как диспетчиризуемых, так и недиспетчируемых гетерогенных распределенных энергоресурсов (включая ВИЭ) в электроэнергетические системы. Создание технической основы управления энергопотреблением на стороне потребителя (в том числе ценозависимое потребление). Создание технической основы предоставления распределенными энергоресурсами системных услуг, потенциал которых, с точки зрения управления режимами, увеличивается пропорционально объемам интеграции последних.

Затем докладчик рассмотрел модели агрегации и управления распределенных энергоресурсов и приемников электрической энергии. Микроэнергосистема (microgrid) это часть распределительной сети НН, имеющая фиксированные границы, включающая распределенные энергоресурсы и приемники электрической энергии, технологические режимы которых являются управляемыми и скоординированными как в параллельном режиме работы с электроэнергетической системой, так и в изолированном.

Выделяемые границы микроэнергосистем: сеть внешнего электроснабжения НН; фидер НН; сеть внутреннего электроснабжения НН объекта.

Мульти-микроэнергосистема (multi-microgrid) представляет собой совокупность электрически соединенных отдельных микроэнергосистем, объектов распределенной генерации и нагрузки, подключенных к сетям более высоких уровней напряжения.

Виртуальная электростанция (VPP) это квазиединый элемент электроэнергетической системы, агрегирующий распределенные энергоресурсы, в общем случае, имеющие точки присоединения в разных частях электрической сети (географически разнесены), путем их группового управления в параллельном режиме работы с системой.

Далее докладчик рассмотрел общие отличительные характеристики концепций микроэнергосистем и виртуальных электростанций. Во-первых, географическое и электрическое разнесение точек присоединения, объединяемых общностью управления элементов: микроэнергосистема – точки присоединения находятся в одной электрической сети; виртуальная электростанция – могут располагаться в разных электрических сетях. Во-вторых, функциональная позиция локальной нагрузки: микроэнергосистемы – ориентация на экономически эффективное (с учетом технических, экологических ограничений) снабжение местной нагрузки; виртуальная электростанция – локальная нагрузка используется в качестве ресурса, регулирующего продаваемую на рынке электроэнергию и мощность (DSI). В-третьих, величина установленной мощности: микроэнергосистемы – до нескольких МВт (обычно кВт); виртуальные электростанции – много большие значения. В-четвертых, режим работы с системой: микроэнергосистемы – возможны как параллельный (наблюдается на протяжении большего промежутка времени), так и изолированный; виртуальная электростанция – только параллельный.

Рыночная виртуальная электростанция (CVPP) это виртуальная электростанция, обеспечивающая участие распределенных энергоресурсов в операциях на рынках электроэнергии и мощности с максимизацией экономических показателей объектов, входящих в ее состав.

Техническая виртуальная электростанция (TVPP) представляет собой виртуальную электростанцию, сформированную из распределенных энергоресурсов, имеющих точки подключения в одной сети и обеспечивающую их участие в управлении режимами электрических сетей, а также оптимизацию участия отдельных элементов, входящих в ее состав, с учетом режимных параметров, конфигурации и имеющихся ограничений локальной сети в каждый момент времени.

Далее докладчик рассмотрел функции САУ микроэнергосистемы в нормальном режиме работы. Первая функция “Интерфейс связи с энергосистемой” обеспечивает осуществление перехода между параллельным и изолированным режимами работы; участие в рынках электроэнергии (мощности); координацию с энергосистемой, а также другими микроэнергосистемами, связанными электрически и общностью управления (мульти-микроэнергосистема). Вторая функция “Внутреннее управление микроэнергосистемой” реализует прогнозирование графика нагрузки электрогенерирующих энергоустановок на базе возобновляемых источников энергии и потребителей; выбор состава работающих энергоустановок; вторичное регулирование частоты и активной мощности; вторичное регулирование напряжения и реактивной мощности; управление спросом; функция автономного пуска электростанций. Третья функция “Индивидуальное управление элементами микроэнергосистемы” осуществляет функции защиты; первичного регулирования частоты и активной мощности; первичного регулирования напряжения и реактивной мощности; управления связанными системами накопления электрической энергии.

Низкий уровень телемеханизации распределительных сетей: имеющиеся устройства обеспечивают лишь телесигнализацию и телеизмерения с полным отсутствием телеуправления. Организация каналов связи и ПАК определяет экономическую рентабельность проекта.

Далее докладчик рассмотрел вопросы централизованной и децентрализованной систем управления. Централизованная система управления обеспечивает: незначительное число целей и ограничений оптимизационной задачи (общие цели субъектов микроэнергосистемы или общая операционная среда (система внутреннего электроснабжения предприятия)); незначительное число и разнесенность включенных в САУ узлов; наличие обслуживающего персонала; недопустимость погрешности решения оптимизационной задачи (опционно).

Децентрализованная система управления обеспечивает: значительное число целей и ограничений оптимизационной задачи (различные цели субъектов; требования рыночной системы к применению независимых (в некоторой степени) систем управления различными объектами микроэнергосистемы; работа по тепловому графику нагрузки, требование поддержания напряжения на определенном уровне некоторыми объектами распределенной генерации и т.д.); значительное число и/или разнесенность включенных в САУ узлов, низкая пропускная способность существующей системы передачи информации; отсутствие обслуживающего персонала при высокой степени автономности индивидуальных контроллеров объектов микроэнергосистемы и допустимость погрешности решения оптимизационной задачи.

Важной задачей является определение целей и задач первичного и вторичного регулирования электроэнергетических режимов микроэнергосистем. К задачам первичного регулирования электроэнергетических режимов микроэнергосистем относятся: во-первых, ограничение отклонений частоты и напряжения от номинального значения для безопасной эксплуатации электростанций и минимизации риска отключения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии действием противоаварийной автоматики; во-вторых, обеспечение оптимального распределения активной и реактивной мощности между электрогенерирующими энергоустановками как в установившемся изолированном режиме, так и при кратковременных переходных процессах последнего.

К задачам вторичного регулирования электроэнергетических режимов микроэнергосистем относятся: во-первых, обеспечение поддержания в пределах допустимых значений частоты и напряжения в изолированном режиме; во-вторых, обеспечение восполнения ограниченных резервов первичного регулирования, выполняемого преимущественно СНЭЭ; в-третьих, обеспечение перехода между параллельным и изолированным режимами как микроэнергосистемы в целом, так и сетей внутреннего электроснабжения объектов микроэнергосистемы; в-четвертых, обеспечение предоставления системных услуг в параллельном режиме работы с энергосистемой (регулирование внешних перетоков или ограничение перетоков).

Далее докладчик остановился на особенностях состава генерирующих установок и параметров элементов распределительных сетей НН.

Во-первых, это обширное применение ГУ инверторного включения. К ним относятся микротурбины и ГТУ сверхмалой и малой мощности. Наибольший КПД газовой турбины как отдельного элемента ГУ достигается за счет увеличения числа оборотов до значений, допустимых по условиям механических усилий, возникающих в элементах конструкции, что требует организации либо механической развязки с генератором (редукторного звена), либо инверторного включения последнего, где последнее может быть приоритетным с точки зрения ТЭО для номинальных мощностей сетей НН. К ГУ относятся также топливные элементы, солнечные элементы (различные физические принципы прямого преобразования энергии солнечного излучения) и гибридные электростанции.

Во-вторых, применение СНЭЭ, в том числе электромеханических (маховиков). Они обладают следующие основные характеристики: низкая инерция, различные передаточные функции ГУ, СНЭЭ, различные параметры фильтров присоединения.

В-третьих, резистивный характер сопротивления протяженных элементов электрической сети ($r/x \approx 6$). Изменение характеристики мощности системы.

В-четвертых, малые расстояния между источниками энергии: возникновение значительных циркуляционных токов даже при малых отклонениях амплитуды и/или фазы напряжения от установочных значений. В этом случае астатическое регулирование невозможно.

Далее докладчик рассмотрел подходы к организации автоматического регулирования параметров электроэнергетических режимов микроэнергосистем: Master-slave/Single Master Operation и Статизм/Multi-Master operation.

Подход Master-slave/Single Master Operation обладает следующими особенностями: необходимость каналов связи высокой пропускной способности, простота структуры САР компонентного уровня; сложность масштабирования; обширный (географически) мониторинг работоспособности, что определяется наличием каналов связи, имеющих самую низкую надежность среди компонентов САР.

Подход Статизм/Multi-Master operation обладает следующими особенностями: до-

пустимость каналов связи малой пропускной способности для выделенных инверторов (изменение параметров статизма первичного регулирования / вторичное регулирование) – усложнение структуры САР компонентного уровня; простота масштабирования; высокая надежность, поскольку отказы каналов связи как элемента системы не приводят в продолжительном режиме работы микросистемы к отказу всей системы; локализация мониторинга работоспособности; увеличение резервирования генерирующих мощностей в изолированном режиме работы микросистемы.

Далее докладчик остановился на решениях характерных проблем первичного регулирования в сетях НН. В области первичных электрических сетей это, во-первых, проектирование распределительных сетей НН и сетей внутреннего электроснабжения объектов исходя из необходимости поддержания напряжения во всех возможных схемно-режимных ситуациях в пределах допустимых значений при организации классического статизма инверторов и во-вторых увеличение нормальной индуктивности сети путем установки сосредоточенных элементов накопления магнитной энергии.

В области вторичных электрических сетей это алгоритмическое решение, отвечающее классически применяемому статизму и обеспечивающее: разделение каналов управляющих воздействий P/f, Q/U; загрузку ГУ в зависимости от установленной мощности; универсальность применения в сетях с различными r/x; эмулируемую механическую инерцию вращающихся масс; адаптацию к динамическим характеристикам ГУ (включая фильтры присоединения) и по возможности, легкость параметризации с исключением компромиссного анализа областей параметрической устойчивости изолированной микроэнергосистемы.

Рассматривая вторичное регулирование и рынок системных услуг докладчик отметил следующее.

Горизонтальное смещение внешних характеристик регулируемого объекта (f/U-control) состоит в предоставлении системных услуг: вращающийся (горячий) резерв активной мощности; динамическая поддержка системы в режимах со снижением напряжения в точке общего присоединения (длинный фидер); обеспечение нулевого перетока с системой в момент, предшествующий превентивному выделению; синхронизация с внешней сетью; возвращение рабочих точек частоты и напряжения к номинальным значениям после изменения схемно-режимной обстановки в изолированном режиме микроэнергосистемы; запасы энергии СНЭЭ ограничены.

Вертикальное смещение внешних характеристик регулируемого объекта (PQ-control) состоит в астатическом регулировании активной и реактивной мощностей выделенных инверторов.

В заключение докладчик сформулировал следующие выводы. Технико-экономическим эффективным подходом к организации автоматического регулирования электроэнергетических режимов ГУ, СНЭЭ микроэнергосистем является статизм. Необходимо учитывать индивидуальные динамические характеристики источников энергии при организации регулирования параметров электроэнергетических режимов. Поставленная проблема раздельного регулирования напряжения в преимущественно резистивных сетях НН, характеризующихся также близким расположением генерирующих мощностей, решается в сторону применения классического статизма, что обеспечивает ГРАМ и общность регулирования с ГУ прямого включения. Решение проблемы связанного регулирования напряжения и поддержание последнего в пределах диапазона допустимых значений может решаться за счет целевого проектирования сетей НН и сетей внутреннего электроснабжения объектов, путем повышения нормальной физической индуктивности сети – интеграцией сосредоточенных элементов накопления магнитной энергии, или виртуальной индуктивности сети – алгоритмически. Вторичное регулирование микроэнергосистем помимо общих задач, характерных для объектов централизованного электроснабжения электроэнергетических систем, также решает задачи выделения и синхронизации разной масштабности, поэтому должно выполняться преимущественно централизованно.

Н.Г. Шубин (Компания РТСофт) сделал доклад на тему “QU-оптимизация электрического режима распределенной энергосистемы на основании измерений”. Растёт число активных устройств, таких как АКТУС – ГЕН, ИРМ, ИНВ, ИБП, УП и др. в сетях СН и НН. Множество АКТУС с независимыми автоматическими регуляторами (АР) в сети могут создать проблемы неустойчивости регулирования: низкочастотные колебания U и ± обменные потоки Q, что приведет к неприемлемым

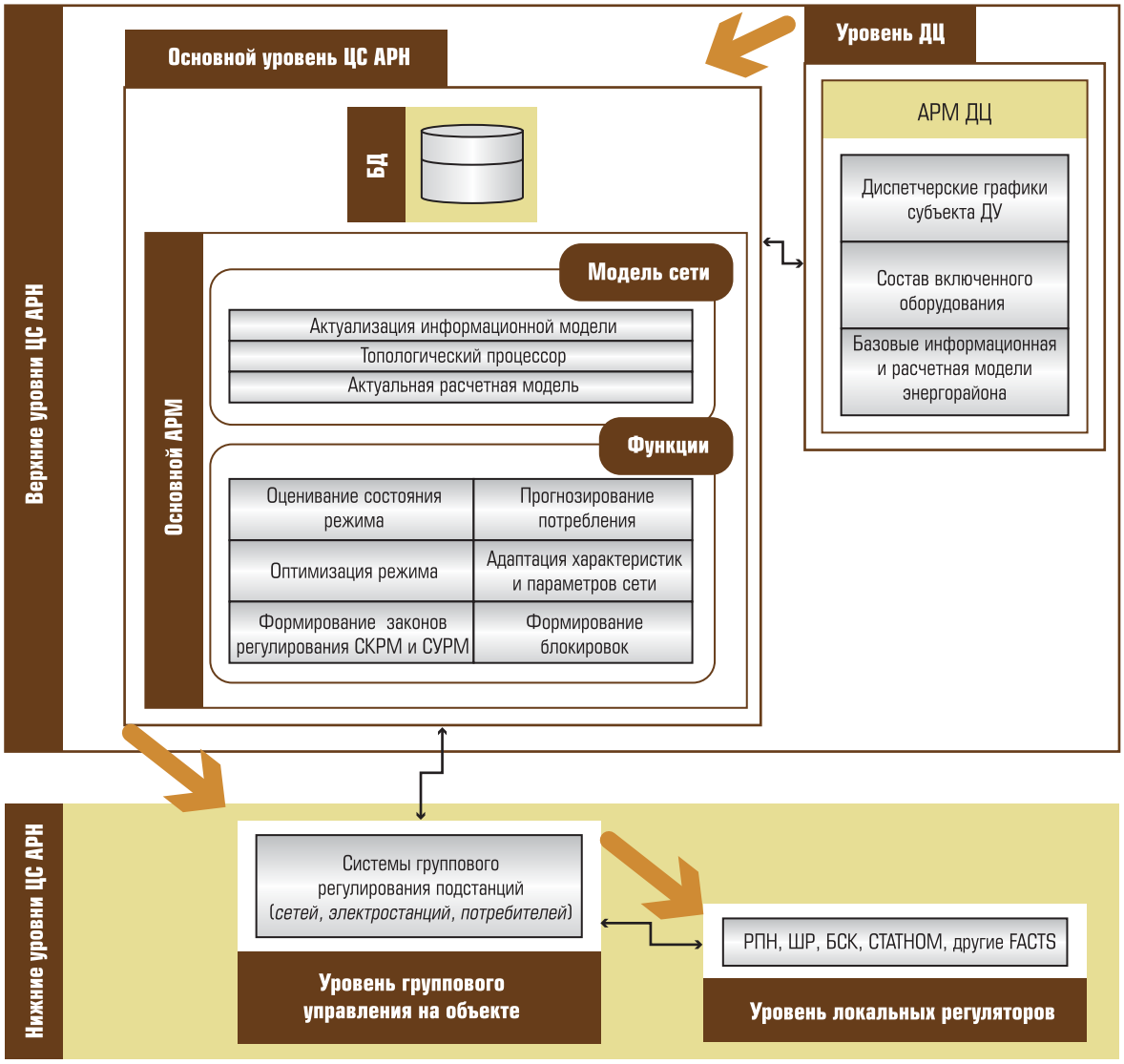


Рис. 6. Структурная схема управления

условиям для потребителей, отключениям, неоптимальным электрическим режимам. Для реализации потенциала необходима координирующая АС оптимального управления *электрическим* режимом по Q и U (QU-оптимизация). Далее докладчик рассмотрел возможный подход. Построение АС не вызывает затруднений – достаточно организовать циклический запуск классического ПО QU-оптимизации на регулярно актуализируемой математической модели электрической сети с последующей рассылкой вновь рассчитанных законов управления на АКТУС (рис. 6). Однако, вторжение управляющих систем в режим U сетей НН существенно влияет на узловые нагрузки – и количественное выражение этого влияния нам, как правило, не известно. Некорректный учет СХ P и Q-нагрузок в связи с отсутствием фактических знаний, а также в связи с изменением параметров СХН (статические характеристики нагрузки по напряжению и частоте) в течение суток может приводить к росту потерь в сети вместо желаемого снижения или хуже – приводить к недопустимым режимам.

Докладчиком предложен иной подход к решению задачи QU-оптимизации и, возможно, ряда других задач управления режимами электрических сетей. Он свободен от незнания ряда фактических характеристик сети, оборудования, потребления и основан исключительно на синхронизированных векторных измерениях (СВИ или PMU-измерения), при которых в качестве оптимизируемой модели

выступает сама физическая энергосистема со всем многообразием своих фактических характеристик. Разработка сделана по мотивам работ Н.С. Маркушевича.

Подход к QU-оптимизации построен на применении синхронизированных измерений векторов напряжений на шинах наблюдаемой электрической сети. Целевая функция может быть, например, поддержание максимального резерва регулирования Q или минимальная стоимость потребляемой энергии или ...

Условие минимальности потерь – нулевое значение частных производных потерь мощности по управляемым переменным оптимизации. В представленном случае – это реактивные мощности АКТУС Qm, но могут быть и комплексные Кт трансформаторов и т.п.

Эффективные градиентные методы оптимизации 1-го порядка хороши при работе с математическими моделями ЭЭС, поскольку с ними можно выполнять любое количество (десятки) итераций для достижения оптимума. Когда роль математической модели исполняет реальная энергосистема, необходимы малошаговые методы, позволяющие достигать оптимального решения за несколько шагов. Для резкого сокращения количества итераций оптимизации предлагается использовать методы второго порядка, оперирующие не только с первыми, но и со вторыми производными целевой функции. Высокая эффективность методов второго порядка при оптимизации электрических режимов связана с квадратичной природой потерь, вытекающей из закона Джоуля-Ленца.

Учитывая что ОВ, рассчитываемые в темпе раз в 20 мс могут носить переменчивый и знакопеременный характер, а также то, что QU – оптимальное управление в нормальных условиях не требует сверхвысокого быстродействия, на выходе интеллектуальной АС предлагается использовать интегрирующее звено, сглаживающее и замедляющее темп управления. В то же время, темп определения ОВ может быть достаточно высоким для использования данного подхода в контуре вторичного регулирования напряжения.

При переходе к практической реализации подход должен быть дополнен механизмом учета технологических ограничений по токам, потокам мощности и уровням напряжения. Методы учета перечисленных ограничений могут основываться на введении в целевую функцию соответствующих дополнительных функций.

Особенностью подхода является то, что при оптимизации не требуется учет балансов электроэнергии и мощности ни в узлах, ни по энергосистеме в целом, поскольку физическая энергосистема всегда соблюдает этот баланс. Требуется исполнение ограничений в форме неравенств: по току, по напряжению на шинах, по потокам активной мощности в сечениях ветвей. Данные ограничения могут быть введены в целевую функцию, которая преобразовывается в функцию Лагранжа, безусловный минимум которой соответствует оптимальному решению с учетом ограничений.

М. Никандров (компания IGRIDS интеллектуальные сети) сделал доклад на тему “Турниры по практической информационной безопасности как средство актуализации модели угроз и оценки эффективности средств кибер-защиты в системах автоматизации электроэнергетики”. Докладчик рассказал об возникающих инцидентах информационной безопасности (ИБ) на объектах электроэнергетики. Эти инциденты на электроэнергетических объектах пока редки. Информация по реально случившимся инцидентам зачастую скрывается, так как ее обнародование несет серьезные репутационные риски. В результате, вероятность возникновения инцидента, глубину проникновения и возможный ущерб оценить крайне сложно. Предлагаемые модели угроз часто не учитывают специфику электроэнергетических объектов, в результате, модели угроз и модели нарушителей ничем не подкреплены и не могут быть проверены на практике. На рис. 7 представлена модель системы с указанием точек уязвимости.

Такими точками является корпоративная сеть; Internet, связывающий систему диспетчерского управления с основным машрутизатором; а также сеть Ethernet, связывающая АРМы оператора и инженера.

На рис. 8 приведена структурная схема, описывающая уязвимости периметра электрической подстанции.

Далее докладчик остановился на эволюции турниров. На турнирах вначале задавался вопрос, что могут сделать “ХАКЕРЫ” – любители, если их пустить в “огород”. Затем задавался вопрос, что могут сделать “ОТБОРНЫЕ ХАКЕРЫ” за хороший приз? И, наконец, что смогут “ХАКЕРЫ”, если им противодействовать.

В качестве задач рассматривались следующие. “Разведка” – тип атак, который позволяет получить дополнительную информацию о стенде, сети или атакуемых устройствах. “Взлом” – тип атак, которые привели к по-

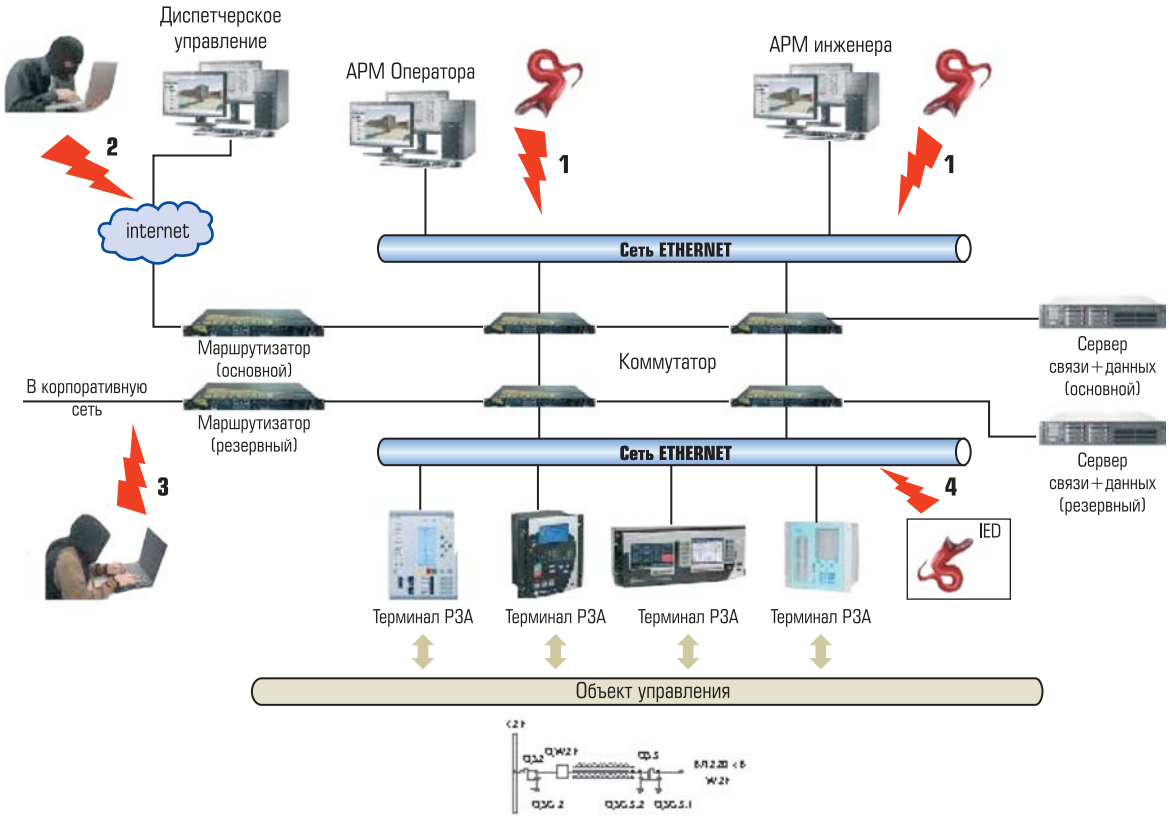


Рис. 7. Модель системы с указанием точек уязвимости

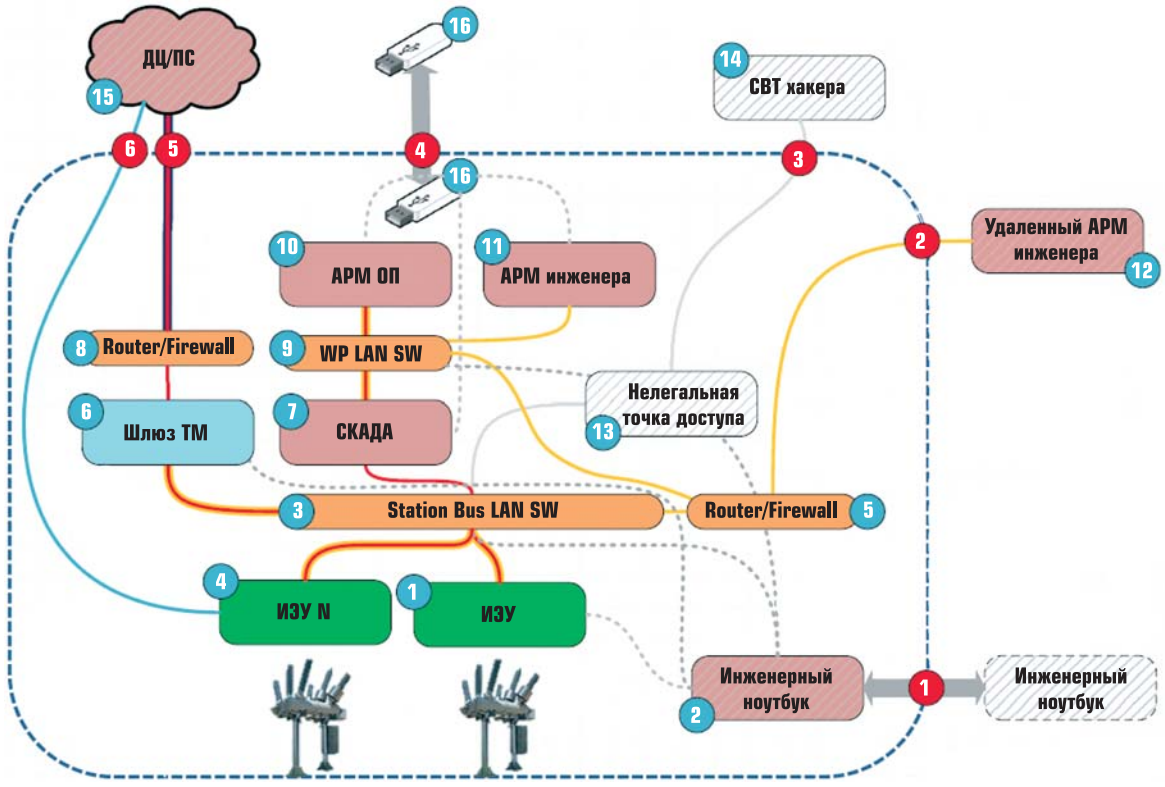


Рис. 8. Схема уязвимости периметра электрической подстанции

тери некоторых функций системы, снижению общей надежности, но не приведшие к разрушению технологического оборудования) и, наконец, “Диверсия” – тип атак, способных полностью нарушить технологический процесс, привести к возникновению ЧП (в нашем случае – короткое замыкание модели ЛЭП).

Итоги конкурса CTF KICS 2015 следующие: “Разведка”-7, “Взлом”- 18, “Диверсия”-5.

На конкурсе рассматривались следующие сценарии атак:

- **Сценарий А:** 1. Прохождение маршрутизатора – подключение в локальную сеть стенда – проведение разведки для определения типа устройств – подключение к контроллерам с использованием инженерного ПО путем подбора верных параметров подключения – снятие защитных блокировок с использованием инженерного ПО и отправка команды для совершения короткого замыкания.
- **Сценарий Б:** Прохождение маршрутизатора – подключение в локальную сеть стенда – проведение разведки для определения типа устройств – генерация специально сформированных сообщений на основе протокола GOOSE для отключения защитных блокировок – подключение к контроллерам не легитимным клиентом MMS и подача команды на коммутационный аппарат для совершения короткого замыкания.
- **Сценарий В (самый опасный):** Прохождение маршрутизатора – подключение в локальную сеть стенда – проведение разведки для определения типа устройств – вывод из строя терминалов РЗА – подключение к контроллерам не легитимным клиентом MMS и подача команды на коммутационный аппарат для совершения короткого замыкания.

В завершение докладчик сформулировал следующие выводы. Эффективно защитить электроэнергетический объект можно, но стоимость и трудоемкость защиты пока мало приемлемы. Современные средства защиты “токсичны” по отношению к основному технологическому процессу, для работы на реальных объектах необходимы многосторонние проверки и тестирование на макетах и испытательных стендах. Не обязательно досконально разбираться в технологическом процессе, чтобы организовать атаку, достаточно информации из открытых источников и свободно распространяемого ПО. Имеющиеся на сегодня в интеллектуальных устройствах (МП РЗА, контроллеры) встроенные средства защиты информации не позволяют эффективно противостоять угрозам ИБ. Необходимо их расширять и развивать.

Продолжение следует.

Егоров Александр Александрович *– канд. техн. наук, профессор АВН РФ, главный редактор журнала “Автоматизация и IT в энергетике”, заместитель директора по научной работе Научно-производственного комплекса вычислительной техники и информатики (НПК ВТИ) МАИ.*

ГЕОЛОГОРАЗВЕДКА 2016
IT СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ:
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, ИНТЕПРЕТАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ
VOSTOCK CAPITAL
9 НОЯБРЯ, МОСКВА

СРЕДИ VIP-ГОСТЕЙ:

АНДРЕЙ СИМОНОВ
Первый заместитель ген. директора по IT-услугам и проектам, **Башнефть-информ**

АНДРЕЙ ПОПОВ
Начальник управления информационных технологий и телекоммуникаций, **Газпром геологоразведка**

ВИКТОР ДИКОВ
Директор по развитию и ТО бизнес-сегмента «Геологоразведка и добыча», **Лукойл-информ**

МАКСИМ ШАДУРА
Начальник управления информационных технологий, автоматизации и телекоммуникаций блока разведки и добычи, **Газпром нефть**

ПОДТВЕРЖДЕННЫЕ УЧАСТНИКИ:

+7 (499) 505 1 505 (Москва), +44 207 394 30 90 (Лондон), events@vostockcapital.com, www.georazvedkaforum.com

ОАО «БЭСК»
Генеральный спонсор

18-21 октября

Российский Энергетический Форум

Уфа 2016

Международная выставка «Энергетика Урала»

XXII специализированная выставка «Теплоснабжение. Электротехника. Кабель»

Организаторы

Правительство Республики Башкортостан

Министерство промышленности и инновационной политики РБ

БВК Башкирская выставочная компания

Поддержка

Министерство энергетики РФ

www.energobvk.ru
www.refbvk.ru

БВК
БАШКИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ

Оргкомитет:
+7 (347) 246-41-86, 246-42-85
energo@bvkexpo.ru
kongress@bvkexpo.ru

Место проведения:
ВДНХ ЭКСПО
ул. Менделеева, 158

РЕШЕНИЕ B&R ДЛЯ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КРУПНОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА БАЗЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ APROL

К. ЧИЖОВ (“ООО “Б+Р Промышленная автоматизация”)

В статье рассмотрен программно-аппаратный пакет APROL ConMon – специализированное решение от компании B&R на базе стандартной распределенной системы управления, адаптированное для задач мониторинга состояния механического оборудования.

Ключевые слова: *системы распределенного управления, комплексная автоматизация, мониторинг состояния, системы вибродиагностики, DCS, APROL, B&R, системы технического учёта.*

Австрийская компания “Bernecker + Rainer Industrie-Electronik Ges.m.b.H” вот уже более 30 лет занимается разработкой и производством оборудования и программного обеспечения для промышленной автоматизации. Компания также предлагает системы распределенного управления (РСУ), для построения которых используется оборудование из стандартных линеек продукции.

РСУ APROL и компоненты системы управления серии X20 широко используются для автоматизации производств, технологических процессов и инженерной инфраструктуры, что подтверждается их успешным применением во многих индустриях по всему миру.

Возможность гибкого масштабирования позволяет применять APROL для решения практически любых задач автоматизации с различными требованиями: от локальной изолированной системы до территориально распределённых комплексов сбора, хранения и визуализации информации. Начиная с лабораторного макета с одним программируемым логическим контроллером (ПЛК) и небольшим числом сигналов, и заканчивая сложной высокоответственной технологической установкой или крупным производственным цехом промышленного предприятия с сотнями тысяч каналов ввода/вывода, резервированием ПЛК и управляющих компьютеров, а также большим количеством рабочих мест пользователей.

Под CMS (Condition Monitoring System) или “Системами Мониторинга Состояния” понимаются специализированные программно-аппаратные решения, главной целью которых является регистрация, обработка и дальнейшая передача текущих значений физических показателей, определяющих состояние и степень механического износа установок или их узлов (и даже целых систем), а также оперативное выявление или прогноз аварий. Данные, собранные такой системой, представляют собой ценный источник информации для планирования и организации мероприятий по техобслуживанию и ремонту.

Чтобы достичь поставленных целей, такая система должна обладать следующей функциональностью:

- Быстрое измерение, обработка и долговременное хранение показателей состояния.
- Оперативный анализ, мониторинг и контроль измеренных значений.
- Сбор и обработка дополнительных параметров.
- Развитые отчёты для анализа и установления закономерностей.

B&R предлагает **APROL ConMon** в качестве готового решения для измерения, записи и последующего анализа всех значимых параметров, которое позволяет решить задачи мониторинга состояния крупного электротехнического оборудования.

Данное решение строится на платформе РСУ APROL, которая обеспечивает максимальную гибкость при минимальных затратах на инжиниринг проекта. При этом достигается достаточно легкое последующее внедрение систем класса PAM (Система управления производственными активами) за счёт использования APROL ConMon в качестве источника данных, полученных непосредственно от контролируемого оборудования, с широкими возможностями по интеграции (в том числе с использованием средств SQL).

Таблица 1. Значимые измеряемые и регистрируемые параметры в системе мониторинга состояния

Механические	Временные	Электрические	Вибрации и шум	Термодинамические	Прочие
Крутящий момент. Частота вращения. Усилие на валу. Скорость вращения.	Время наработки. Время простоев. Количество включений. Количество аварийных отключений.	Токи, мощности. Потребляемая энергия (активная, реактивная). Коэффициент мощности гармоники.	Амплитуда. Частота (для спектра). Уровень.	Давление. Температура. Расход жидкости/газа. Вывод на регистраторы.	Общее энергопотребление. Объем производства. Терминал. Самописцы.

Особо стоит отметить, что применение РСУ APROL в качестве базовой платформы автоматизации позволяет реализовать решения, далеко выходящие за пределы задач простой агрегации показаний от датчиков температуры и вибрации с последующей их визуализацией. В частности, с помощью APROL ConMon можно консолидировать и анализировать любые параметры из таблицы 1, в том числе получать их от смежных систем и отдельных устройств, работающих по различным интерфейсам. Но главное, становится возможным реализовывать особую логику для поведения системы в аварийных ситуациях с выдачей управляющих воздействий на исполнительные устройства, позволяющие снять механическую нагрузку с критически важных узлов и механизмов автоматически и максимально оперативно.

Благодаря отличной масштабируемости, система легко наращивается по мере роста предъявляемых требований, что гарантирует долгосрочную защиту инвестиций. При этом, независимо от размера системы, пользователи и разработчики имеют доступ ко всем функциям системы APROL без каких-либо ограничений и, значит, всегда могут рассчитывать на работу в уже знакомой среде.

Топология системы

В базовой конфигурации “из коробки” APROL ConMon представляет собой промышленный персональный компьютер (ПК) Automation PC 910, который можно разместить непосредственно в шкафу управления. Данный ПК поставляется с предварительно установленным пакетом базового программного обеспечения (ПО). В качестве операционной системы используется надежный Suse Linux Enterprise Server. Кроме программных компонентов для разработчика и оператора, комплект ПО включает коннектор с интерфейсом SQL для хранилищ ретроспективной информации, с помощью которого можно обеспечить доступ к хранимым в APROL ConMon данным из других систем (рис. 1).

Управляющий ПК APROL ConMon, будучи подключенным в локальную сеть предприятия, позволяет предоставить данные на рабочие места специалистов через веб-браузер или

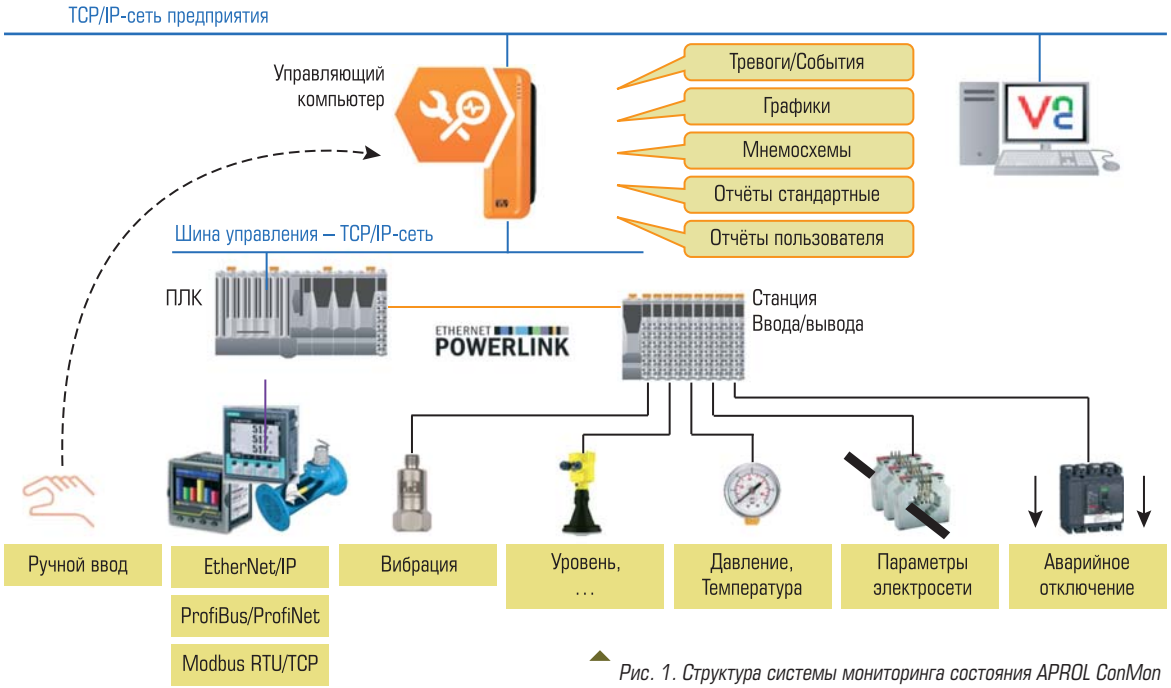


Рис. 1. Структура системы мониторинга состояния APROL ConMon

VNC-подключение. Таким образом, дополнительная установка программного обеспечения на клиентских рабочих станциях не требуется.

Для работы системы необходим минимум один ПЛК для опроса модулей входов/выходов (I/O) и выполнения предварительной обработки этих значений. При необходимости всегда можно добавить в систему дополнительные контроллеры.

Связь между ПЛК и распределённой периферией (модулями входов/выходов, объединенными в корзины) осуществляется посредством протокола реального времени ETHERNET POWERLINK.

При необходимости можно интегрировать в систему уже существующие на предприятии оборудование и источники данных по стандартным полевым шинам, например, Modbus RTU/TCP, Profibus/ProfiNet, DeviceNet и прочие. Также есть возможность с помощью инжиниринговых средств системы APROL реализовывать собственные драйвера для связи с устройствами по нестандартным протоколам.

Все значимые для анализа параметры регистрируются непосредственно с помощью компактных модулей входов/выходов стандартной серии X20:

- Измерение и анализ вибраций – модулями X20CM4810 для мониторинга состояния с подключенными к ним специальными вибродатчиками. Характеристические частоты идентифицируются с помощью быстрого преобразования Фурье. Полученный исходный сигнал вибрации раскладывается на составные части при помощи быстрого преобразования Фурье для последующего анализа. Так идентифицируются характеристические частоты, отвечающие за работу отдельных частей установки. Полученные среднеквадратические значения сигналов являются отправной точкой для оценки степени уже существующего повреждения. Также возможна идентификация поврежденных конструктивных элементов, если известны кинематические свойства машины (число зубцов у редуктора, типы подшипников качения, частота вращения и т.д.).
- Измерение мощности и учёт энергии (активной и реактивной) по электрическим присоединениям – модулями X20AP31xx.
- Учёт работы/простоя, количества коммутаций и аварий и т.п. – с помощью модулей дискретных входов X20DIxxxx.
- Измерение давления, температуры, расхода и т.п. – с использованием модулей аналоговых входов X20AIxxxx для унифицированных сигналов вида 0...10 В и 0(4)...20 мА.
- Измерение температуры (PT100, PT1000, термопара) – с использованием модулей температурных входов X20ATxxxx.
- Измерение скорости, количества и т.п. с использованием модулей-счетчиков.
- Мониторинг интегральных показателей (объема/массы/энергии) с использованием коммуникационных модулей полевых шин M-Bus, PROFIBUS DP и EtherNet/IP и др.
- Получение данных с приводов постоянного тока ACOPOS через полевую шину POWERLINK.
- Управление нагрузками, в том числе аварийный останов как вручную, так и автоматически – с помощью модулей цифровых выходов X20DOxxxx.

APROL ConMon предоставляет всевозможные средства отображения и анализа информации, а также обширные возможности для настройки пользовательского интерфейса под требования конкретной задачи.

Мнемосхемы

Позволяют вывести текущую информацию в привязке к технологическому процессу в виде, максимально удобном для оперативного восприятия пользователем. При этом возможно выполнять ручной ввод параметров техобслуживания (например, временных интервалов, максимальной наработки и т.п.) с помощью стандартных экранных форм библиотек из состава пакета APROL ConMon.

Журнал аварийных сообщений

Среди множества существующих в системе подробных отчетов журнал аварийных сообщений AlarmMonitor является основным инструментом для мониторинга статуса контролируемых объектов и измеряемых параметров.

В журнале находятся подробные сведения обо всех аварийных ситуациях по контролируемым процессам. Возможны группировки и смена вида отображения – с акцентом на общем количестве аварийных сообщений, количестве аварийных сообщений в единицу времени, приоритетов, моментам активации/деактивации и т.д. Различные фильтры и возможность разных графических представлений (частотные и временные распределения, “горячие” списки, анализ времени работы) облегчают анализ причин неполадок и нештатных ситуаций.

Графики

Специальная программная утилита TrendViewer позволяет в дополнение к непрерывному отображению текущих данных процесса (до 20 графиков одновременно) выводить события (аварийные сигналы, сообщения, операции переключения, комментарии и т.д.) совместно, в одной диаграмме. При этом типе представления оператору явно видны все зависимости – например, повышение вибрационных нагрузок из-за пиков энергопотребления, вызванные подключением крупных потребителей, включением подъемно-транспортного оборудования и т.п.

Отчеты APROL на базе системы Jaspersoft

В дополнение к обширному набору встроенных стандартных отчетных форм, в решении APROL ConMon доступна система бизнес-аналитики Jaspersoft BI Enterprise Edition, которая включает в себя непосредственно серверную часть, интерфейс в стиле панели управления (Dashboard), а также средства подготовки/публикации отчётов и самодиагностики. Даже пользователи без специальной подготовки смогут создавать отчеты и формировать интерактивные сводки с помощью web-браузера.

Инструментарий создания отчетов Jaspersoft

Дружественный инструмент для создания отчетов позволяет легко – с помощью функции drag'n'drop – создавать, форматировать и публиковать отчеты, используя обычный web-браузер или мобильное устройство с установленным клиентским приложением от Jaspersoft. Отчеты могут быть сгенерированы с использованием различных источников данных, таких как MySQL, JDBC, XML и CSV. Абстрактный слой доступа и отображения данных обеспечивает безопасность источника, а также упрощает представление данных для неподготовленных пользователей.

Интерактивные отчеты

Интерактивные отчеты с использованием диаграмм и таблиц создаются и распечатываются (или отображаются на экране) за считанные минуты. Инструмент отображения отчетов в браузере позволяет фильтровать, сортировать, изменять форматы величин и сохранять результат работы в хранилище отчетов. В числе особенностей – экспорт в форматы PDF, XLS, XLSX, XML, HTML, XHTML, CSV, DOC или ODT для дальнейшей обработки.

Панель управления (Dashboards)

Панель управления позволяет пользователям сводить в одной экранной форме графическую информацию и данные. Панель управления несколькими отчетами позволяет использовать как внутренние данные, так и данные, полученные из внешних источников.

Простой и интуитивно понятный инструментарий, доступный через стандартный web-браузер, позволяет пользователям при создании своих панелей работать с компонентами в режиме drag-and-drop. Возможность выбирать необходимые параметры гарантирует еще более интерактивную работу и минимизирует время, необходимое для подготовки представления и анализа данных.

Доступ с мобильных устройств

Интерактивные отчеты и панели управления могут быть отображены в специальных мобильных приложениях для iOS и Android. А браузер, используемый на планшете, позволит создавать отчеты и анализировать данные.

Подводя итоги, можно выделить следующие ключевые особенности системы мониторинга состояния APROL ConMon, которые делают особо выгодным применение данного решения:

- *Гибкая интеграция в существующие системы автоматизации.* APROL ConMon может использоваться как автономное решение, независимо от уже имеющихся на предприятии систем управления, систем SCADA или средств ПЛК. В то же время, его можно применить, расширив функционал уже существующей РСУ APROL.
- *APROL ConMon – оптимальное решение для всех отраслей.* Независимо от того, идет ли речь об автоматизации отдельных установок, целой производственной линии или инженерной инфраструктуры здания, APROL ConMon может быть индивидуально адаптирован к конкретным требованиям задачи.
- *Функциональность, не зависящая от размера системы.* Вне зависимости от размера системы пользователи и инженеры имеют доступ ко всем функциям APROL без каких-либо ограничений и, значит, всегда могут рассчитывать на работу в знакомой среде.

Чижов Константин *– руководитель продаж АСУ ТП "ООО "Б+Р Промышленная автоматизация".*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 35–110 кВ

А.Ю. МАМОНТОВ (ПАО “МРСК Центра” – “Белгородэнерго”)

Нарушение работы автоматизированных средств диспетчерского управления (АСДУ) несет в себе дефекты функционирования оборудования электроэнергетических систем и сетей. От аварийных отказов АСДУ нестабилен мониторинг состояния электросети, невыполнимо регулирование коммутационными аппаратами. Из-за отсутствия возможности оперативного удаленного управления энергоустановками, поставщик услуг электроэнергии не может гарантировать бесперебойное электроснабжение. В статье представлен анализ действующего оборудования АСДУ, эксплуатируемого в распределительных сетях на электрических подстанциях, показаны преимущества и недостатки образцов, предложены методы повышения надежности работы оборудования в условиях электросетевого распределительного комплекса 35-110 кВ.

Ключевые слова: *АСДУ, телемеханика, надежность электроснабжения, распределительные сети, электросетевой комплекс.*

ВВЕДЕНИЕ. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Современное оборудование АСДУ – это многоуровневый программно-аппаратный комплекс, насыщенный технологическим “железом” и адаптированным к нему программным обеспечением. На данный момент решения АСДУ интегрированы в железнодорожную, металлургическую, атомную и электроэнергетическую промышленность. Использование комплексов АСДУ ведет к оперативному удаленному управлению электроустановками и мониторингу за их состоянием [1].

Персонал, обслуживающий электроустановки, сталкивается с проблемой частых аварийных отказов оборудования по совокупности смежных причин. Тем самым, возникают условия, определяющие цель исследования: обеспечение мероприятий, способствующих работе оборудования АСДУ в нормальном режиме. Исходя из цели, в статье освещено решение следующего комплекса задач:

1. Произвести анализ средств АСДУ, используемых в электроэнергетическом распределительном сетевом комплексе 35-110 кВ, выявить преимущества и недостатки образцов.
2. Провести анализ основных причин аварийности оборудования.
3. Предложить мероприятия, повышающие надежность технической эксплуатации указанного оборудования.

1. АНАЛИЗ СРЕДСТВ АСДУ, ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

В электросетевом комплексе используются несколько программно-аппаратных решений АСДУ, предназначенных для сбора текущих положений выключателей, а также для их управления.

Эксплуатируемые АСДУ-комплексы

1.1 “КОМПАС 1.1.” – контролируемый пункт телемеханики, участвующий в сборе и обработке данных. “КОМПАС” – модульный комплекс, состоящий из блока питания, модулей приема телеизмерений (ТИ), телесигнализации (ТС) и отправки команд телеуправления (ТУ). Обладает небольшим объемом сигналов телесигнализации и текущих телеизмерений (от 8 до 64) и до 32 команд телеуправления.

Состав "КОМПАС":

- КТМС-М – модемный и адресный модуль. Используется для связи с устройствами передачи данных;
- КУКП-3 – модуль, предназначенный для обработки полученных данных телемеханики, также оснащенный разъемом для приема сигналов ТИ;
- МВТС-М – модуль, предназначенный для обработки полученных данных телесигнализации, оснащенный разъемом для приема сигналов ТС;
- МВТУ – модуль, предназначенный для обработки команд ТУ, также оснащенный разъемом для приема сигналов ТУ с блока релейных повторителей (БРП).

В сетях 35-110 кВ контролируемый пункт (КП) связан с устройствами верхнего уровня посредством высокочастотной связи по воздушной линии. Существенным недостатком КП является техническое отсутствие синхронизации работы с современными каналами связи (GPRS, 3G, 4G), что исключает возможность дистанционного подключения и работы с устройством КП.

Схема построения модулей "КОМПАС" показана на рисунке 1.

Применение "КОМПАС" на объектах электроэнергетики не всегда оправданно, так как из-за вывода в ремонт воздушной линии, обрыва, выхода из строя тракта высокочастотного оборудования оборудование "КОМПАС" не может передавать данные на верхний уровень, исключается возможность мониторинга и управления коммутационными аппаратами. Канальное резервирование для "КОМПАС" (в тестируемых условиях) не предусматривается. По своей конфигурации, заявленным техническим условиям объектов электроэнергетики, КОМПАС 1.1. – физически устаревшее оборудование, чаще заменяемое на новые, высокотехнологичные решения.

1.2 "МТК-30.КП" – наиболее популярная и надежная модель исполнения телемеханики в электроэнергетических распределительных сетях. Широкое распространение МТК-30.КП получил из-за своей универсальности, надежности, множеству подключаемых периферийных устройств и возможностью резервирования. Комплекс МТК-30.КП предназначен для работы в составе систем телемеханики, обеспечивающих сбор информации в составе АСДУ. Устройство имеет распределенную структуру, состоит из совокупности модулей, связанных

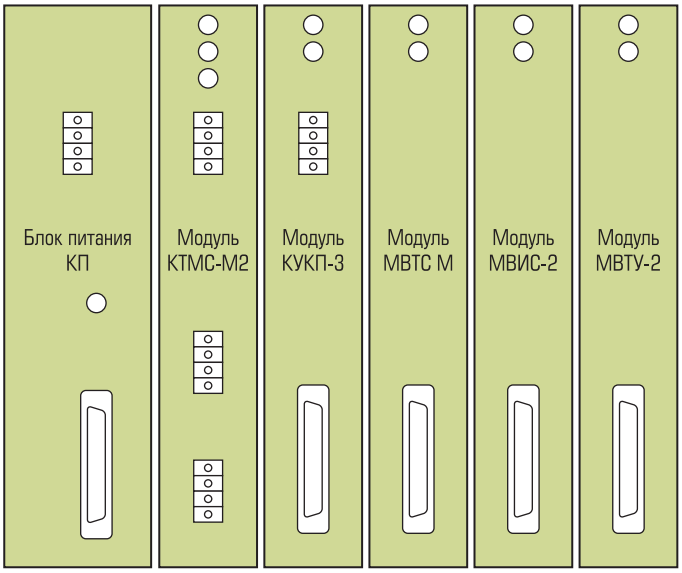


Рис. 1. Схема расположения модулей в контролируемом пункте "КОМПАС"

между собой шинами на основе интерфейсов RS-485, CAN и Ethernet; сопрягается с несколькими каналами связи с использованием интерфейсов RS-232 посредствам специализированного многоканального адаптера, интерфейсов Ethernet.

Состав "МТК-30.КП"

Состав и количество модулей определяют функциональность и информационную емкость устройства МТК-30.КП. В его состав входят следующие основные модули:

- устройство сбора и передачи данных;
- модули ввода дискретных сигналов (ТС);
- модули ввода текущих телеизмерений (ТИ);
- конвертеры интерфейсов;
- модули телеуправления (ТУ);
- цифровой измерительный преобразователь (RS-485/232).

На рисунке 2 показана схема компоновки модулей телемеханики. По мере технических условий комплектация может быть увеличена.

Преимуществом использования комплексов является возможное резервирование всех составных частей. Если по совокупности причин один из модулей или головной компьютер выходит из строя, то возможно подключение второго модуля, работающего параллельно с первым. В программном обеспечении (ПО) наблюдается приведение к единым стандартам и алгоритмам работы. Под создаваемые условия редактируется программный код работы микропроцессорной техники. Совершенствуются системы организации мониторинга

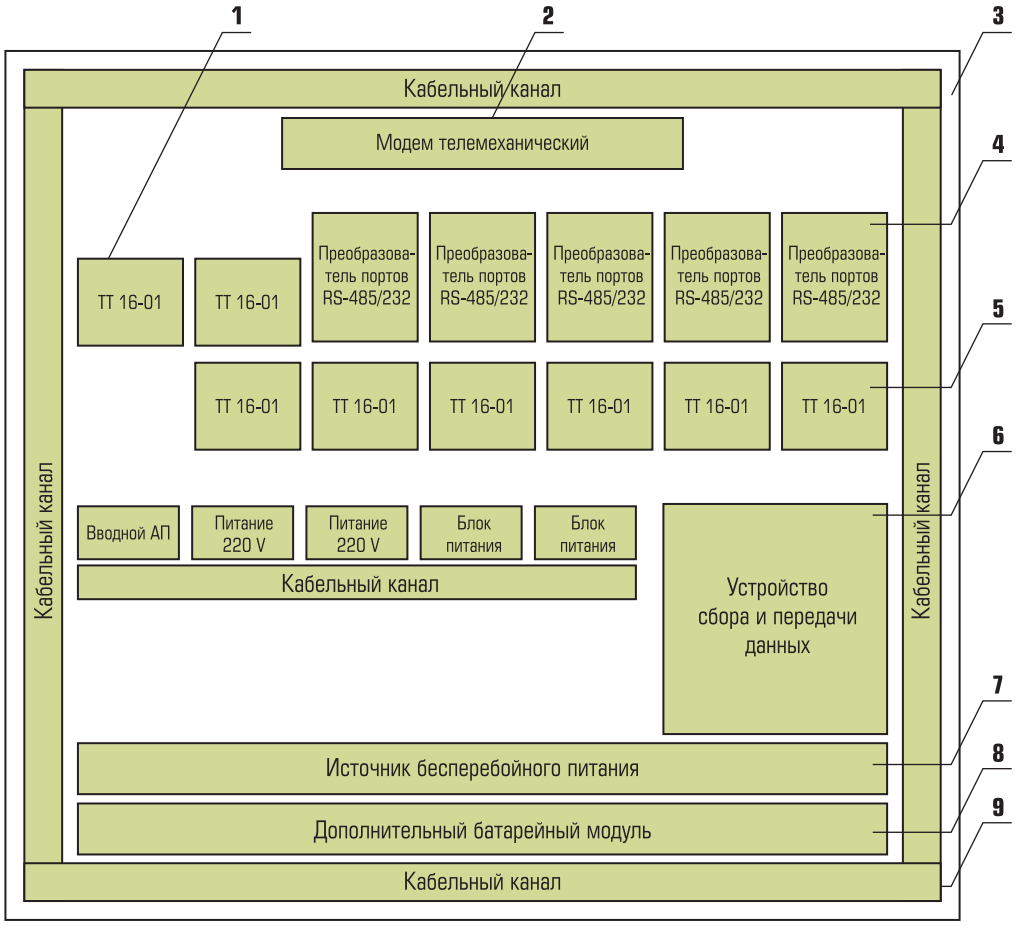


Рис. 2. Схема расположения модулей в контролируемом пункте "МТК-30"

***1** – модуль текущих телеизмерений (ТИ); **2** – модем для связи с устройством передачи данных; **3** – шкаф телемеханики; **4** – преобразователь интерфейсов; **5** – модуль телесигнализации (ТС); **6** – головной компьютер; **7** – модуль резервного электропитания; **8** – дополнительный батарейный модуль; **9** – силовые и информационные кабельные каналы*

(SCADA) и режимов работы специалистов, минимизируется возможность аварийных отказов. Для обмена данных между устройствами АСДУ используются волоконно-оптические линии связи и беспроводные технологии.

Существует еще ряд программно-аппаратных решений АСДУ (ЭКОМ ТМ от ООО "Прософт Системы"; Syndis SO-5 от ООО "НПП Микроника", Россия-Польша), эксплуатируемых в электроэнергетике. Большинство из них аналогичны по техническим параметрам устройству МТК-30.КП и для реализации выполнения задач повышения надежности их обзор не существенен.

2. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН АВАРИЙНОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ

Развитие технического оснащения предусматривают совершенствование мероприятий технического обслуживания, диагностики. Возрастают требования к персоналу, выполняющему наладочные работы сложных автоматизированных систем [2]. Перед вводом в эксплуатацию оборудование проходит многочисленные испытания на имитационных стендах. Со стремлением к энергетической эффективности и невмешательства персонала в технологический процесс, вероятность возникновения аварийных отказов все равно остается высокой. Ниже показана блок-схема (рис. 3), указывающая виды технологических нарушений, их причины и возможные методы устранения.

3. МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ УКАЗАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

3.1 Организационно-технические работы

3.1.1 Обеспечение дополнительным резервированием

Исходя из указанных в обзоре комплексов, возникает вывод об обеспечении резервированием средств АСДУ [3]. Обеспечение резер-

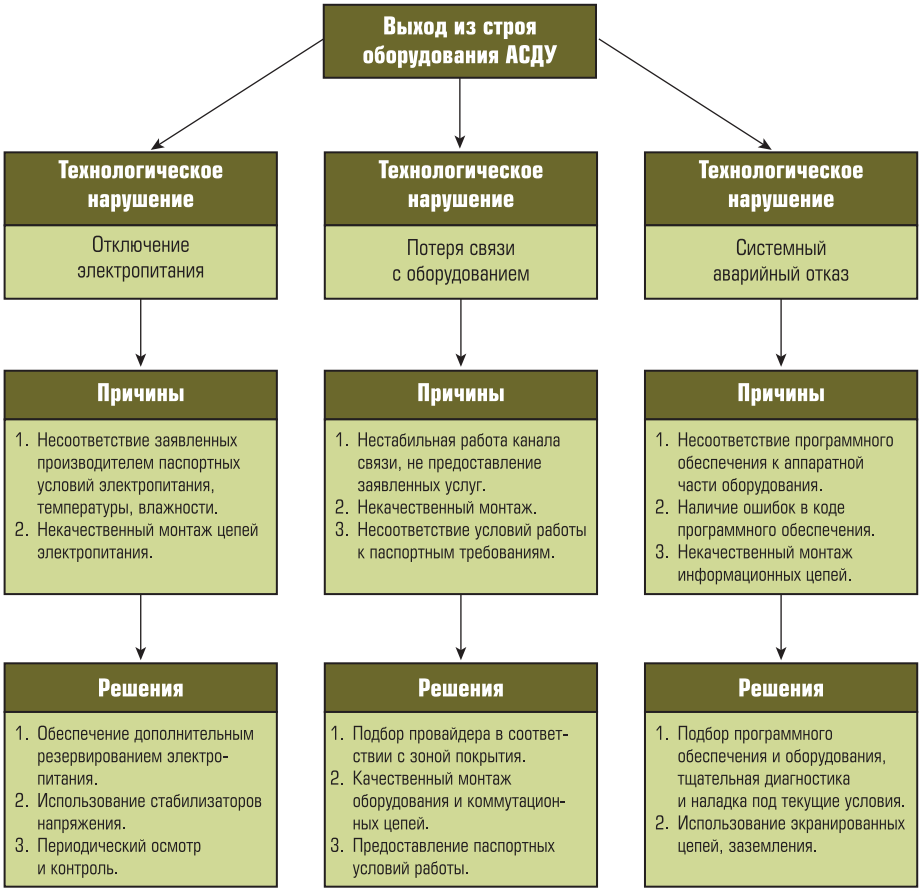


Рис. 3.
Блок-схема технологических нарушений, причин и решений проблем выхода из строя оборудования АСДУ

вированием не только в вопросах электропитания, но и для коммутаторов, преобразователей, устройств сбора и передачи данных (УСПД). Каждая единица в тракте оборудования структурирована и при выходе из строя одной части системы, пропадает связь со всеми объектами телеуправления и телесигнализации. При параллельной работе двух устройств вероятность отказа сокращается, и энергетический объект при выходе из строя одного или нескольких модулей находится в зоне диспетчерской видимости и управляемости.

3.1.2 Использование стабилизаторов напряжения

Стабилизатор напряжения способен обеспечивать качественные характеристики электроэнергии в сети и сделать работу блоков питания оборудования АСДУ надежной и стабильной. При возведении современных электрических подстанций для электропитания АСДУ используются источники бесперебойного электропитания (ИБЭП) “Штиль PS220-14/48-40” со значительным набором аккумуляторных батарей и стабилизатором напряжения, что предотвращает возможность возникновения ненормального режима и выхода из строя блоков питания оборудования АСДУ. Напряжение подается согласно предписанным паспортным данным оборудования.

3.1.3 Периодический осмотр и контроль оборудования. Качественный монтаж и наладка оборудования согласно требованиям, предписанным заводом-изготовителем

Обязательно соответствие работ плановым графикам. Обеспечение контроля над оборудованием для обнаружения возникающих дефектов. Предоставление для оборудования температуры, влажности, предписанной заводом изготовителем. Проявление повышенной бдительности к безопасности автоматизированного оборудования, парольной политике и доступу к программно-аппаратному комплексу на энергетическом объекте во избежание аварийных или террористических ситуаций. При проведении осмотров, должное внимание уделять устаревающему оборудованию, особенно чув-

ствительному к переменам наружной температуры, давлению воздуха, влажности. Формированию контактных дефектов подвержена наружная часть ВЧ-тракта связи по воздушной линии (ВЧ-заградитель, конденсатор связи, клеммники), поэтому обязателен регламентный осмотр вторичных цепей. Для монтажа и наладочных работ необходимо привлекать известные компании, специализирующиеся на монтажной деятельности и имеющие рекомендации российских и зарубежных заказчиков. У персонала, проводящего монтаж, наладку, техническое обслуживание и эксплуатационные проверки АСДУ, желательно наличие сертификатов, выданных заводом изготовителем (Cisco, ProSoft и других), допускающих к обслуживанию данного наименования оборудования.

3.1.4 Подбор провайдера в соответствии с зоной покрытия оператора

Услуги передачи данных по беспроводным каналам связи (GPRS; 2G; 3G; 4G) чаще всего предоставляются поставщиком телекоммуникационных услуг мобильной связи. Каналы могут являться основными для ряда категорий оборудования, где затруднено или не представляется целесообразным создание проводных широкополосных каналов. Например, аппаратура АСКУЭ, телемеханизированные реклоузеры обмениваются данными с сервером посредством указанных каналов связи [4, 5]. Применение беспроводных каналов (GPRS; 2G; 3G; 4G) характерно для интеграции в существующее технологическое решение АСДУ, имеющее возможность синхронизации с указанным каналом связи и добавление его в качестве резервного, работающего параллельно с основным. В случае использования беспроводных каналов связи, возникает проблема при заключении договоров на предоставление услуг передачи данных для оборудования, находящегося в малонаселенной местности, где отсутствуют мачтовые сооружения с приемо-передающими модулями телекоммуникационных операторов. Поэтому для оптимизации этой задачи при заключении договора, необходимо предоставлять географические координаты технологического объекта, на котором будет эксплуатироваться данный вид связи. В случае неуверенного приема в местности эксплуатируемого оборудования, допускается выбрать другого поставщика услуг передачи данных [4, 5].

3.2 Паспортизация объектов СДТУ

Энергетические объекты, содержащие СДТУ (средства диспетчерского технологического управления), предлагается обеспечивать технологической документацией. Документация хранится на участках обслуживания в бумажном виде и на ИТ-портале в виде сканированных копий. Обеспечение энергетических объектов соответствующей документацией повышает эффективность труда инженерно-технического персонала при эксплуатационных проверках и аварийно-восстановительных работах. Помимо обязательного перечня документов на подстанции (документация оперативного, оперативно-ремонтного, РЗиА-персонала), предлагается оснастить подстанции схемами оборудования СДТУ.

В перечне документации на каждый объект предлагается систематизировать набор документации по следующим категориям:

1. Общие сведения об оборудовании. Комплект качественных фотографий оборудования СДТУ, общая схема расположения оборудования СДТУ, перечень эксплуатируемого оборудования с указанием серийных/инвентарных номеров, дат замены АКБ, калибровки источников бесперебойного питания (ИБП) и других.
2. Документы АСДУ. Однолинейная принципиальная схема электропитания оборудования (на каждый шкаф АСДУ), схема расположения оборудования с указанием наименований (на каждый шкаф АСДУ), схема сигналов телеметрической информации данного объекта, структурная схема объектов АСДУ с указанием IP-адресов. Также в данном разделе хранятся копии документов о добавлении новых объектов телесигнализации и телеуправления, протоколов эксплуатационной проверки.
3. Документы телекоммуникационного оборудования (ТК). Однолинейная принципиальная схема электропитания оборудования (на каждый шкаф ТК), схема расположения оборудования с указанием наименований (на каждый шкаф ТК),

структурные схемы каналов передачи данных. Также предлагается дополнять данный раздел копиями проверок резервирования каналов связи.

4. Документы автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). Однолинейная принципиальная схема электропитания оборудования (на каждый шкаф АСКУЭ), схема расположения оборудования с указанием наименований (на каждый шкаф АСКУЭ). Схема подключения приборов учета на вводах, отходящих линиях и принимаемых данных (активная и реактивная мощность).
5. Документы охранно-технологического видеонаблюдения (ОТВ). Однолинейная принципиальная схема электропитания оборудования (на каждый шкаф ОТВ), схема расположения оборудования с указанием наименований (на каждый шкаф ОТВ). Схема расположения, электропитания камер видеонаблюдения.
6. Документы части электропитания и заземления СДТУ. В данном разделе предлагается размещать документацию по электропитанию оборудования СДТУ на объекте, протоколы испытания заземляющих шин на объекте.

Данный вид оптимизации сокращает сроки и минимизирует ошибки при проведении регламентных и ремонтных работ средств автоматизированного диспетчерского и технологического оборудования на объектах электроэнергетического комплекса. Появляется возможность дистанционного управления восстановлением работоспособности системы (электропитание, перезагрузка датчиков, контроллеров, устройств сбора и передачи данных и так далее). Повышается эффективность проведения эксплуатационных проверок инженерно-техническим персоналом.

ВЫВОДЫ

В статье выполнен обзор преимуществ и недостатков оборудования АСДУ, эксплуатируемого на подстанциях класса напряжения 35-110 кВ. Проведен анализ технологических нарушений, причин возникновения и методов решения возникающих отказов. Предложены методы эффективной эксплуатации оборудования АСДУ. Отсутствие аварийных ситуаций ведет к бесперебойной подаче электроэнергии для всех категорий потребителей, повышая общую привлекательность электроэнергетической отрасли для инвесторов, поэтому безаварийная работа оборудования – это очевидный фактор развития российских технологий, а также соответствие положению ПАО "Россети" о единой технической политике в электросетевом комплексе.

Список литературы

1. *Положение* ОАО "Россети" о единой технической политике в электросетевом комплексе. Утверждено Советом директоров ОАО "Россети" (протокол № 138 от 23.10.2013).
2. *Мамонтов А.Ю.* Компьютерная программа расчета параметров животноводческой фермы с биостанцией [Текст] / А.А. Виноградов, А.Ю. Мамонтов, А.В. Каплин// Промышленная энергетика – 2016. – № 5. – С. 46-49.
3. *Мамонтов А.Ю.* Газовая турбина и газопоршневой двигатель в системах электроснабжения агропромышленных предприятий [Текст] / А.А. Виноградов, В.В. Недосеков, А.Ю. Мамонтов, Н.О. Шаршуков // Энергобезопасность и энергосбережение – 2016. – № 2. – С. 31-35.
4. *Глинкин Е.И.* Информационно-измерительная система электросетевой компании [Текст] / Е.И. Глинкин, С.И. Чичёв, В.Ф. Калинин – М.: Издательский дом "Спектр", 2011. – 156 с.
5. *Чичёв С.И.* Модернизация автоматизированной системы контроля и учёта электроэнергии региональной сетевой компании [Текст] / С.И. Чичёв // Энергобезопасность и энергосбережение – 2010. – № 2. – С. 20-24.
6. *Лившиц И.И.* Оценка защищённости объектов топливно-энергетического комплекса [Текст] / И.И. Лившиц // Энергобезопасность и энергосбережение – 2015. – № 5. – С. 5-11.

Мамонтов Артем Юрьевич *– инженер, ПАО "МРСК Центра" – "Белгородэнерго".*

ПРОДУКЦИЯ ЗАО «Волмаг» ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Е.М. СЕРГЕЕВ, В.И. СТОЖАРОВ (ЗАО “Волмаг”)

В статье рассмотрены линейки продукции ЗАО “Волмаг” для комплексной автоматизации производственных процессов в энергетической отрасли.

Ключевые слова: *промышленные контроллеры, системы распределенного управления, комплексная автоматизация, шкафы НКУ (КУЭ, РУСН, РУНН, ЩСУ, РТЗО, ШРОТ), интеллектуальные РТЗО, автоматические выключатели.*

Одно из ведущих предприятий на российском рынке автоматизации и электротехники ЗАО “Волмаг” создано в 1993 году. Более чем за 20-летнюю историю активной работы специалисты компании на базе собственных промышленных контроллеров разработали и внедрили сотни систем автоматизации ответственных объектов электроэнергетики, теплоэнергетики, атомной энергетики, химической, металлургической, нефтехимической и других отраслей промышленности как в России, так и за рубежом – в Узбекистане, Казахстане, Белоруссии, Украине, Республике Бангладеш.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОНТРОЛЛЕРЫ СЕРИИ КОНТРАСТ

В настоящее время ЗАО “Волмаг” осуществляет выпуск пятого поколения микропроцессорных контроллеров серии КОНТРАСТ – КР-500М.

Рис. 1. Промышленный контроллер серии КОНТРАСТ КР-500М

Оборудование серии КОНТРАСТ входит в число лучших промышленных контроллеров отечественного и иностранного производства. Оборудование и программное обеспечение контроллеров КОНТРАСТ разработаны ЗАО “Волмаг” в соответствии с международными стандартами, в основу данных разработок положен многолетний опыт предприятия в сфере АСУ ТП.

В контроллерах серии КОНТРАСТ используется программное обеспечение, разработанное специалистами компании. Данное программное обеспечение реализует языки программирования класса FBD и ST стандарта МЭК 61131-3, связь по интерфейсным каналам RS-485 и Ethernet по стандартным протоколам (Modbus , МЭК 60870-5-104), обеспечивает полную защиту от влияния вредоносных программ и вирусов.

Контроллер имеет свидетельство об утверждении типа средства измерения и соответствует требованиям технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 004/2011, ТР ТС020/2011.

Благодаря универсальности и высокой надежности контроллеры КР-500М (рис. 1) имеют большой спрос в ходе исполнения правительственной программы по импортозамещению.

В комплекте с контроллерами КОНТРАСТ поставляется дополнительное сопутствующее оборудование собственного производства ЗАО “Волмаг”: различные типы блоков питания, блоки промышленных реле, блоки бесконтактного управления электродвигателями БУЭР для двигателей до 1 кВт (аналог пускателя бесконтактного реверсивного ПБР), преобразователи интерфейсов, пульт контроллера и другое.

ПОЛНОМАСШТАБНЫЕ СИСТЕМЫ АСУ ТП

Предприятие “Волмаг” выполняет полный перечень работ по автоматизации технологических процессов. Обеспечивает индивидуальный подход к каждому клиенту на всех этапах реализации АСУ ТП: занимается разработкой технического задания, проектированием, осуществляет ввод в эксплуатацию, оказывает сопровождение АСУ ТП.

В последние годы широкое распространение получила реализация готовых законченных решений (рис. 2). Одним из основных заказчиков предприятия в области реализации проектов автоматизации являются генерирующие компании. ЗАО “Волмаг” предлагает разнообразные варианты решения задач автоматизации для малых и средних котлов, для энергетических котлов и энергоблоков, для центральных тепловых пунктов, очистных сооружений, КНС и других объектов.

Наличие в ЗАО “Волмаг” собственных производственных и инженерных площадей, квалифицированного персонала обеспечивает заказчиков компании решением задач любой сложности в области автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности.

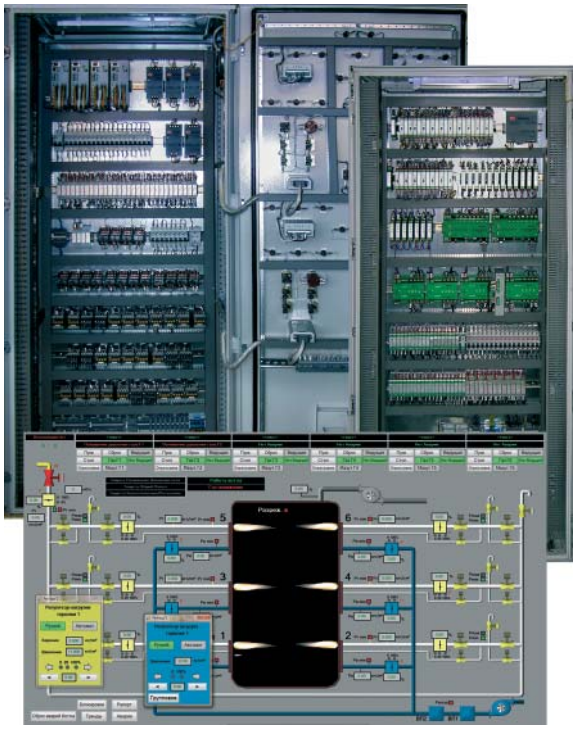


Рис. 2. Шкафы управления и мнемосхема АРМ оператора АСУ ТП котла

НОВИНКИ ПРОИЗВОДСТВА. НКУ СЕРИИ КУПОЛ

С 2015 года на предприятии “Волмаг” активно развивается направление по проектированию и выпуску оборудования для распределительных устройств и трансформаторных подстанций: низковольтных систем управления (НКУ) серии КУПОЛ с номинальными токами до 6300 А. Низковольтные комплектные устройства серии КУПОЛ покрывают весь спектр потребностей заказчика и разработаны таким образом, что могут применяться индивидуально и в качестве распределительных устройств во всех сферах энергопотребления, где требуется обеспечить ввод, распределение и управление электрической энергии. НКУ серии КУПОЛ представлены всеми видами металлоконструкций и необходимых типоразмеров шкафов различных назначений с односторонним и двухсторонним обслуживанием (вводных, вводно-секционных шкафов секционирования и отходящих линий и пр.), с использованием стационарных и выдвижных функциональных блоков, втычных и выдвижных выключателей, со степенью секционирования 3В (4В), сейсмостойкостью до 9 баллов, степенью защиты до IP54 (рис. 3). Проведен полный комплекс работ по сертификации изделий КУЭ, РУСН, РУНН, ЩСУ, РТЗО, ШРОТ, КТП и шкафов свободной конфигурации.

В шкафах НКУ КУПОЛ используется силовое коммутационное оборудование (автоматические выключатели, пускатели) отечественных (Курский электроаппаратный завод, ОАО “Контактор”) и зарубежных производителей (Schneider Electric, Siemens, ABB, LSIS и других).

Рис. 3.
НКУ КУПОЛ с выдвижными блоками

Рис. 4. Автоматические выключатели БОР-М

По своим техническим параметрам разработанные шкафы НКУ удовлетворяют отраслевым стандартам и требованиям технических параметров заказчиков различных предприятий, что видно по выполненным поставкам оборудования в пропорциях от общего объема:

- предприятия Росатом – 39,8 %;
- предприятия Роснефть – 13 %;
- предприятия нефтяной промышленности – 17,3 %;
- предприятия химии – 25,4 %;
- горнодобывающие предприятия – 4,5 %.

Оборудование КУПОЛ полностью соответствуют требованиям ГОСТР 51321.1, ГОСТР МЭК 61439-1, ГОСТР МЭК 61439.2 и ТР ТС 004/2011.

НОВИНКИ ПРОИЗВОДСТВА. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ БОР–А И БОР–М

Следующий новый вид деятельности ЗАО "Волмаг"– освоение производства широкой номенклатуры автоматических выключателей БОР-М (рис. 4) серии TD, TS и БОР-А (рис. 5) серии AH, AN, AS совместно с южнокорейской фирмой LSIS (производителя выключателей серии LS).

Линейка автоматических выключателей БОР-М позволяет вам компактнее использовать пространство электротехнического шкафа.

Рис. 5. Автоматические выключатели БОР-А

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Эффективность выпускаемого ЗАО "Волмаг" оборудования подтверждается положительными отзывами многочисленных потребителей, среди которых Курская атомная станция, ПАО "Т-Плюс", ОАО "Химпром" (в эксплуатации данного заказчика с 1998 года находится более 60 программно-технических комплексов на базе контроллеров серии КОНТРАСТ), ЗАО "Каустик", ФКП "Анозит" и многие другие. Уже в первый год освоения НКУ получены положительные отзывы: АО "ОКБМ им. И.И. Африкантова", Предприятие Госкорпорации "РОСАТОМ", ОАО "Первенец", ЗАО "Золотодобывающая компания "Полюс", ОАО Ванкорнефть, ОАО "НК "РОСНЕФТЬ", ОАО "Уралкалий".

На Курской атомной станции более 15 лет работают основные системы регулирования класса безопасности 3Н по НП-001-97 – уровень и давление в барабанах-сепараторах. Контроллеры расположены в неоперативном контуре блочных щитов энергоблоков № 1, № 2, № 3 и № 4. В настоящее время ведутся работы по проекту замены устаревших контроллеров РК-131/300 на контроллер КР-500М. Контроллеры КР-500М работают совместно с устройствами технологических защит, поставляемых ЗАО "Диаконт".

В числе недавних проектов ЗАО "Волмаг" – поставка панелей сигнализации центрального щита управления для Балаковской атомной станции, Система управления дополнительного отбора пара турбины Т-110/120-130 Саратовской ТЭЦ-5.

ЗАО "Волмаг" динамично развивается и стремится максимально соответствовать растущим запросам потребителей.

ЗАО "Волмаг".
Сергеев Евгений Михайлович *– технический директор,*
Стожаров Владимир Ильич *– директор по продажам и сбыту.*
Телефоны: (8352) 55-22-94, 57-06-83. E-mail: contrast@volmag.ru http://www.volmag.ru

13-я Международная выставка
испытательного
и контрольно-измерительного
оборудования

Testing & Control

Testing&Control

25–27 октября 2016

Москва, Крокус Экспо

testing-control.ru

Итоги 2015 года:

108 компаний-участников из 8 стран мира

8 365 посетителей-специалистов из 15 стран мира

Организатор
Группа компаний ITE
+7 (499) 750-08-28
control@ite-expo.ru

www.forumtek.ru

16-Й ПЕТЕРБУРГСКИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ФОРУМ

4–7 ОКТЯБРЯ 2016 САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

ВЫСТАВОЧНАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ

- Топливно-энергетические ресурсы
- Нефтепереработка и нефтехимия
- Трансэнергоэкспо
- Атомная энергетика
- Энергетическое машиностроение
- Инфокоммуникационные технологии в энергетике
- Малая энергетика

КОНФЕРЕНЦИИ И СЕМИНАРЫ

- Энергия из биомассы: потенциал и возможности в России
- Нефтепереработка и нефтехимия.
  Безопасные и эффективные методы производства высокотехнологичных продуктов
- Промышленная добыча сланцевого газа в России: миф или объективная реальность?
- Энергетическая инфрастуктура для морских нефтегазовых проектов
- Проблемы гармонизации развития нефтегазового комплекса

БИРЖА ДЕЛОВЫХ КОНТАКТОВ

В НОВОМ КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНОМ ЦЕНТРЕ **ЭКСПОФОРУМ**

ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ОРГАНИЗАТОР

РЕСТЭК® выставочное объединение

Тел.: +7 (812) 3038863
ftek@restec.ru

ТЕХНОЛОГИИ ИПУ РАН ДЛЯ АСУ ТП: ВЕРХНИЙ УРОВЕНЬ, ДИАГНОСТИКА, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ, ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

М.Е. БЫВАЙКОВ, Н.Э. МЕНГАЗЕТДИНОВ, А.Г. ПОЛЕТЫКИН, В.Г. ПРОМЫСЛОВ (Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН)

В статье представлены сведения о законченных и перспективных технологиях ИПУ РАН для энергетических систем. Описана интегрирующая платформа “Оператор” и другие технологии, примененные для АСУ ТП АЭС. Рассмотрены вопросы информационной безопасности и сопровождения АСУ ТП.

Ключевые слова: *АСУ, информационная безопасность, сопровождение, надежность, импортозамещение.*

ВВЕДЕНИЕ

В Институте Проблем Управления (ИПУ) Российской Академии Наук (РАН) создаются информационные технологии и сложные программно-технические комплексы для интеграции АСУ ТП [1], служащие для решения задач обеспечения человеко-машинного интерфейса, контроля, управления, диагностики, информационной безопасности (ИБ), комплексно с достижением высоких показателей по быстродействию, надежности, ремонтопригодности и др. ИПУ РАН разработал и поддерживает интегрирующую программную платформу “Оператор” [2]. Наши системы верхнего блочного и станционного уровня установлены на АЭС “Бушер” в Иране и “Куданкулам” в Индии. ИПУ РАН предлагает разработанные технологии для импортозамещения.

Атаки с участием вируса Stuxnet, которые открыли публичную эпоху кибервойн, явились причиной развертывания фундаментальных исследований по проблеме ИБ АСУ ТП [3], на основе которых создаются новые технологии. Информационная безопасность является одной из так называемых мультидисциплинарных областей, где требуются координированные усилия специалистов разной квалификации. Другим примером является сопровождение АСУ на всех этапах жизненного цикла, который может занимать до 60 лет. Для организации решения задач в таких областях предлагается расширить традиционные технологии САПР в области ИБ АСУ, а также создать новый класс систем – автоматизированные средства внешнего сопровождения (АСВС).

Предложения ИПУ РАН для импортозамещения имеют несколько направлений, ориентированных на различные потребности российского рынка.

Для организаций, создающих системы автоматического управления, предлагаются продукты, разработанные для атомных станций, работающих в странах, находящихся под жесткими санкциями США и ЕС.

В число главных продуктов входит универсальная платформа для интеграции АСУ (Система “Оператор”), которая включает операционную систему, средства для построения компьютерных пультов управления, “конструктор” для реализации нестандартных задач: ТЭП, контроль остаточного ресурса, контроль готовности, “черный ящик” и т.п. Платформа включает набор стандартов, протоколов и комплексов программ. На все комплексы программ СВБУ, включая операционную систему и средства обеспечения информационной безопасности, имеется полный комплект программной документации, документов процесса верификации и справки о лицензионной чистоте, что позволяет удовлетворить текущие и перспективные требования заказчика. Особенностью платформы является технология распределенной интеграции АСУ на множестве заводов-изготовителей программно-технических комплексов, кото-

рая не требует физического перемещения оборудования на испытательные участки, полигоны и т.п. – оборудование поступает на объект напрямую с завода-изготовителя и может быть использовано после подключения физических интерфейсов.

Оригинальные особенности программного обеспечения дают возможность не предъявлять высоких требований к техническим средствам по быстродействию и объемам памяти, что обеспечивает возможность установки ПО на различные технические средства: от мобильных устройств до суперкомпьютеров. Могут быть использованы процессоры Intel/AMD, ARM, операционные системы Linux, Android или любая ОС посредством виртуальной машины, Web-браузеры.

Архитектура системы и интегрированные средства защиты обеспечивают устойчивость системы к кибератакам, возможность обнаружения нарушений в защите до того, как они приведут к отказу в реализуемых системой функциях. Для реализации СВБУ АСУ ТП на программной платформе “Оператор” не требуется разработка каких-либо новых программ, за исключением рабочих баз данных, учитывающих технологические особенности объекта назначения

Для организаций, которые ведут разработки в области АСУ ТП, предлагаются наши программные продукты и компетенции для проектного анализа контроля пригодности, технической эффективности, надежности, техногенной и информационной безопасности, моделирования надежности и производительности.

Для организаций, разрабатывающих системы управления и программное обеспечение, Институт предлагает свои услуги по:

- созданию систем обеспечения качества разработки, соответствующих российским и международным стандартам;
- участию в разработках;
- разработке отдельных систем “под ключ”;
- независимой верификации программного обеспечения.

В части операционных систем предлагается:

- Разработка промышленных операционных систем на базе Linux по спецификации заказчика.
- Разработка встроенных операционных систем на базе Linux по спецификации заказчика.

Более подробная информация размещена на [9-10].

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ВЕРХНЕГО УРОВНЯ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АЭС НА ПЛАТФОРМЕ “ОПЕРАТОР”

В рамках задачи создания современной АСУ ТП для АЭС с реакторами ВВЭР, которая бы обладала новыми функциональными возможностями, включая дисплейный способ управления, а также удовлетворяла бы современным требованиям (МЭК, МАГАТЭ) и была бы реализована на отечественных технических средствах ИПУ РАН, впервые в России был разработан и защищен перед Инозаказчиком Технический проект (ТП) компьютеризированной системы верхнего блочного уровня управления (СВБУ) АСУ ТП АЭС класса 3НУ. На основании данного ТП были созданы:

- 2002 – открытая операционная система LICS, принятая для применения на АЭС.
- 2003 – прикладная программная платформа “Рабочее программное обеспечение и Конфигуратор” (РПОиК), принятая для применения на АЭС.
- 2003 – программно-технические средства (ПТС) и программно-технический комплекс (ПТК) СВБУ АСУ ТП АЭС “Бушер” (Иран) (разработчик и поставщик НИИИС).
- 2004-2005 – проведен полный комплекс испытаний СВБУ АСУ ТП АЭС “Бушер” на полигонах ЭНИЦ и НИИИС и осуществлена поставка ПТК на площадку АЭС “Бушер”.
- 2006 – проведено включение СВБУ АСУ ТП АЭС “Бушер” на площадке и начата интеграция с низовыми ПТК. С момента включения, практически все пуско-наладочные работы как в части АСУ ТП, так и в части опробования технологического оборудования нормальной эксплуатации, осуществлялись через СВБУ.

В настоящее время СВБУ функционирует без остановки, АЭС “Бушер” введена в эксплуатацию.

Проект был протиражирован с учетом накопленного опыта, изготовлен, испытан и поставлен на энергоблок 1 (ЭБ1) и энергоблок 2 (ЭБ2) АЭС “Куданкулам” (Индия).

Концептуальные решения по АСУ ТП в части СВБУ

В основу проекта были положены результаты фундаментальных исследований и научно-

исследовательских разработок, результатами которых были:

- математический аппарат и проблемно-ориентированный язык ABIS [11], позволяющий описывать системы, способные работать в условиях противоречий и неполной информации;
- методы анализа свойств управляющих систем и средства автоматизации расчетов надежности и безопасности;
- методы сквозного проектирования логических алгоритмов в системах управления опасными технологическими объектами.

В процессе разработки проблемно-ориентированного языка высокого уровня ABIS были созданы высокоэффективные комплексы программ для работы в распределенных вычислительных системах, обладающих широкими возможностями по созданию и манипулированию базами данных реляционного типа.

Язык ABIS использовался для разработки программной платформы "Оператор", реализующей функции SCADA-систем для объектов большого размера (свыше одного миллиона сигналов) с непрерывным неотключаемым режимом работы (более 30 лет) и повышенными требованиями по надежности, безопасности и киберзащищенности. Система "Оператор" способна интегрировать в единую АСУ ТП программно-технические комплексы нижнего уровня различного типа, зарубежного и отечественного производства.

Новыми концептуальными решениями по АСУ ТП в части СВБУ для АЭС стали:

- многопользовательский дисплейный интерфейс управления энергоблоком через СВБУ;
- комплексная интеграция функций контроля, управления, диагностики, информационной безопасности, регистрации важных параметров эксплуатации (СРВПЭ) "черный ящик"), представление параметров безопасности, расчет технико-экономических показателей и др.

В процессе разработки и изготовления СВБУ для АЭС была создана, испытана и внедрена новая универсальная информационная технология создания СВБУ и интеграции АСУ ТП АЭС, которая может быть применена для других энергетических объектов.

Данная технология:

- является лицензионно-чистой, полностью отечественной разработкой;
- включает все без исключения компоненты: операционную систему, SCADA-систему, интегрирующее программное обеспечение, инструментальные средства (САПР) и элементы проблемно-ориентированной CALS-технологии;
- обеспечивает генерацию комплектов программной и эксплуатационной документации СВБУ, обеспечивает автоматизированную верификацию исходных данных для процедур интеграции, программной и эксплуатационной документации.

Полная лицензионная чистота и доступность исходных текстов

На все комплексы программ СВБУ, включая операционную систему и средства обеспечения информационной безопасности, имеется полный комплект программной документации, документов процесса верификации и справки о лицензионной чистоте, что позволяет удовлетворить текущие и перспективные требования заказчика. Для реализации СВБУ АСУ ТП на программной платформе РПОиК не требуется разработки каких-либо новых программ, за исключением рабочих баз данных, учитывающих технологические особенности объекта назначения.

Соответствие российским и международным требованиям по качеству программного обеспечения

Все программное обеспечение разработано в соответствии с Российскими (ЕСПД, ГОСТ 34) и международными (МЭК, 60880) стандартами и требованиями соответствующих программ обеспечения качества. В процессе верификации ПО СВБУ проводилась оценка качества программного обеспечения на основе факторов и критериев качества программных средств, в соответствии с нормативными документами.

Доступность проектной, рабочей и эксплуатационной документации

Наличие полного комплекта документации, включая документацию по верификации и валидации, разработанной на всех этапах жизненного цикла в соответствии с требованиями МЭК, ГОСТ и РД, обеспечивает возможность сертификации по существующим и перспективным требованиям в области безопасности автоматизированных систем управления производственными и технологически-

ми процессами критически важных объектов инфраструктуры РФ.

Масштабируемость и совместимость с вычислительными средствами различных типов

Оригинальные особенности программного обеспечения дают возможность не предъявлять высоких требований к техническим средствам по быстродействию и объемам памяти, что обеспечивает возможность установки ПО на различные технические средства: от мобильных устройств до суперкомпьютеров и позволяет применять типовые решения для локализованных подсистем, ядерного острова, отдельных энергоблоков и многоблочных АЭС. Демонстрационные версии можно найти на *www31.ipu.rssi.ru*

Устойчивость по отношению к киберугрозам

СВБУ АЭС “Бушер” является одной из первых систем управления, в которой при проектировании заложен глубокий уровень защиты от несанкционированного доступа. Поэтому архитектура системы и интегрированные средства защиты обеспечивают устойчивость системы к кибератакам, возможность обнаружения нарушений в защите до того, как они приведут к отказу в реализуемых системой функциях.

Сжатые сроки поставки и ввода в действие

Сжатые сроки обеспечиваются отсутствием необходимости в разработке базового ПО (программная платформа “Оператор” поставляется в составе ПТК СВБУ и программно-технических средств СВБУ после полномасштабных испытаний на заводе изготовителе), минимизацией длительности этапа разработки прикладного ПО (РБД и технологических приложений).

Технология интеграции и испытаний АСУ ТП посредством СВБУ, впервые разработанная для АЭС “Бушер”, позволила осуществить поставку на площадки АЭС “Бушер”, АЭС “Куданкулам” низовых ПТК и СВБУ в высокой степени заводской готовности, что, в свою очередь, обеспечило возможность проведения пусконаладочных работ на энергоблоках АЭС с использованием СВБУ.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Необходимость защиты АСУ ТП от киберугроз декларируется во многих нормативных документах, принятых в России и за рубежом. В РФ рабочим документом является Приказ ФСТЭК 31, в котором приводятся правила оценки рисков, исходя из возможной тяжести ущерба, для парирования которых предлагается дифференцированный комплекс мер.

Для исполнения приказа требуется умение решать две основные задачи:

1. Определять возможный ущерб от кибератаки на АСУ ТП для каждого из его компонентов.
2. Применять меры по защите в соответствии с присвоенном компоненту уровнем ИБ.

Для решения первой задачи предлагается использовать подход, основанный на понятиях штатных и скрытых функций, которые были введены в теории киберустойчивости. [4].

Процесс применения мер по защите предлагается реализовывать с помощью автоматизированных АСВС [5].

Для обеспечения ИБ необходимо производить анализ угроз и оценку рисков индивидуально, учитывая источники угроз, уязвимости, возможные виды и тяжесть ущербов от кибератак. Для этого предлагается использовать методику оценки и управления рисками, основанную на анализе физических информационных и иных барьеров, препятствующих кибератакам [6]. На рис. 1 представлена упрощенная блок-схема алгоритма расчета рисков на примере АСУ ТП, более подробно описанная в [6].

На ее основе создается новый аналитический инструмент КАЛЬКИБЕР (калькулятор кибербезопасности). В настоящее время он находится в стадии прототипа, на котором отлаживаются основные алгоритмы и человеко-машинный интерфейс. **ИПУ РАН приглашает владельцев, эксплуатирующие организации и разработчиков АСУ для энергетики принять участие в этой работе.**

Независимо от того, как были выбраны и реализованы меры для функции ИБ, необходимо уметь доказывать их достаточность для противодействия киберугрозам и непротиворечивость со штатными функциями управления. Для этого предлагается применять формальные модели (ФМ) и основанные на них методы компьютерного моделирования [7]. Проведенные исследования ФМ на осно-

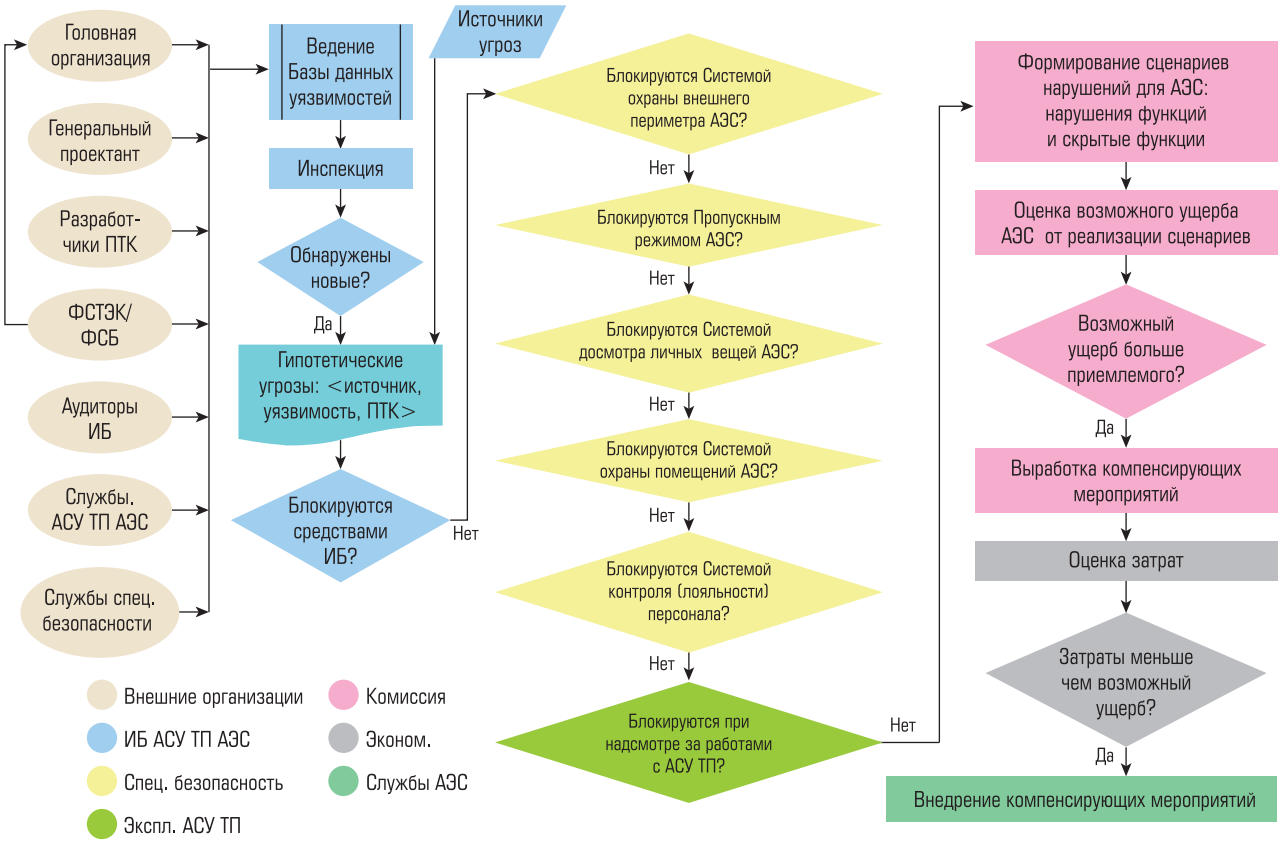


Рис. 1. Управление риском ИБ в АСУ ТП АЭС

ве мультиграфов показали, что с их помощью можно эффективно описывать политику ИБ [7] (рис. 2).

Решаемые средствами ФМ задачи являются ключевыми для выполнения соответствующих мер по обеспечению ИБ АСУ, таких как:

1) выявление, анализ и блокирование скрытых каналов передачи информации в обход реализованных мер защиты информации или внутри разрешенных сетевых протоколов;
2) разбиение автоматизированной системы управления на сегменты (сегментирование) и обеспечение защиты периметров сегментов;
3) исключение возможности несанкционированного ознакомления с содержанием информации, хранящейся на машинных носителях, и (или) использования носителей информации в иных автоматизированных системах управления;

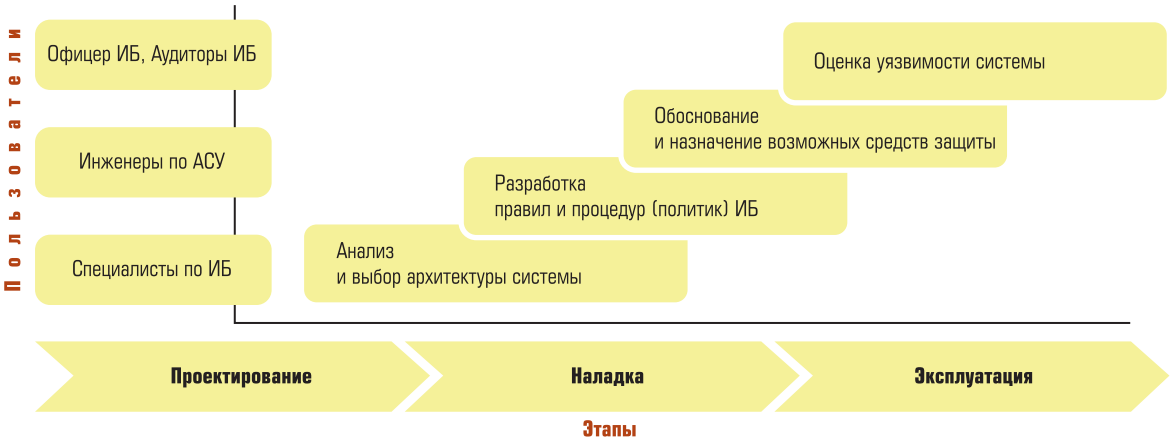


Рис. 2. Применение ФМ для ИБ

4) анализ потенциального воздействия планируемых изменений в конфигурации автоматизированной системы управления и системы защиты на обеспечение защиты информации и согласование изменений в конфигурации автоматизированной системы управления с должностным лицом (работником), ответственным за обеспечение безопасности автоматизированной системы управления.

Это позволяет осуществить проектирование АСУ ТП с заданными характеристиками ИБ и обеспечить гарантии выполнения требований ИБ на последующих этапах жизненного цикла.

На основе ФМ разрабатывается свободный программный сервис для моделирования проблем безопасности, основанный на формальной расширенной модели передачи прав доступа типа “take-grant”. Сервис включает как средства моделирования, так и обучающий портал для специалистов, занимающихся обеспечением безопасности сложных систем управления. Адрес ресурса *www.omole.ws* [8].

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СРЕДСТВА ВНЕШНЕГО СОПРОВОЖДЕНИЯ (АСВС)

Назначением АСВС является управление в сложных ситуациях, нереализованных в алгоритмах системы автоматического управления, инструкциях операторов и регламентах диспетчеров. Для таких ситуаций не существует верифицированных количественных моделей физических процессов и доминируют трудно формализуемые качественные описания. В таких ситуациях для решения конкретных проблем принято привлекать знания экспертов, возможности НИИ, КБ, заводов и лабораторий. Это делается на основе служебных писем, приказов, проведения комиссий, деловой переписки, передачи информации и других универсальных средств документооборота.

Развитие средств вычислительной техники, цифровой связи, достижения в области теории автоматизации позволяют автоматизировать процесс управления в подобных ситуациях путем создания высокоэффективных проблемно-ориентированных компьютерных средств, ускоряющих выработку решений экспертными группами за счет усиления когнитивных возможностей, соединенных с методами автоматической обработки данных и знаний.

АСВС являются самостоятельным контуром управления, который может создаваться и существовать на всех этапах жизненного цикла технического объекта.

Как средство автоматизации, АСВС может иметь целями достижение требуемых показателей, например, по ИБ, АСУ на всех этапах ЖЦ.

Основными функциями АСВС на всех этапах ЖЦ являются:

1) организация разработки, согласования и поддержки документов;
2) организация и поддержка работы целевых экспертных групп для решения проблем.

Основными специфическими задачами АСВС на этапе эксплуатации являются:

1) периодический или инициированный операторами мониторинг и прогнозирование состояния объекта управления;
2) установление и классификация причин инцидентов;
3) прогноз состояния объекта управления вследствие действия причин инцидентов;
4) выработка управляющих решений;
5) мониторинг реализации управляющих решений.

Вспомогательными задачами АСВС являются:

a) ведение базы данных о состоянии объекта управления;
b) ведение базы данных инцидентов;
c) создание, поддержание и расширение базы знаний о причинах, протекании, эффективности мер по противодействию инцидентам на основе автоматического, автоматизированного и экспертного анализа научно-технической литературы (данные об испытаниях, статьи и т.д.);
d) ведение базы данных экспертов;
e) организация интерсубъектного взаимодействия экспертов, собственных и внешних баз знаний и данных;
f) организация удаленного взаимодействия через персонал и напрямую с компьютерными моделями объекта (при наличии и доступности).

Целью АСВС на этапе проектирования/конструирования является обеспечение качества документов, на этапе изготовления/испытаний – разработка способов тестирования на вторжение и др., на этапе эксплуатации – сохранение основных штатных функций и недопущение активизации вредоносных скрытых функций путем удаленного аудита, анализа инцидентов, консультирования и т.д.

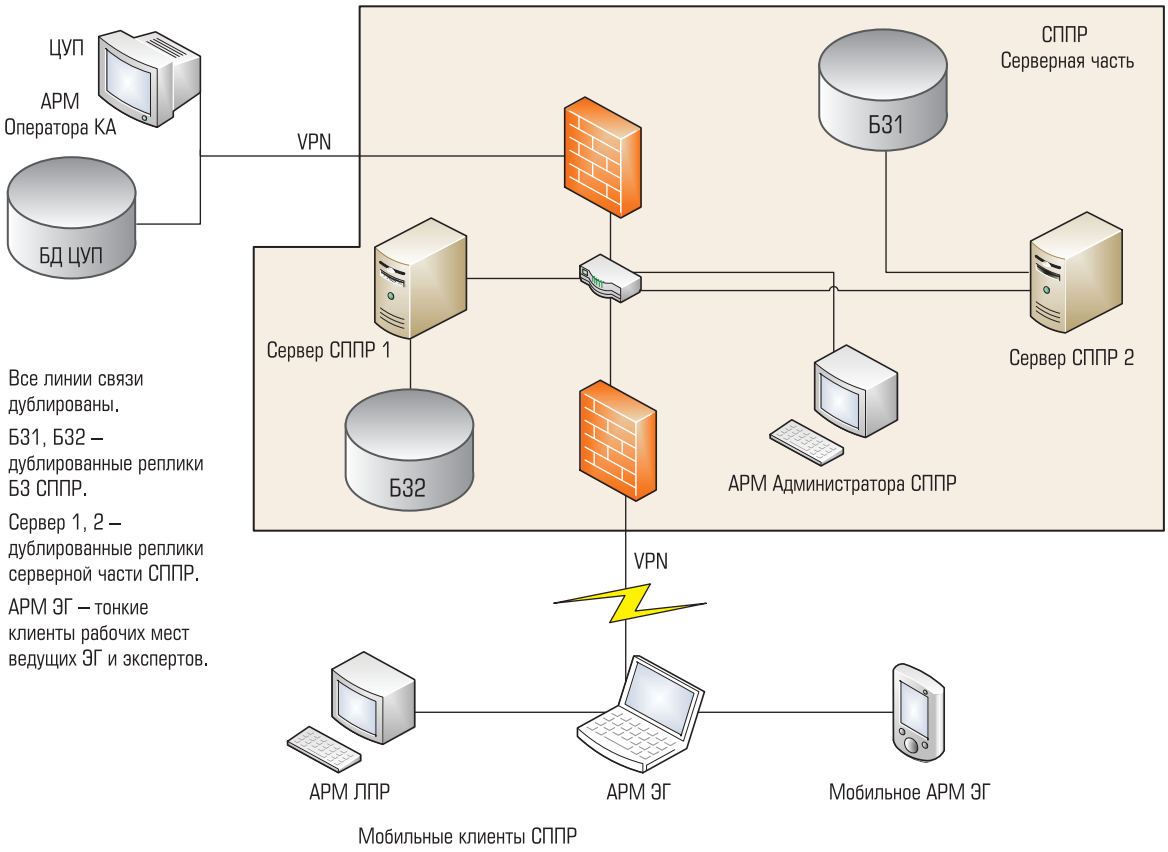


Рис. 3. Пример схемы программно-технического комплекса АСВС

Корневой алгоритм решения задач в АСВС представляет собой типовую последовательность действий, характерную для решения задач (подзадач) группами экспертов (ЭГ):

а) идентификация проблемы;
б) постановка задачи;
в) назначение ответственного (ведущего ЭГ);
г) решение задачи ведущим ЭГ с использованием баз данных/знаний, пакетов прикладных программ или с привлечением экспертов-представителей компетентных организаций.

В последнем случае:

a) выбор ведущим ЭГ состава экспертов и метода работы с экспертами;
b) составление ведущим ЭГ с участием экспертов информационной базы;
c) обсуждение проблемы в группе;
d) подготовка решения ведущим ЭГ или автоматическим алгоритмом;
e) согласование и утверждение решения экспертами.

Процесс решения задач в АСВС выглядит как выполнение корневого алгоритма один и более раз. Если исходная задача разбивается на независимые подзадачи, то корневой алгоритм может выполняться параллельно для всех подзадач. Могут быть случаи, когда задача может решаться интерактивным способом, при котором решения, полученные применением корневого алгоритма, используются затем для уточнения постановки задачи на последующих итерациях. Могут быть и смешанные случаи, когда часть итераций может быть выполнена параллельно. На рис. 3 приведена возможная структура АСВС.

Автоматизируя и регламентируя процесс авторского и экспертного сопровождения на всех этапах жизненного цикла, АСВС могут дать большой экономический эффект для собственников больших (и/или сложных) технических объектов. При небольшой стоимости создания и небольших эксплуатационных расходах АСВС способны обеспечить экономию средств на командировки, консультации, экспертизы, защиту информации и др. **ИПУ РАН планирует проведение НИР и ОКР по этому направлению в сотрудничестве с другими организациями и/или по заказу.**

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ИПУ РАН ведется большой круг фундаментальных и прикладных работ по созданию эффективных, безопасных АСУ. С 2002 г. развивается отечественная интегрирующая программная платформа "Оператор", которая с успехом используется в АСУ АЭС. Последние разработки ориентированы на повышение эффективности жизненного цикла АСУ на этапах проектирования и эксплуатации. Разработки включают в себя автоматизированные средства внешнего сопровождения промышленных систем и системы моделирования безопасности на основе формальных моделей. Применение проводимого в ИПУ РАН комплексного подхода обеспечивает высокую эффективность и надежность, а также техногенненную и информационную безопасность АСУ.

В ИПУ РАН существуют отделы импортозамещения и кибербезопасности, группа специального программного обеспечения, подразделение для создания реальных АСУ ТП [8-10]. Приглашаем организации, занимающиеся АСУ ТП, к сотрудничеству по широкому кругу вопросов, часть из которых представлена выше.

Список литературы

1. *Бывайков М.Е., Жарко Е.Ф., Менгазетдинов Н.Э.* и др. Опыт проектирования и внедрения системы верхнего блочного уровня АСУ ТП АЭС // Автоматика и телемеханика. 2006. № 5. С. 65-68.
2. *Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Промыслов В.Г., Зуенкова И.Н., Бывайков М.Е., Прокофьев В.Н., Коган И.Р., Коршунов А.С., Фельдман М.Е., Кольцов В.А.* Комплекс работ по созданию первой управляющей системы верхнего блочного уровня АСУ ТП для АЭС "Бушер" на основе отечественных информационных технологий. М.: ИПУ РАН, 2013. с. 95. 2013; *http://www.ipu.ru/sites/default/files/page_file/busher.pdf*
3. *Менгазетдинов Н.Э., Полетыкин А.Г., Промыслов В.Г.* Новые кибернетические угрозы и методы обеспечения кибербезопасности в цифровых системах // Энергетик с. 34-41. 2012. № 7.
4. *Полетыкин А.Г.* Критерии устойчивости объектов с цыфровыми системами управления к воздействиям кибератак на основе анализа штатных и скрытых функций / Материалы Седьмой международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем" (MLSD. 2013). М.: ИПУ РАН, 2013. Т. 1. С. 104-105.
5. *Полетыкин А.Г.* Автоматизированные системы внешнего сопровождения и пример применения для обеспечения кибербезопасности / Труды 8-ой Международной конференции "Управление развитием крупномасштабных систем" (MLSD'2015, Москва). М.: ИПУ РАН, 2015. Т. II . С. 76-88.
6. *Полетыкин А.Г.* Формализованный метод оценки и управления рисками для обеспечения кибербезопасности больших систем управления. Материалы 8-й международной конференции "Упраление развитием крупномасштабных систем MLSD'2015", 29 сентября – 1 октября 2015 г., T.I, Пленарные доклады. М.: ИПУ РАН. С.123-129.
7. *Промыслов В.Г., Полетыкин А.Г.* Формальная иерархическая модель безопасности верхнего уровня АСУ ТП АЭС // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2012. Т. 4 (44). С. 39-53.
8. *http://omole.ws*
9. *http://www.ipu.ru/import_substitution*
10. *http://www31.ipu.rssi.ru*
11. *Бывайков М.Е.* Язык ABIS. Описание языка. М.: ИПУ РАН, 2013. 88 с. *http://www.ipu.ru/sites/default/files/page_file/ABIS.pdf*

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.
Бывайков Михаил Евгеньевич *– канд. техн. наук, старший научный сотрудник, главный специалист по АСУ ТП АЭС,*
Менгазетдинов Надир Энверович *– старший научный сотрудник, начальник подразделения АСУ ТП АЭС,*
Полетыкин Алексей Григорьевич *– док-р. техн. наук, зав. лаб., ответственный за направление "импортозамещение".*
Промыслов Виталий Георгиевич *– канд. ф-м.наук, руководитель группы специального программного обеспечения.*

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

Представлены: PEi Power Engineering International, cospp, HRW Hydro Review Worldwide, PennEnergy

В партнерстве: CPP Council of Power Producers

При поддержке: MAKO

www.powergen-russia.com

25-я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА «ЭЛЕКТРО-2016»

С 6 по 9 июня 2016 г. в Москве в ЦВК "Экспоцентр" проходила 25-я юбилейная международная выставка "Электрооборудование. Светотехника. Автоматизация зданий и сооружений" – "Электро-2016".

Смотр, организованный "Экспоцентром", проводился при поддержке Комитета Государственной Думы ФС РФ по науке и наукоемким технологиям и под патронатом Торгово-промышленной палаты РФ.

В этом году Оргкомитет выставки возглавил Первый заместитель Председателя Комитета Государственной Думы ФС РФ по науке и наукоемким технологиям **Владимир Кононов**. По его словам, выставка "Электро" стала символом новейших разработок и достижений в сфере электротехнической индустрии, дала путевку в жизнь тысячам перспективных идей, технологий, проектов и сегодня, в новых экономических условиях, по праву носит звание лучшей отраслевой выставки".

Выставка удостоена знаков Всемирной ассоциации выставочной индустрии (UFI) и Российского союза выставок и ярмарок (РСВЯ), что является подтверждением ее международного признания и высокого авторитета в профессиональной среде.

Неоспоримыми преимуществами "Электро-2016" стал прямой диалог органов власти и бизнеса, представительное международное присутствие, авторитет "Экспоцентра" как ведущей выставочной площадки страны.

На церемонии официального открытия выставки Владимир Кононов выразил уверенность, что выставка "Электро-2016" станет ярким и динамичным событием, даст мощный импульс развитию не только отрасли, но и международных связей в этой сфере.

Директор Департамента государственной энергетической политики Министерства энергетики РФ **Алексей Кулапин** отметил, что выставка "Электро-2016" проходит очень своевременно, когда на всех уровнях идет обсуждение разработанной Минэнерго России новой редакции проекта Энергетической стратегии Российской Федерации. По его словам, проект предусматривает новые подходы к модернизации электроэнергетики, для чего необходимы новые инновационные решения. Представитель Минэнерго России также выразил уверенность, что "...на выставке демонстрируется оборудование и, в первую очередь, отечественные разработки, которые позволят обеспечить не только энергобезопасность страны, но и новое качество потребления электроэнергии".

Высокую востребованность выставки "Электро-2016" среди как российских, так и зарубежных участников и посетителей отметил статс-секретарь, заместитель Председателя Банка России **Александр Торшин**.

Также в церемонии открытия приняли участие заместитель Директора Департамента ТПП РФ по работе с объединениями предпринимателей **Александр Ломаченко**, Вице-президент, исполнительный директор международной ассоциации "Интерэлектромаш" **Борис Малахов**, представитель Группы компаний IEK, организатор Первого открытого отраслевого чемпионата по электромонтажу "Молодые профессионалы" (WorldSkills Russia) **Петр Некрасов**.

Экспозиция

На общей площади 15 тыс. м^2 в течение четырех дней выставка "Электро-2016" представила все сегменты и тенденции развития отрасли, объединив на одной площадке производителей, дистрибьюторов, потребителей электротехнической продукции. Экспозиция включала в себя следующие тематические разделы: "Электротехника", "Электроэнергетика", "Кабель. Провода. Арматура", "Энергосбережение и инновации", "Промышленная светотехника" и "Системы автоматизации зданий и сооружений".

300 участников электротехнического рынка из 19 стран продемонстрировали последние достижения отрасли.

Национальными экспозициями были представлены компании из Германии, Испании, Китая.

В привлечении внимания посетителей выставки достойную конкуренцию крупнейшим игрокам мирового электротехнического рынка – компаниям Hubers, Isovolta, Ilme, RPS, Klemsan, Onka, VonRoll, Phoenix Contact, Weidmuller, EAE, WAGO и другим – составили 200 российских участников. Среди них – IEK, "Каскад-Энергосеть", "КЛМ", Кореневский завод низковольтной аппаратуры, "КЭАЗ", "МЭЛ", TDM Electric, "Новые инженерные решения", Рязанский завод кабельных конструкций, Свердловский завод трансформаторов тока и многие другие. 150 российских участников являются производителями электротехнического оборудования.

"Экспоцентр" в целях поддержки национального производителя и продвижения российской продукции на рынке во второй раз организовал экспозицию "Сделано в России". Проект направлен на увеличение доли отечественного оборудования на рынке в рамках реализации государственной программы по импортозамещению.

На выставке "Электро-2016" продолжил работу проект "Экспоцентр" – за выставки без контрафакта", направленный на уменьшение случаев демонстрации контрафактных товаров на выставках.

В итоге выставку посетили более 11 тыс. человек.

Деловая программа

Экспозицию выставки "Электро-2016" дополнила насыщенная деловая программа.

Ее центральным событием стал Первый отраслевой чемпионат по электромонтажу в рамках международного движения "Молодые профессионалы (WorldSkills Russia)". В чемпионате приняли участие представители 11 компаний. Организатором чемпионата выступил партнер Союза WorldSkills Russia компания IEK – один из крупнейших российских производителей электротехнической продукции. Информационный партнер – ведущее в области электротехники отраслевое интернет-СМИ портал RusCable.Ru.

Мероприятие вошло в систему чемпионатов WorldSkills и стало отборочным мероприятием, дающим право молодым профессионалам квалифицироваться для участия в Национальном чемпионате сквозных рабочих профессий WorldSkills Hi-Tech, который пройдет в Екатеринбурге с 30 октября по 3 ноября 2016 года.

"Электро-2016" посетил Генеральный директор Союза WorldSkills Russia **Роберт Уразов**. Он отметил: "На выставке представлено огромное количество оборудования, но никто не предлагает его с "цельной услугой" – когда есть профессиональные кадры, способные на нем работать. Это дает участникам выставки дополнительный маркетинговый эффект, когда они демонстрируют не только технологии своего производства, но и то, как можно этому научиться".

В рамках церемонии закрытия чемпионата глава Союза вручил награды и памятные призы победителям. Роберт Уразов также подчеркнул, что проведение чемпионатов WorldSkills на таких крупных промышленных выставках, как "Электро", – это хорошее начинание.

Одним из важных мероприятий деловой программы выставки стал Всероссийский конгресс "Электромонтаж-2016": от высоких стандартов к профессиональным компетенциям". Организаторы: Союз "Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров WorldSkills Russia", Агентство деловых коммуникаций "Приоритет" при содействии АО "Экспоцентр".

Двухдневное мероприятие открылось пленарным заседанием на тему "От высоких стандартов к профессиональным компетенциям". В нем приняли участие более 100 специалистов. Спикерами выступили Начальник отдела Департамента государственной политики в сфере подготовки рабочих кадров и дополнительного профессионального образования Министерства образования и науки РФ **Инна Черноскутова**, Национальный эксперт WorldSkills Russia по компетенции "Электромонтаж" **Максим Певин**, представитель Группы компаний IEK **Петр Некрасов**, помощник Президента НП "СОЮЗАТОМСТРОЙ" **Наталия Чупейкина**.

Инна Черноскутова рассказала о стратегии развития системы подготовки рабочих кадров и формирования прикладных квалификаций в РФ до 2020 года, в рамках которой планируется разработать стандарты качества подготовки и системы мониторинга среднеспециальных образовательных учреждений.

Практикой зарубежных коллег поделился Максим Певин, рассказав о швейцарской системе подготовки специалистов по электромонтажным работам. А о российском опыте на примере системного подхода СРО атомной отрасли к подготовке персонала строительного комплекса атомной отрасли доложила Наталия Чупейкина.

Стратегическая сессия “Рынок электротехники: проблемы и перспективы развития” затронула вопросы импортозамещения в электротехнической отрасли, участия инфраструктурных компаний в развитии импортозамещающих производств, формирования инновационных территориальных электротехнических кластеров в российских регионах, принципов добросовестной конкуренции на рынке электротехнической продукции и борьбы с контрафактом, а также другие темы.

Конгресс продолжил свою работу проведением четырех секционных заседаний, в рамках которых были рассмотрены наиболее актуальные вопросы монтажа и эксплуатации электрооборудования промышленных предприятий, электрических станций и подстанций; передовых технологий электромонтажных работ; подготовки электротехнического персонала предприятий; внедрения современного электротехнического оборудования и материалов; обеспечения безопасности электромонтажных работ.

На одной площадке встретились профессионалы рынка электротехники, ведущие производители электротехнической продукции и потребители разных отраслей, промышленных и инфраструктурных организаций, электромонтажных предприятий, профессиональных сообществ, учебных заведений, органов власти.

Еще одним важным мероприятием деловой программы стала научно-практическая конференция “Электротехника для нужд ОПК: специфика работы в условиях задач модернизации” с участием представителей Министерства промышленности и торговли РФ. Организаторы конференции: Агентство деловых коммуникаций “Приоритет” и АО “Экспоцентр”.

С докладом “Меры государственной поддержки электротехнической промышленности” выступил **Олег Токарев**, заместитель Директора Департамента станкостроения и инвестиционного машиностроения Министерства промышленности и торговли РФ.

Роль электротехнической продукции в структуре государственного оборонного заказа затронул **Вячеслав Полушкин**, заместитель Начальника отдела – Начальник лаборатории 46 ЦНИИ Минобороны России.

Заместитель Начальника государственной экспертизы Министерства обороны РФ **Николай Попандопуло** рассказал об особенностях проектной подготовки строительства объектов военной инфраструктуры с использованием электротехнической продукции.

Проведение конференции способствовало реализации основных задач Департамента в рамках развития электротехнической и кабельной промышленности и программ импортозамещения в этой отрасли.

В рамках конференции производители электротехники получили рекомендации по закупочной деятельности предприятий ОПК и военно-строительного комплекса, ознакомились с решениями российской электротехнической промышленности для объектов ОПК и специального строительства.

Вопросам развития возобновляемой энергетики в России была посвящена XIV Международная ежегодная конференция “Возобновляемая и малая энергетика-2016”. Организаторами мероприятия выступили Российская инженерная академия, Комитет по проблемам применения возобновляемых источников энергии, секция “Энергетика” Российской инженерной академии, ЦАГИ им. профессора Н.Е. Жуковского, ЗАО НИЦ “ВИНДЭК” при содействии АО “Экспоцентр”.

Выступая перед участниками конференции, академик РАН **Дмитрий Стребков** назвал сегодняшнюю эпоху “веком солнечной энергии”. Ученый считает, что именно благодаря природной возобновляемой энергетике человечество сможет противостоять неблагоприятным тенденциям и глобальным изменениям климата.

С докладами выступили авторитетные эксперты, руководители научных и исследовательских организаций. Конференция стала местом продуктивного диалога представителей власти, науки и бизнеса.

Актуальные тенденции и инструменты в сфере продвижения промышленной продукции обсуждались на IV Всероссийском деловом форуме “Электротехника. Бизнес-стратегии 2016-2017”. Его организатором выступила Конгрессно-выставочная компания “ИМПЕРИЯ” при содействии АО “Экспоцентр”.

В ходе дискуссии более 100 генеральных директоров и руководителей предприятий из 25 городов России и зарубежья обменялись мнениями о том, как действовать в трудный для отрасли период.

Эффективной оптимизации ценовой и продуктовой политики промышленной компании, продвижению продукции на высококонкурентных промышленных рынках были посвящены семинары-практикумы **Ильи Балахнина**, генерального директора и управляющего партнера Paper Planes Consulting Agency.

Юлия Обаляева, эксперт по технологиям электронных закупок и продаж, руководитель дирекции по развитию "Сбербанк-АСТ" провела семинар на тему "Принципы успешного участия промышленной компании в госзакупках".

В мероприятиях форума приняли участие руководители предприятий – поставщиков промышленной продукции, проектных организаций и инжиниринговых компаний.

Форум для разработчиков и изготовителей "Безопасность и контроль качества светотехнической продукции" стал платформой для обмена научными идеями и трансфера технологий в области энергоэффективной светотехники. На выставке "Электро-2016" ООО "НИИИС им. А.Н. Лодыгина" сформировало дискуссионную площадку для ведущих специалистов, представителей контролирующих органов в области метрологии, стандартизации и сертификации светотехнической продукции.

В рамках форума прошли круглые столы и семинары, участие в которых позволило получить квалифицированные ответы на вопросы, возникающие в рамках обсуждения, а также наметить пути дальнейшего действия.

На выставке состоялась торжественная церемония награждения победителей специализированного отраслевого конкурса "Электрореклама-2016". По итогам конкурса были выявлены лучшие образцы рекламной продукции компаний электротехнической отрасли, лучшие творческие рекламные решения. Организатор конкурса – журнал "Рынок электротехники" при поддержке АО "Экспоцентр".

Победителями конкурса стали:

В номинации "Видеореклама": ООО "РТК-ЭЛЕКТРО-М", "ИЗОЛЯТОР", ООО "Проект-электротехника".

В номинации "Наружная реклама": ГК "Вартон", ООО "Аксиома Электрика", АО "Завод "Энергокабель".

В номинации "Реклама в прессе": ООО "ЛАПП Руссия", ООО "ИЦ "Бреслер", "Таврида Электрик".

В номинации "Печатная продукция": ООО "ЛАПП Руссия", ООО "Система Света", ООО "ПРОкабель".

В номинации "Фирменный стиль": ООО "Абакус Инжиниринг", ООО "Аксиома Электрика", ОАО "Электроприбор".

В номинации "Лучший корпоративный сувенир": ООО "АйДи-Электро", ООО "ЭнергопромАвтоматизация", ОАО "Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов".

В номинации "Лучший корпоративный календарь": ООО "Холдинг Кабельный Альянс", ОАО "Севкавэлектроремонт" (СКЭР), "Таврида Электрик".

В номинации "Лучший выставочный стенд": ГК "Вартон", "Таврида Электрик", ООО "ИЦ "Бреслер".

Победителем **в номинации "Приз зрительских симпатий"** стало ООО "Аксиома Электрика". Обладатель гран-при – ГК "Вартон".

В программу деловых мероприятий выставки "Электро-2016" вошли также семинары, круглые столы, презентации, мастер-классы которые затронули стратегически и практически важные для развития отрасли темы.

Следующая выставка "Электро" пройдет в одни сроки с международной выставкой "Нефтегаз", с 17 по 20 апреля 2017 года.

http://www.elektro-expo.ru

ИТОГИ ВОСЬМОЙ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ–2016»

Восьмая Всероссийская конференция РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016, организованная ООО "ИНТЕХЭКО", состоялась 7-8 июня 2016 г. в Москве в гостинице "ИЗМАЙЛОВО" и собрала более 130 делегатов от 60 компаний – руководителей и ведущих специалистов предприятий электроэнергетики, проектных и научных институтов, производителей современного оборудования, инжиниринговых и сервисных компаний.

Тематика конференции охватила широкий круг вопросов модернизации турбин, котлов, горелок и другого энергетического оборудования, повышения надежности и эффективности работы электростанций – ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и ГЭС, решений для продления сроков эксплуатации оборудования, создания новых мощностей, оборудования систем газоочист-

ки, водоподготовки и водоочистки, приборов КИП, систем автоматизации, актуальных вопросов импортозамещения и внедрения современного вспомогательного оборудования – насосов, арматуры, компенсаторов, средств защиты персонала.

В рамках конференции были представлены 35 устных и 3 заочных доклада. Уже к началу мероприятия был подготовлен комплект раздаточных материалов, в том числе: каталог и сборник докладов, диск, каталоги компаний участников, журналы и газеты информационных спонсоров конференции.

Участие в Восьмой конференции "РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ – 2016" приняли представители электростанций и генерирующих компаний: АО "Сибирская энергетическая компания", ПАО "ОГК-2", ОАО "Э.ОН Россия", ПАО "Энел Россия", ПАО "МОЭК", ОАО "ТГК-1", ГУ ОАО "ТГК-2" по Архангельской области, Красноярский филиал ООО "Сибирская генерирующая компания", АО "Интер РАО-Электрогенерация", ТЭЦ ПАО "Северсталь", Ставропольская ГРЭС, Сургутская ГРЭС-1, Череповецкая ГРЭС, Яйвинская ГРЭС, Рязанский филиал Ново-Рязанская ТЭЦ, Красноярская ГРЭС-2, Щекинская ГРЭС, Среднеуральская ГРЭС, Ириклинская ГРЭС, производителей котлов, турбин и другого основного оборудования электростанций: ЗАО "Уральский турбинный завод", ОАО "Силовые машины", Барнаульский филиал ОАО ТКЗ "Красный котельщик", ООО "Белэнергомаш – БЗЭМ", ООО "Комтек-Энергосервис", ЗАО НПВП "Турбокон", научных и проектных институтов, инжиниринговых и сервисных компаний: ОАО "УРАЛЭНЕРГОРЕМОНТ", ОАО "ВТИ", TUV SUD Industrie Service GmbH (Германия), ОАО "Белэнергоремналадка" (Республика Беларусь), ОАО "НТЦ ЕЭС", ФГБУН "Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН", ГП "ГИПРОКОКС" (Украина), ООО "Ремонтно-строительная группа", ООО "УК Теплоэнергосервис", ООО "Б+Р Промышленная Автоматизация", ООО "Интер РАО – Инжиниринг", ООО "Жефко" GEFCO Россия, поставщиков и производителей современных приборов, материалов, установок газоочистки и водоочистки, систем золоудаления, насосов, компенсаторов, арматуры и другого оборудования для модернизации электростанций: ООО "ТИ-СИСТЕМС", ООО "Компенз-Эластик", АО "НПП "КОМПЕНСАТОР", ООО "Кронштадт", ООО "Хах Ланге", Группа ГМС (АО "ГИДРОМАШСЕРВИС"), ООО "Ксилем Рус", ООО "НПП "Фолтер", ЗАО "Плакарт", ООО "ЭКОВЭЙВ Технологии", ООО "ИЦ "Объединенные Водные Технологии", ООО "Пауэрз", ООО "НПП "СФЕРА", ЗАО "Кондор-Эко", ООО "Промышленно-Инновационная Компания", ЗАО "ПрофЦемент-Вектор" (Консорциум "Феникс"), ООО "СТА", ООО "Вектор-Инжиниринг", ЗАО "НПП "Машпром", ЗАО "ЭКОХОЛДИНГ", ООО "ТМИМ", СП ООО "Орелкомпрессормаш", ООО "Технологические системы защитных покрытий", ООО "ТД "Пенетрон-Россия".

Многочисленная профессиональная аудитория конференции помогла комплексно обсудить особенности внедрения различных технологий, эффективных и интегрированных решений, современного оборудования для обновления предприятий энергетики с учетом эксплуатационных, экологических и экономических аспектов.

Органично дополнила работу конференции выставка "Технологии и оборудование для модернизации электроэнергетики", на которой делегаты смогли поближе познакомиться с современными технологиями: ООО "Хах Ланге", ООО "ТД "Пенетрон-Россия", ЗАО НПВП "Турбокон", ООО "ИНТЕХЭКО", ООО "Вектор-Инжиниринг", АО "ГИДРОМАШСЕРВИС", ООО "ТИ-СИСТЕМС" и ЗАО "ЭКОХОЛДИНГ".

Проведение конференции поддержали журналы: Экологический вестник России, Автоматизация и IT в энергетике, Химическое и нефтегазовое машиностроение, Главный энергетик, Главный инженер, Главный механик, Водоочистка, Электрооборудование: эксплуатация и ремонт, Конструкторское бюро, КИП и автоматика, Химическая техника, Компрессорная техника и пневматика, ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА, Рынок Электротехники, ТехСовет, Новости теплоснабжения, Информационная система по теплоснабжению РосТепло.ru, газеты: ЭНЕРГО-ПРЕСС, Энергетика и Промышленность России.

Конференция "РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2016" в очередной раз показала свою актуальность и необходимость ежегодной презентации новых решений и современного оборудования.

ООО "ИНТЕХЭКО" благодарит всех делегатов, партнеров и спонсоров за поддержку мероприятия и активное участие в работе конференции.

Следующая – Девятая Всероссийская конференция "РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ – 2017" состоится 6-7 июня 2017 года в Москве в одном из корпусов гостиницы "ИЗМАЙЛОВО".

Условия участия, фотографии, программы и сборники докладов конференций ИНТЕХЭКО см. на сайте *www.intecheco.ru* По всем вопросам обращайтесь в оргкомитет по телефону: +7 (905) 567-8767 или по электронной почте: *admin@intecheco.ru*

ООО "ИНТЕХЭКО".
http://www.intecheco.ru

Инжиниринг, IT, инновации
НЕОЛАНТ®
Мир. Страна. Регион. Город

НОВОСТИ ГРУППЫ КОМПАНИЙ «НЕОЛАНТ»

НЕОЛАНТ по заказу АО «Концерн Росэнергоатом» разработал Корпоративную информационную систему управления ресурсными характеристиками (КИС УРХ) на базе НЕОСИНТЕЗ

По заказу АО "Концерн Росэнергоатом" группа компаний "НЕОЛАНТ" разработала КИС УРХ для обеспечения информационной поддержки и автоматизации процесса управления ресурсом, модернизациями и ремонтами оборудования энергоблоков АЭС.

Цель проекта

Обеспечение информационной поддержки и автоматизации процесса управления ресурсом, модернизациями и ремонтами оборудования энергоблоков АЭС, а также необходимость учета требований нормативных и регламентирующих документов:

- НП-096-15 "Требования к управлению ресурсом оборудования и трубопроводов атомных станций. Основные положения".
- НП-089-15 "Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок" (взамен ПНАЭ Г-7-008-89).

Ситуация

Управление ресурсными характеристиками элементов энергоблока АЭС на всех стадиях жизненного цикла (ЖЦ) осуществляется посредством продления (уточнения) их срока службы (ПСС) с определением, при необходимости, режимов и условий их безопасной эксплуатации или своевременного проведения технического обслуживания и ремонта (ТОиР), в том числе контроля технического состояния (диагностирования), замены (модернизации).

Именно такой подход позволит достичь следующих целей, обусловленных острой конкурентной борьбой на мировом рынке электроэнергии:

- обеспечение эксплуатационной готовности энергоблоков АЭС к работе на уровне лучших мировых показателей по выработке электроэнергии и экономической эффективности при требуемом уровне безопасности;
- снижение непроизводительных затрат, повышение научного, технического уровня и эффективности техобслуживания и ремонта при безусловном обеспечении требований по ядерной, радиационной, технической и пожарной безопасности.

При этом в составе работ по УРХ, помимо собственно диагностических мероприятий и расчетов остаточных ресурсов по утвержденным методикам для принятия технических решений о возможности и условиях дальнейшей эксплуатации оборудования, необходимо про-

ведение анализа технической документации, в состав которой входит:

- конструкторская и проектная документация;
- документация предприятия-изготовителя;
- документация монтажной организации;
- эксплуатационная документация.

В свою очередь, на задачу анализа комплекта документации накладываются задачи поиска требующейся информации и информационного обмена документацией, необходимой для продления срока службы, между участниками, привлекаемыми на различных стадиях жизненного цикла АЭС. Такая ситуация приводит к огромным затратам инженерного персонала на поиск информации, определение ее степени актуальности, а иногда и на восстановление. Кроме трудозатрат наблюдаются также и потери времени на осуществление информационного обмена документацией и приведению информации к сопоставимому виду. Последние вызваны ведением данных об оборудовании и их характеристиках в различных информационных системах, для которых чаще всего не решены вопросы унификации баз данных и оперативного доступа из единой точки входа.

Использование недостоверной информации или принятие решений о продлении срока службы оборудования в условиях отсутствия части информации, помимо снижения экономических показателей, может также привести к снижению уровня безопасности эксплуатации конкретной единицы оборудования и энергоблока в целом.

Реализация проекта

В рамках проекта была разработана КИС УРХ на базе программной платформы НЕОСИНТЕЗ по управлению инженерными данными, в которой собрана и систематизирована совокупность информации об элементах оборудования и трубопроводов энергоблока АЭС, документации по УРХ и ПСС:

- Программы обследования, оценки технического состояния и обоснования остаточного ресурса элементов АЭС.
- Обследования, оценки технического состояния и обоснования остаточного ресурса элементов АЭС.
- Решения о ПСС и условиях дальнейшей эксплуатации (о возможности, сроках и условиях дальнейшей эксплуатации) элементов АЭС.
- Специальные перечни элементов АЭС для проведения работ по УРХ.

Далее в рамках двух пилотных проектов были созданы два прототипа КИС УРХ на АЭС с энергоблоками РБМК-1000 (1, 2 энергоблок Смоленской АЭС) и ВВЭР-1000 (1 энергоблок Калининской АЭС), на которых были выполнены следующие работы:

- Осуществлен сбор и анализ документации по УРХ и продлению срока службы (ПСС).
- Сформирована иерархическая структура элементов энергоблока АЭС.
- Произведено наполнение копиями документов, разработанных в рамках ПСС на оборудование 1-3 классов безопасности.
- Создан электронный архив документации и паспортов на оборудование с заполненными атрибутными карточками.
- Осуществлена привязка документации по УРХ к объектной структуре оборудования и трубопроводов, а также к трехмерной модели энергоблока АЭС.

Результаты

Разработанная КИС УРХ обеспечивает хранение, систематизацию и управление ресурсными характеристиками элементов энергоблока АЭС, документацией и другими материалами, связанными с оценкой технического состояния, ПСС и УРХ элементов энергоблока АЭС 1, 2 и 3 классов безопасности по НП-001-97.

Использование системы создает условия для обеспечения надежного и экономически выгодного производства электроэнергии при безусловном соблюдении требований ядерной, радиационной, технической, пожарной и экологической безопасности.

Архитектура КИС УРХ предполагает реализацию центрального сервера баз данных (БД) в Департаменте информационных технологий (ДИТ), где сосредоточены сведения по всем АЭС АО “Концерн Росэнергоатом”, а на серверных мощностях каждой АЭС предполагается реализация части базы данных, касающейся только конкретной АЭС. Таким образом, осуществляется оперативный доступ к информации по энергоблоку АЭС с рабочих мест на АЭС без необходимости организации дополнительных каналов связи с Центральным аппаратом. Между головным сервером БД и серверами на АЭС реализованы механизмы синхронизации.

В перспективе развития КИС УРХ планируется расширить количество информации по энергоблокам АО “Концерн Росэнергоатом” и “подключить” АЭС (собрать и внести необходимую информацию), не вошедшие в состав пилотных проектов.

НЕОСИНТЕЗ для Гидропроект (РусГидро): эффективное управление реконструкцией/строительством и эксплуатацией объектов гидроэнергетики в РФ и за рубежом

ГК "НЕОЛАНТ", разработчик НЕОСИНТЕЗ – платформы для управления жизненным циклом объекта ПГС на основе его информационной модели, реализовала проект по внедрению НЕОСИНТЕЗ в АО "Институт Гидропроект" – мировой EPC компании в сфере гидроэнергетики.

Сегодня проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт "Гидропроект" им. С.Я. Жука является одной из старейших организаций, проектирующих гидроэнергетические и водохозяйственные сооружения в России и за рубежом. Институт выполняет полный комплекс изыскательских и проектных работ на всех стадиях – от разработки схем энергетического и водохозяйственного использования рек до завершения строительства и пуска объектов в коммерческую эксплуатацию.

АО "Институт Гидропроект" уже много лет применяет технологию многомерного моделирования при проектировании гидроэнергетических и водохозяйственных объектов. Получаемая в результате проектная информационная модель (ИМ) позволяет повысить качество проектной документации, уменьшает объем вносимых изменений и обеспечивает оперативный доступ к необходимой информации. В то же время, у служб эксплуатации группы "РусГидро" (владеет более 70 действующими объектами возобновляемой энергетики) существует потребность в ИМ при эксплуатации, реконструкции и модернизации существующих объектов. Ценность такой информационной модели наиболее высока, так как с ее помощью возможно достичь существенной оптимизации ресурсов (рис. 1).

В действительности же, в рамках полноценного процесса по использованию технологий многомерного моделирования, охватывающего все стадии жизненного цикла объекта, существует как минимум три информационных модели объекта, максимально соответствующих задачам конкретного этапа (проектирование, строительство, эксплуатация/вывод из эксплуатации). И в процессе реализации технологий многомерного моделирования происходит трансформация одной информационной модели в другую.

С целью развития проектной модели в **строительную и эксплуатационную** совместно с АО "НЕОЛАНТ" был реализован пилотный проект на базе Волжской ГЭС, в рамках которого с помощью InterBridge, инструмента для формирования единой ИМ, модель "погрузили" в ИТ-среду НЕОСИНТЕЗ – платформу для управления жизненным циклом промышленного объекта. В результате цифровой прототип Волжской ГЭС стал обладать функционалом, необходимым для решения прикладных задач реконструкции, строительства и эксплуатации, а ценность от такой многомерной модели для непосредственного собственника, то есть "РусГидро", возросла в разы. На выходе возможна **существенная оптимизация ресурсов** за счет достижения совокупности **эффектов** на разных стадиях жизненного цикла объекта:

- **При реконструкции, строительстве:**
  - сокращение времени проектных работ при реконструкциях и модернизациях объекта;
  - обеспечение соответствия результата строительно-монтажных работ проекту;
  - повышение эффективности взаимодействия всех участников проекта строительства;

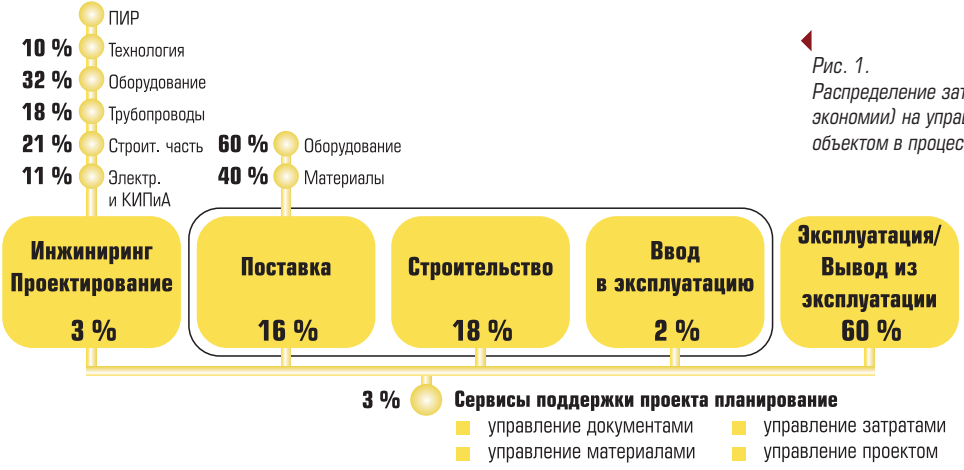


Рис. 1.
Распределение затрат (они же – задел для экономии) на управление промышленным объектом в процессе его жизненного цикла

– уменьшение количества строительных коллизий;
– сокращение сроков строительства и непроизводственных издержек;
– снижение влияния человеческого фактора на качество строительства.

- **При эксплуатации:**
  – обеспечение унификации и стандартизации баз данных оборудования;
  – снижение количества отказов оборудования;
  – сокращение времени простоя оборудования;
  – снижение затрат на оплату работ ремонтного персонала;
  – сокращение времени подготовки эксплуатационного и ремонтного персонала перед выполнением сложных работ;
  – повышение уровня аварийной готовности и аварийного реагирования.

По результатам успешно выполненного пилотного проекта АО "Институт Гидропроект" совместно со специалистами ГК "НЕОЛАНТ" предлагает реализацию проектов на базе технологий информационного моделирования при реконструкции, строительстве и эксплуатации всех объектов гидроэнергетики, находящихся под контролем ПАО "РусГидро" как в России, так и за рубежом.

"Проектная информационная модель любого сооружения, включая гидротехническое, никогда не будет соответствовать модели реального объекта, который уже построен и введен в эксплуатацию. А значит, собственник такого объекта никогда не ощутит реальную пользу от наличия цифрового прототипа, по сути, не существующего в реальности объекта. При этом затраты на создание проектной модели достаточно велики и неоправданно велики, если потом ею не пользоваться.

Информационная модель объекта ценна тогда, когда на ее основе реально будут решаться прикладные задачи строительства и эксплуатации. Например, когда можно определить оптимальный порядок монтажа оборудования в текущих технологических и геометрических условиях с учетом графика поставок и без простоя рабочих бригад. Или когда можно предупредить выход того или иного оборудования из строя, что в худшем случае может грозить приостановкой функционирования объекта.

Именно такие модели, благодаря платформе НЕОСИНТЕЗ и совместной работе со специалистами "НЕОЛАНТ", сегодня мы готовы предложить в ПАО "РусГидро" как неотъемлемую часть любого проекта сооружения и сопровождения эксплуатации, что, в конечном счете, существенно влияет на рост конкурентоспособности холдинга, особенно на международной арене", – комментирует **Николай Николаевич Трифонов**, заместитель главного инженера по многомерному моделированию и проектированию АО "Институт Гидропроект".

http://www.neolant.ru

НОВОСТИ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФИРМЫ «КРУГ»

Разработана система автоматизированного контроля подъема и взвешивания тяжеловесных грузов

Научно-производственной фирмой "КРУГ" разработана система автоматизированного контроля подъема и взвешивания тяжеловесных грузов на базе программно-технического комплекса КРУГ-2000® (ПТК КРУГ-2000®). Данная система предназначена для проведения ремонтов генераторов атомной станции.

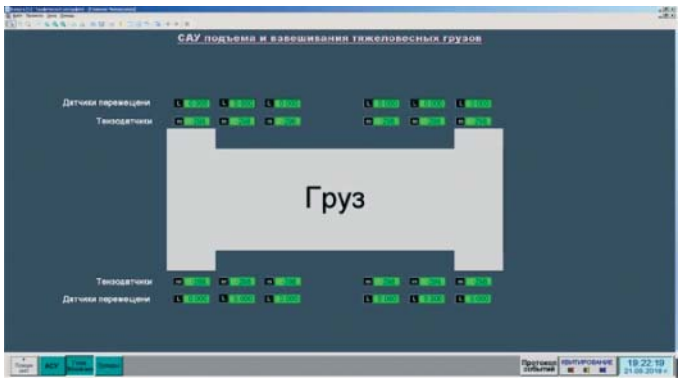
Система прошла апробацию на полигоне Калужского завода силовой гидравлики "Гидротех" – производителя оборудования подъема и взвешивания тяжеловесных грузов.

Подобные системы находят применение при монтаже, демонтаже и проведении ремонтных работ тяжеловесного промышленного оборудования в энергетике, нефтехимической и атомной отраслях.

Система подъема тяжеловесных грузов включает в себя 12 подъемных гидравлических домкратов и 12 домкратов для взвешивания груза. Домкраты расположены двумя группами. Каждая группа включает в себя по 6 домкратов с датчиками перемещения и 6 домкратов с тензодатчиками, установленными парно. Каждая группа домкратов подключена к маслостанции (гидравлической насосной станции). Общая рабочая грузоподъемность системы – до 800 тонн.

Установленные в шкафах управления микропроцессорные контроллеры DevLink-C1000 с модулями ввода-вывода серии DevLink-A10 обеспечивают сбор, обработку информации от датчиков линейного перемещения гидравлических домкратов и от тензодатчиков домкратов взвешивания грузов. В системе предусмотрена возможность контроля и управления технологическим процессом при помощи пульта дистанционного управления со встроенной сенсорной панелью оператора.

АРМ диспетчера под управлением российской SCADA КРУГ-2000® осуществляет обработку, визуализацию и долговременное хранение данных.



Специалистами НПФ “КРУГ” выполнены монтаж контроллерного оборудования, инжиниринговые и пуско-наладочные работы.

Проведено обновление программного обеспечения испытательного стенда завода «Пензтяжпромарматура»

Научно-производственной фирмой “КРУГ” проведена корректировка программного обеспечения испытательного стенда запорной арматуры BO 2CV/3500 завода “Пензтяжпромарматура”.

Испытательный стенд введен в эксплуатацию в 2013 г. Стенд предназначен для проведения испытаний запорной арматуры диаметром DN700 – DN1400 под давлением до 240 кг/см^2. В связи с изменением требований к проведению испытаний возникла острая необходимость в корректировке программного обеспечения стенда с целью соответствия нормативной документации АК “Транснефть”.

Основные функции

- Автоматизированное выполнение 10 тестов запорной арматуры с требуемой средой.
- Сбор, архивирование и представление на панели оператора информации о состоянии параметров выполнения испытаний.
- Контроль значений давления и объема протечки с фиксацией их выхода за установленные границы на выполняемых тестах.
- Формирование чека, прикладываемого к паспорту изделия и подтверждающего соблюдение регламента проведения испытания запорной арматуры.

Отличительные особенности

- Выполнение требуемой последовательности тестов в зависимости от типа испытываемой запорной арматуры: кран шаровой или задвижка шиберная.
- Возможность выполнения произвольного набора тестов.

Фирма “КРУГ” выполнила корректировку программного обеспечения, а также пуско-наладочные работы и комплексное опробование стенда.

Данная работа является продолжением сотрудничества НПФ “КРУГ” с ОАО “Пензтяжпромарматура”. Ранее на базе программного обеспечения SCADA КРУГ-2000® была успешно введена в эксплуатацию Система мониторинга процесса хромирования шиберов на предприятии “Шток Авто”.

http://www.krug2000.ru/

ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ. КОМПАНИЯ FLIR ОСНАСТИЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО РОБОТА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ «ВСЕВИДЯЩИМ ОКОМ»

Компания FLIR Systems

Электрическая подстанция – это электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии в традиционных энергосистемах. Как правило, при эксплуатации подстанции 95 % информации о ней собирается на основе наблюдений. Хотя для мониторинга состояния подстанций зачастую используется видеоконтроль, такая технология не позволяет проанализировать эксплуатационное состояние контролируемого оборудования, из-за чего могут возникнуть проблемы с безопасностью. Тем не менее, интеллектуальный робот для контроля энергосистем, оснащенный тепловизорами, может заменить человека при мониторинге оборудования и оказать эффективную помощь в области дистанционной сигнализации и дистанционного наблюдения, обеспечивая, таким образом, безопасность эксплуатации подстанции.

Ключевые слова: *электроустановка, энергосистема, дистанционная сигнализация, дистанционное наблюдение, тепловидение, бесконтактное измерение теплового излучения, тепловизионная камера FLIR Systems.*

Компания Shenzhen Launch Digital Technology Co., Ltd. является ведущим поставщиком интеллектуального промышленного оборудования и решений. Выпущенная компанией Launch партия интеллектуальных изделий для энергосистем прошла комплексную проверку в научно-исследовательском институте Государственной энергосетевой корпорации Китая, а также в сторонних организациях. Эта продукция успешно используется в таких энергосистемах как “Северо-Восточная Сеть”, “Северо-Западная Сеть”, “Сеть Северного Китая”, “Сеть Центрального Китая”, “Сеть Восточного Китая” и “Южная Сеть”. Роботы-инспекторы компании Launch в основном используются для подстанций с напряжением 110 кВ, 220 кВ, 330 кВ, 500 кВ и выше, заменяя собой работников при визуальном контроле, а также улучшая частоту, эффективность и качество контроля (рис. 1).

Рис. 1. Робот-инспектор компании Launch

ТЕМПЕРАТУРА ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЯ

По словам г-на Сяня Кайи, специалиста компании LaunchTechnology, один из основных факторов при измерении температуры энергетического оборудования – это то, что аномальные температуры означают скорый выход оборудования из строя. Для выявления неисправностей такого оборудования может использоваться тепловидение, потому что такая технология является идеальным средством бесконтактного измерения теплового излучения и, следовательно, изменений температуры (рис. 2).

В ходе плановых инспекций, проводимых человеком, обычно проверяются основные подстанции, изоляторы, переключатели и другое оборудование, а также наличие посторонних материалов в подстанции. Тем не менее, выполняемые человеком проверки могут быть

Рис. 2. Цифровое и тепловизионное изображение подстанции с перегретым трансформатором

трудоемкими, единообразными и монотонными, повышая, таким образом, вероятность ошибок (рис. 3-8).

У роботов, естественно, таких проблем нет. Интеллектуальный робот для контроля энергосистем фирмы Launch способен проводить частые, масштабные и безошибочные проверки. Робот использует тепловизионную камеру FLIR Systems для точной проверки степени нагрева обмоток трансформаторов и систем охлаждения масла, высоковольтных выключателей, изоляторов, конденсаторов и шинопроводов, а также для выявления тепловых дефектов и выдачи аварийных сигналов – все это позволяет значительно улучшить эффективность проверки оборудования.

СИГНАЛИЗАЦИЯ ПО ТЕМПЕРАТУРЕ

Интеллектуальный робот для контроля выполняет проверки в дневное и ночное время с помощью тепловизионного оборудования, а также проверки основного оборудования. В нем используется технология определения местоположения по нескольким датчикам, с привязкой к электронной карте и планирова-

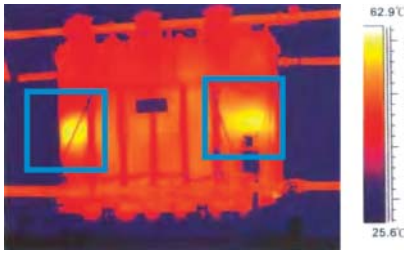


Рис. 3. Компонент: корпус трансформатора 220 кВ.
Вид неисправности: местный перегрев корпуса из-за плохой магнитной изоляции

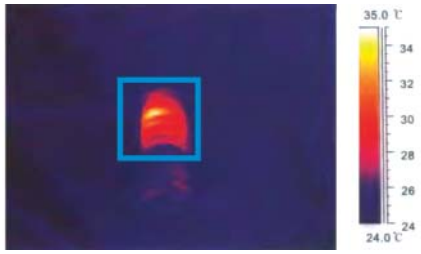


Рис. 4. Компонент: проходной изолятор 110 кВ.
Вид неисправности: местный перегрев из-за загрязнения поверхности

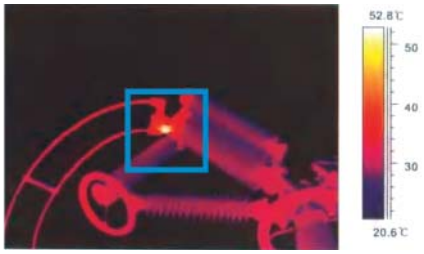


Рис. 5. Компонент: соединитель выключателя 500 кВ.
Вид неисправности: перегрев соединителя выключателя

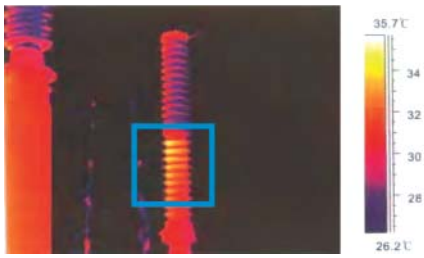


Рис. 6. Компонент: разделительный конденсатор 220 кВ.
Вид неисправности: перегрев из-за диэлектрических потерь конденсатора на нижнем сегменте

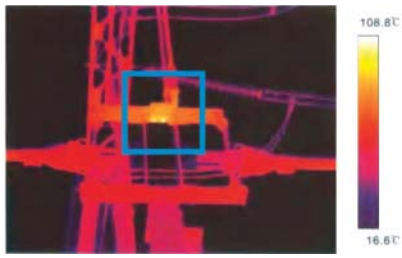


Рис. 7. Компонент: переходник элегазовой ячейки 220 кВ.
Вид неисправности: перегрев из-за плохого подключения соединителя на линии нагнетания

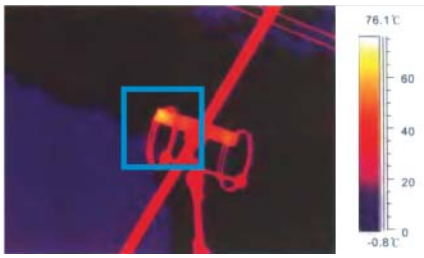


Рис. 8. Компонент: изолятор соединителя 220 кВ.
Вид неисправности: перегрев из-за плохого подключения на соединителе кольцевого элемента

Тепловизионная камера FLIR A310

нием маршрута для отслеживания перемещения робота и управления его перемещением. Это позволяет получить точную информацию о состоянии оборудования и повышает точность и надежность видеоанализа.

Робот-инспектор оснащен тепловизором FLIR A310. Этот робот объезжает энергооборудование в автоматическом или ручном режиме, сохраняет всю информацию, собранную в ходе контроля и создает отчеты по результатам ее анализа. В случае аномальной температуры или короткого замыкания вся система немедленно выдаст аварийный сигнал и определит источник неисправности.

ТЕПЛОВИДЕНИЕ ДАЛО РОБОТУ "ВСЕВИДЯЩЕЕ ОКО"

"Основными компонентами интеллектуального робота-инспектора являются тепловизионная камера FLIR и камера для съемки в видимом диапазоне. Обе камеры устанавливаются в верхней части робота, как зоркие глаза", – поясняет г-н Сянь Кайи.

Платформа подключается к компьютеру для управления роботом через Ethernet, а мастер-контроллер управляет тепловизором, камерой высокого разрешения и перемещением платформы по сети. Тепловизионная камера выдает аналоговое видео CVBS, камера высокого разрешения снимает видео в формате H265.

Информация по измерению температуры направляется на главный блок управления через Ethernet и через плату сжатия видеоизображений, предоставляя, таким образом, многокадровые полноэкранные данные измерения изображений, а также максимальные и минимальные измеренные величины температуры. Одновременно с этим передается такая информация как время, интенсивность излучения, расстояние и площадь, а также точное заданное положение. Так обеспечивается точность измерений, и появляется возможность постоянного сравнения измерений температуры.

ИДЕАЛЬНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

Как отметил Сянь Кайи, крайне важно было интегрировать показания тепловизора с данными, полученными от других датчиков. "Была достигнута полная совместимость между данными FLIR и программным обеспечением робота, что являлось важным фактором успеха".

Тепловизоры FLIR устанавливаются на робота, на направляющую и фиксированную опору, и они прекрасно работают с камерой высокого разрешения, звукозаписывающей аппаратурой и Wi-Fi-оборудованием, гарантируя безопасную работу электроэнергетического оборудования по месту его эксплуатации за счет измерения температуры с точностью ±2 °C.

ТЕПЛОВИЗИОННАЯ КАМЕРА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КРИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Комментирует г-н Сянь Кайи: "Тепловизор FLIR A310 идеально подошел для оснащения нашего робота-инспектора подстанций". A310 представляет собой стационарную тепловизионную камеру, которую можно установить практически везде для наблюдения за важным оборудованием и другим ценным имуществом. FLIR A310 имеет такие встроенные функции анализа как измерение температуры по точкам, измере-

ние температуры по участкам, а также измерение разницы температур. Модель FLIR A310 совместима с Ethernet/IP и Modbus TCP, поэтому результаты анализа и аварийные сигналы легко передать на программируемый логический контроллер (ПЛК). Камера автоматически передает результаты анализа, ИК-изображения и другие данные по электронной почте по расписанию или в случае получения аварийных сигналов. FLIR A310 позволяет делать четкие тепловые снимки с разрешением 320×240 пикселей, может передавать видео в формате MPEG-4 через Ethernet для отображения "живой" картинки на ПК и поставляется с встроенным объективом 25° с моторизованной фокусировкой.

НАДЕЖНЫЙ ПАРТНЕР

Говорит г-н Сянь Кайи: "Следует особо отметить ту поддержку, которая оказала нам компания FLIR в области интеграции тепловизионной камеры в нашу систему. FLIR предоставила нам всю необходимую информацию. Это служит подтверждением надежности и реноме этой крупной фирмы в своей отрасли.

Что наиболее важно, продукция FLIR обеспечивает качественную съемку изображений с точностью ±2 °C, способна передавать аналоговые изображения в режиме реального времени и полноэкранные данные измерения температуры. В частности, модель FLIR A310 позволила нам сократить нагрузку на наш персонал, снизить присущую инспекторам человеческую субъективность, а также повысить частоту проверок. В сочетании с системным программным обеспечением, камера FLIR способна выявлять проблемы и составлять отчеты автоматически, что повышает эффективность инспекции и эксплуатационную безопасность".

Для получения более подробной информации о тепловизионных камерах или о таком виде их применения, посетите наш сайт www.flir.com/automation
Показанные изображения могут не отражать фактическое разрешение показанной камеры.
Иллюстрации даются только в качестве примеров.
Компания FLIR Systems.

XII Международная специализированная выставка

Передовые Технологии Автоматизации

ПТА-Урал 2016 • 28-30 ноября

Екатеринбург, ЦМТЕ

Тематика выставки:

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Бортовые и встраиваемые системы
- Системная интеграция и консалтинг
- Автоматизация зданий
- Системы пневмо- и гидроавтоматики
- Измерительные технологии и метрологическое обеспечение
- Робототехника и мехатроника
- ИКТ в промышленности

Организатор:
Экспоэлектроника

Тел.: (495) 234-22-10
Тел.: (343) 376-24-76
E-mail: info@pta-expo.ru

WWW.PTA-EXPO.RU/URAL

ПЕРЕДОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

ПТА

ВЫСТАВКА

XVI Международная специализированная выставка

Передовые Технологии Автоматизации

ПТА-2016 • 1-3 ноября

Москва, ЦВК «Экспоцентр», павильон 1

Тематика выставки:

- Автоматизация промышленного предприятия
- Автоматизация технологических процессов
- Автоматизация зданий
- Измерительные технологии и метрологическое обеспечение
- Бортовые и встраиваемые системы
- Системы пневмо- и гидроавтоматики
- Системная интеграция и консалтинг
- ИКТ в промышленности
- Робототехника и мехатроника

Организатор:
Экспоэлектроника

Москва:
Тел.: (495) 234-22-10
E-mail: info@pta-expo.ru

При поддержке: ISA ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

WWW.PTA-EXPO.RU

11-14 ОКТЯБРЯ

ВЫСТАВКА'2016

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖКХ

0+
реклама

Россия
664050, г. Иркутск
ул. Байкальская, 253а
тел./факс: (3952) 352-900
e-mail: info@sibexpo.ru
www.sibexpo.ru

СибЭкспоЦентр

22–24 НОЯБРЯ

КРАСНОЯРСК 2016

XXIV СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА. ЭНЕРГЕТИКА АВТОМАТИЗАЦИЯ. СВЕТОТЕХНИКА

Приглашаем принять участие в крупнейшем проекте энергетической отрасли СФО!

В программе:

- **Сибирский топливно-энергетический форум**
- **круглые столы, семинары, презентации от ведущих предприятий России**

0+

Сибирь Международный Выставочно-деловой центр имени Карена Мурадяна

КЯ

Официальная поддержка:

г. Красноярск
МВДЦ «Сибирь»
ул. Авиаторов, 19
Тел.: (391) 22-88-612
oksana_m@krasfair.ru
www.krasfair.ru

ElectroTech Siberia

Выставка электротехнической
и светотехнической продукции

4–6 октября 2016

Россия, Новосибирск

Тематические разделы:

- Электромонтажные и электроустановочные изделия
- Светотехническая продукция
- Кабельно-проводниковая продукция
- Источники и элементы электропитания
- Датчики, реле, электроприводы
- Оборудование и ПО для автоматизации зданий

www.ides-sib.ru

Место проведения:

МВК «Новосибирск Экспоцентр»

Организатор:

ITE Сибирь
Россия, Новосибирск
ул. Станционная, 104, тел.: (383) 363-00-63, 363-00-36

ИЗРЕЧЕНИЯ ПЕТРА ПЕРВОГО ВЕЛИКОГО, ЦАРЯ МОСКОВСКОГО И ПЕРВОГО ИМПЕРАТОРА ВСЕРОССИЙСКОГО

Всякий потентат (т.е. правитель), который едино войско сухопутное имеет, одну руку имеет, а который и флот имеет, обе руки имеет.

Я предчувствую, что россияне когда-нибудь, а может быть, при жизни нашей пристыдят самые просвещенные народы успехами своими в науках, неутомимостью в трудах и величеством твердой и громкой славы.

Промедление смерти подобно.

Несчастия боятся – счастья не видать.

Я знаю, что я подвержен погрешностям и часто ошибаюсь, и не буду на того сердиться, кто захочет меня в таких случаях остерегать и показывать мне мои ошибки.

Зло тихо летать не может.

Когда государь повинуется закону, тогда не дерзнет никто противиться оному.

Кто станет говорить речи, другому – не перебивать, но дать окончить и потом другому говорить, как честным людям надлежит, а не как бабам-торговкам.

Мир – хорошо, однако при том дремать не надлежит, чтоб не связали рук, да и солдаты чтоб не сделались бабами.

Надлежит законы и указы писать явно, чтоб их не перетолковать. Правды в людях мало, а коварства много.

Под них такие же подкопы чинят, как и под фортецию.

Выше всех добродетелей рассуждение, ибо всякая добродетель без разума – пуста.

Деньги – суть артерия войны.

Неблагодарный есть человек без совести, ему верить не должно. Лучше явный враг, нежели подлый льстец и лицемер; такой безобразит человечество.

Победу решает военное искусство и храбрость полководцев, и неустрашимость солдат. Грудь их – защита и крепость отечеству.

Указую боярам в Думе говорить по ненаписанному, дабы дурь каждого видна была.

Все прожекты зело исправны быть должны, дабы казну зрящно не засорять и отечеству ущерба не чинить. Кто прожекты станет абы как ляпать, того чина лишу и кнутом драть велю.

Забывать службу ради женщины непростительно. Быть пленником любовницы хуже, нежели пленником на войне; у неприятеля скорее может быть свобода, а у женщины оковы долговременны.

Подборка А. ЕГОРОВА

ПОДПИСКА НА ВТОРОЕ 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

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ РОССИИ

06–09 ДЕКАБРЯ 2016

Москва, ВДНХ
Павильон 75

В рамках выставки состоится конкурс экспонатов

При поддержке:

- Министерства энергетики РФ
- ПАО «ФСК ЕЭС»
- Правительства Москвы
- ЗАО «Техническая инспекция ЕЭС»

Организаторы:

- «Совет ветеранов энергетиков»
- ЗАО «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ»

(495) 771-6564, 963-4817
exhibit@twest.ru
www.expoelectroseti.ru

50 лет ★ дню ★ энергетика

Разделы выставки:

Электротехническое оборудование и распределительные устройства.

Воздушные и кабельные линии электропередачи.

Устройства релейной защиты и противоаварийной автоматики.

АСУ ТП и информатизация, связь, АСКУЭ.

Электро передача и распределение энергия — **Генеральный информационный партнер**

RusCable.Ru — **Генеральный информационный партнер в сети Интернет**

Автоматизация и IT в энергетике — **Информационный партнер**

Релейная защита и автоматизация — **Отраслевой партнер**

Информационная поддержка

Территория Нефтегаз; Рынок электротехники; Релейщик; Экономика ТЭК сегодня; Деловой журнал Бизнес & Класс; Transmission & Distribution World; ВЛ ОНЛ; Энергоэксперт; Энергетика и промышленность России; Вести в электроэнергетике; Новости ТЭК EnergyLand.info; Энергополис; ТЭК стратегии развития; Энергетик; Электрические станции; Энергия единой сети; ЭЛЕКТРО; Новости электротехники

LUMEL

УЧИТЫВАЕТСЯ ВСЁ

Измерительные приборы LUMEL внесены в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации

www.efometry.ru

- **АНАЛОГОВЫЕ И ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И РЕГИСТРАТОРЫ**
- **ИЗМЕРИТЕЛИ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ И АНАЛИЗАТОРЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**
- **НОРМИРУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ**
- **ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА И ШУНТЫ**
- **КОНТРОЛЛЕРЫ И РЕГУЛЯТОРЫ**
- **РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ПЕРИФЕРИЯ И КОМПОНЕНТЫ СИСТЕМ СБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**
- **ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ С АНАЛОГОВЫМ И ЦИФРОВЫМ ВЫХОДОМ**

ЭФО — ЭЛЕКТРОННЫЕ КОМПОНЕНТЫ. ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИКА

ООО «ЭФО» – ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЬ LUMEL S.A. В РОССИИ – ПОСТАВКИ И СЕРВИС

С.-ПЕТЕРБУРГ	МОСКВА	КАЗАНЬ	ЕКАТЕРИНБУРГ	РОСТОВ-НА-ДОНУ	ПЕРМЬ	Н. НОВГОРОД	НОВОСИБИРСК
(812) 327-8654	(495) 933-0743	(843) 518-7920	(343) 278-7136	(863) 220-3679	(342) 220-1944	(831) 434-1784	(383) 286-8496
ZAV@EFO.RU	MOSCOW@EFO.RU	KAZAN@EFO.RU	URAL@EFO.RU	ROSTOV@EFO.RU	PERM@EFO.RU	NNOV@EFO.RU	NSIB@EFO.RU

НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ 25 ЛЕТ

WWW.EFO.RU

KORPUSA.RU | MYMCU.RU | ALTERA-PLIS.RU | POWEL.RU | WLESS.RU | INFIBER.RU | EFO-POWER.RU | EFO-ELECTRO.RU | EFOMETRY.RU | GOLLEDGE.RU | SOUND-POWER.RU